

KAPITTEL 3

Nye lærerstudenters oppfatninger og bilder av undervisning og lærere i matematikk

Øistein Gjøvik Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU

Abstract: For many years, “drawing a mathematics teacher” has been an activity that new student teachers in mathematics have been required to do in their first teaching session within the teacher training program. Having already been students themselves for at least thirteen years, during which most of them had mathematics classes several times a week, they had quite clear preconceptions of how teaching mathematics occurs, what kind of mathematics is taught and by whom. In this chapter I address what these drawings produced by student teachers can tell us: They bear imprints of all three elements, that is, the type of teaching, the nature of mathematics and the behavior or appearance of the mathematics teacher. More than 400 drawings were collected over a six-year period and analyzed, and they revealed that there is a surprising consensus around these presentations.

Keywords: mathematics teacher, mathematics, drawings, identity, conceptions of mathematics

Innledning

Nye lærerstudenter i matematikk har som elever opplevd et stort antall undervisningsøkter med matematikk på timeplanen før de tar fatt på lærerstudiet. Da er det naturlig at det vil vokse fram forestillinger og oppfatninger både av hva matematikk er, men også hvordan matematikkundervisning vanligvis foregår. I dette kapittelet skal jeg gjøre rede for hvordan en tegneaktivitet for lærerstudenter kan hjelpe oss med å få tilgang til tanker og meninger studentene har om matematikklærere ved starten av studiet. Jeg skal også drøfte hvilke konsekvenser dette kan ha for lærerutdanningen og undervisningen de senere skal utføre som ferdig utdanna lærere.

En oppgave noen studenter fikk helt i begynnelsen av matematikklærerstudiet gikk ut på å tegne en matematikklærer. Følgende to tegninger ble levert inn av to studenter fra forskjellige deler av landet (figur 1):



Figur 1. To påfallende like lærere, som tegnet av lærerstudenter.

Likheten er påfallende; en mannlig lærer med noenlunde lik påkledning, briller og hårvekst. Noe fragmentert matematikk er skrevet på ei tavle og i boka som holdes fram. Læreren på tegningen adresserer et publikum med henvisning til boka eller tavla. Disse åpenbare likhetene satte i gang tanker om at tegningene kanskje kunne gi innsyn i en del av et større bilde. Det ble interessant å se om denne studentaktiviteten kunne gi et verdifullt datamateriale om en fikk tilgang til et større utvalg av tegninger. Et spørsmål er om det faktisk finnes trender i et slikt materiale, og et annet er om

matematikk lærere i så fall virkelig *er* slik tegningene skulle antyde? Er de avbildede lærerne profesjonsrepresentanter som gjør at studentene ønsker å utdanne seg til matematikklæreryrket? John S. Berry og Susan H. Picker har undersøkt holdninger til matematikk og matematikere ved å studere barns tegninger av matematikere og stiller etter litt nedslående resultater til slutt spørsmålet: «Should we be concerned about these images?» (Berry & Picker, 2000, s. 24). Ville vi få et bekymringsverdig sett av tegninger om vi lot lærerstudenter tegne lærere?

Samlinger av tegninger har blitt brukt som datamateriale i flere typer undersøkelser av hvordan man forholder seg til matematikk og matematikere og har vist seg å gi nyttige data man kanskje ikke ville fått tak på ellers. I tillegg til Berry og Picker (2000) har Johansson og Sumpter (2010) samlet tegninger fra svenske barn på henholdsvis andre og femte trinn for å undersøke elevenes motivasjon, der analysen av tegningene antydte at eldre elever viste mindre grad av motivasjon i tegningene sine. Rock og Shaw (2000) undersøkte også barns tanker om matematikere og fant ut at disse barna gjerne trodde at matematikere gjør de samme tingene som de selv gjør i matematikktimene. En liknende studie ble også gjort av Barbro Grevholm (2010), hvor vi finner tegninger fra elever i den videregående skole i Norge. Grevholm diskuterer hvordan holdningene som framkommer kan ha oppstått. Oppgaven som har blitt gitt til tegnere kan variere. I Picker og Berry (2000) og Grevholm (2010) tegnet man matematikere, mens det i Johansson og Sumpters (2010) undersøkelse er barn som tegner matematikkaktivitet som barnet selv er involvert i. Aller mest har forskning med slike tegneaktiviteter blitt gjort i naturfag, med det som er kjent som «the draw-a-scientist-test» (DAST). Typiske funn her er at tegningene framstilte vitenskapsmenn (for det er aller mest menn som har blitt framstilt), stereotypisk framstilt som hvite menn med vilt hår, labfrakk og briller (Miele, 2014). DAST-metodikken er også modifisert for bruk i matematikk av blant annet Yazlik og Erdogan (2018), der de undersøker kommende læreres oppfatning av matematikere ved blant annet å analysere tegninger. Også her framkommer noe av de samme karakteristika for matematikere som Miele (2014) fant for vitenskapsmenn.

Matematikkdidaktikeren Alan Schoenfeld konkluderer om framtidens matematikkundervisning at «mathematics has an image problem» (Schoenfeld, 2007, s. 4, 2011, s. 3). Det vil være verdifullt å undersøke om dette «imageproblemet» eksisterer i Norge også, og særlig om det gjelder de som har valgt å utdanne seg til å bli matematikklærere i den norske skolen.

Schoenfeld uttalte seg om matematikk generelt, og ikke spesifikt om lærere i faget. Vil det samme negative bildet gjelde lærerstudenters framstillinger av matematikklærere? Lærerstudentene som fikk tegneoppgaven nevnt tidligere har nettopp startet på ei utdanning som forhåpentligvis vil bidra til en positiv holdning til seg selv som matematikklærer og sitt forhold til matematikk. Studentene skal i løpet av en femårsperiode gjennomgå en læringsbane som tar dem fra det å være matematikklærende i grunnskolen via det å nå være matematikklærerstudierende på universitetet og videre til å bli utøvende matematikklærere. Vi vet at oppfatninger og syn på matematikk og matematikkundervisning spiller en viktig rolle for studenter som skal forme sin måte å drive undervisning på (Thompson, 1984, s. 105). Skulle disse tegningene avsløre at studentene har et matematikksyn som påvirker deres framtidige undervisning burde dette i høyeste grad tas tak i på lærerutdanningen, og i alle fall om det viser seg at matematikksynet er bekymringsverdig.

Man kan altså stille spørsmålet om hvorvidt slike bekymringer også er aktuelle for matematikklærerutdanningene. For å undersøke dette nærmere ønsker jeg å belyse følgende problemstilling: *Hva framstilles av nye matematikklærerstudenter når de blir bedt om å tegne en matematikklærer?*

Dette gir opphav til flere forskningsspørsmål som jeg ønsker å ta for meg i dette kapitlet:

Hva kan tegningene fortelle om matematikklæreres identitet?

I hvilken utstrekning kan vi tolke disse tegningene til å fortelle oss noe om studentenes syn på matematikk som fag og matematisk kunnskap som fagfelt?

I hvilken utstrekning kan vi si noe om lærerstudentenes syn på matematikkundervisning?

I dette kapitlet skal jeg gjøre rede for hvordan en mengde av slike matematikklærertegninger, produsert av ferske studenter, har blitt analysert for å gi noen svar på disse spørsmålene. Datamaterialet ble analysert induktivt, og i det neste delkapitlet skal jeg legge fram de forskjellige teoretiske perspektivene som ble satt sammen til et rammeverk å drøfte datamaterialet med.

Teoretisk rammeverk

Litteraturen gir flere teoretiske innfallsvinkler for å beskrive tanker om matematikk. Det vil i denne studien bli gjort en pragmatisk sammenstilling

av forskjellige perspektiv fra matematikdidaktisk litteratur til en linse å diskutere datamaterialet gjennom.

Identitet

For å kunne si noe om relasjonen mellom den tegnende lærerstudenten og den tegnede matematikklæreren vil jeg bruke konstruksjonen *identitet*. En definisjon er: «I define *identity* as a dynamic view of self, negotiated in a specific social context and informed by past history, events, personal narratives, experiences, routines, and ways of participating» (Bishop, 2012, s. 38). Summen av alle slike syn på seg selv, relatert til matematikk, kan vi kalle vår *matematiske identitet*. Denne kan påvirke hvorvidt og hvor mye man engasjerer seg i aktiviteter som skaper læring, noe som er sentralt i tilegnelsen av matematikkunnskap for både lærende og lærere (Bishop, 2012, s. 34).

Tidligere nevnte Picker undersøkte elevbilder og beskriver matematikernes identitet slik:

In the 201 questionnaire/surveys returned, the images of mathematicians were primarily male, all were white, the majority with glasses and/or a beard, balding or with weird hair, invariably at a blackboard or computer. This created a certain «prototype» that recurred among students in the different classes and different schools. (Picker, 2000, s. 347)

Her er det igjen viktig å understreke at dette gjelder matematikere, ikke nødvendigvis matematikklærere, og at et poeng med dette kapittelet er å undersøke om de samme fenomenene framkommer når lærerstudenter tegner matematikklærere. Når media, skole og samfunn forsterker at slike «prototyper» får vokse til stereotyper, oppstår et dilemma for den som skal forme sin egen identitet som matematikklærer: Man etterstreber naturlig nok tilhørighet til den yrkesgruppen man er i ferd med å utdanne seg til, men samtidig har man en oppfatning av denne gruppen som noe man ikke uten videre ønsker å identifisere seg med.

Matematisk identitet kan også knyttes til kjønn og at faget tradisjonelt har blitt tillagt typisk maskuline verdier («Mathematics as a male domain», jf. Brandell et al., 2004). At matematikk er et typisk «guttedefag» gjenspeiler seg likevel ikke i nasjonale og internasjonale tester. Ser man alle land under ett viser TIMSS-undersøkelser at det ikke er signifikante prestasjonsforskjeller mellom kjønnene (Utdanningsdirektoratet, 2011). På nasjonale prøver

i regning er også forskjellen mellom kjønn liten (Utdanningsdirektoratet, 2013). Slike kjønnsstereotyper i matematikk kan ha uventede og ganske dramatiske konsekvenser. En studie rapporterte at kvinner underpresterte når de ble utsatt for stereotypiske matematikkoppgaver vinklet mot menn, til tross for at både kvinner og menn trodde kvinnene kunne la være å ta hensyn til stereotypiene (Boucher et al., 2015).

Absolutisme og fallibilisme

For å kunne analysere matematikken som de tegnede lærerne befatter seg med vil jeg bruke begrepene *absolutisme* og *fallibilisme*. Fra et epistemologisk ståsted vil karakteristika som kald, upersonlig, rigid, ufeilbarlig og lite kreativ gå igjen i det som kalles en *absolutistisk* matematikkfilosofi. Med et slikt syn på tilblivelsen av matematisk kunnskap, der fundamentet er teoremer med bevis, kan man tenke seg at matematisk sannhet baserer seg på faste grunnprinsipper som man så utleder all annen kunnskap fra. En beskrivelse av dette er: «If mathematics is a system of absolute truths, independent of human construction or knowledge – then mathematical proofs are external and eternal. They're to admire» (Hersh, 1999, s. 60). Matematikk betegnes her som tidløst, isolert og uten å måtte ta hensyn til verdier, samfunn og kultur. I Alseth og Røsseland (2008) finner vi som den første myten om matematikkfaget at matematikk er et abstrakt fag, slik faget på universitetene beskrives. Myte nummer tre, matematikk har alltid ett riktig svar, peker i samme retning. Motsatsen til den absolutistiske filosofien er det en kaller *fallibilistiske* matematikkfilosofier. Her er beskrivelser som sosial, samarbeid, kreativitet og bearbeiding sentralt. Til og med bevisene kan bearbeides: «Our notion of proof isn't carved in granite. We'll modify it. We'll allow machine computation, numerical evidence, probabilistic algorithms, if we find them advantageous» (Hersh, 1999, s. 59). Matematisk kunnskap er slik sett ikke fast, men gjenstand for revisjon. Det betyr ikke nødvendigvis falsifisering. Fallibilisme kan sees på som en utvidelse av matematisk kunnskap til også å omfatte matematikkens historie, posisjonen den har i samfunn og kultur og hva som verdsettes i utdanning og undervisning. I tillegg er prosessene bak kunnskapsutvikling i matematikk viktig i den fallibilistiske retningen, men ikke like vesentlige i den absolutistiske, der produktene står sentralt. Matematikkdiraktikeren Jo Boaler skriver i *The Atlantic* (om dårlige resultater i matematikk):

One of the reasons for these results is that mathematical problems that need thought, connection making, and even creativity are more engaging for students of all levels and for students of different genders, races, and socio-economic groups. This is not only shown by my research but by decades of research in our field. When all aspects of mathematics are encouraged, rather than procedure execution alone, many more students contribute and feel valued. (Boaler, 2013)

Boalers forskning tyder altså på at vektlegging av det fallibilistiske synet på matematikk vil være mer verdifullt og engasjerende for at flere elever skal prestere godt i matematikk.

Verdier

Mens det epistemologiske perspektivet i forrige avsnitt handler om matematikkens opphav, vil *verdier* (*values*) fortelle oss noe om hva man verdsetter eller liker i matematikk:

Value – The worth of something. A belief one holds deeply, even to the point of cherishing, and acts upon. Whereas beliefs are associated with a true/false dichotomy, values are associated with a desirable/undesirable dichotomy. Values are less context-specific than beliefs. (Philipp, 2007, s. 259)

Verdier i matematikk henger i hovedsak sammen med den fallibilistiske matematikkfilosofien. Til tross for at utdanning, også i matematikk, definitivt er preget av menneskelige verdier, ser man på en absoluttistisk matematikkfilosofi som upersonlig og fri for slike verdier. En måte å dele inn verdier (ikke bare i matematikk) på er etter Gilligans kategorier *separate* eller *sammenhengende* (Ernest, 2008). Her er separate verdier et ståsted hvor man vektlegger egenskaper som abstraksjon, analyse, upersonlig, følelsesløs og objektifisert. Det kan typisk være at en ser det som viktig at matematikk består av forskjellige algoritmer en kan lære å anvende uavhengig av andre resultater. Et sett av sammenhengende verdier vil på den annen side basere seg på sammenhenger, relasjoner, tilknytning, følelser, intuisjon, holisme og humanitet. Med bakgrunn i matematikken vil dette kunne eksemplifiseres med resultater som kan revideres og meningsskapning i algoritmer.

Bildet av matematikk

I den fagdidaktiske litteraturen omtales ofte synet elever, lærere og befolkningen ellers har på matematikk. De fleste mennesker er ikke matematikere,

så slik forskning dreier seg som regel om hvordan mennesker oppfattet sin egen utdanning i faget eller hvordan de bruker matematikk i hverdagen. Synet på matematikk defineres ofte ulikt, og det kan være vanskelig å skille klart begreper som oppfatninger (*beliefs*), bilder (*images*), syn (*views*) og forestillinger (*conceptions*). Det jeg skal bruke for å analysere tegningene er *bildet* studentene har dannet seg av matematikk og matematikkundervisning. Også dette begrepet brukes forskjellig, men en definisjon vi skal anvende er som følger:

Define the term *image of mathematics* held by a person as some kind of mental picture, or visual or other mental representation, originating from past experiences of mathematics, or from talk or other representations of mathematics, as well as the associated beliefs, attitudes and conceptions. (Lim & Ernest, 1999, s. 44)

Bildet av matematikk er altså et omfattende begrep. I en del litteratur skilles det lite eller ingenting mellom slike bilder av matematikk og oppfatninger man har av matematikk. Bilder på matematikk kan være personlige, som i definisjonen, men det fins også et *offentlig bilde av matematikk* («A public image of mathematics», jf. Lim & Ernest, 1998), som er samfunnets og medias omtaler, bilder, samtaler, diskurser og framstillinger av matematikk. På tilsvarende måte vil jeg her bruke *klasserommets bilde av matematikk* om hva slags bilde av matematikk elevene og læreren i en klasse/gruppe har.

Det er ikke oppsiktsvekkende å hevde at et negativt bilde av matematikk og matematikkfaget har blitt ganske vanlig både i samfunnet og blant elever. Det ses på som vanskelig, kjedelig, regelbasert og algoritmisk. Alseth og Røsseland (2008) har i sin liste av myter i matematikk flere som minner om disse egenskapene ved faget. For eksempel er myte nummer to at det er viktig å lære seg bestemte matematikk-ord, og myte nummer fem sier at det er nødvendig med mye drill av regneferdigheter. Elever kan typisk mene at faget består av vanskelige ord og adskilte sannheter uten sammenheng. Slik kan en si at et negativt bilde av matematikk gjerne er preget av et separat verdisyn. Dette bildet kalles derfor *et separat bilde av matematikk*. De mer positive bildene av matematikk beskriver matematikk som dynamisk, problemløsende, praktisk, utforskende, kreativ og tilgjengelig. Et slikt syn knyttes til sammenhengende verdier, og kalles derfor et *sammenhengende bilde av matematikk* (jf. Gilligans kategorier om verdier).

Med støtte i Ernest (2008) kan en forklare hvordan bilder av matematikk oppstår i klasserommene på grunn av en kombinasjon av erkjennelsesteori

og verdier. Sterkt forenklet kan vi si at lærere som har en absolutistisk matematikkfilosofi og separate verdier ofte lar et separat bilde av matematikk prege undervisningen sin. Dette er selvsagt en forenklet forklaring av virkeligheten, men på den annen side kan man jo si det er naturlig at sammensetningen av hva man tenker matematikk *er*, hvordan en skaffer seg denne kunnskapen og hva man *verdsetter* ved matematikk vil prege undervisningen man utøver. I klasserommet kan vi kjenne igjen dette som adskilte rutineoppgaver (består av fakta og faste algoritmer), utstrakt bruk av unike og objektive svar og et miljø som vektlegger at det er kritikkverdige å ikke finne dette ene svaret. Selv om den absolutistiske filosofien ikke framstilles som særlig fordelaktig her, skal man heller ikke glemme at nettopp disse egenskapene – som noe ufeilbarlig, rent, eksakt, nøye og utvetydig – er det som gjør at mange har valgt å beskjeftige seg med matematikk. Når studenter med et slikt syn på matematikk blir lærere, kan det føre til at de har en separat oppfatning av hvordan matematikk er og bør være i skolen.

Sammenfattet mener jeg altså at kategoriene identitet, epistemologi, verdier og bilder har vokst fram som naturlige begreper til å drøfte data-materialet og for å besvare forskningsspørsmålet.

Metode

Datainnsamlingen til denne studien ble i hovedsak gjort ved Høgskolen i Sør-Trøndelag (tidligere HiST, nå NTNU). Datamaterialet ble samlet inn ved at de nye lærerstudentene i en årrekke fikk følgende individuelle oppgave:

Tegn en matematikklærer (tidsramme: 10 minutter). Ingen strekmenn!

Oppgaven er den aller første de møter, så det produseres en spontan illustrasjon av hvordan de ser for seg den typiske matematikklæreren. Selv om oppgaven gikk ut på å tegne en lærer har de aller fleste tegnet et miljø rundt denne læreren, for å gi et innblikk i situasjonen og undervisningen. Etter tegneoppgaven får studentene rikelig anledning til å diskutere hverandres tegninger. Jeg har gjennomgått 432 tegninger levert inn av nye studenter fra 2007 til 2013 som svar på oppgaven. Alle studentene som har tegnet, har matematikk som undervisningsfag i lærerutdanningen, og siden 2010 har de også valgt det selv siden

de hadde valgt grunnskolelærerutdanningen i matematikk for 5. til 10. trinn.

Tegningene kan ha forskjellig karakter. De kan være narrative representasjoner (Hopperstad, 2005, s. 44), altså at de er fortellende og skal framstille noe som faktisk har funnet sted, enten det er den dagligdagse undervisningen studenten opplevde eller enkeltepisoder. De kan også være konseptuelle representasjoner (Hopperstad, 2005, s. 45), tegnet for å skape mening eller på en måte få fram et poeng. Det kan innebære å framstille undervisning slik studenten oppfatter at den foregår (muligens ikke opplevd) eller hva den kan inneholde (Hopperstad, 2005). I en slik konseptuell representasjon kan vi også finne eventuelle stereotypiske oppfatninger av matematikklæreren.

En fordel med å analysere slike dokumenter framfor tekst er at de kan fortelle noe det er vanskelig å uttrykke gjennom fagspråk, spesielt så tidlig i lærerstudiet. Samtidig vil tegningene, på grunn av at tegneoppgaven skjer i den første undervisningsøkta ved studiet, kunne gi informasjon som enda ikke er preget av hva lærerutdanningen tilfører studentene av meninger og holdninger. En tegning er et komplekst dokument som må sees i sammenheng med situasjonen det ble produsert i og erfaringsbakgrunnen til aktøren som har laget den. Cohen, Manion og Morrison (2011) kaller slike analyseobjekter *compressed performances* (Cohen et al., 2011). Man kan ikke vite helt sikkert hvorfor en student valgte å framstille akkurat det bildet som ble tegnet. Det kan tenkes at de har valgt å tegne en myte, altså en slags karikatur eller stereotypi, der de vektlegger karakteristika de mener ville vært typisk for å skille en matematikklærer fra andre lærere. I så fall er dette verdifull informasjon om hvordan matematikk og lærere oppfattes, selv om det som avbildes ikke er en reell situasjon. Det kan også tenkes at de har tegnet en faktisk undervisningssituasjon. Da vil det også være verdifulle observasjoner om hva som sitter igjen hos studentene etter endt skolegang. Hva som er hva, er det imidlertid vanskelig å skulle si noe om.

En kunne godt ha laget koder og kategorier løsrevet fra analysen, slik man for eksempel har gjort i Chambers (1983). Der tenkte man seg hva som ville være en typisk vitenskapsmann/kvinne og sorterte tegningene etter hvor stor grad man fant dette i materialet. I mitt prosjekt har jeg imidlertid latt alle koder vokse fram fra materialet. Det var hensiktsmessig å først gå gjennom hele datamaterialet som ved åpen koding (Strauss & Corbin, 1998, s. 102) der gjentakende karakteristika ble notert ned i en tabell.

Tabell 1. Koding av de 432 tegningene. Her står kodene som tabelloverskrifter og hver av tegningene har en egen linje. (Tabellen er avkortet både nedover og til høyre)

	Mann	Kvinne	Ubestemmelig kjønn	Pekestokk eller linjal	Tydelig usympatisk	Tavle med matematikk	Briller	«Matte er gøy»	Rutete skjorte
Totalt	292	53	81	146	100	225	286	22	76
N = 432	67,59 %	12,27 %	18,75 %	33,8 %	23,15 %	52,08 %	66,20 %	5,09 %	17,59 %
År 2013	1			1		1	1		1
	1			1			1		1
	1				1		1		
	1						1		
		1							
			1						
	1			1		1	1		
		1					1		
			1				1	1	
	1			1		1	1		
	1				1	1			
			1			1			
	1					1			
	1				1				

Av disse karakteristika ble det laget koder som ble notert i et regneark (tabell 1). Kodene ble siden gruppert i kategorier. I første omgang var det lettest å identifisere kjønn og lærernes bruk av redskaper, som en kalkulator, eller *symbolske attributter* (Hopperstad, 2005), som en pekestokk. Etter flere gjennomganger av materialet ble kodene flere. Egenskaper ved lærerens framtoning og hva slags aktivitet som fant sted ble også kodet. Ikke alle tegningene var mulige å analysere etter de tidligere omtalte dimensjonene. For eksempel kan man vanskelig si noe om kjønnnet til en strekfigur. Noen koder ble fastsatt veldig subjektivt, for eksempel om en lærer framstår som usympatisk.

Det ble foretatt koding av tema (hva er det som skjer på tegningen) og deskriptiv koding (hva ser vi på tegningen). Etter hvert som datamaterialet

ble analysert kunne altså tre ganske klare kategorier identifiseres. For det første må en oppgave om å tegne en matematikklærer nødvendigvis vise at *matematikkfaget* er til stede. For det andre ble det påfallende at det er en *aktivitet* som utspiller seg for å sette matematikken i sammenheng med læreren. For det tredje blir også *læreren* framstilt på forskjellige måter for å få fram studentens poeng.

I dette kapitlet vil kun den kvalitative og deskriptive analysen beskrives. Det ble i tillegg senere gjort en kvantitativ clusteranalyse av datamaterialet med NVivo¹ og R². Resultatene av den kvantitative analysen er basert på omtrent samme datamateriale (den kvantitative studien inkluderer en del flere samlinger av tegninger) er publisert i (Gjøvik et al., 2022).

I neste avsnitt vil jeg gå dypere inn i hva datamaterialet forteller, ved hjelp av de teoretiske perspektivene identitet, absolutisme og fallibilisme, verdier og bilder av matematikk.

Analyse og resultat

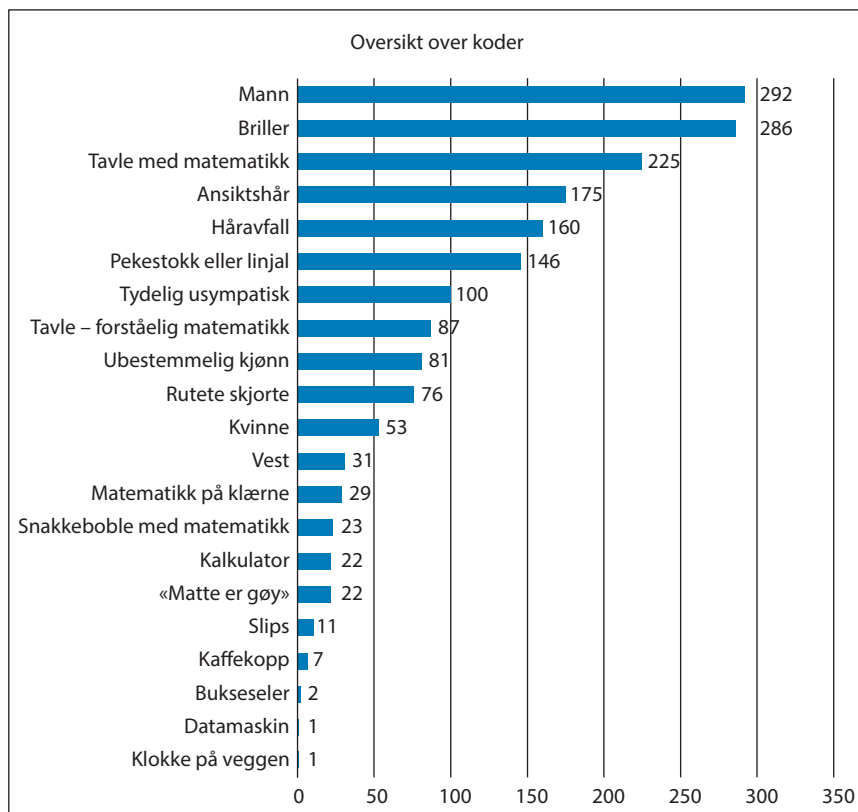
Som nevnt i forrige delkapittel ble det klart under kodingen at matematikken og aktiviteten i klasserommet var framtreddende i svært mange tegninger, selv om studentenes oppgave bare var å tegne en matematikklærer. Mange tegninger inneholdt skildringer av hva en matematikklærer *gjør* og ikke bare hvordan hen ser ut. I figur 2 ser vi en enkel oversikt over alle kodene i materialet.

Etter kodingen ble kodene gruppert i tre hovedkategorier som nå hadde vokst fram: de som dreide seg om læreren, de som dreide seg om undervisningen og de som dreide seg om matematikkfaget (se tabell 2 for en oversikt over koder (ikke alle kodene er tatt med)). Tegningene kunne inneholde informasjon om alle, ingen, eller bare noen av de tre kategoriene.

Jeg skal nå ta for meg hver av de tre hovedkategoriene: læreren, matematikkfaget og undervisningen.

1 <https://www.qsrinternational.com/nvivo-qualitative-data-analysis-software/home>

2 <https://www.rstudio.com/>



Figur 2. Oversikt over koder med frekvenser ($N = 432$).

Tabell 2. Koder samlet til kategorier

Kategori	Læreren	Matematikkfaget	Undervisningen
Eksempler på koder som faller inn under kategorien:	Tydlig usympatisk	Forståelig matematikk	Pekestokk
	Ansiktshår	Uforståelig matematikk	Datamaskin
	Mann		«Matte er gøy»
	Kvinne		Klokke på veggen

Læreren

Det aller mest påfallende funnet i analysen av tegningene er matematikklærerens *kjønn*. Her må det bemerkes at det ble valgt en pragmatisk oppfatning av begrepet kjønn i denne sammenhengen. Omtrent tre av fire lærere i grunnskolen har allmennlærerutdanning, og et knapt flertall av

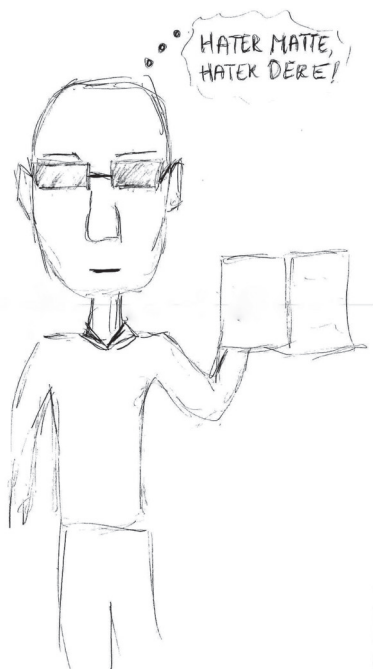
disse hadde utdanning i matematikk. I ungdomsskolen var det omtrent like mange lærere av begge kjønn, mens det på barnetrinn og mellomtrinn var en forholdsvis stor andel kvinnelige lærere. (NOU 2003: 16). I data-materialet avbilder bare tolv prosent av tegningene kvinnelige lærere. Det kan tilføyes her at det senere arbeidet med ytterligere tilfang av tegninger viste via en kvantitativ analyse en viss stigning i andel av kvinnelige lærere som ble avbildet (Gjøvik et al., 2022). Andelen er likevel lav, og i de undervisningsøktene der jeg har gjennomført tegneoppgaven har dette gitt et godt utgangspunkt for å diskutere hvorvidt det kan være slik at det er flest mannlige matematikklærere i grunnskolen, og i så fall hvorfor. Diskusjonene som oppstod i etterkant av tegneaktiviteten tydet på at en årsak kan være at det er mange studenter som tegner den siste læreren de har hatt, gjerne en matematikklærer de har møtt på videregående skole, hvor det er svært mange mannlige lærere. Det er likevel mange som er framstilt som tydelige mannlige grunnskolelærere også, noe en kan se av den litt enklere matematikken på tavla og de tilgjengelige redskapene. Dette støtter at mange av studentene har framstilt stereotypien av en mannlig matematikklærer, og at matematikk tydeligvis ses på som et maskulint domene av mange. Når vi vet det er viktig for elever å identifisere seg med de som er lærere (eller utøvere) i matematikk for at man skal engasjere seg i faget, ser vi at dette kanskje kan ha vært utfordrende for mange av lærerstudentene i deres egen skolegang. En kan spørre hvorfor det i det hele tatt er så mange kvinnelige matematikklærerstudenter når de ser ut til å ha en oppfatning av matematikk som typisk maskulint. Den tidligere nevnte kvantitative studien som altså ble gjort på et enda større datamateriale, der også tegningene omtalt i dette kapittelet var med, viste ved clusteranalyse at to av karakteristikkene som gjerne opptrådte sammen i tegningene var at kvinner underviste enkel aritmetikk, mens menn underviste uforståelig algebra (Gjøvik et al., 2022). Dette kan indikere at det er lettere for kvinner å identifisere seg med grunnskolelærere på de lavere trinnene.

Spontane tegninger kan vise sider ved studenters bilder av matematikk som man kanskje ikke ville fått innsyn i på annen måte. For eksempel har omtrent sju prosent av de tegnede lærerne klær med tall på. Vi kunne vel neppe ha gjettet at noen som helst ville framstille en lærer slik om de bare ble spurt muntlig eller skriftlig, så det kan være at studentene har tenkt at dette var en måte å skille en matematikklærer fra andre lærere på. Man kan spørre seg om man i det virkelige liv har registrert å ha sett særlig mange

lærere som faktisk går rundt i klær med tall og matematikksymboler på, så dette kan henge sammen med myten om at matematikk knyttes til en marginal gruppe med snevert interessefelt der hovedfokus kun er på matematikk. En av mytene som ofte går igjen om matematikkfaget er nettopp dette at matematikk ikke er for alle (myte nummer fire i Alseth & Røsseland, 2008). Litt i samme stil er det 22 prosent av tegningene som har varianter av «matte er gøy» i framstillingen.

En overraskende stor andel av tegningene viser lærere med rutete klær (om lag 18 prosent) og gjerne også vest eller slips. Vest og slips må nok tilskrives en oppfatning av matematikklæreren som konservativ eller eldre. At to av tre lærere er tegnet med briller peker i samme retning. Briller kan også sies å være et symbolsk attributt som gir et bestemt inntrykk av mennesket som tegnes. I disse tegningene kan briller være et kulturelt symbol på at den avbildede er klok, belest og reflektert, eller kanskje rett og slett «nerdete».

Det viser seg at ca. førti prosent av matematikklærerne som er tegnet har skjeggvekst, noe som igjen gjør det tydelig at man ønsker å framstille eller karikere det maskuline som typisk ved det å være matematikklærer.



Figur 3. Lærer framstilt som lite tiltalende.

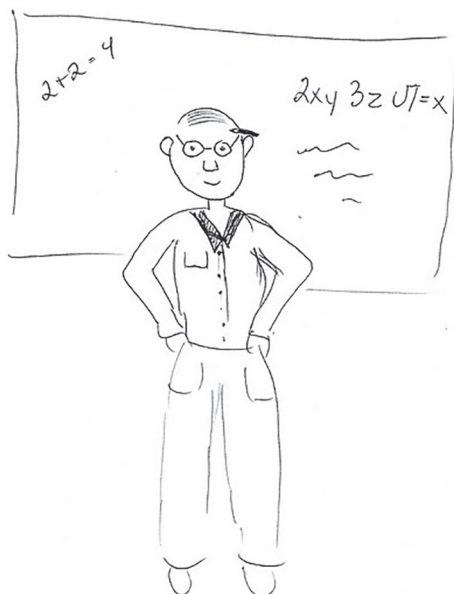
Jf. tabell 1 er omtrent en fjerdedel av lærerne tegnet på en måte som gjør at de skal framstå som usympatiske, slik som eksempelet i figur 3. Det kan dreie seg om å lage en fändenivoldsk prøve (uttrykt for eksempel med skadefryd i ei snakkeboble, eller utdeling av urimelig vanskelige matematikkoppgaver), å latterliggjøre elever som ikke får til en oppgave eller generelt se aggressive eller sinte ut. Andre faktorer som tydeligvis er ment å gi lærerne en uheldig framtoning er uflidd skjegg, dårlig ånde, uheldig påkledning og svetting. Nå er det ikke en uniform oppfatning av hvordan en usympatisk lærer ser ut, så studenter som har ønsket å framstille en lærer slik har ofte laget en karikatur.

Nå kan man altså enten tenke seg disse tegningene enten som karikaturer eller som «opplevde lærere». Datamaterialet bærer altså preg av framstillinger av lærere som usympatiske, stort sett menn, med smal faglig interesse.

Matematikkfaget

Læreren i tegningene er i over halvparten av tegningene plassert foran ei tavle. Det kan virke som om tavla er det som avgjør at det er matematikk som framstilles. Dette kan på den ene siden tolkes som at det er vanskelig å avbilde at en lærer er en *matematikklærer* uten å ta med noe matematikk på tavla for å vise dette. Slik sett skiller kanskje ikke en matematikklærer seg fra andre lærere. På den annen side kan det jo tenkes at tavla med matematikk på er så uløselig knyttet til det å være lærer at den avbildes som det aller viktigste symbolske attributtet. Selve oppgaven er å tegne en lærer, men det kan se ut som at mange studenter tenker at tavla er en lett måte å få fram at faget er matematikk på. Men hva blir framstilt på disse tavlene? På omtrent halvparten av tavlene er matematikken usammenhengende og meningsløs. Mange andre har igjen framstilt matematikken enten som banalt enkel eller uoverkommelig vanskelig, som i figur 4, hvor vi ser begge deler samtidig. Det kan virke som om det *abstrakte* framheves, og også at det matematiske *symbolspråket* faller vanskelig for mange. Den vanlige forestillingen om at matematikk er vanskelig, ser altså ut til å leve også for lærerstudentene.

Ingen har sett det som naturlig å tegne en lærer som prøver å lede en prosess hvor matematikk skapes i klassen. Nesten utelukkende fokuseres det på matematikk som et ferdig produkt som presenteres. Generelt er det svært lite spor av at matematikk kan være en utforskende aktivitet i disse



Figur 4. Lærer med meningsløs matematikk på tavla.

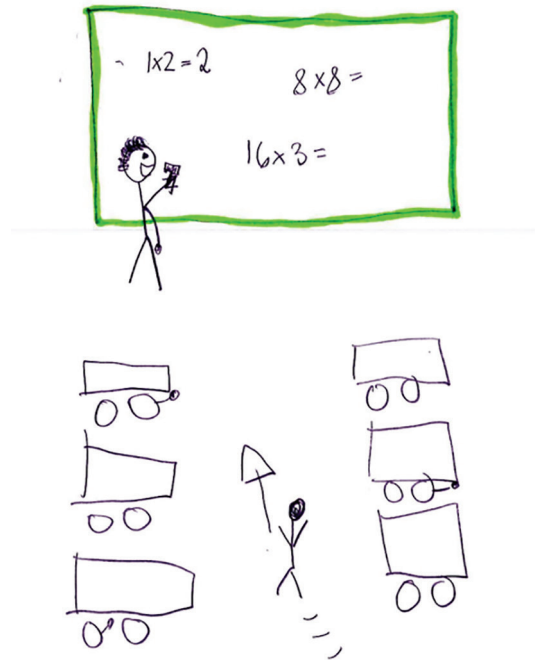
tegningene. Slik kommer den absolutistiske filosofien svært tydelig til syne i slike tegninger. I flere av tegningene finner en de to strekene under svaret, noe som peker i retning av at den matematikken man husker fra sin egen skolegang, er den som kun hadde ett riktig svar. Kanskje er det vanskelig både å tegne og å forestille seg hvordan en matematikklærer ser ut når hen leder en utforskende prosess der matematikk skapes? Men da ledes man også til spørsmålet: Skyldes det at man ikke har opplevd det tilstrekkelig ofte som elev?

Et paradoks man her kan merke seg, er det totale fraværet av praktisk matematikk i tegningene. Noe av kritikken mot matematikkundervisningen i Norge har vært at den har handlet om *for* mye praktisk matematikk (Grønmo, 2014). Det er påfallende at studentene har et så separat syn på matematikk når de framstiller noe helt annet enn hva som faktisk går for å være typisk matematikkundervisning i Norge. Dette forteller oss at det er mulig de affektive sidene som oppfatninger og syn på matematikk ligger dypt forankret i studentene som skal bli lærere. Når nesten alle studentene har valgt å tegne noe fra matematikkfaget for å vise at læreren representerer akkurat faget matematikk; hvorfor er det bare den absolutistiske retningen som framstilles, og ingen tegninger av for eksempel åpne spørsmål eller spørrende tilnærminger og ingen har tegnet konkretiseringshjelpemiddel

som man vet er utbredt i bruk i grunnskolen? Spørsmålene som blir stilt i noen av tegningene er på formen «Hva er ...» eller mer kommanderende varianter der regnestykket bare stilles opp eller sies.

Den pedagogiske praksis

Så godt som samtlige tegninger avbilder tradisjonell frontalundervisning der læreren har alle elevenes oppmerksomhet og doserer faget. I noen få andre alternativer som er framstilt finner man at en elev må regne på tavla, som i figur 5. Her skal en elev tydeligvis «opp på tavla». Elevene er mer eller mindre passive deltakere i mange av de andre tegningene.



Figur 5. Elever tas opp på tavla.

Mange lærere er tegnet mens de henviser til tavla med for eksempel oppstilte multiplikasjonsstykker. Andre velger å avbilde algoritmer for likningsløsning eller standardalgoritmer for regning. Dette tyder på at det sitter ganske sterkt i studentens opplevelser at undervisningen har hatt en instrumentell karakter. Det er vanskelig å tenke seg at man framstiller lærere slik uten å ha opplevd det i stor grad. Resultatet ser ut til å være viktigere enn prosessen og aktiviteten, altså at et blir lagt mer vekt på produkt enn

prosess. En slik måte å undervise på kan føre til at kunnskapen til elevene er fragmentert og oppleves som usammenhengende. Lærerstudentene i studien har sine erfaringer fra klasserommet, og det må være her de har fått mesteparten av sine erfaringer om måten matematikk blir undervist på. Det kan jo tyde på at undervisningen fant sted i klasserom der et separat bilde av matematikk rådet.

I flere tegninger finner vi typiske matematikkredskaper, for eksempel tavle, pekestokk, linjal eller kalkulator. Felles for alle disse er at de som symbolsk attributt forteller oss mye om hva som har foregått i klasserommet. At en såpass stor andel lærere (ca. 34 prosent) skal ha behov for pekestokken (se f.eks. figur 6) er uventet, og det kan være vanskelig å tro at pekestokkbruken er så utbredt som tegningene indikerer. Uansett kan det ligge latente syn på matematikk i tegninger av pekestokken, der det vekkes til live bilder om noe autoritært, at matematikk kan være noe man peker på som i «slik er det». Altså at læreren kan ha med seg en absolutistisk matematikkfilosofi i sin undervisning.

Kun én lærer i datamaterialet er tegnet med datamaskin, noe som må sies å være litt overraskende da det vel er det mest opplagte verktøyet som alle lærere må håndtere. En tavle er godt egnet til å la elevene ta del i å *skape* matematikk i klasserommet, likevel framstår matematikken på tavlene i disse tegningene som ferdige produkter og ikke noe som er gjenstand for revisjon.



Figur 6. Pekestokken er ofte med, og det dukker også opp mange kalkulatorer.

Med bakgrunn i analysen av studentenes tegninger (jf. figur 2) kan det se ut som om kalkulatoren fortsatt er populær (f.eks. som i figur 6). I dagens praksis er det nok mer datamaskiner og nettbrett som er de digitale verkøyetene dagens elever møter, men vi skal huske at datamaterialet er representert av studenter i tidsrommet 2007–2013. Lærerstudentene framover vil nok i større grad ha blitt undervist med datamaskin enn med kalkulator i skolegangen sin.³

Drøfting og konklusjon

I dette delkapittelet skal jeg drøfte hva funnene i forrige delkapittel kan bety for matematikklærerutdanningen. Det er lett å overtolke visuelle media (Cohen et al., 2011, s. 591). Hver eneste tegning kunne ha blitt analysert inngående, for eksempel ved å vurdere avstand til elever i klasserommet, hva det betyr at en lærer har en kaffekopp på bordet og så videre. En slik analyse av tegninger fra elever i den videregående skole kan finnes i tidligere nevnte artikkel av Barbro Grevholm (2010). Hadde man ønsket en mer inngående analyse av enkeltobjekter kunne man for eksempel gå langt i å antyde en lærerstudents anliggende når hen framstiller akkurat det hen har valgt. For eksempel har en student tegnet ei skoleklokke ved siden av tavla. Kan det bety at studenten har brukt mye tid til å se på denne klokka, og at matematikkundervisningen (og kanskje andre fag også) har gitt studenten følelsen av at dette er kjedelig? Eller kan det være at også skoleklokka er et symbolsk attributt for det å avbilde et skolemiljø? I dette kapittelet har jeg imidlertid lagt vekt på å se helheten i det omfangsrrike materialet framfor å analysere hvert enkelt analyseobjekt grundig.

Det første forskningsspørsmålet dreier seg om matematikklæreres identitet, både slik studenter identifiserer seg med læreren og slik de framstiller dem. Enten tegningene er tegnet som karikaturer (kanskje kan en student ha tenkt «slik framstilles rare lærere») eller en framstilling studenten *mener* representerer en virkelighet (studenten kan ha tenkt at «mange lærere er nok slik ...»), vil disse tegningene i hovedsak vise et problem ved matematikkfaget i skolen, nemlig bildet man har av faget og lærerne i faget. Det ble nevnt i innledningen at matematikk har et typisk negativt bilde i samfunnet. Funnene i denne studien tilsier at også de

3 En digresjon her er at mange hjemmeeksamener ble omgjort til skoleeksamener på grunn av ChatGPT. Da ble løsningen å plukke fram kalkulatoren og papirbasert eksamen igjen!

som velger å bli matematikklærere kan ha syn på matematikk som følelsesløst, maskulint, kjedelig, meningsløst, rigid, fjernt og abstrakt. Dette kan være egenskaper man projiserer på medelever eller venner. Vi finner tydelige spor av absolutisme og separate verdier i tegningene, altså det som kunne skape det separate synet på matematikk i klasserommet. Og for å gjenta et av spørsmålene i innledningen, bør vi bekymre oss? Det er disse studentene som skal og vil påvirke kommende generasjoner av matematikkelever. Da er det vel i høyeste grad problematisk at til og med de som *velger* matematikk som undervisningsfag, mener at det ikke er uvanlig at en matematikklærer er usympatisk eller bedriver regelbasert undervisning. En kan bare håpe at mange av studentene har et ønske om å forandre på dette inntrykket.

Hvis mange av lærerstudentene virkelig starter utdanningen sin med bilder av matematikklæreren som konservativ, ondskapsfull, snever og faglig nerd, hvordan kan lærerutdanningene jobbe for å snu slike holdninger og oppfatninger? I Picker og Berry (2000) presenterer forfatterne sin syklus for hvordan stereotypiske bilder av matematikk og matematikere opprettholdes. I denne syklusen starter det med at elever ikke har kunnskaper om matematikere og matematikk. De kan så bli utsatt for mekanisk matematikk, samfunnets stereotypifisering og læreres mangel på oppmerksomhet rundt slike stereotyper. Disse tre faktorene kan føre til at elever danner et bilde av matematikk med negative følelser og holdninger. Det trengs kritisk tenking og holdningsrelatert arbeid over tid for at disse misoppfatningene ikke skal få feste seg (Picker & Berry, 2000).

En oppfatning man kanskje har hørt, er at lærerne er som et tverrsnitt av befolkningen. Det er absolutt ikke en urimelig observasjon at den store mengden lærere skal skille seg markant fra befolkningen ellers. Tegningene til studentene forteller oss at lærerstudentene kan mene at matematikklærere ikke er som alle andre. Skal det skje en endring før studentene selv skal undervise sine egne elever, er denne endringen nødt til å skje i løpet av lærerutdanningen. Kanskje bør man gang på gang vise fram disse tegningene, sammenlikne dem med undervisningen studentene møter i sine egne praksisperioder og ta de fram igjen når studentene veiledes i praksis. Videre må lærerutdanningene fortsette å presentere studentene for et bredt spekter av måter å forstå, lære og undervise på, slik at et eventuelt inntrykk av et snevert fagfelt blir utfordret. Paul Ernest skriver om muligheten til «crossing over», det vil si at selv om man har en absolutistisk matematikkfilosofi kan man likevel være tilhenger av elevsentrert matematikkundervisning

med fokus på samarbeid og sammenheng og således verdsette de sammenhengende verdiene i klasserommet (Ernest, 2008, s. 8).

Det andre forskningsspørsmålet handler om hvorvidt vi kan uttale oss om studentenes syn på matematikk og matematikkunnskap ut fra tegningene. At matematikk har et negativt omdømme har også vært framhevet som en av årsakene til at matematikkfaget sliter med rekruttering og popularitet (Lim & Ernest, 1998). I skrivende stund har vi en stor nedgang i søkning til lærerutdanningene, noe som også kan være forårsaket av andre faktorer (Strand & Tønnessen, 2023). Dessverre er det også slik at studentene starter lærerstudiet med etablerte oppfatninger som kan være vanskelige å endre. Disse er vanskelige å artikulere, men kan komme til syne gjennom for eksempel tegninger som beskrevet i dette kapitlet. Slike holdninger kan fungere som filtre for hva slags kunnskap studentene er mottakelige for og ikke (Kane et al., 2002, s. 180). Nettopp det at slike holdninger er vanskelige å sette ord på, er utfordrende. Lærerstudenter har i starten av sitt studium ikke fått særlig innblikk i profesjonsvokabularet og da kan tegning gjøre at mer av studentenes tanker og oppfatninger kommer til syne. I alle tilfeller er tegningene fine som utgangspunkt for videre refleksjon. Negativt omdømme gir utfordringer for de som skal bli lærere – en gruppe hvor det er svært viktig å kunne relatere matematikk til noe positivt. Når man vet at det er viktig å kunne identifisere seg med matematikklæreren er det et interessant funn at studenter som skal bli lærere, i stor grad framstiller lærerne negativt. Det virker lettere å distansere seg enn å identifisere seg. I så fall vil det være viktig å kunne motarbeide dannelsen og sementeringen av de negative oppfatningene.

I tegningene har studentene framstilt sin tilhørighet basert på erfaringer de har som deltaker i ei elevgruppe. Nå er de i ferd med å reforhandle identiteten sin inn som blivende medlemmer i et nytt fagfelleskap, matematikklærergruppen. De studentene som hadde et negativt bilde av matematikk kunne ha fått dette som press både fra foreldre og medelever, men det vil nå bli nødvendig med en endring i studentenes måte å tenke om matematikkundervisning. Aktiviteten som ble beskrevet i dette kapitlet har vært fin som utgangspunkt for en ny meta-aktivitet, der lærerstudentene kan reflektere rundt sin egen rolle som tidligere matematikkelev og sin kommende rolle som matematikklærer.

Det tredje forskningsspørsmålet handler om lærerstudentenes syn på undervisningen i matematikk. Hvorfor er det slik for studentene, at det å tenke tilbake på skolegangen framkaller bilder av læreren knyttet til

presentasjon, og ikke som en tilrettelegger eller veileder for elever i aktivitet? Dette må vel kunne sies å være problematisk enten det framstilles reelle læringssituasjoner eller stereotypiske karikaturer. Kan aktiviteter der studenter framstiller slike tegninger hjelpe til med å konkretisere og tydeliggjøre hvordan bestemte bilder på matematikkundervisning kan være til fordel eller ulempe? Hvordan matematikkfaget i lærerutdanningen framstår generelt er det ikke lett å svare på, men det ville vel være overraskende om det moderne lærerutdanningsfaget matematikk ikke bærer preg av høy grad av studentaktivitet.

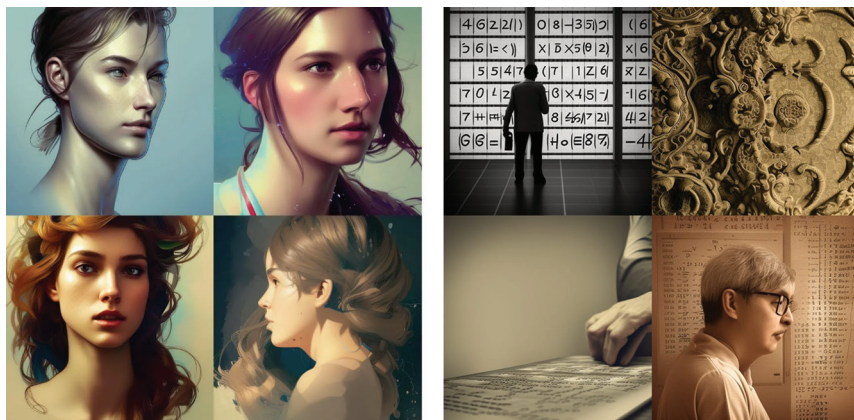
Tegneaktiviteten har gitt et datamateriale som forteller en historie som studentene kanskje ikke er bevisst på at de forteller, men som likevel lever blant oss og som vi bør lytte til. Det kunne være interessant å følge opp et utvalg av disse studentene med intervjuer for å undersøke nærmere i hvor stor grad inntrykket tegningene gir er riktig, og kanskje spesielt hvorfor de har tegnet det de har tegnet. Det hadde også vært interessant å gi oppgaven «Tegn deg selv som matematikklærer» til studentene i løpet av studiet. Slik kunne en ha fått grunnlag for å diskutere tenking bak matematikk som prosess eller produkt. Hvis studentene ved studiestart lager tegninger med et tungt produkt-fokus, det vil si at det viktigste er svaret, vil det senere kunne synes i tegningene om de er på vei til å endre til et mer prosessorientert undervisningssyn, altså at framgangsmåte og resonnering er viktig? En kan også tenke seg at en kan la studenter utføre samme tegneoppgave ved endt lærerstudium. Ville de ha tegnet de samme framstillingene av lærere når de nærmer seg begynnelsen av lærerkarrieren, eller hva med etter noen år i skoleverket?

Er det grunn til å tro at bildet skal endre seg med tida, når det har vært rimelig konstant i de årene studien pågikk? Og videre, hvis studentene uttrykker at lærere i matematikk er slik som datamaterialet forteller oss, er det et uttrykk for deres *egentlige* oppfatning eller det de antar er *samfunnets* oppfatning av matematikklæreren? Ville man ha framstilt norsklærere eller religionslærere like stereotypisk? Flere av disse momentene er bekymringsverdige, men med hjelp fra resultatene fra aktiviteten med tegninger kan vi lage en arena hvor iallfall problematikken kommer tydelig fram for studentene.

Som et avsluttende diskusjonstema kan en konsultere en kunstig intelligens⁴ og be den tegne en matematikklærer. Mitt første spørsmål var om

4 Her brukte jeg KI-tjenesten <https://creator.nightcafe.studio/>

den kunne tegne en matematikklærer, noe som returnerte de fire bildene under til venstre. Min andre henvendelse ba den tegne en typisk matematikklærer og da fikk jeg de fire bildene under til høyre. Her kan man bare begynne å spekulere.



Figur 7. KI-genererte bilder av matematikklærere.

Referanser

- Alseth, B. & Røsselund, M. (2008). Meninger og myter om matematikkfaget. I E. Newth & S. R. Jørgensen (Red.), *Matematikk med din glede* (s. 77–92). Gyldendal Akademisk.
- Berry, J. & Picker, S. H. (2000). Your pupils' images of mathematicians and mathematics. *Mathematics in School*, 29(2), 24–26.
- Bishop, J. P. (2012). «She's always been the smart one. I've always been the dumb one»: Identities in the mathematics classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(1), 34–74.
- Boaler, J. (2013, 12. november). The stereotypes about math that hold Americans back. *The Atlantic*. <http://www.theatlantic.com/education/archive/2013/11/the-stereotypes-that-distort-how-americans-teach-and-learn-math/281303/>
- Boucher, K. L., Rydell, R. J. & Murphy, M. C. (2015). Forecasting the experience of stereotype threat for others. *Journal of Experimental Social Psychology*, 58, 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2015.01.002>
- Brandell, G., Nyström, P. & Sundqvist, C. (2004). *Mathematics—a male domain?* International Congress on Mathematical Education (ICME 10), København, Danmark. <http://www.maths.lth.se/GeMa/konferenser/ICME.pdf>
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255–265. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). Routledge.
- Ernest, P. (2008). Epistemology plus values equals classroom image of mathematics. *The Philosophy of Mathematics Education Journal*, 23, 1–12.
- Gjøvik, Ø., Kaspersen, E. & Farsani, D. (2022). Stereotypical images of male and female mathematics teachers. *Research in Mathematics Education*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2022.2041471>

- Grevholm, B. (2010). Norwegian upper secondary school students' views of mathematics and images of mathematicians. I K. Kislenko, C. Bernack, L. Holzäpfel & T. Leuders (Red.), *Current state of research on mathematical beliefs XVI: Proceedings of the MAVI-16 Conference June 26–29, 2010, Tallinn, Estonia* (s. 121–136). Tallinn University.
- Grønmo, L. S. (2014). Internasjonale studier i matematikk—design, relevans, resultater og trender. I T. S. Gustavsen, K. R. C. Hinna, I. C. Borge & P. S. Andersen (Red.), *QED 5–10: matematikk for grunnskolelærerutdanningen* (Bd. 2, s. 621–648). Cappelen Damm Akademisk.
- Hersh, R. (1999). *What is mathematics, really?* Oxford University Press.
- Hopperstad, M. H. (2005). *Alt begynner med en strek. Når barn skaper mening med tegning.* Cappelen Akademisk Forlag.
- Johansson, A. D. & Sumpter, L. (2010). Children's conceptions about mathematics and mathematics education. I K. Kislenko (Red.), *Proceedings of the 16th conference on mathematical views, MAVI16* (s. 77–89).
- Kane, R., Sandretto, S. & Heath, C. (2002). Telling half the story: A critical review of research on the teaching beliefs and practices of university academics. *Review of Educational Research*, 72(2), 177–228. Tallinn University.
- Lim, C. S. & Ernest, P. (1998). *A survey of public images of mathematics.* King's College.
- Lim, C. S. & Ernest, P. (1999). Public images of mathematics. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 11. <http://people.exeter.ac.uk/PErnest/pomell/art6.htm>
- Miele, E. (2014). Using the draw-a-scientist test for inquiry and evaluation. *Journal of College Science Teaching*, 43(4), 36–40. https://doi.org/10.2505/4/jcst14_043_04_36
- NOU 2003: 16. (2003). *I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle.* Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2003-16/id147077/>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. I F. K. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 257–318). National Council of Teachers of Mathematics.
- Picker, S. H. (2000). *An investigation of lower secondary pupils' images of mathematics and mathematicians* [Doktorgradsavhandling]. University of Plymouth. PEARL. <http://dx.doi.org/10.24382/4513>
- Picker, S. H. & Berry, J. S. (2000). Investigating pupils' images of mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 65–94.
- Rock, D. & Shaw, J. M. (2000). Exploring children's thinking about mathematicians and their work. *Teaching Children Mathematics*, 6(9), 550–555. <https://doi.org/10.5951/TCM.6.9.0550>
- Schoenfeld, A. (2007, 16. desember). *A practical and theoretical agenda for the future of mathematics education in Europe.* The Future of Mathematics Education in Europe.
- Schoenfeld, A. (2011). *A practical and theoretical agenda for progress in mathematics education.* University of California.
- Strand, H. K. & Tonnessen, E. (2023, 19. april). *Går mot historisk lavmål i søkere til lærerutdanning.* Khrono. <https://khrono.no/gar-mot-historisk-lavmal-i-sokere-til-laererutdanning/775329>
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory* (2. utg.). Sage.
- Thompson, A. G. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2), 105–127.
- Utdanningsdirektoratet. (2011). *Internasjonale studier om norsk skole.* Udir.
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Sammendrag an analyserapporter fra nasjonale prøver i 2012.* Udir.
- Yazlik, O. D. & Erdogan, A. (2018). Examining the image of prospective teachers towards mathematicians. *Universal Journal of Educational Research*, 6(1), 42–56. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060104>