

Sammendrag

I det du begynner å sette deg inn i hva denne masteroppgaven handler om benytter du deg av et av viktigste verktøyene i kunnskapsformidling både i den norske skolen, og i livet videre som arbeidstaker og deltaker et demokratisk samfunn, *ferdigheten å lese*. I denne oppgaven vendes blikket mot pedagogisk nevrologi, som har fått stor oppmerksomhet fra deriblant OECD, og om hvordan denne forskningen kan være med å belyse utviklingen av leseferdigheter blant norske elever. I oppgaven reflekteres det og rundt hvordan denne kunnskapen kan tas i bruk av lærere og spesialpedagoger i tilretteleggingen for læringen av leseferdigheter for både gutter og jenter i lys av de tre pedagogiske og spesialpedagogiske prinsippene *forebygging, tidlig innsats og tilpasset opplæring*.

I dette masterprosjektet er det brukt en systematisk litteraturstudie som metodisk tilnærming for å kunne ta tak i temaet og belyse problemstillingen på en tilfredsstillende måte. Oppgaven har fokus på den lesetekniske delen av leseferdigheter, og tar for seg hvilke endringer som må til for å lære å lese og forskning knyttet til metoder som kan benyttes i læringen av leseferdigheter. Dette førte frem til fire nevrologiske prinsipper for læring av leseferdigheter; 1) læring skjer i hjernen som et resultat av en toveis interaksjon mellom eleven og miljøet rundt, 2) leseferdigheter må læres og elevene må endre hjernen for å kunne lese, 3) lesemetoden har betydning og 4) gutter og jenter har ulike utgangspunkt når de skal lære å lese og de bruker hjernen forskjellig.

Videre tas det opp i oppgaven hvordan de fire prinsippene innvirker på de prinsipper som lærere og spesialpedagoger jobber etter i det pedagogiske arbeidet. Prinsippene fra nevrologien innvirker med det på lærerrollen og hvordan lærere må legge til rette for elevers læring slik at både gutter og jenter får stor nok mengde med øving for at de skal lære å lese. Læringen må sees som et samspill, en toveis interaksjon mellom eleven og miljøet rundt. Med det som det grunnleggende prinsipp kan lærere og spesialpedagoger ta i bruk kunnskap om hjernen i sitt pedagogiske arbeid.

Avslutningsvis reflekterer jeg rundt prosjektet og mulighetene for norske lærere og spesialpedagoger å ta i bruk kunnskapen fra et nevrologisk fagfelt. Konklusjonen er at nevrovitenskap som fagfelt må ha forskere som kan samle studier om hvordan læring skjer og gjennom den kunnskapen skape et helhetlig bilde av barns læring. Så lenge kunnskapen om hjernen blant lærere og spesialpedagoger er for dårlig kan det nevrologiske fagfeltet fremstå som utilgjengelig og kanskje skremmende for lærere og spesialpedagoger, både som en arena for kunnskap om barnet og som et kunnskapsgrunnlag for utforskning av nye metoder.

*«Øve, øve, jevnt og trutt og tappert det er tingen
alltid bedre om og om og om igjen.
Født som mester, født som helt,
å nei det ble da ingen,
mot og kraft det vinnes litt og litt om senn.
Ta nå muntert i! Intet fuskeri!
Er da ikke vi mor Norges barn?
Vi skal lære, vi skal øve, vi skal krefter vinne,
krefter som kan holde ut en alvorstørn.»*

(Nicolaisen, 1989)

Forord

Dette mastergradsprosjektet ble gjennomført ved Pedagogisk Institutt ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) våren 2015 under kyndig veiledning av Ragnheiður Karlsdóttir ved Pedagogisk Institutt ved NTNU og biveileder Hermundur Sigmundsson ved Psykologisk Institutt ved NTNU.

Etter et interessant år begynner mastergradsprosjektet mitt å gå mot slutten, og jeg har endelig fått muligheten til å se meg tilbake på et innholdsrikt og spennende prosess. Gjennom dette prosjektet har mitt synspunkt på behovet for nevrovitenskapelig kunnskap i pedagogikken økt. Gjennom et år hvor jeg har vært så heldig å fått følge min førstefødte sønns første måneder, har prioriteringene vært tøffe med perioder med et høyt frustrasjonsnivå. Med et forholdsvis ferskt hode i et komplisert fagfelt, som nevrovitenskapen er, har læringskurven vært bratt. Samtidig føler jeg at mitt arbeide har gitt meg en langt dypere forståelse av de prosessene som er så sentral i kunnskapen om barns læring med utgangspunkt i et forebyggende arbeid i skolen. Arbeidet har derfor vært inspirerende å kunne bidra til å kaste lys over et tema og et perspektiv av barns læring som etter min mening har vært mangelfull både igjennom mine til sammen fem år ved NTNU og i norsk pedagogisk forskning. Det har vært et tema som jeg håper å kunne fordype meg videre i gjennom mitt arbeid med barn, og kanskje gjennom en fremtidig doktoravhandling. For det hersker ingen tvil om at dette er et tema har behov for mer forskning og mer sentral plass i pedagoger bildet av barnet.

I løpet av prosessen fra første ide til et ferdig materiale er det mange som fortjener en takk. Deriblant til Dagfinn Moe som gjennom hyggelige samtaler ga meg et innblikk i et tema som var ukjent for en pedagog. Jeg vil takke veilederen min Ragnheiður Karlsdóttir som turte å ta imot en student med et tema som har vært ukjent for oss begge, og som gjennom hele prosessen har vært forståelsesfull for en nybakt fars utfordringer. Jeg vil takke Hermundur Sigmundsson som tok seg tid til en pedagogstudent som ønsket en dypere forståelse av barns læring. Den største takken går til min kjære samboer som har vært utrolig tålmodig gjennom hele prosjektet.

Trondheim, 15.november 2015

Aleksander Blaasvær

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| SAMMENDRAG | I |
| FORORD | V |
| INNHOLDSFORTEGNELSE | 1 |
| 1 INNLEDNING | 3 |
| 1.1 PEDAGOGISKE PRINSIPPER VED OPPLÆRINGEN..... | 4 |
| 1.1.1 Forebygging | 4 |
| 1.1.2 Tidlig innsats | 4 |
| 1.1.3 Tilpasset opplæring og spesialisering i et inkluderende læringsmiljø..... | 4 |
| 1.2 LESING SOM EN GRUNNLEGGENDE FERDIGHET..... | 5 |
| 1.3 NORSKE BARNES LESEFERDIGHETER | 6 |
| 1.4 PROBLEMSTILLING | 7 |
| 1.5 OPPGAVENS OPPBYGGING | 7 |
| 3 METODE | 9 |
| 3.1 SYSTEMATISK LITTERATURSTUDIE | 9 |
| 3.2 SØKEORD OG INKLUDERINGSKRITERIER | 9 |
| 4 TEORI | 11 |
| 4.1 HJERNENS ANATOMI | 11 |
| 4.2 GOTTLIEBS PROBABILISTISK EPIGENETIKK..... | 12 |
| 4.3 EDELMANS TEORI..... | 13 |
| FIGUR 3: OVERSIKT OVER EDELMANS TNGS MED DE TRE ULIKE DELENE AV HJERNENS UTVIKLING OG LÆRING GJENNOM SELEKSJON PÅ BAKGRUNN AV ERFARING. HENTET FRA EDELMAN (1993), s. 116. | 15 |
| 4.4 LÆRING AV FERDIGHETER..... | 16 |
| 4.5 HVA ER LESING..... | 17 |
| 5.1 LESING SOM EN KULTURELL OPPFINNELSE | 19 |
| 5.2 LATERALISERING AV LESEFERDIGHETER..... | 20 |
| 5.3 VISUAL WORD FORM AREA (VWFA) – BOKSTAVBOKSEN | 21 |
| 5.3.1 Bokstavboksens indre organisering..... | 23 |
| 5.4 STRATEGIER I LESEPROSESSEN | 24 |
| 5.5 UTVIKLING AV LESEFERDIGHETER SOM ET RESULTAT AV ERFARING..... | 26 |
| 5.6 LÆRING AV LESEFERDIGHETER RESIRKULERER HJERNEOMRÅDER | 27 |
| 6 NÅR LESEFERDIGHETER SKAL LÆRES | 29 |
| 6.1 Å LÆRE Å LESE | 29 |
| 6.1.1 Ulike læringsmetoder gir ulikt læringsutbytte..... | 30 |
| 6.2 JENTER OG GUTTERS LÆRING AV LESEFERDIGHETER. | 30 |
| 6.2.1 Gutter og jenter med forutsetninger for læring av leseferdigheter | 30 |
| 6.2.2 Gutter og jenter bruker hjernen ulikt når leseferdigheter læres | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 6.3 GODE LESEFERDIGHETER GIR BEDRE LÆRINGSUTBYTTE, OGSÅ I LÆRING AV LESEFERDIGHETER. | 32 |
| | |
| 7 DRØFTING | 35 |
| 7.1 BARNES LÆRINGSMILJØ OG LÆRING FRA ET NEUROLOGISK PERSPEKTIV | 35 |
| 7.1.1 Barnets miljø som læringsarena..... | 35 |
| 7.1.2 Læring av leseferdigheter..... | 36 |
| 7.2 HVORDAN LÆRER ELEVENE Å LESE | 37 |
| 7.2.1 Utbytte av læringsmetode..... | 37 |
| 7.2.2 Ulikheter mellom kjønn. | 39 |
| 7.2.3 Leseferdighetens «snøballeffekt». | 41 |
| 7.3 SAMMENFATNING AV STUDIENE OG NEUROLOGISKE PRINSIPPER FOR LESEOPPLÆRING..... | 42 |
| 7.4 FOREBYGGING, TIDLIG INNSATS OG TILPASSET OPPLÆRING I LYS AV NEUROVITENSKAP..... | 43 |
| 7.4.1 Leseferdighet – En solid grunnmur for videre læring..... | 43 |
| 7.4.2 Tidlig innsats | 44 |
| 7.4.3 Tilpasset undervisning..... | 45 |
| 7.4.4 Tilrettelegging for læring av leseferdigheter ut i fra kjønn..... | 46 |
| 7.5 PEDAGOGIKK OG NEUROVITENSKAP | 48 |
| 8 OPPSUMMERING OG EGNE ERFARINGER..... | 51 |
| 8.1 OPPSUMMERING OG AVSLUTTENDE REFLEKSJONER..... | 51 |
| 8.2 ERFARINGER I MØTE MED NEUROVITENSKAPEN OG VEIEN VIDERE MED NEUROLOGI..... | 52 |
| REFERANSELISTE..... | 55 |

1 Innledning

I denne masteroppgaven er temaet bruk av nevrovitenskapelig forskning i spesialpedagogikk. Bakgrunnen for dette valget er at nevrovitenskap, eller nevrologi, har hatt en enorm vekst som fagfelt som fagfelt siden årtusenskiftet og hvor det har vært gjort omfattende forskning knyttet til læring som har fått mye oppmerksomhet internasjonalt i motsetning til i den norske skolepolitikken og pedagogikken (Tunstad, 2015). Oppgaven vil ta for seg hvordan lærere og spesialpedagoger kan bruke kunnskapen fra nevrovitenskapelig forskning i det pedagogiske arbeidet rettet mot elevenes leseopplæring.

De siste årene har sentrale aktører som OECD i større grad enn tidligere vektlagt nevrovitenskapelig forskning rettet mot utdanning, deriblant gjennom rapporten *Understanding the Brain: The Birth of Learning Science* (OECD, 2007). Det har dermed vokst frem en ny retning innenfor nevrologisk forskning, populært kalt *educational neuroscience*, eller på norsk; pedagogisk nevrologi. Både nasjonalt og internasjonalt har det oppstått en debatt rundt hvorvidt en kobling mellom disse forskningsretningene, pedagogikk og nevrovitenskap, lar seg gjøre (Flobakk, 2011). Enkelte hevder at avstanden, eller «gapet» mellom dem er for stort (Bruer, 1997)., mens andre mener at man må bygge «broer» mellom fagfeltene (Varma, McCandiss & Schwartz, 2008).

Går en tilbake i historien ser en flere møter mellom det medisinske fagfeltet, som nevrologien representerer, og spesialpedagogikk. Det var, med utgangspunkt i det medisinske fagfeltet, frem til 1960- og 1970-tallet en utbredt bruk av ekskludering av barn med ulike vansker som man anså som demoniserte, evneveike og åndssvake. Med et slikt bakteppe har et medisinsk perspektiv ofte blitt assosiert med en form for «labelling» av forskjellige vansker (Askildt & Johnsen, 2012; Befring, 2012b). Samtidig fremhever deriblant Goswami (2004) at nevrologisk forskning kan være med på å gi kunnskap ut over diagnoser som dysleksi eller lese- og skrivevansker, og gi et bedre innblikk i hvordan barn lærer en ny ferdighet som å lese. Men det må gjøres med det forbehold at det blir bygget «broer» mellom fagfeltene (Goswami, 2004).

I denne oppgaven vil jeg se hvordan en kan bygge broer mellom feltene ved å ta i bruk den nevrologiske forskningen den nevrologiske i tre sentrale både pedagogiske og spesialpedagogiske prinsipper for opplæringen og undervisningen i den norske skolen. På den måten vil jeg kunne se disse begrepene fra et nevrologisk perspektiv.

1.1 Pedagogiske prinsipper ved opplæringen

1.1.1 Forebygging

Forebygging er et paraplybegrep innenfor det spesialpedagogiske fagfeltet og er av Befring (2012b) sett på som et av de fem grunntrekkene ved spesialpedagogikk som fag og profesjon. Forebygging forstås som et tosidig begrep hvor man på den ene siden er ute etter å beskytte barn mot skadende eller problemutviklende forhold, og på den andre siden å fremme og styrke barns egen kompetanse til å beskytte seg selv (Befring, 2012a). Dette er av Befring (2012a) også beskrevet som henholdsvis reaktivt og proaktivt forebyggende arbeid.

Forebyggende arbeid kan og deles i flere nivåer, individ-, gruppe- og samfunnsnivå. I denne oppgaven vil (hoved)fokuset være på det proaktive forebyggende arbeid på individ- og gruppenivå innenfor spesialpedagogikk, rettet mot gutter og jenters læring av leseferdigheter.

1.1.2 Tidlig innsats

Tidlig innsats blir sett på som en nøkkel til det å være i forkant av en utvikling i en negativ retning (Befring, 2012a). I Meld.St. 18 *...og ingen stod igjen* beskrives to forståelser for tidlig innsats; både som innsats på et tidlig tidspunkt i barns liv og tidlig innsats når problemer oppstår eller avdekkes i førskolealder og i løpet av grunnskoleopplæringen (Meld. St. nr.18, 2010-2011). Tidlig innsats rettet mot barn som sliter med å tilegne seg gode leseferdigheter har blitt sett på som nøkkelen til arbeidet med å sikre at alle barn skal få muligheten til å delta i det norske samfunnet som fullverdige medlemmer. Å sikre gode leseferdigheter kan være med på å gi barn og unge muligheten til å oppleve mestring videre i skolesystemet. En mestring som igjen kan være med på å bremse den fryktede «snøballeffekten» og forebygge vansker knyttet til selvbilde eller atferd (Meld. St. nr.16, 2006-2007; Meld. St. nr.18, 2010-2011; Skaalvik & Skaalvik, 2013; Skaalvik, 2004).

1.1.3 Tilpasset opplæring og spesialisering i et inkluderende læringsmiljø

Siden opprettelsen av Norges første spesialscole for døve i Trondheim, også kalt Døveskolen, i år 1825 har den norske fellesskolen gjennomgått en omfattende prosess fra en pedagogikk hvor det var vanlig at barn og unge med ulike typer lærevansker og fysiske- og psykiske utviklingshemmede ble segregert til at de ble plassert i en fellesskole som i første omgang skulle integrere, og til slutt inkludere alle i nærsamfunnet tilknyttet den enkelte skole (Askildt & Johnsen, 2012). Dette gjenspeiles og i Opplæringslovens § 8-1 om Organisering av undervisningen (Opplæringslova, 2010). Gjennom Meldinger til Stortinget har inkluderingsbegrepet har fått både en faglig og sosial dimensjon som byr på en rekke utfordringer som kan både være nye og ukjente for lærere og pedagoger; enkelte utfordringer

som de verken har ressurser eller tradisjon for å møte (Askildt & Johnsen, 2012; Skaalvik & Skaalvik, 2013).

I et inkluderende læringsmiljø vil tilpasset og differensiert opplæring være et sentralt verktøy (Skaalvik & Skaalvik, 2013). Tilpasset opplæring betraktes som et gjennomgående prinsipp for undervisningen som er en rettighet alle elever har gjennom Opplæringslovens § 1-3 (Opplæringslova, 2010; Tangen, 2012). Den tilpassede opplæringen skal være en vedvarende prosess der man legger opp undervisningen på bakgrunn av kunnskap om elevenes «evner og forutsetninger» (Meld. St. nr.16, 2006-2007; Meld. St. nr.18, 2010-2011; Opplæringslova, 2010). Gjennom den tilpassede opplæringen og differensiering skal læreren sørge for at elevens møte med skolesystemet blir en positiv opplevelse som vekker den enkelte elevs interesse, lærelyst og motivasjon. Undervisningen må med det tilpasses både den enkelte elev og klassens om helhet. Tiltakene må i følge Skaalvik og Skaalvik (2013) ...*bygge på grundig kjennskap til elevene* (s.198) må da ta utgangspunkt i elevens evner og anlegg, erfaringer, interesser og behov (Skaalvik & Skaalvik, 2013).

Som nevnt over er tilrettelagt opplæring et grunnleggende prinsipp som alle barn og unge i barne-, ungdomsskole og videregående skole har rett til, derimot er retten til spesialundervisning bare forbeholdt de som ikke får tilfredsstillende utbytte av det ordinære opplæringstilbudet i.h.t. Opplæringslovens § 5-1(Opplæringslova, 2010). Det skal da i prinsippet ikke være nødvendig med en diagnose som ADHD eller dysleksi, men bare elevens utbytte av undervisningen som vurderes og krever et formelt vedtak, også kalt enkeltvedtak (Opplæringslova, 2010; Pedersen, 2006; Tangen, 2012).

1.2 Lesing som en grunnleggende ferdighet

I Rammeplan for grunnleggende ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2012) er lesing en av fem grunnleggende ferdigheter. De grunnleggende ferdighetene sees på som et avgjørende redskap for at barn og unge skal kunne lære og utvikle seg (Utdanningsdirektoratet, 2012). Med «grunnleggende» mener man at ferdighetene ses på som uavhengig av fag, men derimot som en gjenganger i alle fag (NOU 2014:17). Det at barn tilegner seg gode leseferdigheter har en stor påvirkningskraft i forhold til hvorvidt barn og unge lykkes eller mislykkes i dagens utdanningssystem, hvorvidt de tar høyere utdanning eller hvordan de gjør det i arbeidslivet (Meld. St. nr.16, 2006-2007). I NOU-rapporten *Elevenes læring i fremtidens skole* fremheves elevenes kompetanse, deriblant elevenes leseferdigheter, som sentrale i elevenes mulighet til å delta i et kunnskapssamfunn som er i stadig raskere endring (NOU 2014:17). Ferdigheter som underbygger at barn og unge kan lære mer ses som svært viktige. I følge Skaalvik og Skaalvik (2013) kan mangelen på mestring og gjentatte nederlag igjen påvirke elevens selvbilde i form av tvil på egne evner og føre til at barn ønsker og forsøker å skjule sine vansker overfor

medelever og lærere f.eks. ved å ha en lavere innsats fordi eleven allerede anser seg selv som hjelpeløs (Skaalvik, 2004). Viktigheten av å legge til rette for at alle elever tilegner seg gode ferdigheter i lesing går med det inn i roten av formålet med skolen som er nedskrevet i Opplæringslovens §1-1: å gi de kommende generasjoner den «kunnskapen, ferdighetene og holdningene de trenger for å mestre livene sine» (Meld. St. nr.16, 2006-2007; Opplæringslova, 2010).

1.3 Norske barns leseferdigheter

I følge PISA 2012 skåret norske elever bedre enn gjennomsnittet i OECD-landene. Dette er helt i tråd med de funnene som er gjort gjennom nasjonale prøver. På tross av dette har man både gjennom PISA 2012 og nasjonale prøver sett at norske elever presterer svakere på tekster som kan oppleves som «kjedelige» og mindre engasjerende enn på tekster som har et mer engasjerende språk. Det samme utviklingsmønsteret finner en igjen i PIRLS 2011 hvor Norges 4. og 5. klassinger ved tidligere prøver skåret under snittet til deltakerlandene. Forskjellene mellom de svakeste og sterkeste leserne var og betydelig redusert i perioden fra 2001 til 2011 (NOU 2014:17).

Selv om en ser en samlet fremgang mellom PIRLS 2006 og PIRLS 2011 for både gutter og jenter, står jentene fortsatt igjen som «vinnere» både i lesing og ellers i utdanningssystemet. I den samme perioden, 2006 til 2011, har en også sett at forskjellene mellom kjønnene har blitt mindre. At jentene leser bedre enn guttene ser en igjen i en rekke internasjonale studier som ALL (16-65 år) og PISA, i tillegg til PIRLS. Denne forskjellen er på langt nær enestående i Norge, men et mønster som og går igjen internasjonalt (Lundetræ & Solheim, 2013). I følge Lundetræ og Solheim (2013) er kjønnsforskjellen i PIRLS 2011 så liten, til tross for at den er signifikant, vurderes forskjellen til å ikke ha en praktisk signifikant betydning fordi den samlede effektstørrelsen mellom gutter og jenter ikke overstiger $d=0.4$ ($d=0.23$). De legger derimot til at effektstørrelsen på litterære tekster viser en moderat effekt, $d=0.4$ ($d>0.4$), og kan dermed regnes å ha en praktisk betydning, samtidig fant de at forskjellen i litterære tekster er tilnærmet ubetydelige ($d=0.12$, $d<0.3$) (Lundetræ og Solheim, 2013). Lundetræ og Solheim (2013) legger til at tegn tyder på at forskjellene mellom kjønnene øker gjennom grunnskolen. Aller størst er differansen mellom kjønnene i PISAs leseundersøkelse. PISA-undersøkelsen gjennomføres hvert tredje år siden år 2000, og har vist en vedvarende kjønnsforskjell i lesing på over et år i jentenes favør hos Norges 15 åringer. Denne forskjellen finner man og igjen i PISA 2012 (Eriksen & Roe, 2014).

På tross av at forskjellen mellom gutter og jenters leseferdigheter minsker forteller dette oss lite om hvorfor det tidlig i utdanningsløpet observeres et skille mellom gutter og jenters leseferdigheter. I denne oppgaven vil jeg ta for meg hvordan leseferdigheter utvikles

og hvordan gutter og jenter lærer å lese for å se om den nevrologiske forskningen kan være med på å belyse den sprikende utviklingen i leseferdigheter mellom gutter og jenter.

1.4 Problemstilling

I Norge har det nasjonalt vært minimal oppmerksomhet rundt koblingen mellom nevrovitenskap og det spesialpedagogiske fagfeltet. I dette prosjektet ønsker jeg å se på hvordan lærere og spesialpedagoger kan ta i bruk kunnskap og prinsipper fra nevrologisk forskning når de skal undervise og lære elever i leseferdigheter. Valget av leseferdigheter er gjort på bakgrunn av leseferdighetenes sentrale plass i hele skolesystemet, hvor man ser at gode leseferdigheter er med på å fremme læring, mens svake leseferdigheter er en faktor i at elever i større grad mislykkes både i utdanningssystemet og arbeidslivet. En spesifikk utfordring er knyttet til forskjellen i leseferdigheter mellom gutter og jenters leseferdigheter, og om nevrologi kan være med på å belyse denne forskjellen. Jeg har derfor kommet frem til denne problemstillingen:

Hva viser nevrovitenskapelig forskning om gutter og jenters utvikling av leseferdigheter, og hvordan kan lærere benytte seg av denne forskningen i sin undervisning?

Oppgaven vil i hovedsak omhandle begynneropplæringen i lesing med hovedvekt på den tekniske siden av det å utvikle leseferdigheter, det vil si i perioden hvor barnet begynner å gjenkjenne bokstaver, koble de sammen med lyd (fonem) og til slutt koble lydene sammen til ord. All forskning innenfor nevrovitenskap som kan være med å belyse denne prosessen vil være av interesse for denne studien. I denne oppgaven vil jeg først og fremst henvende meg til pedagoger. Videre inkluderingskriterier kommer til slutt i metoddelen.

1.5 Oppgavens oppbygging

Denne oppgaven består av til sammen 8 kapitler. I første kapittel presenterer jeg bakgrunnen for oppgaven og utfordringer knyttet til norske elevers leseferdigheter. I det andre kapitlet presenterer jeg problemstillingen med presisering av fokusområde for oppgaven. I kapittel 3 er det gjort rede for metoden som er blitt brukt i studien og søkeordene som er brukt i studien, samt inkluderingskriteriene for de studiene som er tatt med i oppgaven. I kapittel 4 presenterer jeg aktuell teori som er knyttet til mekanismer for læring i hjernen og teori knyttet til læring av ferdigheter og leseferdigheter. Presentasjonen av studiene som er tatt med i oppgaven er fordelt på kapittel 5 og kapittel 6. I kapittel 5 går jeg gjennom studiene som belyser hvordan læring av leseferdigheter arter seg i hjernen, og kommer til uttrykk gjennom lesestrategier. Kapittel 6 inneholder studier som er rettet mot læringen av leseferdigheter,

hvordan elevene lærer å lese og studier som belyser forskjellen gutter og jenter i leseferdigheter. Kapittel 7 er femdelt hvor jeg drøfter ulike sider av læring av leseferdigheter opp mot teorien som er presentert slik at oppgaven kan belyse den todelte problemstillingen på en god måte. I første del drøftes teorien som er presentert i kapittel 4 i forhold til læring av leseferdigheter. Den andre delen samler trådene rundt hvordan elevene lærer å lese som ble gjort rede for kapittel 5 og kapittel 6. Tredje del oppsummerer drøftingene i de to første delene for å komme frem til noen prinsipper for læringen av leseferdigheter. I fjerde del av kapittel 7 drøfter jeg kunnskapen og prinsippene fra nevrovitenskap opp mot tre pedagogiske prinsipper; *forebygging, tidlig innsats og tilpasset opplæring*. I siste del av kapittel 7 drøfter jeg rundt forholdet mellom fagfeltene som bidrar med kunnskap om barnet i pedagogikk, og drøfter rundt nevrologiens rolle i pedagogikken. I det avsluttende kapittelet oppsummerer jeg oppgaven og reflekterer rundt egne erfaringer med nevrovitenskapen som fagfelt og mine egne tanker om veien videre.

3 Metode

3.1 Systematisk litteraturstudie

For å besvare problemstillingen har jeg valgt å bruke en systematisk litteraturstudie som forskningstilnærming. Systematisk litteraturstudie innebærer seks faser som sammen skal være med på å bidra til at studiet fremstår som transparent med tanke på samling av data, sammenfatning og vurdering av funn som er knyttet opp mot et forskningsspørsmål (Jesson, Matheson, & Lacey, 2011). Første fase innebærer å skaffe seg oversikt over det fagfeltet en ønsker å studere, og ut i fra denne informasjonen forme et forskningsspørsmål samt inkludering og ekskluderings kriterier. I den andre fasen gjennomføres det et litteratursøk i f.eks. elektroniske databaser ved hjelp av de søkeordene som en har funnet relevante for studien. Dette innebærer og at en grovleser blant annet titler/overskrifter og abstrakt de ulike dokumentene som virker relevante. Deretter følger en fase hvor en vurderer kvaliteten til de ulike studiene ved å lese hele artikkelen. Deretter velger en hvem av de ulike dokumentene som skal være med eller ikke. Fase fire er fasen hvor en plukker ut og skriver ned relevant data, mens man i den femte fasen syr dataene sammen til en individuell artikkel. Den sjette fasen innebærer å legge frem dette i en upartisk, balansert og omfattende oppgave som muliggjør at andre forskere kan replisere studien (Jesson et al., 2011).

Bakgrunnen for at valget falt på en systematisk litteraturstudie er fordi det finnes få norske studier som tar for seg og gir en oversikt over nevrologiske studier og en systematisk litteraturstudie åpner opp for muligheten til å samle informasjon fra en rekke allerede eksisterende studier som kan være til nytte for spesialpedagoger i møte med elever. Ved å bruke systematisk litteraturstudie kan jeg kombinere informasjon fra flere studier som sammen kan være med på å gi innsikt og kanskje et nytt perspektiv på gutter og jenters utvikling av leseferdigheter, uten selv å måtte generere egne data (Jesson et al., 2011). I denne studien har jeg valgt å følge de seks fasene som ses som essensielle for å gjennomføre en fullverdig systematisk litteraturstudie. Et slikt rammeverk vil være med på å gjøre prosessene i løpet av prosjektet mer transparente som i følge Jesson et al. (2011) er et fortrinn i henhold til en tradisjonell litteraturstudie.

3.2 Søkeord og inkluderingskriterier

Formålet med studien er å gi et innblikk i den forskningen som allerede er gjort på leseferdigheter og hvordan barn og unge lærer å lese. Hovedfokuset på den prosessen hvor gutter og jenter lærer å lese men ikke på spesifikke lese- og skrivevansker eller dysleksi. Jeg har valgt å bruke ISI Web of Science som søkemotor for litteraturstudiet. Søkeprosessen har i denne studien vært todelt fordi fagfeltet er så omfattende. I den første delen av søkeprosessen

ble følgende nøkkelord brukt: *reading skill, reading acquisition, learning, sex difference, gender difference* og *learning*. *Reading acquisition* ga alene nesten 500 treff derfor ble nøkkelordene og brukt i ulike sammensetninger for å gi et så godt bilde av fagfeltet som mulig. I den andre delen av søkeprosessen ble begreper sentralt i litteratursøket fra første del brukt for å få en mer detaljert forståelse av fagfeltet. Nøkkelord som ble brukt i andre del av studiet var: *visual word form area* og *letter recognition*. Her ble søket og begrenset til å gjelde forskning tilknyttet det nevrologiske fagfeltet. Etter søkeprosessen ble referanser og litteraturlister gjennomgått, hvor enkelte referanser ble inkludert. Dette gjaldt og artikler publisert av samme forfatter. Artiklene som til slutt har blitt inkludert i oppgaven måtte tilfredsstillende følgende kriterier: 1) *studier gjennomført i tidsrommet 2000-2014*, 2) *bare originalstudier* og 3) *publisert og tilgjengelig på engelsk*. I tillegg er forskning som er tilknyttet disse områdene er av særlig interesse 4) *forskning som ser på lesing og kjønn* og 5) *forskning på utvikling av leseferdigheter*.

4 Teori

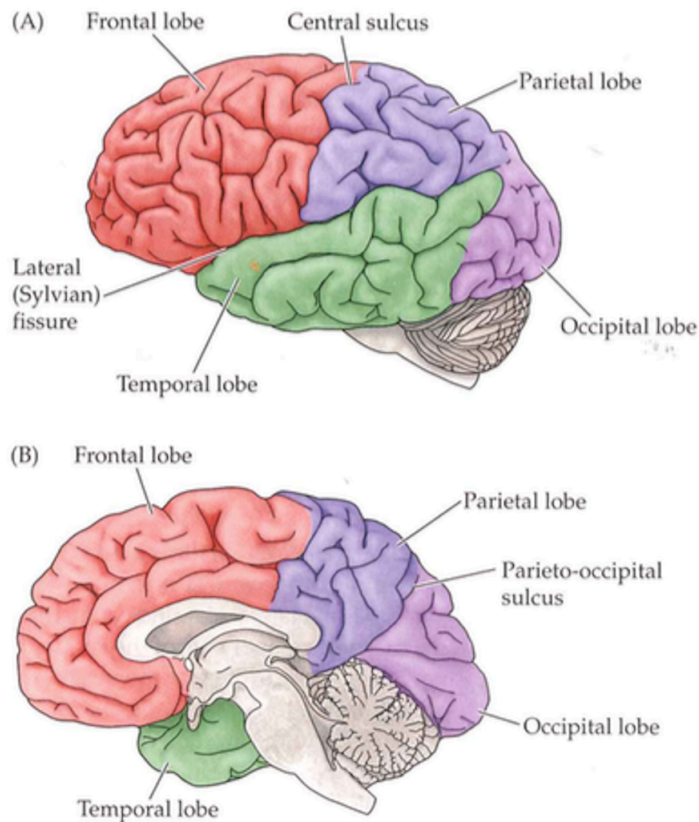
Dette kapitelet er delt i fem deler, hvor første del er en kort redegjørelse for hjernens oppbygging. Dette er tatt med fordi vi i løpet av oppgaven kommer borti en del av hjernens områder og forholdet i mellom disse. I de to neste delene presenteres teori rundt læring og hvordan dette skjer i hjernen. I del fire redegjøres det for teori tilknyttet læring av ferdigheter, I siste del av kapitelet presenteres teori utviklingen av leseferdigheter.

4.1 Hjernens anatomi

Hjernen består til sammen av syv hovedkomponenter, medulla, cerebellum, pons, midbrain, thalamus, diencephalon og cerebrum (Purves et al., 2012). I denne masteroppgaven vil funksjoner tilknyttet cerebral cortex (hjernebarken) som en del av cerebrum (storhjernen), som er avbildet i figur 1, være i fokus. Hjernebarken deles i venstre og høyre hjernehalvdel, også kalt hemisfære. Hemisfærene er koblet sammen gjennom det som heter hjernebjelken (corpus callosum). Hver halvdel er delt opp i fire områder etter deres plassering under hodeskallen, selv om enkelte funksjoner kan tilskrives hvert enkelt område er de ikke uavhengige av hverandre. Aller fremst i hemisfæren, mot pannen, finner vi frontallappen (panelappen). Sentrale funksjoner i en læringsprosess som abstrakt problem løsning, planlegging og bedømming finner man i panelappen. Panelappen assosieres og med motoriske prosesser deriblant produksjon av talespråk. Området for talespråk er også kjent som Brocas område (Sternberg, 2009). Som en ser ut i fra figur 2 ser en at panelappen ligger posterior¹ for partiellappen også kalt isselappen (Egidius, 2008). Området assosieres med somatosensoriske funksjoner som registrering av smerte, temperatur og hvilke posisjoner ulike kroppsdeler har (Purves et al., 2012; Sternberg, 2009). Temporallappen, eller tinnelappen, befinner seg inferior² både panelappen og isselappen. Tinnelappen i venstre hemisfære anses som språkområdet i hjernen, og assosieres med prosessering av lyd. Wernicks område, som assosieres med språkforståelse, er en del av isselappen (Egidius, 2008; Purves et al., 2012; Sternberg, 2009). Lengst bak er occipitallappen, også kalt bakhodelappen. Bakhodelappen assosieres med prosessering av visuell informasjon i området kalt synsbarken. Bakhodelappen sammen med tinnelappen og panelappen utgjør sentrale roller i barn og unges tilegning av gode leseferdigheter (Egidius, 2008; Purves et al., 2012; Sternberg, 2009).

¹ Posterior: Bak eller bakenfor. Et område av hjernen som ligger bak et annet eller en del av et område som er plassert lenger bak på et område av hjernen (Purves et al., 2012).

² Inferior: Under. Et hjerneområde som ligger under et annet eller ligger i nedre deler av et hjerneområde (Purves et al., 2012).



Figur 1: Inndelingen av overflaten av hjernebarken. (A) viser et lateralt (fra siden) utsnitt. (B) viser et midsagittalt (sette som om hjernen var delt i to) snitt. Hentet fra Purves et al. (2012), s.720.

4.2 Gottliebs probabilistisk epigenetikk.

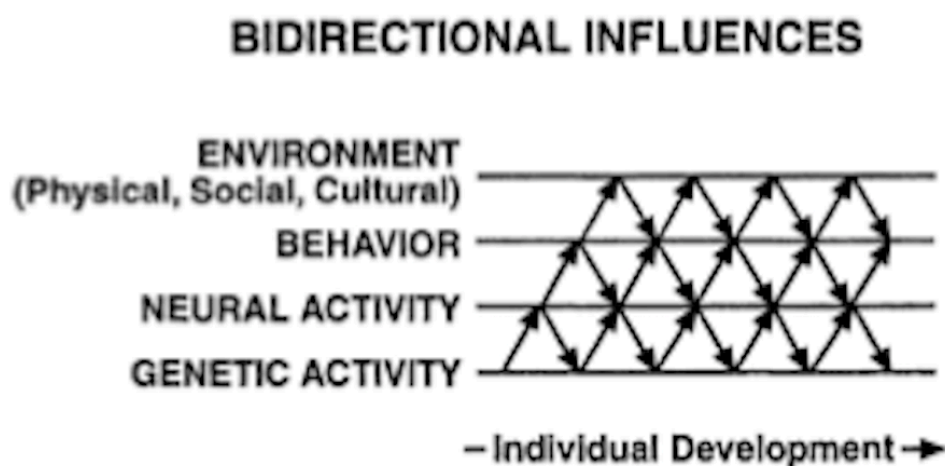
Forholdet mellom gener (arv) og miljø har vært en vedvarende diskusjon mellom det vi anser som fast og bundet, og mellom det som varierer og er foranderlig. Lenge var det også vanlig å behandle disse to, arv og miljø, mer som motsetninger enn som komplementære faktorer (Johnston, 2008).

Gottlieb hevdet at det vanskelig lar seg gjøre å predikere utfallet av utvikling og at utviklingen påvirkes av en rekke hendelser, både eksterne og interne. Utviklingen følger ikke en fast mal, men gjennomgår en rekke utviklingstrinn hvor hvert trinn påvirkes av forhold i og utenfor individet (Gottlieb, 1998). «... med et probabilistisk syn på epigenetikk menes at sekvenser og utfall av utviklingen er sannsynlighetsbestemt av en rekke ulike kritiske endogene og eksogene stimulerende hendelser» (Gottlieb, 1998, s.796).

Gottlieb avviser med det synet på at arven står som en genetisk masterplan og DNA som en blåkopi for menneskets utvikling, men beskriver derimot genets rolle som en mal for utviklingen, som er begrensende for et ganske bredt potensiale (Gottlieb, 1998). Forholdet

mellom arv og miljø blir mer som et konstant dynamisk samspill mellom en rekke faktorer, både innvendige og ytre. Et samspill som i følge Gottlieb er helt nødvendig for at utvikling skal forløpe «normalt». Som et alternativ til den predeterminerte epigenetiske enveisforståelsen presenterte Gottlieb en toveis interaksjonsmodell for forholdet mellom arv og miljø, en probabilistisk epigenese. Med en toveis interaksjonsmodell, som illustrert i figur 2, ønsker Gottlieb å vise at all atferd er et resultat av den nevnte toveisinteraksjonen mellom anatomi, fysiologi og atferd (Gottlieb, 1998; Johnston, 2008).

Ut i fra Gottliebs toveis interaksjonsmodell ser en at individets atferd påvirkes av forhold i miljøet rundt individet som igjen påvirker både nevronenes aktivitet og den genetiske aktiviteten. I følge Gottlieb (1998) skjer dette ved at miljøet påvirker menneskets utvikling ved å hemme eller fremme dannelsen av henholdsvis relevante og irrelevante protein i DNA, som er byggeblokkene til det alt organiske materialet, også hjernen. Samspillet kan forklares som et gjensidig påvirkende forhold mellom genetisk aktivitet (DNA – RNA – Protein), strukturell modning og funksjon, aktivitet eller erfaring, hvor hvordan miljøet påvirker utviklingen er sentral (Gottlieb, 1998).



Figur 2: Illustrasjon av Gottliebs toveis interaksjonsmodell for individuell utvikling om interaksjonen mellom menneskets genetik (nederst) og miljø (øverst). Hentet fra Gottlieb (2007), s.2.

4.3 Edelmans teori

Edelman argumenterte for det han kalte for «Neural Darwinism» og «theory of neural group selection» (TNGS) som et teoretisk rammeverk for hjernens utvikling innenfor de biologiske og evolusjonære begrensningene fra genene, DNA³. Hovedargumentet var at menneskets evne til å tilpasse seg sitt miljø ikke var et resultat av en bakenforliggende oppskrift eller instruks for utvikling, men i større grad en seleksjonsprosess på bakgrunn av erfart variasjon.

³ DNA: Deoksyribonukleinsyre. Arvestoffet i alle celler som dikterer produksjonen av protein som påvirker de kjemiske prosessene i cellen (Børresen-Dale & Dissen, 2014)

Gjennom møte med et individs indre og ytre miljø skjer endringer i hjernen i følge Edelmans TNGS, gjennom en seleksjon av nevralt nettverk på bakgrunn av trening, læring og utvikling (Edelman, 1992, 1993, 2006). «Theory of Neural Group Selection» som modell for hjernens utvikling består av til sammen tre deler, 1) «Developmental Selection», 2) «Experiential Selection» og 3) «Reentrant Mapping» (se figur 3). I denne oppgaven kommer jeg til å ha hovedfokus på de to siste delene fordi jeg anser denne kunnskapen som mer aktuell for spesialpedagoger og lærere enn del en.

Den første delen kalles «Developmental Selection» og beskriver prosessen hvor hjernen utvikles og dannes fra unnfangelsen av med fokus på hvordan hjernen organiserer seg på bakgrunn av hvilke proteiner DNA produserer. Del to, «Experiential Selection», er hovedmekanismen å danne nevralt nettverk gjennom å skille mellom de synaptiske koblingene⁴ mellom nevroner som er adaptive og de ikke er adaptive til erfaring. I denne delen formes de nevralt nettverkene på bakgrunn av et individs erfaring og stimuli (Edelman, 1992, 1993). Denne erfaringsbaserte seleksjonen skjer når et barn, ungdom eller voksen trener på en spesifikk ferdighet, f.eks. gjenkjenning av bokstaver. Gjennom gjentatt atferd vil det enkelte individ bli eksponert for samme stimuli over tid som fører til at enkelte synapser styrkes og dermed vil de andre svekkes. Dette fører til en varig endring i nevronene som kalles langtidspotensiering (Long-term potential, LTP) av et nevron (Bear, Connors & Paradiso, 2007; Stensdotter, 2008).

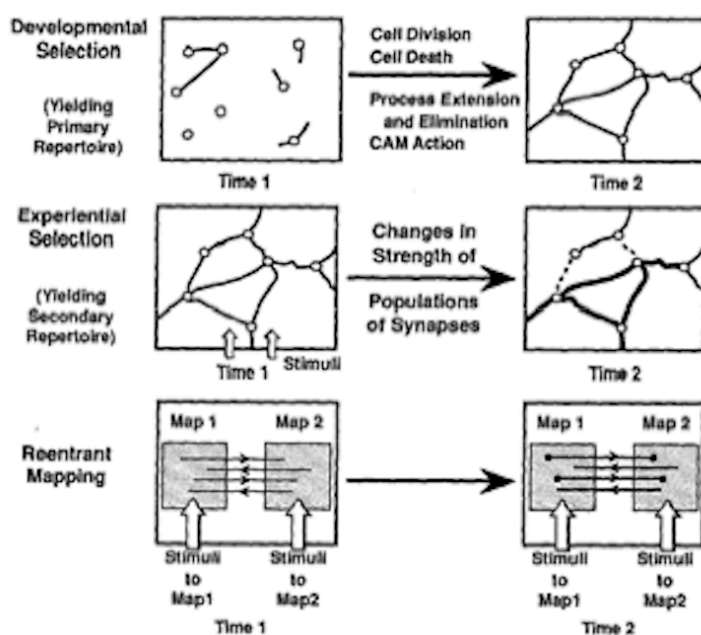
I del tre, «Reentrant Mapping», tar Edelman for seg hvordan ulike nevralt nettverk kommuniserer imellom hverandre for å danne helhetlige inntrykk og atferds repertoarer. For å oppnå det skjer det en prosess hvor nevrongrupper kobles sammen og danner kortikale kart (Edelman, 1992). Kortikale kart er områder av hjernen som er koblet sammen av flere nevrongrupper. De kortikale kartene er spesialisert på en spesifikk input eller stimuli som syn eller lyd. Enkelte områder av korteks danner med det slikt kart knyttet til en stimulus, f.eks. synskorteks i occipitallappen (Brodal, 2013). Edelman (2006) beskriver «Reentrant Mapping» som «...den kontinuerlige signaliseringen fra en hjerneregion (kart) til en annen og tilbake igjen gjennom massive parallelle fibre (aksoner⁵) som det er mengder av i hjernen» (s.28). I gjennom samhandling mellom flere nevrongrupper hevder Edelman at hjernen frigjør seg fra overordnede funksjoner som de eksekutive funksjoner slik at hjernen selv danner en høyere bevissthet i forsøket på å automatisk organisere ulike inntrykk (Edelman, 1992). Denne prosessen med sammenkoblingen av flere nevrongrupper og danningen av kortikale kart er et

⁴ Synaptiske koblinger: Koblingen mellom et nevrons akson og et annets nevrons dendritt som fører signalet videre til neste nevron (Brodal, 2013)

⁵ Aksoner: Den delen av nevronet som sender signalet videre fra nervecellen. Enkelt fortalt danner aksonet sammen med dendrittene og nervecellen de sentrale delene av et nevron (Brodal, 2007).

steg mot å gjøre hjernen mer rustet i møte med ulike situasjoner og miljøer og ta erfaring fra disse (Edelman, 1992).

En sentral faktor i oppfattelsen og prosesseringen av stimuli er hvordan de ulike stimuliene oppfattes av individet, hvordan deres verd blir vurdert. Verdisystemet som vurderer verdien til de signalene fra de ulike stimuliene dannes i følge Edelman (2006) av nevroner i hjernestammen og er med det med på å modulere hvordan ulike nevralt nettverk aktiveres på bakgrunn av stimuli gjennom å frigjøre neurotransmitteren dopamin⁶ som omtales som et belønningsstoff i hjernen (Brodal, 2013; Edelman, 2006). I følge TNGS styrkes bare de nervebanene der hvor aktiviteten vurderes som positiv av aktøren f.eks. ved å koble sammen en rekke med bokstaver og koble disse til et lydbilde som gir mening av ordet for leseren gir leseren en følelse av at aktiviteten er meningsfull. De nevralt nettverkene som aktiveres blir med læring og utvikling mer følsom og respondere raskere på de stimuliene en aktivitet medfører, mens de inaktive vil i mindre grad respondere på samme aktivitet (Edelman, 1987, 1992, 1993, 2006; Sigmundsson & Wiedemann, 2008).



Figur 3: Oversikt over Edelmans TNGS med de tre ulike delene av hjernens utvikling og læring gjennom seleksjon på bakgrunn av erfaring. Hentet fra Edelman (1993), s. 116.

⁶ Dopamin: En av flere stoffer, deriblant adrenalinn og serotonin, som er viktige for sentralnervesystemets kommunisering mellom nevroner også kalt neurotransmittere (Egidius, 2008; Brodal, 2007). Dopamin er sentral i hjernens «belønningssystem» (www.snl.no)

4.4 Læring av ferdigheter.

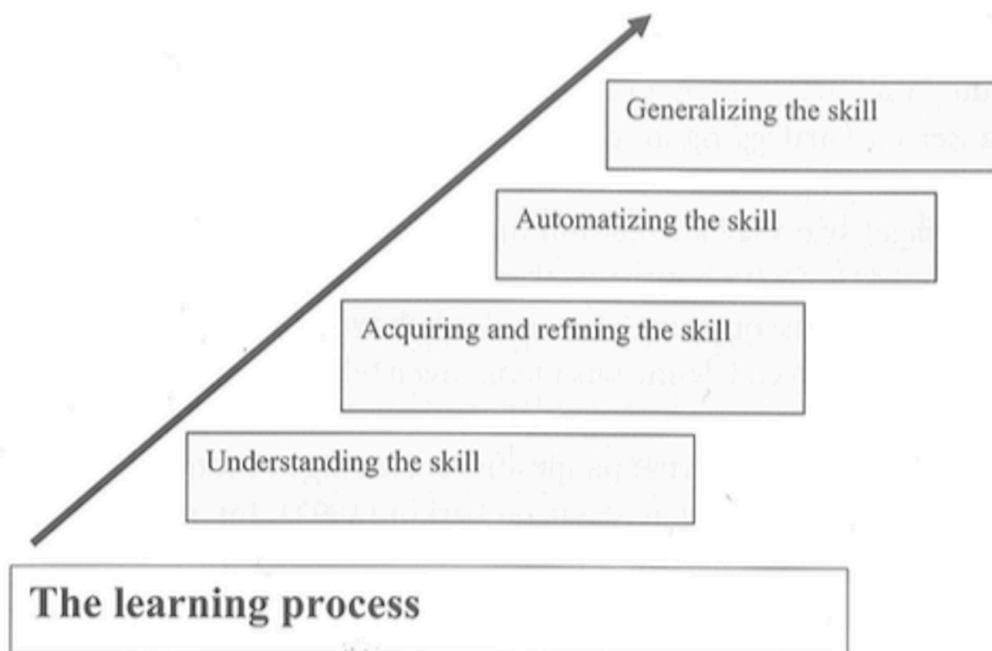
I følge Sigmundsson og Haga (2005) er ferdigheter en handling eller oppgave som utføres viljestyrt som har et bestemt formål eller hensikt. Det som skiller et barns ferdigheter fra dets evner er at en ferdighet må læres, er trenbar som lesing, fotball eller langrenn. Evner refererer derimot til de medfødte og relativt stabile egenskapene (Pedersen, 2008; Sigmundsson & Haga, 2005). I denne oppgaven vil det være hensiktsmessig å skille mellom disse to begrepene.

Endringer i ferdigheter kan forstås både som kvalitative og kvantitative. Med kvantitative endringer menes at en lærer nye ferdigheter. Når et barn lærer å sette bokstaver sammen med lyd kan være et eksempel på kvantitative endringer i ferdigheter. Kvalitative endringer i ferdigheter baserer seg på endringer eller forbedring av allerede ervervede ferdigheter f.eks. ved å lære seg alle bokstavene i alfabetet slik at de er automaitsert. Med kvantitative endringer menes at en lærer nye ferdigheter (Sigmundsson & Haga, 2005).

Når ferdigheter skal utvikles, både kvantitative og kvalitative, krever dette spesifikk trening på den ferdigheten som ønskes å læres. Det som trenes utvikles. Gjennom en læringsprosess-modell for ferdigheter kan læring av nye ferdigheter forstås som en utvikling via fire stadier se figur 4 (s.17). Første stadiet består i å forstå den ferdigheten som skal læres, f.eks. skjønne en bevegelse eller gjenkjenne et objekt. Andre stadiet er å tilegne seg denne ferdigheten gjennom trening. Stadiene tre og fire innebærer å klare å automatisere ferdigheten først, og til slutt generalisere den. Både stadiene to, tre og fire krever trening over tid for å komme videre til neste stadium (Henderson & Sugden, 1992; Sigmundsson & Haga, 2005; Sigmundsson & Wiedemann, 2008).

Læring av nye ferdigheter må ta utgangspunkt i spesifikke øvelser på de ulike delferdighetene som utgjør en hel ferdighet som lesing, hvor det fundamentale i kunnskapen må overlæres før en går videre til neste nivå. Sigmundsson og Wiedemann (2008) påpeker at for tilegnelsen av leseferdigheter er dette sentralt da det er liten sammenheng mellom de ulike delferdighetene i leseferdigheter. Med utgangspunkt i Edelmans teori om «Neural Darwinism» hvor det som trenes utvikles gjennom «theory of neural group selection», hevder Sigmundsson og Wiedemann (2008) at det ikke finnes noen snarveier til læring av nye ferdigheter, og at veien til gode ferdigheter går gjennom mye spesifikk trening (Kleim & Jones, 2008). Sigmundsson og Haga (2005) peker på at det finnes lave korrelasjoner mellom delferdigheter, deriblant også mellom ulike delferdigheter i lesing fra en studie av Karlsdóttir og Stefansson (2003).

Skill development



Figur 4: En oversikt over de ulike nivåene i læringsprosessen for å lære nye ferdigheter; fra å forstå ferdigheten til å kunne generalisere den. Hentet fra Sigmundsson og Weidemann (2008).

4.5 Hva er lesing

Lyster og Frost (2012) definerer lesing som «en meningssskapende bearbeiding av skriftspråklige symboler, som utføres med en bestemt hensikt i en gitt sammenheng» (s.342). Skriftspråket som et verktøy til å kommunisere inngår i et komplekst system som består av en rekke delkomponenter. I hovedsak kan det deles opp i tre sentrale dimensjoner, innhold(semantikk), form og bruk. Alle tre dimensjonene danner sammen de nødvendige lesestrategiske ferdighetene som må mestres for å bli en god leser. Form som det blir lagt vekt på i denne oppgaven består av tre komponenter, fonologi, morfologi og syntaks. Fonologi, tar for seg de minste enhetene, bokstaver (grafem), av skriftspråket kalt fonem. Morfologi menes oppbyggingen av ulike ord, mens syntaks tar for seg hvordan ord settes sammen til ytringer for å skape mening (Flem & Finbak, 2005; Lyster & Frost, 2012).

Lesing er en prosess som er sammensatt av komponentene avkoding og leseforståelse. I dag er det bred enighet om at disse to komponentene arbeider samtidig og er integrert i hver andre (Lyster & Frost, 2012). Avkodingen er den tekniske siden av leseferdigheter som går på å omkode bokstaver (grafemer) til lyder (fonemer) og igjen trekke disse lydene sammen til ord. Leseforståelsen på sin side omfatter meningsinnholdet i teksten som leses. Siden sammenhengen mellom både avkoding og leseforståelse er så sentral i å tilegne seg gode

leseferdigheter er begge delkomponentene nødvendige for å oppnå gode leseferdigheter (Flem & Finbak, 2005).

Gjennom en rekke studier har en sett at sammenhengen mellom fonologisk bevissthet og senere leseferdigheter er svært sterk og at fonologiske ferdigheter før påbegynt leseopplæring kan forklare ulikheter i leseferdigheter i 7-8 års alderen (Hulme & Snowling, 2009). Et annet aspekt med læring av leseferdigheter er i hvilken grad et språk fremstår som transparent, altså språkets regularitet i sammenheng mellom bokstav og fonem. Et språk som engelsk har en høy grad av irregularitet i forholdet mellom bokstav og fonem mens språk som tysk, italiensk og norsk er i større grad transparent hvor enkeltbokstaver korresponderer med et enkelt fonem (Hulme & Snowling, 2009).

Det finnes en rekke ulike teorier for hvordan leseferdigheter utvikles hos barn og unge. Hulme og Snowling (2009) skiller mellom fire ulike perioder i utviklingen og læringen av leseferdigheter; pre(før)-lesing, tidlige leseferdigheter, avkodning og flytende lesing. Prelesing beskrives som den tidligste perioden for lesing, også beskrevet som et logografisk trinn, hvor barn fester ulike merkelapper til en rekke med bokstaver eller et ordbilde. Dette fører til at denne perioden er dominert av lesefeil fordi barnet generaliserer de ordbildene det har lært som ut ifra ordets lengde eller første eller siste bokstav. I den andre perioden begynner barnet å skaffe seg basiskunnskaper knyttet til ordlyd og bokstavnavn som er en begynnelse på prosessen ved å sette sammen bokstaver i ord for å uttale. Ferdighetene til å se sammenhengen mellom ordlyd og bokstavnavn systematiseres i større grad i det barna går over i den alfabetiske perioden, også kalt avkodingsperioden, som er den tredje perioden i utvikling av leseferdigheter. I denne perioden er barnet i gang med å avkode skrift ved å bruke bokstav-lyd korrespondansen, en slik fase kan kjennetegnes ved at barn ofte kan høres ved at de staver høyt når de leser og blander imellom ukjente ord. Etter hvert som denne lesestrategien blir mer automatisert og ikke krever samme innsats går barnet over i den ortografiske fasen hvor barnet har lagret ortografiske representasjoner som er med på å styrke ferdigheten å kjenne igjen ord (Hulme & Snowling, 2009).

5 Utvikling av leseferdigheter

I kapitel fem presenteres studiene fra litteratursøket som kan belyse utviklingen av leseferdigheter, fordelt på seks delkapitler. De tre første delene presenterer studiene rundt hvordan læring av leseferdigheter innvirker på hjernen. Den fjerde delen presenterer studier som har tatt for seg de ulike lesestrategiene som elevene bruker når de leser. Dette er tatt med fordi dette er muligens det som er mest synlig for oss pedagoger i arbeidet med elevene. De to siste delene vil sammenfatte de studiene som er presentert i de første fire delene, og sammen med deler av teorien være med på å gi et helhetlig bilde av læringen av leseferdigheter.

5.1 Lesing som en kulturell oppfinnelse

Skrivekunsten hadde sin spede start for vel fire tusen år siden med sitt opphav i den sumeriske byen Uruk i nåtidens Irak. Skrivekunsten utviklet seg som et resultat av behovet for regnskapsføring i det som på den tiden var et av de største handelsstedene i Midtøsten (Fischer, 2003).

Fordi skrive- og leseferdighetene er en relativt ny kulturell oppfinnelse for de større menneskemassene, er det lite sannsynlig at leseferdigheter involverer genetikk eller er en del av en utviklingsmekanisme i menneskene. Leseferdighet er derfor en lært ferdighet som tar i bruk allerede eksisterende nevralt nettverk. I en fMRI-studie som inkluderte til sammen 63 deltakere som enten ikke hadde lært å lese, hadde lært å lese i voksen alder eller lært å lese i barndommen, fant Dehaene et al. (2010) tre effekter av å lære å lese:

Den første effekten var en forsterket respons til kjente bokstaver i området som er blitt kjent som Visual Word Form Area ($Z=6.86$), et område som er assosiert med ansiktsgjenkjenning hos analfabeter. Ut i fra figur 7 (s.25) ser en at deltakerne som har lært å lese har en større aktivisering i Visual Word Form Area når leseferdigheten er lært i barndommen eller voksen alder sammenlignet med analfabeter (Dehaene et al., 2010). Den andre effekten ved lærte leseferdigheter er at hele språkområdet i venstre hemisfære blir aktivert av skrift og skrevne setninger, og tar med det i bruk et av menneskets mest effektive kommunikasjons metoder, det muntlige språket. Den tredje effekten Dehaene et al. (2010) fant var at de deltakerne som hadde lært å lese hadde en forsterket aktivisering i områder som assosieres med fonologiske ferdigheter som gjør ortografiske koder tilgjengelig gjennom en ovenfra-og-ned måte (Dehaene et al., 2010).

Det finnes ingen genetisk kode som gir oss en evne til å lese, men lesing er derimot en ferdighet som vi gjennom erfaring, læring og trening tilegner oss gjennom endringer av eksisterende nevralt nettverk i hjernen (Dehaene et al., 2010). Læring av leseferdigheter kan ses på som både en kvantitativ og kvalitativ endring av ferdigheter ved at eleven må lære en

helt ny ferdighet og gjennom forbedring av denne ferdigheten lærer seg alle bokstavene i alfabetet og deres tilhørende (Sigmundsson & Haga, 2005).

5.2 Lateralisering av leseferdigheter

Allerede i 1892 beskrev den franske forskeren Dejerine et tilfelle hvor en av hans pasienter led av ordblindhet, også kalt pure alexia⁷, grunnet en hjerneskade i venstre hemisfære. Omtrent 30 år senere hevdet forskeren Samuel Orton at «the process to learning to read entails the elision from focus of attention of the confusing memory images of the non-dominant (right) hemisphere» (Orton, 1925, s.608). Siden den gang har det vært konsensus om at nevralt nettverk i ventrale områder av occipitotemporallappen⁸ har hatt en sentral rolle i teorier om leseferdigheter og tilegnelsen av disse (Dehaene, 2009; Wandell, Rauschecker, & Yeatman, 2012).

I Turkeltaub, Gareau, Flowers, Zeffiro og Eden (2003) sin studie av 41 unge i aldersspennet 6 til 22 år ($\bar{x}=14$, $SD=5.6$) ble tilegnelsen av leseferdigheter beskrevet som en prosess som kjennetegnes ved en dominant aktivitet i de posterior superior områdene av den venstre temporallappen versus det asymmetriske området i høyre temporallapp (left posterior superior temporal cortex). Forskningen til (Turkeltaub et al., 2003) viser indikasjoner på at denne utviklingen av posterior venstre temporallapp starter allerede tidlig i læringen av leseferdigheter, men at barn (<18 år) i langt større grad enn erfarne lesere bruker de asymmetriske områdene temporallappen for å avkode ord. Resultatet i forskningen gir delvis støtte til teorien om en dorsal-ventral strøm evt. prosesserings (dorsal-ventral stream) modell for tilegnelse av leseferdigheter.

Turkeltaub et al. (2003) fant ingen økt aktivitet i venstre temporallapp slik modellen predikerer, men i større grad en løsrivelse fra det asymmetriske området i høyre temporallapp (disengagement). Turkeltaub et al. (2003) sine funn er dermed i overensstemmelse med det Samuel Ortons prediksjon om at leseferdigheter kan lateraliseres til venstre hemisfære gjennom å løsrive seg fra høyre hemisfære.

I tilegnelsen av leseferdigheter baserer hjernen seg på allerede eksisterende nevralt nettverk. Disse nettverkene begynner å endres forholdsvis raskt etter at barn blir eksponert for skriftlig materiale kombinert med lyd, og begynner tidlig å ligne på mønsteret som kjennetegner voksne med mer leseerfaring. Latenstiden⁹ til deltakerne fra første klasse (7-8 år)

⁷ Pure Alexia: Også kalt «verbal blindhet» hvor en pasient har mistet ferdigheten til å gjenkjenne bokstaver til tross for å ha bevart muntlig språk, skriveferdighetene, visuelle ferdigheter til å gjenkjenne objekter, ansikter, tegninger og tall og de motoriske kunnskaper om bokstavens form.

⁸ Occipitotemporallappen: Et område som ligger i koblingen mellom occipitallappen og temporallappen. Se kapittel 4.2 om hjernens anatomi.

⁹ Latenstid: «Tidsrommet mellom en stimulus og den reaksjonen som følger etter kort eller lengre tid» (Egidius, 2008, s.289).

viste seg likevel å være lengre enn hos det voksne deltakerne, noe som i følge Parviainen, Helenius, Poskiparta og Salmelin (2006) kan reflektere de nevralt nettverkens modenhet som et resultat av eksponeringen for sammenhengen mellom bokstaver og skrift (ortografi) og bokstavlyd (fonologi). I studien til Parviainen et al. (2006) sin MEG-studie¹⁰ fant de en negativ korrelasjon mellom de fonologiske ferdighetene til deltakerne og aktiviseringsstyrke i venstre occipitorallappen. Samtidig så de at latenstiden gradvis nærmet seg de voksne deltakernes latenstid. Det vil si at ettersom deltakernes leseferdigheter økte, fant man at aktiveringen i venstre occipitorallapp minsket sammen med latenstiden. I følge Parviainen et al. (2006) understreker den fonologiske bevissthetens rolle i tilegnelsen av leseferdighet (Parviainen et al., 2006).

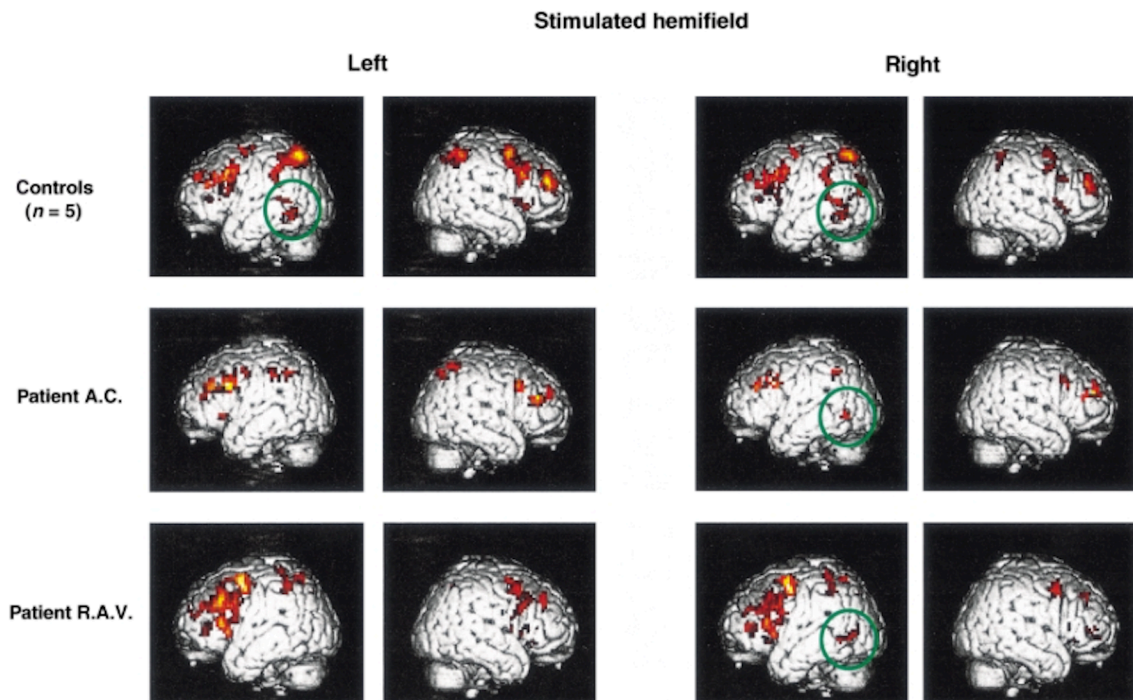
5.3 Visual Word Form Area (VWFA) – bokstavboksen

Begrepet Visual Word Form Area (VWFA) ble introdusert av Cohen et al. (2000) etter at de gjennomførte en fMRI-studie¹¹ av normale deltakere og split-brain¹². Cohen et al. (2000) observerte at området som de kalte visual word form area (visual word form system blir også brukt) responderte signifikant mer på stimuli bestående av en liste av ord, i både venstre og høyre synsfelt hos kontrollgruppen, se figur 6, sammenlignet det symmetriske området i høyre hemisfære og resterende områder (Cohen et al., 2002). Ut i fra figur 6 ser en og at samme området hos pasient A.C. og R.A.V. aktiveres ved stimuli i høyre synsfelt, men ikke ved stimuli i venstre synsfelt. VWFA, ble lokalisert i en av foldene (sulcus) i temporallappen, anterior (foran) og lateralt (ut fra midtlinjen for) for V4 som er en del av occipitallappen (Cohen et al., 2000; Cohen et al., 2002). Teorien var med det at dette området var sentralt i prosesseringen av bokstaver, uavhengig om stimuli ble presentert i venstre eller høyre synsfelt (Cohen et al., 2000). Resultatet har fått støtte av en rekke senere studier deriblant Dehaene et al. (2010), se figur 7, som fant en stor effekt hos deltakerne med leseferdigheter i det samme området som Cohen et al. (2000) fant i sin studie.

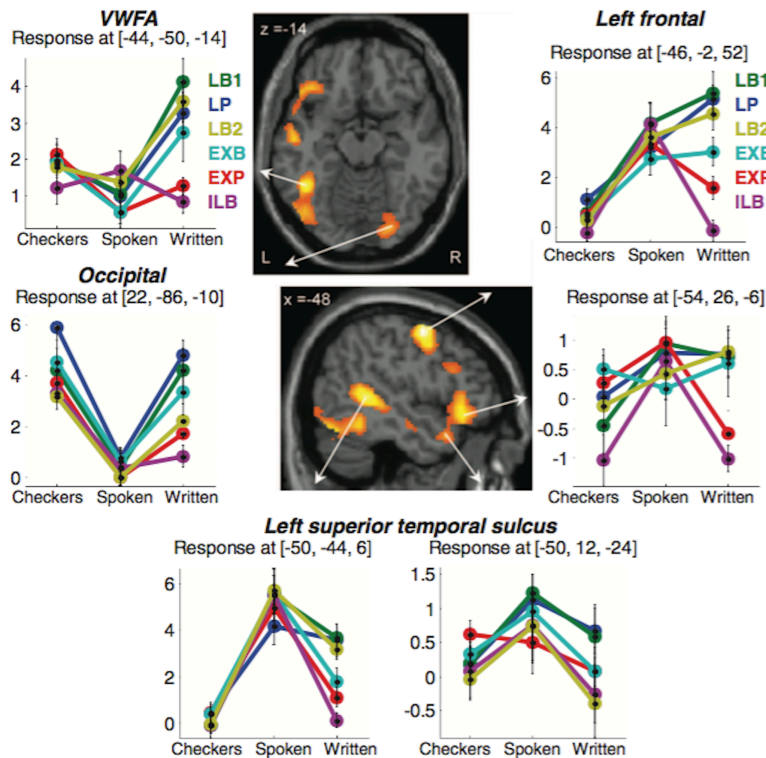
¹⁰ MEG: Magnetencefalografi. En metode som registrerer det magnetiske feltet som dannes gjennom hjernens elektriske aktivitet f.eks. aksjonspotensialet, nivået for aktivering, i nevronene.

¹¹ fMRI: Funksjonell magnetografi eller funksjonell MR. Registrerer endringer i aktiviteten i hjernen gjennom hemoglobins, røde blodceller, magnetiske egenskaper.

¹² Split-brain: En operasjonsmetode utført på pasienter med alvorlig epilepsi der anfallet sprer seg fra den ene hemisfæren til den andre, hvor man skjærer over corpus callosum, eller broen som kobler hemisfærene sammen (Brodal, 2013).



Figur 5: Området VWFA er markert med en grønn sirkel pasient A.C. og pasient R.A.V. som hadde gjennomført en split-brain operasjon. Samme området er markert i begge hemisfærer hos kontrollgruppen. Figur hentet fra Cohen et al., 2000, s. 295.



Figur 7: Grafen øverst til venstre, med overskriften VWFA, viser at deltakerne som hadde lært å lese viste en økt respons i området kjent som VWFA sammenlignet med sjakkruiter og muntlige setninger. Hentet fra Dehaene (2010), s. 1360.

5.3.1 Bokstavboksens indre organisering

Vinickier, Dehaene, Jobert, Dubus, og Sigman (2007) fant i sin studie av 12 deltakere (fire menn og åtte kvinner, $\bar{x}=24$ år) en mulig hierarkisk indre organisering i VWFA, fra posterior områder av VWFA til anterior områder som et resultat av prosessen med tilegnelsen av leseferdigheter. De posterior områdene ble assosiert med prosesseringen av bokstav strenger (letter strings), mens områdene mer anterior ble assosiert med prosessering av sammensatte bokstaver, deler av ord og i noen tilfeller hele ord som bigram og quadrigram¹³.

Denne indre organiseringen av VWFA har fått støtte av Olulade, Flowers, Napoliello, og Eden (2013) som i sin studie fant en gradvis selektivitet for ord både hos barn og voksne. Mens man blant de voksne deltakerne fant langt større grad av aktivitet i anterior områder i VWFA når virkelige ord-stimuli ble brukt, fant man ikke samme aktivitet i de samme områdene hos barn. Olulade et al. (2013) konkluderer med at dette antyder en spesialisering av anterior VWFA mot prosessering av ord på bakgrunn av tidligere leseerfaring.

Szwed og kolleger fant i sin fMRI-studie av til sammen 16 deltakere (6 menn og 10 kvinner, 18-32år) indikasjoner for en delvis spesialisering mot linjer i ulike vinkler i visuell

¹³ Bigram og quadrigram: Ordsammensetninger på henholdsvis to og fire bokstaver (Vinickier et al., 2007).

korteks fortrinnsvis i områdene V1/V2¹⁴ og V3V/V4 (Szwed et al., 2011). I følge Szwed et al. (2011) kan dette være et tegn på at tidlige områder av visuell korteks (V1/V2 og V3V/V4) spesialiserer seg for å kunne gjøre en ortografisk analyse, og at VWFA i større grad analyserer større deler av ord.

5.4 Strategier i leseprosessen

I (Shaywitz & Shaywitz, 2008) ses mekanismen rundt lesing som en toveis prosess, den leksikalske- og ikke-leksikalske ruten. Den leksikalske ruten består i å hente frem allerede kjente ord fra det som blir beskrevet som et mentalt leksikon, også beskrevet som helordslesing (whole word). Når et barn da ser et ord vil barnet slå opp i sitt mentale leksikon over de ord som barnet allerede kjenner til. Den ikke-leksikalske ruten baserer seg mer på en algoritme hvor barnet leser bokstav for bokstav og staver seg igjennom ordet ved å sette sammen bokstavenes korresponderende ordlyd, også kalt fonologisk avkodning. I det alle ordene er kartlagt kan ordene leses høyt (Borowsky, Esopenko, Cummine, & Sarty, 2007; Shaywitz & Shaywitz, 2008).

I både den leksikalske og ikke-leksikalske prosessen er den fonologiske kunnskapen, bokstav-lyd, sentral. I den leksikalske prosessen brukes den fonologiske kunnskapen til å hente frem den fonologiske koden direkte, mens man i den ikke-fonologiske prosessen bruker bokstavkunnskapen til å lese bokstav-for-bokstav (Shaywitz & Shaywitz, 2008). I følge Shaywitz og Shaywitz (2008) er den fonologiske kunnskapen, bokstav-lyd kunnskapen, sentral i tidlig opplæring i lesing, hvor barn og unge i stor grad bruker den ikke-leksikalske ruten ved å avkode enkeltord med bokstav-lyd frem til at et gitt ord er gjentatt så mange ganger at det er lagret i barnets mentale leksikon over ord. Dette danner grunntanken i «dual-route» teorien for lesing (Wandell et al., 2012).

Braze, Tabor, Shankweiler, og Mencl (2007) sin studie av 44 ungdommer og voksne i alderen 16 til 24 år viste at det er en sammenheng mellom den leksikalske og ikke-leksikalske leseprosessen. Braze et al. (2007) fant at voksne i større grad foretrakk en leksikalsk prosess sammenlignet med de yngre deltakerne som oftere brukte den ikke-leksikalske prosessen. Selv om voksne hadde en relativt større bruk av den leksikalske prosessen i lesing, brukte de samtidig den ikke-leksikalske prosessen i møte med nye ukjente og skrevne ord. Den ikke-leksikalske prosessen ble og sett på som en viktig forløper for gode leseferdigheter i voksen alder, og i arbeidet med å tilegne seg et vokabular. Den ikke-leksikalske lesestrategien brukes som en avkodingsstrategi som derfor er sentral i både tilegnelsen av leseferdigheter og når gode leseferdigheter er utviklet (Braze et al., 2007)

¹⁴ V1/V2: Deler av synslappen som er en del av occipitallappen som prosesserer stimuli gjennom synet (Purves, et al., 2012).

Både den ikke-leksikalske og leksikalske lesestrategien er delvis korresponderende med den ventral og dorsal traséen. Innenfor nevrologisk forskning har leseferdigheter blitt sett på som en prosess bestående av to traser, ventral og dorsal (pathways) tilknyttet venstre hemisfære. Den ventral traséen (pathway) har plassering i nedre deler av hjernebarken i områdene occipital- og temporallappen. Denne funksjonen kjennetegnes ved en rask prosessering av visuell informasjon basert på tidligere ordforråd/vokabular (Cohen et al., 2002; Dehaene et al., 2004; Olulade et al., 2013). Den dorsale traséen kjennetegnes derimot ved en fonologisk avkodning av ord, hvor bokstav og bokstavlyd kobles sammen hvor faktorer som fonologisk bevissthet og fonologisk avkodning er sentrale. Områdene som er aktive er først og fremst nettverk i occipital- og partiellappen, samt lavere områder i frontallappen (Olulade et al., 2013).

Turkeltaub et al. (2003) foreslo en sammenheng mellom disse systemene hvor den ventrale lesestrategien er avhengig av den dorsale strategien for å bygge opp et vokabular, men og som et støttesystem eller kompenserende når ordet ikke finnes i vokabularet. Den ventrale lesestrategien er å betrakte som den primære blant normal lesende voksne, men den har sin begrensning og sårbarhet når ord og bokstaver ikke blir presentert innenfor normalen, og er derfor avhengig av den dorsale avkodingsstrategien (Cohen, Dehaene, Vinckier, Jobert, & Montavont, 2008; Turkeltaub et al., 2003)

Den parallelle utviklingen av lesestrategier og endringene som skjer i hjernen på bakgrunn av tilegnelsen av leseferdigheter gir en indikasjon på at det er en sammenheng mellom den dorsale og ventrale traséen og lesestrategier (Turkeltaub et al., 2003). Endringene begynner allerede tidlig i opplæringen og når et barn begynner å bli eksponert for tekst, mens man allikevel ser at mindre erfarne lesere ofte har en lengre latenstid sammenlignet med barn med mer leseerfaring som nærmer seg voksne både i latenstid og aktiviserings mønster (Parviainen et al., 2006)

Parallelt med utviklingen av leseferdigheter med en lateralisering mot venstre og spesialisering av området VWFA (Cohen et al., 2000; Dehaene et al., 2010; Parviainen et al., 2006; Szwed et al., 2011; Turkeltaub et al., 2003; Vinickier et al., 2007) skjer og utviklingen av en toveis lesestrategi som barn, i ungdomstiden og mens man er voksen bruker i ulike grad (Shaywitz & Shaywitz, 2008).

Den ikke-leksikalske strategien korresponderer med den nevralt traséen som heter dorsale-traséen som har en sentral plass i å prosessere ordlyder og setter disse sammen med symboler som bokstaver som i følge Turkeltaub et al. (2003) vil være sentral i å bygge opp et vokabular og prosessere nye ordlyder og ordlyds sammensetninger. En slik mulighet finner en støtte i blant annet Braze et al. (2007) sin studie hvor en så at unge i langt større grad

foretrakk den ikke-leksikalske lesestrategien. Den ikke-leksikalske lesestrategien ble både av Dehaene et al. (2010) og Braze et al. (2007) sett på som viktig både i tilegnelsen av leseferdigheter samt en del av det å ha gode leseferdigheter.

Samtidig som en ser et begynnende skifte fra en bilateral aktivering av hemisfærene til en mer lateralisert og spesialisering av området VWFA ser en og en utvikling av det som kjennetegnes som den leksikalske lesestrategien. En rask prosessering av visuell informasjon basert på tidligere erfart informasjon i nedre områder av occipitaltemporallappen deriblant også VWFA (Cohen et al., 2002; Dehaene et al., 2004; Olulade et al., 2013). I følge Braze et al. (2007) bruker voksne denne lesestrategien, med den ikke-leksikalske lesestrategien som en back-up, i langt større grad sammenlignet med yngre lesere. Voksne lesere bruker med det en rask og effektiv avkodingsstrategi når de møter på ord som allerede er kjente, men har en back-up avkodingsstrategi, ikke-leksikalsk, når de måter på ord som er ukjente.

Ut i fra de studiene som det er tatt utgangspunkt i er å lære å lese det å kunne sette sammen ordlyd og symboler i begynnerstadiet av opplæringen en sentral prosess. Etter hvert utvikles og den leksikalske lesestrategien og områder som VWFA i venstre hemisfære, en utvikling en ser ganske tidlig i opplæringen av leseferdigheter (Olulade et al., 2013; Parviainen et al., 2006; Turkeltaub et al., 2003). I møte med nye symboler som bokstaver viser ikke analfabeter samme aktivering av venstre hemisfære slik som var tilfellet ved de som hadde lært å lese, både i barnealder og i voksen alder (Dehaene et al., 2010).

5.5 Utvikling av leseferdigheter som et resultat av erfaring

Resultatene fra Turkeltaub et al. (2003) viser til at lateraliseringen av leseferdigheter skjer som et resultat av leserens erfaring, utviklingen starter tidlig i opplæringen, men løsrivelsen fra høyre hemisfære skjer gradvis etter hvert som leseren blir mer eksponert for tekst og ordlyd, og får mer erfaring (Turkeltaub et al., 2003). Forskningen på VWFA til Dehaene et al. (2010) viste at disse endringene i hjernen bare oppsto hos de som kunne lese, og at det var deres erfaring med å lese som la til rette for disse endringene.

Endringene som var observert i både lateralisering av leseferdigheter skjer på bakgrunn av erfaring med tekst og ordlyder. Dette får støtte i Edelmans teori om at nevralt nettverk endres på bakgrunn av erfaring, hvor de nevralt nettverkene som aktiveres blir styrket mens de som ikke aktiveres faller i fra (Edelman, 1987, 1993). Edelmans teori støtter og funn som viste at gjennom repetisjon av bokstaver sammen med ord ble de nevralt nettverkene som ble aktivisert forsterket samt at de nettverkene som ikke responderer vil svekkes (Parviainen et al., 2006).

Parviainen et al. (2006) fant i samme studie at et økende nivå i leseferdigheter kunne assosieres med en lavere aktivisering i occipitotemporallappen. En mulig forklaring på dette

kan være at gjennom eksponeringen for bokstav og ord og ordlyd dannes det langtidspotensiering i de nevronene som aktiveres. Dette fører til at disse nevronene over tid vil bli mer «følsomme» overfor tilkoblede nevroner, og aktiveres på et lavere nivå enn ved starten av tilegnelsen av leseferdigheter (Bear et al., 2007; Stensdotter, 2008).

Begge studiene som det er tatt utgangspunkt i viser at man på et tidlig stadium i tilegnelsen av leseferdigheter begynner å ta i bruk nevralt nettverk som assosieres med gode leseferdigheter hos voksne eller mer erfarne lesere (Parviainen et al., 2006; Turkeltaub et al., 2008). Begge studiene peker på deltakernes erfaring med lesing som en sentral faktor i lateraliserings mot venstre hemisfære, noe som støttes av Edelmans teori hvor de nevralt nettverkene som aktiveres vil bli styrket (Edelman, 1987, 1993). Lignende resultat finner en i studiene til Dehaene (2010) hvor en ser en sammenheng mellom erfaring med lesing og spesialiseringen av VWFA.

5.6 Læring av leseferdigheter resirkulerer hjerneområder

I gjennom tilegnelsen av leseferdigheter ser vi at hjernen går i gjennom en ombygging av de nevralt nettverkene som allerede eksisterer på bakgrunn av de erfaringene som den som lærer å lese får gjennom visuelle og lyd stimuli. Det er med det lite som tyder på at det finnes et DNA som gir oss *evnen* til å lese, derfor kan lesing ses på som en ferdighet (Sigmundsson & Haga, 2005; Pedersen, 2008; Dehaene et al., 2010). Det finnes allerede områder som er spesialisert for prosessering og produksjon av muntlig språk, og for å gjenkjenne ulike former. Ut i fra Gottlieb (1998) sin teori vil dette være en indre organisering som skjer på bakgrunn av hvordan DNA produserer protein i organiseringen og plassering av ulike nevroner (G. M. Edelman, 1992). Mens man gjennom ytre stimuli som eksponering for bokstaver, deres sammenheng med ulike lyder, ser en resirkulering av områder som allerede har lignende eller tilnærmet samme arbeidsoppgaver. Dette kan sammenlignes med Edelman (1992) sin TNGS trinn to og trinn tre som jeg vil komme tilbake til lenger ned.

Tilegnelsen av leseferdigheter er dermed et resultat av møte mellom mennesket og den kulturelle oppfinnelsen skriftspråket. Læring av leseferdigheter er helt avhengig av å stimuleres av eksogene eller ekstern stimuli. Dette er i tråd med Gottliebs probabilistiske epigenese som påpeker viktigheten av både indre og ytre stimuli for å oppnå en normal utvikling, dette gjelder da også en normal utvikling av leseferdigheter (Gottlieb, 1998).

Et sentralt område i gjenkjenningen av bokstaver er Visual Word Form Area (VWFA) som er plassert i venstre hemisfære (Cohen et al., 2000). Et område som gjennom leserens leseerfaring går fra tidligere å ha gjenkjent ansikter (Dehaene et al., 2010) til spesialiseres til å

gjenkjenne bokstavstrenger¹⁵ sammensatt i ulike vinkler (Szwed et al., 2011). Gjennom erfaring med skriftspråk ser en at VWFA i økende grad har en hierarkisk organisering, hvor områdene lengst bak analyserer de minst komplekse formene som bokstavstrenger og deres vinkel i forhold til hverandre mens områdene, etter som en gradvis kommer lenger frem, står for prosesseringen av sammensetninger av hele bokstaver helt opp til quadrigram (Olulade et al., 2013; Vinickier et al., 2007).

Proessen hvor VWFA i økende grad blir spesialisert i en hierarkisk organisering på bakgrunn av erfaring med skriftspråk får støtte av Edelmans teori om «The Neural Group Selection» og trinn 2 i hjernens utvikling hvor hjernen gjennom å styrke noen og svekke andre synaptiske koblinger (Edelman, 1992, 1993). I møte med bokstaver, bokstav-sammensetninger og korte ord dannes nye bindinger mellom nevroner noe som kan være med på å forklare at voksne og mer erfarne lesere viser en større kompleksitet i VWFA når det kommer til organisering og prosessering av bokstavstrenger og bi- og quadrigram, sammenlignet med barn og mindre erfarne lesere (Olulade et al., 2013; Vinickier et al., 2007).

Måten tilegnelsen av leseferdigheter endrer eksisterende nettverk blir med det en viktig brikke i muligheten til å se symboler som bokstaver for barn på begynnerstadiet av leseferdigheter. Dehaene et al. (2010) sin forskning på analfabeter og de som kan lese viser at det skjer sentrale endringer i hjernen som skiller analfabeter og de som kan lese.

Etter hvert som barnet blir til ungdom og voksen og blir mer eksponert for tekst ser man et skifte fra å bruke bilaterale områder i temporallappen i begynneropplæringen til å i større grad bruke venstre temporallapp (Turkeltaub et al., 2003). Turkeltaub et al. (2003) påpeker at prosessen med en avvikling fra høyre temporallapp starter tidlig i opplæringen i leseferdigheter, men at barn i langt større grad brukte høyre temporallapp i prosessen for å avkode ukjente ord.

Tilegnelsen av leseferdigheter endrer med det hjernen på en slik måte at allerede kjente områder i hjernen aktiveres som en respons på skrevne ord og setninger. Gjennom tilegnelsen av leseferdigheter begynner gutter og jenter fra et tidlig stadium og ta i bruk områder i hjernen som assosieres med språk prosessering (Parviainen et al., 2006; Turkeltaub et al., 2003). Det tyder da på at leseferdigheter tidlig benytter seg av allerede vel etablerte områder i hjernen som er sentrale i prosessering av å skape språk som har eksistert lenger en det skriftspråket vi kjenner (Dehaene et al., 2010).

¹⁵ Bokstavstrenger: Strekene i en bokstav består av f.eks. E som består av en vertikal og tre horisontale. Direkte oversettelse fra engelsk på grunn av mangel på norske alternativer.

6 Når leseferdigheter skal læres

I dette kapitlet presenteres de studiene som kan være med på å belyse prosessen rundt læringen av leseferdigheter. Kapitlet er tredelt og i slutten av hvert kapittel sammenfattes studiene slik at de sammen danner et helhetlig bilde av læringsprosessen. I første del omhandler virkningene av ulike metoder som brukes og hvordan disse påvirker hjernen. Andre del tar for seg forskjellene mellom kjønnene i leseferdigheter, og mulige årsaker til dette. I tredje og siste del omhandler hvordan gode leseferdigheter er med på å gi et bedre læringsutbytte på tvers av ulike metoder.

6.1 Å lære å lese

Hvordan vi lærer å lese og hvilken fremgangsmåte som velges er ikke likegyldig, ulike metoder påvirker ulike nevrale nettverk. Dette ble demonstrert av Clements-Stephens et al. (2012) i en studie av 34 voksne deltakere i alderen 21-36 år som skulle lære seg nye ord gjennom to ulike metoder. Den ene metoden var bygget på et fonologisk-semantisk rammeverk, lære ordet gjennom ordlyd og ordets betydning. Den andre metoden gikk ut på å lære ordene ut fra en setningskontekst. Resultatet viste forskjellig utbytte avhengig av tidligere leseerfaringer og leseferdigheter, hvor det viste seg at de med gode leseferdigheter hadde utbytte av begge metoder mens de gjennomsnittlige og svake leserne hadde derimot hadde mindre læringsutbytte av den metoden som bygget på setningskontekst. I følge Clements-Stephens et al. (2012) viste det seg at de med gjennomsnittlig og svake leseferdigheter hadde et større utbytte av mer tydelig metode hvor ordet var isolert fra en setningskontekst slik som i den fonologiske metoden (Clements-Stephens et al., 2012).

Sandak et al. (2004) fant i sin studie av 20 engelsktalende deltakere i alderen 16-48 (median alder 22 år) at ved å skille mellom ortografiske, fonologiske og semantiske tilnærminger for innlæring av nye ukjente ord fant en forskjell i de nevrale kretsene de ulike tilnærmingene påvirket. Resultatet indikerte at bare en fonologisk tilnærming i stor grad var med på å spesialisere området som er kjent som Visual Word Form Area og området i occipital-temporallappen, to områder som er sentrale i deriblant fonologisk prosessering, og konkluderer med at VWFA funksjon strekker seg utover fremhenting av visuelle ord til og også raskt kunne kartlegge visuelle ord og sette sammen med fonologiske ordformer (Sandak et al., 2004).

I senere tid har en noe forskning og tatt for seg mulige forskjeller i læringsutbytte ved bruk av skriving for hånd versus å skrive med tastatur (typing). I en studie av til sammen 12 deltakere, hvorav 6 menn og 6 kvinner ($\bar{x}=26$, $SD=3$) fant Longcamp et al. (2008) at de som hadde lært nye tegn (bokstaver) gjennom håndskrift hadde en mer presis besvaring når de

skulle gjenkjenne bokstavene ved en test. Resultatene etter 5 uker viste og at de som hadde lært gjennom å skrive for hånd husket signifikant flere bokstaver sammenlignet med de som hadde fått opplæring på data. Data fra fMRI-skanning viste at forskjellen i prestasjoner kunne relateres til ulike nevralt traséer som ble aktivert for de ulike metodene, hvor traséer aktivert under opplæring av håndskrift var delvis overlappende med nevralt traséer som er aktive under normal bokstavgjenkjenning som venstre lateraliserte språkområder (Longcamp et al., 2008).

6.1.1 Ulike læringsmetoder gir ulikt læringsutbytte.

Ulike metoder og tilnærminger til hvordan barn skal lære å lese påvirker ulike nevralt nettverk i hjernen. Resultatet fra både Sandak et al. (2004) og Longcamp et al. (2008) sine forskningsprosjekt viser at metoder som er med på å aktivisere områder som assosieres med fonologisk prosessering i venstre hemisfære, og da også området VWFA som er sentralt i gode leseferdigheter (Dehaene et al., 2010). At metoder som aktiverer viktige nevralt nettverk i hjernen gir et bedre læringsutbytte ved at det huskes lengre og hentes fra minnet med en større presisjon (Longcamp et al., 2008) støtter Gerald Edelmans teori om hvordan nevralt nettverk som aktiveres styrkes og danner dermed langtidspotensiering for aktivisering (Bear et al., 2007; Stensdotter, 2008). Gjennom læringsmetoder som aktiverer de sentrale språkområdene i venstre hemisfære, deriblant VWFA, styrkes disse områdene som igjen er en indikasjon på at metodene som aktiverer disse områdene gir et større læringsutbytte for eleven.

6.2 Jenter og gutters læring av leseferdigheter.

6.2.1 Gutter og jenter med forutsetninger for læring av leseferdigheter

Ferdigheten å lese underbygges av ulike evner som mennesker er tildelt gjennom det genetiske materialet som er nedarvet fra foreldrene, DNA, for læring av leseferdigheter vil sentrale evner f.eks. være å se (synet), hørselen og evnen til å produsere språk. I en studie av 265 kvinner og 191 menn ($\bar{x}=23.76$, $SD=2.81$) fant Ocklenburd et al. (2013) at variasjon i genet FoxP2 påvirket variasjon i asymmetrien i prosesseringen av språk antagelig områder i tinnelappen og temporopariellappen. Et sentralt ankerpunkt er at uttrykket til FoxP2 reguleres av androgener så tidlig som på embryonalperioden¹⁶ av fosterutviklingen (Bowers, Perez-Pouchoulen, Edwards & McCarthy, 2013; Bowers, Perez-Pouchoulen, Roby, Ryan, McCarthy, 2014). Gjennom sitt uttrykk påvirker FoxP2 genet en rekke andre gener som kan være sentral i nervecellenes plastisitet i spesifikke områder av hjernen som er sentrale i

¹⁶ Embryonalperioden: Den andre av tre perioder som utgjør et svangerskap. Fra 3. til 8. uke av svangerskapet i en periode hvor fosterets vekst styres gjennom instruksjoner fra DNA (Hesheim, 2014).

språkutviklingen. I en studie hevder Bowers et al. (2013) at siden gutter viste et lavere nivå av FoxP2 proteiner i venstre hemisfære sammenlignet med jenter, var nivået av FoxP2 proteiner med på å innvirke på kjønnes kommunikative evner med et fortrinn til jentene. I følge Bowers et al. (2013) gjenspeiles dette i hvordan jenter er yngre når de sier sitt første ord og hele setning sammenlignet med gutter, og har også et større vokabular og variasjon i setningsbruk enn gutter.

6.2.2 Gutter og jenter bruker hjernen ulikt når leseferdigheter læres

Som tidligere nevnt ser en gjennom de nasjonale kartleggingsprøvene at det er en forskjell mellom kjønnene i leseferdigheter på alle stadiene gjennom grunnskolen, og at denne forskjellen ser ut til å være økende frem mot 15års alderen (Eriksen & Roe, 2014; Lundetræ & Solheim, 2013).

I sin studie av til sammen 62 barn, hvorav 31 var jenter og 31 gutter, i alderen 9-15 år fant Burman, Bitan, og Booth (2008) kjønnsforskjell på testene som omhandlet staving ($p < 0.10$), å lese flytende (fluency) ($p < 0.05$), rask navngiving (rapid naming) ($p < 0.05$) og fonetisk avkodings effektivitet ($p < 0.05$) i jentenes favør (Burman et al., 2008). Ved hjelp av fMRI-skanning ved språkopp-gaver fant Burman et al. (2008) og en effekt av kjønn som viste at jentene aktiviserte i større grad bilaterale områder av inferior frontal gyrus og midtre temporal /fusiform gyrus sammenlignet med guttene som viste svakere aktivisering av høyre hemisfære, og at aktiveringen av de nevnte områdene var fordelaktig for jenters prestasjoner. Burman et al. (2008) konkluderer med at resultatene fra studien viste indikasjoner på at gutter og jenter bruker ulike deler av hjernen når de gjennomfører presise kognitive funksjoner som er knyttet til læringen av leseferdigheter (Burman et al., 2008).

Spironelli, Penolazzi, og Angrilli (2010) fant et lignende resultat med tanke på aktivisering i sin ERP-studie¹⁷ av 28 10 åringer hvor 14 var gutter og 14 jenter. Resultatene fra studien viste at jenter hadde en langt større negativitet i høyre hemisfære sammenlignet med gutter, dette støtter oppunder Burman et al. (2008) funn om at jenter er i mindre grad lateralisert mot venstre under opplæringen i motsetning til gutter som viser en større asymmetri i områder aktivisert under læringen av leseferdigheter, dette gjaldt spesielt for de fonologiske ferdighetene (Spironelli et al., 2010). Jentenes bilaterale prosessering viste en sammenheng med raskere lese hastighet samtidig som jentenes høyre lateralisering var assosiert med en raskere lese hastighet knyttet til deriblant pseudo ord.

¹⁷ ERP-studie: Event-Related Potential (ERP). En studie som tar i bruk elektroencefalografi (EEG) som registrerer de elektriske svingningene i korteks via elektroder plassert på utsiden av hodet. Ved en ERP-studie registrerer en de elektriske svingningene knyttet til et spesielt fenomen f.eks. lesing (Bodal, 2013; Purves et al., 2012).

I en annen studie som inkluderte til sammen 24 kinesiske studenter (13 menn og 11 kvinner) i alderen 19-25 år ble det gjort et forsøk hvor studentene skulle lære nye ord i et nytt språk. Der fant man støtte for at jenter og gutter bruker hjernen ulikt i prosessen for å lære seg nye språk. Resultatet viste at aktivitet i venstre lateraliserte fusiform gyrus predikerte ferdighetene for lesing av ord hos menn. Hos kvinner derimot så en at bilaterale fusiform gyrus kunne til dels predikere resultatene for kvinner (Chen et al., 2007).

En ser klare forskjeller hos jenter og gutter i utvikling og læringen av en rekke delferdigheter av leseferdigheten, hvor jenter presterer signifikant bedre enn gutter (Burman et al., 2008). Resultatene fra studiene til Burman et al. (2008), Spironelli et al. (2010) og Chen et al. (2007) viser at gutter og jenter bruker ulike deler av hjernen når de leser. Jenter viser i langt større grad aktivitet i begge hemisfærer både som barn og ungdom og som voksen når de skal lære seg nye bokstaver/symboler (Chen et al., 2007).

At gutter allerede på et tidlig stadium faller fra og blir hengende etter jentene i leseferdigheter har stor betydning for hvordan den videre utviklingen går. Både avkoding av ord og gjenhenting av allerede kjente ord er elementer i de to lesestrategiene som er sentrale for å ha en rask og effektiv prosessering av ord, et viktig element i det å ha gode leseferdigheter (Borowsky et al., 2007; Shaywitz & Shaywitz, 2008). Jenter får med det utviklet mer effektive lesestrategier, leksikalsk og ikke-leksikalsk, enn gutter på et tidligere tidspunkt. Jenter vil tidligere enn gutter få bygget opp et større vokabular fordi deres bruk av den ikke-leksikalske strategien viser seg å prosessere nye ord mer effektivt sammenlignet med gutter (Burman et al., 2008; Chen et al., 2007; Spironelli et al., 2010).

6.3 Gode leseferdigheter gir bedre læringsutbytte, også i læring av leseferdigheter.

En ser en rekke paralleller mellom Edelmans tre trinn for hjernens utvikling og modellen som Sigmundsson og Wiedemann (2008) viser i til sin teori for læring av ferdigheter. Likt for dem begge er at ettersom en ferdighet læres frigjøres det kapasitet i hjernen til prosessering av annen stimulus som nye ukjente bokstaver eller ord, men en kan anta også til informasjon i tekst. Dette støttes av studier som viser at de som allerede innehar gode leseferdigheter har et bedre utbytte av flere andre metoder sammenlignet de med gjennomsnittlige eller svakere leseferdigheter (Clements-Stephens et al., 2012; Sandak et al., 2004).

De med gode leseferdigheter enten det er jenter eller gutter får et langt større utbytte enten det innebærer metoder som har en tydelig sammenheng mellom bokstav og lyd, eller om det er å lese nye tekster og lære nye ord ut i fra konteksten (Clements-Stephens et al., 2012; Sandak et al., 2004). Gode leseferdigheter gir bedre læringsutbytte i møte med nye

situasjoner i lesing på grunn av hjernens fleksibilitet og robusthet i møte med nye situasjoner på tvers av ulike metoder (Clements-Stephens et al., 2012).

7 Drøfting

Drøftingen er delt inn i fem hoveddeler. I de to første delene drøftes det rundt elevenes læring av leseferdigheter og de nevrologiske studiene som ble presentert i kapittel 5 og kapittel 6 sett opp mot teoriene til Edelman og Gottlieb, og teorien rundt utviklingen av leseferdigheter i kapittel 4. I den tredje delen samles trådene i noen nevrologiske prinsipper som blir tatt med videre i den neste delen. I den fjerde delen vendes blikket mot tre sentrale pedagogiske begreper, *forebygging*, *tidlig innsats* og *tilpasset opplæring*, her drøftes det rundt hvordan lærere kan ta i bruk kunnskapen fra nevrologisk forskning. I den siste og femte delen drøftes forholdet mellom fagfeltene og går litt inn på hvorfor denne kunnskapen er aktuell for lærere, førskolelærere og spesialpedagoger.

7.1 Barns læringsmiljø og læring fra et nevrologisk perspektiv

7.1.1 Barnets miljø som læringsarena

Mennesker er helt avhengige av en ytre stimuli i form av gjentatte erfaringer for å skape læring i hjernen (Edelman, 1992, 1993). En normal utvikling forutsetter at det finnes en forhandling mellom det et individ har med seg og miljøet rundt, altså de indre og ytre stimuliene, som sammen legger til rette for at det skjer endring i hjernen. Forholdet mellom de ytre og de indre stimuliene ses som et toveisforhold mellom miljø og gener, DNA, hvor menneskenes atferd og erfaringer er avgjørende for om menneskene klarer å benytte seg av det genetiske potensiale som er iboende i dem (Gottlieb, 1998).

Ut i fra Edelman og Gottlieb sine teorier skjer læring i hjernen som en følge av endringer som gir elevene erfaringer som fører til aktivisering i hjernen og gjennom gjentatte aktiviseringer lagres dette i nevronenes potensiale eller nivå for aktivisering i form av langtidspotensiering (Edelman, 1992, 1993; Gottlieb, 1998). Læring skjer altså i hjernen mens muligheten for læring skapes i miljøet rundt barnet, aller helst gjennom en aktivitet som vektet som meningsfylt, en erfaring å ta læring fra, av det enkelte elev. På den måten effektiviseres læringen gjennom at nevronene og det indre miljøet rundt dem er mer «følsomme» for aktivisering (Edelman, 2006; Brodal, 2013). Vektleggingen av miljøets rolle i å skape en normal utvikling og læring hos barn i følge Edelman og Gottliebs teorier setter på mange måter handlingsrommet for lærere og spesialpedagoger. Det er her lærere og spesialpedagoger kan og må påvirke den enkelte elevs atferd og legge til rette for erfaring eller opplevelser som er med på å gi elevene muligheter for læring, ved å henvende seg til elevenes interesser og egen nysgjerrighet. Med miljøet som en sentral faktor for utvikling vil lærere og spesialpedagoger sitte med nøkkelen til hvordan en elev skal få muligheten til å utvikle seg og benytte seg av sitt potensiale til å lære, f.eks. å lese.

Arbeidet med å skape kvantitative endringer av ferdigheter følger et krav om å måtte trene spesifikt og mye på en ferdighet ved hjelp an en rekke repetisjoner (Sigmundsson & Haga, 2005; Sigmundsson & Weidemann, 2008). Læring skjer i den enkelte elev (Edelman, 1992, 1993), og det stiller derfor krav til elevenes egenaktivitet ved læringen av en ny ferdighet som leseferdigheter. For å legge til rette for elevenes egenaktivitet som vektet som meningsfylt, blir å skape et godt læringsmiljø sentralt. Dette kan gjøres gjennom en rekke tiltak, deriblant tilpasset opplæring som er et sentralt verktøy for lærere og spesialpedagoger, som jeg vil komme tilbake til senere i drøftingen, og samtidig et krav til undervisningen (Opplæringslova, 2010).

7.1.2 Læring av leseferdigheter.

I den tidligste perioden av leseferdigheter begynner elevene å se sammenhengen mellom grafem og fonem (Hulme & Snowling, 2009). Det er i denne perioden viktig at elevene forstår ferdigheten, altså å sette sammen en bokstav med dets tilhørende lyd, f.eks. sammenhengen mellom bokstaven «T» og t-lyden (Sigmundsson & Wiedemann, 2008). Å sørge for at elevene forstår ferdigheten de skal lære er og viktig for at elevene skal oppleve aktiviteten de gjør som meningsfylt. Det er med det samsvar mellom den forventningen de har til aktivitetens formål og den opplevelsen de selv har av aktiviteten (jfr. Edelman, 1992, 1993)

Etter som eleven forstår ferdigheten, lærer flere bokstaver og deres tilhørende ordlyd går eleven videre inn i en periode av læringen som domineres av avkodning. I denne perioden begynner eleven å systematisere bokstav-lyd kunnskapen (Hulme & Snowling, 2009), og perioden domineres av at sammenhengen mellom grafem og fonem blir repetert gjennom at eleven leser ved å stave seg gjennom ordene ved å avkode bokstav for bokstav, en ikke-leksikalsk lesestrategi (Shaywitz & Shaywitz, 2008). Denne repeteringen og treningen av koblingen mellom bokstav og fonem er med på å aktivere områdene i venstre hemisfære, deriblant «bokstavboksen» (Clements-Stephens et al., 2012). Gjennom trening vil dermed nervebanene og nevronene i disse områdene styrkes på grunn av den gjentatte aktiviseringen (jfr. Edelman, 1992, 1993, 1996), noe som vil være viktig for resirkuleringen og spesialiseringen av området som blir til «bokstavboksen», og dens sentrale rolle i prosesseringen av bokstaver og i koblingen med de resterende språkområdene i venstre hemisfære som deriblant er viktige for den fonologiske prosesseringen (Dehaene et al., 2010). Eleven begynner å lagre de ulike bokstavene og bokstavsammensetninger som han eller hun får nye erfaringer med (Vinickier et al., 2007), dette er med på å legge grunnlaget for overgangen fra en lesestrategi til en toveis prosess når eleven leser, den ikke-leksikalske og den leksikalske lesestrategien (Turkeltaub et al., 2003; Shaywitz & Shaywitz, 2008).

Overgangen fra en lesestrategi, ikke-leksikalske til to samarbeidende lesestrategier (Turkeltaub et al., 2003, Braze et al., 2007; Dehaene, 2010), markerer og overgangen til en ny periode av læringen av leseferdigheter, flytende lesing (Hulme & Snowling, 2009). På dette punktet av utviklingen kan ferdigheten regnes som automatisert (Sigmundsson & Wiedemann, 2008) og eleven benytter den ikke-leksikalske lesestrategien som en reservestrategi i tilfelle eleven møter på ukjente bokstaver eller ord. Den spiller derfor en fortsatt en sentral rolle i elevens leseferdighet (Turkeltaub et al., 2003; Dehaene, 2010). På dette tidspunktet kan det tenkes at «bokstavboksen» har blitt spesialisert til å prosessere bokstavsammensetninger opp mot quadrigram (Vinickier et al., 2007; Dehaene et al., 2010; Olulade et al., 2013), sammen med at nevronene i venstre hemisfære aktiveres på et lavere nivå (Parviainen et al., 2006) siden det er dannet et langtidspotensiale for aktivering i nevronene (Stensdotter, 2008). Dette fører igjen til at elevene raskere kan gjenkjenne og prosessere kjente symboler (Parviainen et al., 2006). På bakgrunn av en bredere erfaring med lesing kan det tenkes at læringen av leseferdigheter går videre til et nivå hvor ferdigheten er generalisert (Sigmundsson & Wiedemann, 2008). I denne delen av læringen av leseferdigheter kan det tenkes at hjernen har dannet kortikale kart ved at ulike områder av hjernen har koblet seg sammen. Dette frigjør deriblant kapasitet ved prosesseringen av bokstaver (jfr. Edelman, 2006). Samtidig muliggjør dette en toveis prosessering av ord, en leksikalsk og en ikke-leksikalsk (Turkeltaub et al., 2003).

7.2 Hvordan lærer elevene å lese

7.2.1 Utbytte av læringsmetode

Utbytte den enkelte elev har av de læringsmetodene som velges av læreren er avhengige av de leseferdighetene eleven allerede innehar. Studien til Clements-Stephens et al. (2012) viste at elever med gode leseferdigheter fikk et læringsutbytte av flere ulike læringsmetoder sammenlignet med de elever som hadde svake til gjennomsnittlige leseferdigheter, samtidig som den siste gruppen viste indikasjoner på at fikk et bedre utbytte av mer spesifikke metoder med klare sammenhenger mellom ordbilde og ordlyd.

Ut i fra Hulme og Snowling (2009) tyder det på at disse to elevgruppene befinner seg i ulike perioder av læringen av leseferdigheter, og kanskje fordeler elevene seg ut over alle periodene i læringen av leseferdigheter. De elevene med gode leseferdigheter som hadde et læringsutbytte av en rekke ulike metoder, kan det tenkes at de i det minste har automatisert forholdet mellom grafem og fonem, og dermed klarer å prosessere symboler og lyd raskere og mer effektivt sammenlignet med elevene med svake til gjennomsnittlige leseferdigheter (Sigmundsson & Wiedemann, 2008; Hulme & Snowling, 2009). De elevene med svake til

gjennomsnittlige ferdigheter som hadde behov for spesifikke metoder kan tenkes at befinner seg i det stadiet av læringen av leseferdigheter hvor sammenhengen mellom grafem og fonem fortsatt ikke er automatisert, kanskje til og med ikke lært eller forstått (Sigmundsson & Wiedemann, 2008). Denne elevgruppen har med det ikke hatt mange nok repetisjoner til å «lagre» informasjonen om bokstaver i «bokstavboksen» (jfr. Edelman, 2006), men er i en periode hvor denne koblingen læres gjennom gjentakelser av sammenhengen mellom bokstav og lyd (Hulme & Snowling, 2009). Det kan med det tenkes at den elevgruppen som består av elever med svake til gjennomsnittlige leseferdigheter ikke har øvd tilstrekkelig på delkomponenten avkodning av leseferdigheter og har manglende kunnskaper om forholdet mellom grafem og fonem, men befinner seg et sted på veg mot å ha tilegnet seg denne kunnskapen.

Forskjellen i utbytte av læringsmetoder i treningen og læringen av leseferdigheter hos elever på ulikt nivå i leseferdigheter kan forklares med at de ulike metodene aktiverer ulike områder av hjernen. En semantisk tilnærming som metode viste aktivering i områder av hjernen som assosieres med gjenhenting av innlærte representasjoner mens metoder basert på en fonologisk tilnærming viste aktivering i venstre hemisfære og området «bokstavboksen» (Sandak et al., 2004). Elevene med gode leseferdigheter har mulighet til å få et godt læringsutbytte av begge metoder fordi de allerede har god kunnskap om koblingen mellom grafem og fonem (jfr. Sandak et al., 2004). Den samme elevgruppen henter læring fra begge metoder fordi repetisjonen av bokstavkunnskapen er med på å styrke langtidspotensialet i nevronene (jfr. Edelman, 1992, 1993; Stensdotter, 2008), noe som potensielt kan føre til at nevronen aktiveres på et lavere nivå og den generelle aktiveringen blir lavere (jfr. Parviainen et al., 2006). For elever med svake til gjennomsnittlige leseferdigheter som befinner seg i en periode av utviklingen hvor innlæringen av bokstavkunnskapen står sentralt (jfr. Hulme & Snowling, 2009), kan bruk av feil metode føre til et lavere læringsutbytte fordi den eksisterende bokstavkunnskapen ikke er god nok og muligheten for å lære ord ut ifra konteksten de presenteres i mindre. For elever som har behov for spesifikke metoder for trening (Clements-Stephens et al., 2012) av leseferdighet gjennom en avkodingsstrategi, kan en metode med et semantisk grunnlag føre til at de viktige områdene ikke aktiveres, og heller ikke styrkes gjennom den treningen som legges ned (jfr. Edelman, 1992, 1993).

Valg av metode for opplæringen i leseferdigheter med utgangspunkt i hvilken utviklingsperiode elevene befinner seg i, er for elevene dermed svært viktig. Kanskje spesielt for de elevene som fortsatt befinner seg i en periode hvor avkodning står i fokus (jfr. Hulme & Snowling, 2009). Viktigheten av valg av metode understrekes ved at venstre lateraliserte områder som assosieres med normal bokstavgjenkjenning lagrer informasjon om bokstaver

raskere og mer effektiv sammenlignet med metoder som ikke aktiviserer disse områdene (Longcamp et al., 2008).

Studiene gjennomført på læringen av leseferdigheter er gjennomført på et utvalg deltakere med et aldersspenn fra 16 år til 48 år (Sandak et al., 2004; Longcamp et al., 2008; Clements-Stephens et al., 2012). Disse resultatene belyser og at bruken av en ikke-leksikalsk lesestrategi, avkoding, når en lærer nye ord er sentral for voksne. På bakgrunn av antatt leseerfaring kan det finnes indikasjoner på at barn og er sterkt avhengige av spesifikk metode med en klar sammenheng mellom grafem og fonem, fordi de voksnes leseerfaring er langt større sammenlignet med barn, og derfor har de voksne leserne utviklet et mer robust nevralt nettverk for lesing (jfr. Edelman, 1992, 1993).

Elever har med det et behov for å «overlære» sammenhengen mellom grafem og fonem gjennom bruk av en ikke-leksikalsk avkodingsstrategi. Dette er svært viktig fordi den bokstavkunnskapen som tilegnes gjennom en ikke-leksikalsk lesestrategi legger grunnlaget for læringen av en leksikalsk lesestrategi (Turkeltaub et al., 2003; Sigmundsson & Wiedemann, 2008). Periodene i læringen av leseferdigheter hvor elevene skjønner og begynner å lære sammenhengene mellom grafem og fonem blir med det en viktig periode i læringen av leseferdigheter (jfr. Hulme & Snowling, 2009). Det legges med det et grunnlag for spesialiseringen av «bokstavboksen» (Dehaene et al., 2010) og dens indre organisering for prosessering av bokstaver og bokstavsammensetninger (Vinickier et al., 2007; Olulade et al., 2013)

7.2.2 Ulikheter mellom kjønn.

Kjønnsforskjellene i leseferdigheter i både internasjonale og nasjonale tester peker i jentenes favør, en utvikling som en allerede ser i tidlig alder, men som også utvikler seg gjennom grunnskolen (Lundetræ & Solheim, 2013) til så å utgjøre en forskjell i leseferdigheter mellom gutter og jenter på et år i femtenårsalderen (Eriksen & Roe, 2014). Denne forskjellen mellom gutter og jenter ser en igjen i at jenter i snitt skårer signifikant bedre enn gutter på alle delferdigheter av leseferdighet (Burman et al., 2008).

En mulig årsak til denne forskjellen kan være hvordan gutter og jenter bruker hjernen når de lærer å lese. I motsetning til gutter bruker jenter mer bilaterale områder av hjernen når de skal lære å lese, dette både når de befinner seg på begynnerstadiet i lesing i 9-15 års alderen (se Burman et al., 2008; Spironelli et al., 2010) og hos mer erfarne lesere (19-25 år) når de skulle lære seg nye på et nytt språk (Chen et al., 2007). Virkningen av at gutter og jenter bruker hjernen ulikt når de skal lære å lese har vært liten forskning på, men i en gjennomgang av studier (review) som fokuserte på bruk av høyre hemisfære i leseferdigheter fant Hartwigsen og Siebner (2012) en signifikant involvering fra høyre hemisfære i en rekke

språkfunksjoner, deriblant fonologisk beslutning, leksikalsk-semantic prosessering og lesing. I en av studiene som presenteres i Hartwigsen og Siebner (2012) trekkes frem involveringen av høyre posterior partiellapp (isselappen, se figur 1, side 12) når presentert stimuli består av en miks av små og store bokstaver eller ved lav kontrast (Braet & Humpherys, 2006). Braet og Humpherys (2006) hevder at høyre posterior partiellapp er sentral i prosessering når bokstavene som presenteres er ukjente eller stiller krav til visuell oppmerksomhet. Det kan med det tenkes at disse bokstavene presenteres i en form som faller utenfor «normalen» som «bokstavboksen» trenger for å prosessere stimulien (Cohen et al., 2008), noe som fører til at den som leser må ta i bruk en avkodingsstrategi, ikke-leksikalsk, for å se hva som står. Selv om verken gjennomgangen til Hartwigsen og Siebner (2012) eller studien til Braet og Humphreys (2006) tok for seg kjønnsforskjeller, kan fordelene av prosesseringen av tekst i høyre hemisfære (Braet & Humpherys, 2006), som en kan anta at jenter har i en større grad enn gutter grunnet en mer bilateral prosessering av leseferdigheter, (Chen et al., 2007; Burman et al., 2008), være sentral i læringen av leseferdigheter fordi den innvirker på en sentral periode i læringen av leseferdigheter, avkodingsperioden (Hulme & Snowling, 2009). Dette underbygges av studien til Spironelli et al. (2012) som fant klare sammenhenger mellom jentenes bilaterale prosessering av visuelle ord og fonologiske ferdigheter, og lesehastighet knyttet til ukjente ord. Som drøftet tidligere kan denne perioden være sentral i spesialiseringen av «bokstavboksen» som er sentral i læring av leseferdigheter (Dehaene et al., 2010).

Asymmetrien i hvordan jenter bruker hjernen når de leser tilskrives genet FoxP2 som ved sitt uttrykk påvirker vekten av hemisfærene (Ocklenburg et al., 2013). Samtidig er det en del forskning som gjenstår før en har den fulle forståelsen av innvirkningene fra FoxP2 genet på språkferdigheter. Det er derfor vanskelig å si noe spesifikt om sammenhengen mellom FoxP2 genet og læringen av leseferdigheter, deriblant i tilknytning til de sentrale språkområdene Brocas i inferior frontal gyrus, partiotemporal cortex og occipitotemporalcortex (Bowers et al., 2013), men en kan anta at om FoxP2 genet har innvirkning på plastisiteten i en rekke sentrale språkområder i venstre hemisfære påvirker dette muligens og evnen til å lære å lese. Siden jenter har vist en større mengde av FoxP2-proteiner i venstre hemisfære kan en anta at dette påvirker hvor lang tid det tar for jenter å tilpasse seg leseferdigheter. Dette har med det innvirkning på den treningen som gutter og jenter har behov for i avkodingsperioden for å kunne automatisere ferdigheten slik at eleven begynner å lese flytende (Hulme & Snowling, 2009). En kan anta at nervecellene i jentene vil med det lettere kunne tilpasse seg stiumulien, bokstavene, når de skal lære å lese sammenlignet med

gutter, og motsatt at gutter har behovet for mer trening før nervecellene har tilpasset seg leseferdigheten (jfr. Edelman, 1992, 1993, 2006).

Den forskningen som har vært med å belyse leseferdigheter kan peke i en retning av at forskjellen på gutter og jenters evne til å lære å lese skapes forut for tilegnelsen av leseferdigheter. Enten som forskjeller i evner eller i ferdigheter som støtter oppunder læringen av leseferdigheter. Gutter og jenters evne til å lære å lese kan med det tilskrives den første delen av Edelmans sin TNGS om hjernens utvikling, «Developmental Selection», hvor hjernen konstrueres og organiseres på bakgrunn av DNA (Edelman, 1992, 1993). Dette gjelder da både for hvordan gutter og jenter bruker hjernen ulikt når de lærer å lese (Chen et al., 2007; Burman et al., 2008, Ocklenburg et al., 2013), og muligheten for forskjeller i plastisiteten i språkområdene i hjernen (Bowers et al., 2013, 2014).

7.2.3 Leseferdighetens «snøballeffekt».

Gjennom læringen av leseferdigheter via å forstå prinsippene ved lesing, til å lære seg koblingene mellom grafem og fonem og til slutt å automatisere disse (jfr. Sigmundsson & Weidemann, 2008), går hjernen gjennom en ombygging, resirkulering, av sin nevralt nettverk (Dehaene et al., 2010). Siden gode leseferdigheter frigjør deler av hjernens kapasitet til å prosessere informasjon (jfr. Edelman, 2006), er det særlig grunn til å anta at dette gir fortrinn i de fagene som stiller krav til at elevene leser og henter ut informasjon fra tekst, f.eks. i matematikk ved løsning av tekstoppgaver hvor en er avhengig av å hente ut relevant informasjon for å løse oppgaven. Elever med svake leseferdigheter, og til dels de elevene med gjennomsnittlige leseferdigheter, vil derimot ikke ha kommet til et nivå i læringen av leseferdigheter hvor det er dannet kortikale kart (jfr. Edelman, 2006). For disse elevgruppene vil det ikke være samme frigjøring av kapasitet i hjernen, men vil i stedet for å ha kapasitet til å trekke ut meningsinnholdet i teksten, måtte øve på å lese.

En konsekvens av svake, og til dels gjennomsnittlige leseferdigheter kan med det forplante seg fra å være en vanske som er knyttet til lesing til å bli en vanske som er knyttet opp mot ulike fag. På grunn at elevene med svake til gjennomsnittlige leseferdigheter ikke har kommet langt nok i læringen av leseferdigheter, vil disse elevene i større grad bruke tid på å lære å lese, enn å «fange» meningsinnholdet i teksten. Formålet med å lese teksten og utbytte av den står ikke i likevekt, noe som kan føre til at oppgaven med å lese teksten oppleves som meningsløst noe som kan være med å svekke effektiviteten i læringen i hjernen på grunn av fraværet av utløsningen av dopamin (jfr. Edelman, 1992). Elever som gang på gang opplever en meningsløshet til de aktivitetene og den læringen det legges til rette for i skolen kan i verste fall antas å komme inn i en sirkel hvor eleven verken lærer fag eller styrker sine leseferdigheter, men heller utvikler et negativt forhold til det å lese og faget som helhet.

Videre kan en slik utvikling føre til at eleven sin svake leseferdigheter kan virke truende for eleven sitt selvbilde, noe som kan føre til at eleven begynner å stille spørsmål ved egne evner til å kunne lese og oppleve en frykt for å bli sett ned på. Dette kan føre til at eleven benytter ulike strategier for å dekke over manglene på leseferdigheter ved f.eks. å yte mindre fordi eleven allerede forventer at han eller hun ikke vil mestre aktiviteten eller prestere opp mot de forventningene som er skapt (Skaalvik, 2004).

På grunn av leseferdighetenes sentrale plass i utdanningssystemet kan det å sikre gode leseferdigheter hos norske elever være med på å åpne en rekke dører til videre utdanning og utvikling, samtidig øker mulighetene for å benytte seg av det potensialet elevene har som individer. Leseferdigheter blir som en «snøballeffekt» hvor de som mestrer ferdigheten, får et bedre læringsutbytte av lærebøker, nettsider etc. fordi de gode leseferdighetene frigjør kapasitet til å prosessere innholdet i tekstene (Edelman, 1992, 1993). Derimot vil de elevene som ikke mestrer leseferdigheten fullt ut risikere å henge etter i en rekke fag siden leseferdighetene skal gå igjen i alle fag (Utdanningsdirektoratet, 2012), og bruker med det heller tiden på å lære å lese. For disse elevene ruller snøballen i en negativ retning. Dette betyr dessverre at svake leseferdigheter kan være med på å lukke dører, hindre videre utvikling og gjøre årene gjennom utdanningssystemet vanskelige for disse elevene, som kan være med på å skape et negativt selvbilde hos den enkelte elev (Skaalvik, 2004)

7.3 Sammenfatning av studiene og nevrologiske prinsipper for leseopplæring.

Før jeg går videre til andre del av drøftingen vil jeg samle trådene fra studiene og første del av drøftingen. Disse vil jeg ta med meg inn i drøftingen rundt de pedagogiske prinsippene forebygging, tidlig *innsats* og *tilpasset opplæring*.

Læring skjer gjennom en erfaringsbasert seleksjon i nevronene i hjernen som fører til en sammenkobling av nevralt nettverk som danner kortikale kart (Edelman, 1992,1993, 2006). Sentralt i denne læringsprosessen står den toveis interaksjonen mellom eleven og miljøet rundt (Gottlieb, 1998). Læring skjer med det gjennom elevenes egenaktivitet noe som igjen er med på å aktivere hjernen og skape endringer i nevronenes aktivering. Gjennom økt aktivering styrkes sammenkoblingene mellom nevronene på grunn av hjernens tilpasningsevne (plastisitet), og ferdighetene automatiseres (Edelman, 1992).

Leseferdigheter må læres. I like stor grad som at leseferdigheter endrer hjernen, må elevene endre sin hjerne for å kunne lese. Sentralt i denne endringen av hjernen står kravet til repetisjoner og øving. En viktig periode i læringen av leseferdigheter er avkodingsperioden som er dominert av en ikke-leksikalsk lesestrategi hvor elevene avkoder bokstav for bokstav for å lese et ord. Dette er øvelser som kan være viktige i spesialiseringen av «bokstavboksen»

for avkodning av bokstaver og bokstavs sammensetning i en leksikalsk lesestrategi. Lengden på denne perioden er usikker, men elever som befinner seg i denne perioden av læringen av leseferdigheter har behov for spesifikke læringsmetoder som har et fonologisk utgangspunkt for læringen. Det som trenes styrkes og i denne perioden er bokstavkunnskapen sentral. Denne må automatiseres før en kan gå til neste periode, flytende lesing.

Det som trenes styrkes. Dette gjelder også leseferdigheter. Ulike metoder aktiverer ulike deler av hjernen, fonologiske metoder aktiverer områder som assosieres med fonologiske ferdigheter, mens semantiske metoder aktiverer områder som er assosiert med gjenhenting av allerede lært kunnskap. Eksisterende leseferdigheter er viktig for det utbytte den enkelte elev har av metodene. Kunnskapen som aktiviserer språkområdene i venstre hemisfære lagres mer effektivt, og fremhentes raskere og huskes lengre etter innlæring.

Gutter og jenter har forskjellig utgangspunkt for læringen av leseferdigheter. De bruker deriblant forskjellige områder av hjernen til å lese. Jentene har en mer bilateral prosessering av leseferdigheter som kan føre til at de drar nytte av høyre hemisfære i en ikke-leksikalsk lesestrategi (se Braet & Humpherys, 2006; Spironelli et al., 2010; Hartwigsen & Siebner, 2012). Nyere forskning peker og på at jenter gjennom genet FoxP2 kan ha en bedre tilpasningsevne rettet mot språk i venstre hemisfære sammenlignet med gutter.

Fra et nevrovitenskapelig perspektiv kan en ut i fra de utvalgte studiene trekke frem fire perspektiver for læringen av leseferdigheter: 1) læring skjer i hjernen som et resultat av en toveis interaksjon mellom eleven og miljøet rundt (Edelman, 1992, 1993, 2006; Gottlieb, 1998), 2) leseferdigheter må læres og elevene må endre hjernen for å kunne lese (jfr. Dehaene et al., 2010), 3) metoden har betydning (Sandak et al., 2004; Longcamp et al., 2008; Clements-Stephens et al., 2012) og 4) gutter og jenter har ulike utgangspunkt når de skal lære å lese og bruker hjernen forskjellig (Chen et al., 2007; Burman et al., 2007; Spironelli et al., 2012; Bowers et al., 2013, 2014).

7.4 Forebygging, tidlig innsats og tilpasset opplæring i lys av nevrovitenskap

7.4.1 Leseferdighet – En solid grunnmur for videre læring

I et moderne samfunn med elever med ulike morsmål, med ulik sosial bakgrunn og de som kommer flyttende fra ulike steder i landet blir det et mangfold i en nærskole som får sine elever i fra området hvor skolen ligger (Opplæringslova, 2010). Naturlig nok fører et slikt mangfold til at skolen får en elevgruppe som består av elever med svake, gjennomsnittlige og gode leseferdigheter, noe som fører til at en har elever som tilhører alle periodene av læringen av leseferdigheter (jfr. Hulme & Snowling, 2009).

Kunnskapen om utviklingen av leseferdigheter generert gjennom nevrovitenskapelige studier tydeliggjør behovet for et forebyggende arbeid rettet mot barns leseferdigheter. Utviklingen i hvordan barn lærer nye ferdigheter, deriblant lærer å lese, viser at en ferdighet må læres godt, før hjernen begynner å frigjøre kapasitet til å prosessere annen informasjon som innholdet i en tekst (jfr. Edelman, 1992, 1993, 2006).

Dermed kan leseferdigheter være en faktor som tipper lasset i en retning av at skolen som institusjon bidrar til sosiale forskjeller mellom de elevene med gode og svake leseferdigheter. Lesferdigheter påvirker elevene gjennom hele undervisningsløpet, men kanskje enda viktigere også det bildet den enkelte elev har av seg selv (Skaalvik, 2004). Lærernes arbeid med å legge til rette for at norske elever lærer å lese blir med det en viktig brikke av et forebyggende arbeide, både for barnets akademiske utdanning og for individets utvikling.

7.4.2 Tidlig innsats

Hvordan leseferdigheter er med på å kunne skape skille mellom de elevene med gode og svake leseferdigheter, både i læringen av leseferdigheter og læringen av fag, tilsier at det er et behov for en tidlig innsats rettet mot leseferdigheter. Denne innsatsen må derfor være proaktiv med tanke på eventuelle vansker som kan oppstå senere i utdanningsløpet. For læringen av leseferdigheter innebærer dette å komme tidlig inn i den tidligste perioden av læringen av leseferdigheter (Hulme & Snowling, 2009), i en periode hvor elevene bare har snust så vidt på det å lese. En lærer, om ikke også en førskolelærer, kan kanskje gjøre det så enkelt som å fortelle elevene hva den tekniske siden av lesing vil si, nemlig avkoding av bokstaver. Dermed opprettes det et samsvar mellom den aktiviteten elevene gjør og den perioden av leseferdigheter som ligger foran dem, avkodingsperioden (Hulme & Snowling, 2009).

Avkodingsperioden er en sentral periode med tanke på læringen av leseferdigheter, både fordi det er i denne perioden eleven tilegner seg kunnskap om bokstavene og fordi det arbeidet som legges ned i denne perioden er med på å spesialisere «bokstavboksen» (jfr. Hulme & Snowling, 2009). For lærere som underviser elever som skal lære seg å lese er det med det viktig å bruke fonetiske læringsmetoder som tydeliggjør sammenhengen mellom grafem og fonem fordi fonetiske læringsmetoder assosierer aktivering av språkområdene i venstre hemisfære, deriblant «bokstavboksen» (Sandak et al., 2004; Clements-Stephens et al., 2012). Fonetiske metoder viste et utbytte hos deltakere i en studie uavhengig av tidligere ferdigheter, og disse metodene kan med det være forebyggende på gruppenivå og bør med det være en «bunnlinje» i undervisningen av leseferdigheter for elever fordi konsekvensen av å

bruke feil metode fører til mindre læringsutbytte for en stor andel av elevene (Clements-Stephens et al., 2012).

I avkodingsperioden avhenger elevenes læring av elevenes egenaktivitet. Elevenes egenaktivitet er viktig fordi repeteringer av koblingene mellom grafem og fonem skaper erfaringer med disse koblingene som igjen aktiviserer hjernen slik at den resirkulerer områder av hjernen slik at den blir «lesende hjerne» med kapasitet til å prosessere innhold og mening fra tekster (Edelman, 1992, 1993, 2006; Dehaene et al., 2010). Det å legge til rette for elevers egenaktivitet blir med det viktig i den tidlige innsatsen på grunn av kravet om repetisjoner av koblingene mellom grafem og fonem for å endre hjernen slik at eleven lærer å lese. Et element som trekkes frem for at læringen skal være effektiv er at aktiviteten samtidig må vektes som meningsfull av eleven (jfr. Edelman, 1992, 1993, 2006).

7.4.3 Tilpasset undervisning.

Mye av grunnlaget for læringen av gode leseferdigheter legges i avkodingsperioden (Hulme & Snowling, 2009). I denne perioden bør en fonologisk metode være bunnlinjen for undervisningen av leseferdigheter på grunn av metodenes aktivering av de områdene som assosieres med fonologisk prosessering og spesialisering av «bokstavboksen» (Sandak et al., 2004). På grunn av elevmangfoldet som møter en lærer i skolen, legger kravet om fonologiske metoder i avkodingsperioden ikke løkk på behovet for et tilpasset undervisningsopplegg i læringen av leseferdigheter, men snarere tvert i mot belyser mer hvorfor og hvordan vi bør tilpasse undervisningen. For lærerne utgjør dette mangfoldet en formidabel oppgave når undervisningen skal tilpasses den enkelte elev (Skaalvik & Skaalvik, 2013). I en elevgruppe hvor nivået på elevenes leseferdigheter kan variere fra gode til svært svake, til ulike perioder av utviklingen av leseferdigheter (jfr. Hulme & Snowling, 2009), bør den enkelte elevs leseferdigheter og erfaring legges til grunn for tilpasningen av undervisningen. Dette fordi graden av tilegnede leseferdigheter påvirker det utbyttet den enkelte elev har av de læringsmetodene som benyttes (Clements-Stephens et al., 2012). Dette tilsier at læreren må ha gode kunnskaper om de ferdighetene den enkelte elev besitter og hvilke lesestrategi den enkelte elev bruker. Konsekvensen av å undervise en elev med svake eller gjennomsnittlige leseferdigheter med metoder som har et semantisk utgangspunkt kan være at eleven opplever å mislykkes, og at det ikke er noen sammenheng mellom formålet med aktiviteten og det eleven gjør, noe som igjen kan gå ut over læringen til eleven (jfr. Edelman, 2006) og ved gjentatte opplevelser av å mislykkes føre til et negativt selvbilde (jfr. Skaalvik, 2004). Et annet alternativ for tilpasning av læringsmetoder kan være å ta i bruk metoder som innebærer å lære ved hjelp av skriving for hånd. Dette er en mulighet fordi en ser at slike læringsmetoder aktiverer fonologiske områder i hjernen som er viktige i prosesseringen av

forholdet mellom bokstav og lyd. Sammenlignet med metoder som brukte tasting viste læringsmetoder basert på skriving for hånd at deltakerne som brukte denne metoden husket flere bokstaver og var mer presise når de skulle kjenne igjen bokstaven (Longcamp et al., 2008).

På grunn av viktigheten av elevenes egenaktivitet og repetisjoner i læringen av ferdigheter (Edelman, 1992, 1993, 2006), at læring skjer som et resultat av en toveis interaksjon mellom den enkelte elev og miljøet eleven tilhører i sin skole (jfr. Gottlieb, 1998), blir miljøet og læringsmiljøet det handlingsrommet hvor lærere jobber for å lære og å utvikle leseferdigheter hos sine elever. I dette handlingsrommet må lærere legge til rette for elevers egenaktivitet, mer som å legge til rette for muligheten for læring. Det sentrale verktøyet blir tilrettelagt opplæring, ikke for bare for den gutten som sliter med svake leseferdigheter, men som et prinsipp for undervisningen for hele elevgruppen (jfr. Opplæringslova, 2010). Dette innebærer at en lærer må kjenne den enkelte elevs ulike sider, den eleven som møter opp på skolen, eleven som en del av sin familie, elevens fritidsinteresser, kanskje noe eleven er nysgjerrig på. Det vil si at i enkelte klassemiljø møter læreren 10, 15 eller 20 ulike interesser blant sine elever, mens i andre elevgrupper dreier det seg om 3 eller 4. Med utgangspunkt i den kunnskapen læreren har til den enkelte eleven kan læreren tilrettelegge undervisningen for å legge til rette for elevens egenaktivitet i leseundervisningen. Med et slikt utgangspunkt må læreren henvende seg til elevens interesse og nysgjerrighet for det læringsstoffet som presenteres, og på den måten skape motivasjon for å gjøre en aktivitet. Samtidig må lærerne legge til rette for at alle elevene, uavhengig av leseferdigheter, føler mestring. En kompetanse, som igjen innvirker på den innsatsen elevene har for å løse en oppgave. Oppgavene må derfor tilrettelegges etter de ferdighetene eleven har samtidig som den er utfordrende nok slik at eleven føler at den innsatsen som ble brukt ikke var forgjeves, men ga god mening. Hvordan mestringen av en aktivitet attribueres av den enkelte elev er med på å forebygge senere opplevelser av å ikke mestre. Mestringen skaper en forventning til mestring og i stedet for å få en følelse av å komme til kort ved utfordrende oppgaver og forklare dette ut ifra sine egne evner, kan eleven tenke at «...med litt øving klarer jeg det» (Skaalvik & Skaalvik, 2013).

7.4.4 Tilrettelegging for læring av leseferdigheter ut i fra kjønn.

Forskningen som er lagt frem i denne oppgaven viser at jenter bruker bilaterale områder av hjernen når de lærer å lese, i motsetning til guttene som har en større grad av lateralisering av aktivisering mot venstre hemisfære. Dette viser at gutter og jenter bruker hjernen ulikt når de lærer å lese, eller lærer seg nye språk (Chen et al., 2007; Burman et al., 2008; Spironelli et al., 2010). Dette er med på å gi et forskjellig utgangspunkt for gutter og jenter i møtet med tilegnelsen av leseferdigheter hvor jenter nyter fordeler av en bilateral prosessering av

bokstaver, og kanskje spesielt når bokstavene er ukjente eller presenteres utenfor «normalen» hvor «bokstavboksen» står for prosesseringen (Braet & Humpherys, 2006; Spironelli et al., 2012). Sammen med muligheten for at jenters genetikk er mer tilpasningsdyktige rettet mot språk og læring av nye språk gjennom FoxP2 genets uttrykkelse i venstre hemisfære (Bowers et al., 2013, 2014), gir dette gode gevinster når jenter skal lære å lese.

Siden jenter har en raskere prosessering (Spironelli et al., 2012), er bedre på fonologiske beslutninger og visuell oppmerksomhet (Braet & Humpherys, 2006; Hartwigsen & Siebner, 2012) og er mer tilpasningsdyktige (plastisitet) til språk (Bowers et al., 2013, 2014) vil dette være sentralt i avkodingsperioden av læringen av leseferdigheter (jfr. Hulme & Snowling, 2009). Dette kan føre til at jenter raskere lærer seg og lagrer bokstaver og bokstavkombinasjoner mer effektivt enn gutter. Det er derfor god grunn til å anta at det er forskjeller mellom det gutter og jenter bringer med seg inn i læringsmiljøet de deltar i når de skal lære å lese. Dette fører muligens til at guttene har andre behov i leseopplæringen enn jentene, og stiller med det andre krav til læringsmiljøet. Med en toveis-interaksjonen mellom elev og miljøet rundt som grunnlaget for læring gjør dette at lærere må ta høyde for forskjellene mellom det gutter og jenter bringer med seg når de ønsker å legge til rette for læring av leseferdigheter i et godt læringsmiljø, uavhengig av kjønn (jfr Gottlieb, 1998).

Behovet for et forebyggende arbeid rettet mot norske elevers leseferdigheter, basert på kunnskap om hvordan gutter og jenter både lærer å lese og det de bringer med seg i læringsmiljøet, er virkelig til stede. Behovet ser en og ut ifra statistikk fra PISA hvor forskjellene mellom kjønnene er økende opp gjennom hele grunnskolen (Eriksen & Roe, 2014). Siden forskningen viser indikasjoner på at forskjellene mellom gutter og jenter ligger forut for læringen av leseferdigheter er behovet for at det forebyggende arbeidet starter tidlig i utdanningen med et proaktivt formål, og på den måten prøve å forebygge den sprikende utviklingen i leseferdigheter mellom gutter og jenter i den norske skolen. Videre kan den tidlige innsatsen i forebyggingsarbeidet være med på å gi både jenter og gutter muligheten for mestring i lesing så vel som i andre skolefag (Skaalvik & Skaalvik, 2013).

Forskningen som er lagt til grunn i denne oppgaven viser at gutter og jenter kan ha ulike behov til den tilpassede opplæringen fordi de bruker hjernen sin ulikt, som vil si at miljøet rundt må ta hensyn til dette for å legge til rette for læring av leseferdigheter. En lærers verktøy til å ta hensyn til dette er gjennom den tilpassede undervisningen, ikke bare som et verktøy som tas i bruk for individuelle tilpasninger, men og som et verktøy som brukes på bakgrunn av kunnskapen om hvordan gutter og jenter lærer å lese. Hva som er årsaken til hvordan gutter og jenter best lærer å lese kan være spørsmål å stille seg ved fremtidige studier

av læringen av leseferdigheter, for kunnskapen som kommer frem kan være med på å gi oss et klarere bilde av hvordan lærere kan legge til rette for læringen av leseferdigheter.

7.5 Pedagogikk og nevrovitenskap

Hille (2011) beskriver forholdet mellom de ulike fagfeltene som er involvert i læring og undervisning, deriblant nevrovitenskap og psykologi, som et hjul, hvor hjulets eiker representerer de ulike fagfeltene. Et hjul vil svekkes av at enkelte eiker er for korte og hjulet kan bli ødelagt når den møter en hindring f.eks. en stein, samtidig vil hjulet rulle ujevnt om en av eikene er for lange. «The Wheel of Education» eller «det pedagogiske hjulet» vil være svekket om pedagogikk som fagfelt domineres av et av ”delfagfeltene” eller et av ”delfagfeltene” nedprioriteres. Når en lærer møter «motstand» i form av enkelt elever som har ulike former for vansker, elevgrupper eller læringsmiljø vil hjulet rulle ujevnt eller bryte sammen, og den pedagogiske kunnskapen vi har lagt til grunn for undervisningen vil ikke være tilstrekkelig og vi må ty til fagfelt innenfor pedagogikken hvor kunnskapsnivået er lavere for å forklare ulike fenomen. Ved manglende kunnskap om barnets mekanismer for læring kan vi som lærere og spesialpedagoger tolke elevers atferd et resultat av at barnet *er* trassig, vanskelig eller har en diagnose som kan forklare atferden. Gjennom Gottliebs teori aktualiseres igjen forholdet mellom barnets indre og det ytre miljøet rundt barnet som gjør at lærere og spesialpedagoger ikke kan forklare en elevs atferd og læring bare ut ifra barnet selv, men som et resultat av samspillet mellom barnet og læringsmiljøet (jfr. Gottlieb, 1998). De ulike fagfeltene må alle bidra med kunnskap til «kunnskapspotten», om alle fagfeltene bidrar med kunnskap som belyser barns evner og ferdigheter til å lære vil dette danne et godt grunnlag for en god skole med et godt læringsmiljø (Hille, 2011).

Nevrovitenskapen representerer en ny dimensjon i pedagogikken; en kunnskap som går dypere i prosessene rundt barnets utvikling og læring i hjernen som er sentral i all læring (Hille, 2011). I dag defineres skolens formål ut i fra Opplæringslova og gjeldende styringsdokument, dette argumenteres for ut ifra de behovene en anser at barn trenger for å være en deltaker i samfunnet gjennom å «utvikle kunnskap, dugleik og holdningar for å kunne mestre liva sine og for å kunne felta i arbeidet og fellesskapet i samfunnet» (Opplæringslova, §1-1, 5. avsnitt). Metodene og det arbeidet som gjøres i vurderes ut i fra den måloppnåelsen for elevene som er definert gjennom de gjeldende styringsdokumentene, og testes gjennom nasjonale og internasjonale tester som PISA. Kunnskapen fra nevrovitenskap kan med det heller vurdere *hvorfor* en metode funker, alternativt *hvorfor ikke*, med utgangspunkt i den som skal lære; elevene, gutt eller jente. På den måten vil den være med på å gi skolen, lærere og spesialpedagoger en mulighet til å vurdere det pedagogiske grunnlaget for undervisningen, metodene som velges og gi et nytt perspektiv når undervisningen ikke fungerer slik som en

hadde sett for seg, med et utgangspunkt i mekanismene i hjernen. Dette betyr at kunnskapen fra nevrovitenskap ikke nødvendigvis representerer en motsetning til pedagogikken som føres i dag, men kan vel så ofte bekrefte at de metodene vi bruker påvirker barnet på en hensiktsmessig måte og samtidig gir et innblikk i hvordan elevene responderer på de metodene som blir brukt f.eks. i leseopplæringen. Nevrovitenskapen gir oss et innblikk i det som skjer mellom det pedagogiske opplegget eller metoder vi legger opp til og de resultatene vi ser hos elevene, men også hvorfor enkelte metoder fører til et gitt resultat

8 Oppsummering og egne erfaringer.

8.1 Oppsummering og avsluttende refleksjoner.

Uavhengig av kjønn må lesing læres. I motsetning til å si at hjernen endrer seg ved læring av leseferdigheter, vil jeg snu setningen å si at *hjernen må endres for å lære å lese*.

Leseferdigheter kommer ikke først, men er helt siden den spede starten for fire tusen år siden vært en oppfinnelse som har basert seg på de evnene som allerede finnes i de som skal lære å lese. Uavhengig om det er gutt eller jente, ung eller gammel er siste vers i Nicolaisens (1989) «Gymnastikkmarsj» like aktuelt når man skal endre hjernen (se side IV) (Edelman, 1992, 1993, 2006).

Ut i fra de studiene og teoriene som er lagt til grunn i denne oppgaven legges det ikke opp til en klar metodikk i leseopplæringen, men gjennom kunnskapen hvordan læring skjer i hjernen og om resirkuleringen av hjerneområder som skjer ved tilegnelsen av leseferdigheter gir det et grunnlag og noen prinsipper for hvordan elever lærer å lese barn: 1) læring skjer i hjernen som et resultat av en toveis interaksjon mellom eleven og miljøet rundt (Edelman, 1992, 1993, 2006; Gottlieb, 1998), 2) leseferdigheter må læres og elevene må endre hjernen for å kunne lese (jfr. Dehaene et al., 2010), 3) metoden har betydning (Sandak et al., 2004; Longcamp et al., 2008; Clements-Stephens et al., 2012) og 4) gutter og jenter har ulike utgangspunkt når de skal lære å lese og bruker hjernen forskjellig (Chen et al., 2007; Burman et al., 2007; Spironelli et al., 2012; Bowers et al., 2013, 2014).

Gjennom probabilistisk epigenese vektlegges og miljøets rolle i utvikling av f.eks. leseferdigheter, dermed også lærernes rolle som en kilde til påvirkning for atferd. En atferd som fører til aktivisering som, om den vektles som meningsfylt, fører til effektiv læring og endringer i hjernen (Edelman, 1992, 1993, 2006). Hvordan lærere skal legge til rette for denne atferden og egenaktiviteten sier de nevrovitenskapelige studiene i denne oppgaven ingenting om. En årsak til dette er at man da trer inn i det særegne ved hvert individ, den enkelte elevs interesser, historie, venner etc. I denne oppgaven har en derimot fått innblikk i normalutviklingen av leseferdigheter, og hvordan nevrovitenskapen kan være med på å kaste lys over det som skjer mellom «input» og «output» når elevene lærer å lese. Dermed kan ikke nevrovitenskapen stå alene eller ta pedagogikkens plass i den norske skolen, noe som heller ikke er et mål for nevrovitenskapen (Hille, 2011), men de kan derimot ha utfyllende oppgaver hvor de informerer hverandre. Nevrovitenskapen representerer en manglende «brikke» i kunnskapen om eleven i pedagogikken. Essensen i pedagogikken som fagfelt har vært å hente kunnskap fra ulike fagfelt som psykologi og sosiologi, med det formål om å skaffe så god kunnskap om elevene som mulig og nevrovitenskapen bør også være et av disse fagfeltene.

Om man anser kunnskapen om elevers læring som et maleri og kunnskapsbidragsyterne som psykologi, sosiologi og nevrovitenskap som primærfargene vil bildet av elevene være mer detaljert og vil derfor gi lærere og spesialpedagoger mer informasjon om den enkelte elev. På lik linje med at man ikke er avhengig av alle fargene for å se helheten i et maleri er ikke pedagogikk avhengig av nevrovitenskapen for å gjøre gode valg ut fra den kunnskapen som en besitter, men bildet er ikke detaljert nok til å forklare *hvorfor* metodene fungerer og kanskje enda mer sentralt for spesialpedagoger hvorfor metodene *ikke* fungerer.

Kunnskapen om elevers mekanismer rundt læring og motivering for atferd bør være veien videre for nevrologi i pedagogikken fordi det er slik vi kan være med på å påvirke hjernen for å skape læring. Erfaringsmessig er jeg ikke i tvil om at forskningen finnes der, kanskje vil ikke nevrovitenskapen endre pedagogikken vi gjør i dag, men den vil være med på å knytte vårt pedagogiske rammeverk og metoder til eleven og ikke til hvorvidt en statistikk peker oppover eller nedover.

8.2 Erfaringer i møte med nevrovitenskapen og veien videre med nevrologi.

Det tilgjengelige datamaterialet i nevrovitenskap som fagfelt fremstår som enormt, og til dels uoversiktlig for en pedagog, noe som gjenspeiles i at bare «reading acquisition» alene ga opp mot 500 treff innenfor det nevrologiske forskningsfeltet. Dette kan forklares med at nevrovitenskap har en langt smalere innfallsvinkel til forskningen sammenlignet med pedagogikk, dette fører til at enkeltstående studier innenfor nevrovitenskapen kan virke lite dekkende for den komplekse hverdagen lærere og pedagoger møter i sin praksis. Min erfaring med fagfeltet, gjennom en pedagogs øyne, er at det har vært en omfattende oppgave å sette seg inn i dette perspektivet av elevers læring. Kanskje en for omfattende oppgave for en lærer. På lik linje med Hille (2011) ser jeg et behov for forskere med en bredere innfallsvinkel, generalister, inn mot nevrovitenskapelig forskning med et pedagogisk øyemed. Med en forankring i det pedagogiske fagfeltet vil disse generalistene eller forskerne ha mulighet til å se «hele» bildet av den nevrologiske forskningen. Forankringen i det norske utdanningssystemet, dens pedagogikk og prinsipper som «rett til å gå på sin nærscole» (Opplæringslova, §8-1) er nødvendig fordi kunnskapen fra nevrovitenskapen må sees opp mot den pedagogiske praksisen i skolen.

Slik jeg ser det er det kan ikke lærer eller til dels spesialpedagoger pålegges og måtte sette seg inn i et fagfelt som nevrovitenskap fordi det alene er en enorm oppgave. Kunnskapen fra nevrovitenskapen blir værende til stor grad utilgjengelig for lærere og spesialpedagoger, og dermed vanskelig å ta i bruk, så lenge det ikke finnes forskere som samler den nevrovitenskapelige kunnskapen og danner et større og helhetlig bilde av hvordan elever lærer. Der nevrovitenskapen er i dag bidrar den først og fremst med kunnskap om

elevene i skolen og hvilke behov som trengs for å skape læring, kunnskap som må legges til grunn for det pedagogiske arbeidet gjennom teorier og metode som brukes i skolen, en brikke i vår viten om elevers læring som har manglet. Samtidig ser en at det vokser frem forskningsgrener som Mind, Brain and Education (MBE) eller educational neuroscience (pedagogisk nevrologi) som er rettet mot å koble kunnskap fra nevrovitenskap sammen med hvordan vi legger til rette for læring for kommende generasjoner gjennom f.eks. utvikling av nye metoder.

Slik ser den internasjonale utviklingen ut, noe som gjenspeiles i deriblant OECD rapporten *Understanding the Brain: The Birth of Learning Science* (OECD, 2007). Pedagogikk som fagfelt og forskningsfelt må alltid være ute etter å få best mulig kunnskap om elevenes læring, derfor bør og skal nevrovitenskap være en del av det pedagogiske fagfeltet på linje med psykologi, sosiologi, filosofi og andre fagfelt som bidrar med kunnskap i det pedagogiske fagfeltet og den kunnskapen som produseres gjennom pedagogisk forskning. På lik linje med at det i dag finnes pedagogiske fag og emner som heter pedagogisk filosofi eller pedagogisk psykologi, burde det vært noe som var pedagogisk nevrologi innenfor det pedagogiske fagfeltet. Da vil man samtidig nå ut til fremtidens pedagoger og se nevrologien i sammenheng med den norske skolen.

Etableringen av pedagogisk nevrologi som et «eget» forskningsfelt er et tegn på avstanden som har vært, og kanskje fortsatt befinner seg, mellom det tradisjonelle medisinske fagfeltet som nevrologi og pedagogikk. Men som jeg har drøftet her har disse fagfeltene utfyllende oppgaver, hvor nevrologi kan være med på å berike pedagogikkens kunnskap om elevens læringsmekanismer og pedagogikk fremmer problemstillinger som en ser i utdanningssystemet som kjønnsforskjeller i leseferdigheter. Det betyr ikke at forholdet mellom fagfeltene skal opptre som adskilte blokker i forskningen, men kan godt samles i jakten på kunnskap om barnet. På lik linje med det som allerede er gjort med psykologi og sosiologi for å nevne noen. Slik vil nevrologi være med på å tjene den norske pedagogikken og fellesskolen best mulig, gjennom å se det pedagogiske rammeverket for skolen i lys av kunnskap om barns læringsmekanismer.

Referanseliste

- Askildt, A., & Johnsen, B. H. (2012). Spesialpedagogiske røtter og fagets utvikling i Norge. I Edvard Befring & Reidun Tangen (Red.), *Spesialpedagogikk* (Vol. 5, s. 59-75). Oslo: Cappelen Damm.
- Bear, Mark F., Connors, Barry W., & Paradiso, Michael A. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain* (3 utg.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Befring, E. (2012a). Forebygging blant barn og unge i et psykososialt perspektiv. I Edvard Befring & Reidun Tangen (Red.), *Spesialpedagogikk* (Vol. 5, s. 129-150). Oslo: Cappelen Damm.
- Befring, E. (2012b). Grunnleggende kunnskaper og faglige perspektiver. I Edvard Befring & Reidun Tangen (Red.), *Spesialpedagogikk* (Vol. 5, s. 33-58). Oslo: Cappelen Damm.
- Borowsky, R., Esopenko, C., Cummine, C., & Sarty, G. E. (2007). Neural representations of visual words and objects: a functional MRI study on modularity of reading and object processing. *Brain Topogr*, 20(2), 89-96. doi: 10.1007/s10548-007-0034-1
- Bowers, J. M., Perez-Pouchoulen, M., Edwards, N. S., & McCarthy, M. (2013). FoxP2 Mediates sex Differences in ultrasonic Vocalization by Rat Pups and Directs Order of Maternal Retrieval. *The Journal of Neuroscience*, 33(8), 3276-3283. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0425-12.2013
- Bowers, J. M., Perez-Pouchoulen, M., Roby, C. R., Ryan, T. E., & McCarthy, M. (2014). Androgen Modulation of FoxP1 and FoxP2 in the Developing Rat Brain: Impact on Sex Specific Vocalization. *Endocrinology*, 155(12), 4881-4894. doi: 10.1210/en.2014-1486
- Braet, W., & Humpherys, G. W. (2006). Case mixing and right parietal cortex: evidence from rTMS. *Exp Brain Res*, 168, 265-271. doi: 10.1007/s00221-005-0085-z
- Braze, D., Tabor, W., Shankweiler, D. P., & Mencl, W.E. (2007). Speaking up for vocabulary: reading skill differences in young adults. *Journal of Learning Disabilities*, 40(3), 89-96.
- Brodal, P. (2013). *Sentralnervesystemet* (5 Red.). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Bruer, J. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16.
- Burman, D. D., Bitan, T., & Booth, J. R. (2008). Sex differences in neural processing of language among children. *Neuropsychologia*, 46, 1349-1362. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.021
- Børresen-Dale, A.-L., & Dissen, E. (2014, 29.01.2014). DNA. Lastet, fra <https://sml.snl.no/DNA>

- Chen, C. S., Xue, G., Dong, Q., Jin, Z., Li, T., Xue, F., . . . Guo, Y. (2007). Sex determines the neurofunctional predictors of visual word learning. *Neuropsychologia*, *45*(4), 741-747. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2006.08.018
- Clements-Stephens, A. M., Materek, A. D., Eason, S. H., Scarborough, H. S., Pugh, K. R., Rimrod, S., . . . Cutting, L. E. (2012). Neural circuitry associated with two different approaches to novel word learning. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *25*, 99-113. doi: 10.1016/j.dcn.2011.06.001
- Cohen, L., Lehéricy, S., Chochon, F., Lemer, C., Rivaud, S., & Dehaene, S. (2002). Language-specific tuning of visual cortex? Functional properties of the Visual Word Form Area. *Brain*, *125*, 1054-1069.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehericy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M-A., & Michel, F. (2000). The visual word form area. Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain & Language*, *123*, 291-307.
- Cohen, L., Dehaene, S., Vinickier, F., Jobert, A., & Montavont, A. (2008). Reading normal and degraded words: contribution of the dorsal and ventral pathways. *NeuroImage*, *40*, 353-366. doi: 10.1016/j.neuroimage.2007.11.036
- Dehaene, S. (2009). *Reading in the Brain. The New Science of how we read.* (Vol. 5). London: Penguin Books Ltd.
- Dehaene, S., Jobert, A., Naccache, L., Ciuciu, P., Poline, J-B., Le Bihan, D., & Cohen, L. (2004). Letter binding and Invariant Recognition of Masked Words. *Psychological Science*, *15*(5), 307-311.
- Dehaene, S., Pegado, F., Braga, L. W., Ventura, P., Filho, G. N., Jobert, A., . . . Cohen, L. (2010). How Learning to Read Changes the Cortical Networks for Vision and Language. *Science*, *330*, 1359-1364. doi: 10.1126/science.1194140
- Edelman, G. M. (1987). *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection.* New York: Basic Books.
- Edelman, G. M. (1992). *Bright air, brilliant fire. On the Matter of the Mind.* London: Penguin Books.
- Edelman, G. M. (1993). Neural Darwinism: Selection and Reentrant Signaling in Higher Brain Function. *Neuron*, *10*, 115-124.
- Edelman, Gerald M. (2006). *Second Nature. Brain Science and Human Knowledge.* New Haven, London: Yale University Press.
- Egidius, H. (2008). *Psykologisk leksikon* (Vol. 5). Oslo: Achehoug.

- Eriksen, A., & Roe, A. (2014). Den nasjonale prøven i lesing på 8. og 9. trinn, 2013. Rapport basert på populasjonsdata. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Fischer, S. R. (2003). *A History of Reading*. Storbritannia, London: Reaktion Books.
- Flem, A., & Finbak, L. (2005). Skriftspråklige ferdigheter: lesing og skriving. I H. Sigmundsson & M. Haga (Red.), *Ferdighetsutvikling*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Flobakk, F. R. (2011). *Educational Neuroscience: A critical Discourse Analysis.*, NTNU - Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet, Trondheim.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience, aducational and special education. *British Journal of Special Education*, 41(4), 175-183.
- Gottlieb, G. (1998). Normally Occuring Environmental and Behavioral Influences on Gene Activity: From Central Dogma to Probabilistic Epigenesis. *Psychological Review*, 105(4), 792-802.
- Hartwigsen, G., & Siebner, H. (2012). Probing the involvment of right hemisphere in language processing with online transcranial magnetic stimulation in healthy volunteers. *Aphasiology*, 26(9), 1131-1152. doi: 10.1080/02687038.2011.590573
- Henderson, S. E., & Sugden, D. (1992). *The Movement Assesment Battery for Children*. Kent University: The Psychological Corporation.
- Hesheim, B.-I. (2014, 06.11.2014). Foster. Lastet, fra <https://sml.snl.no/foster>
- Hille, K. (2011). Bringing Research Into Educational Practice: Lessons Learned. *Mind, Brain and Education*, 5(2), 63-70.
- Hulme, C., & Snowling, M. J. (2009). *Developmental disorders of Language Learning and Cognition*. Storbritannia: Wiley-Blackwell.
- Jesson, J. K., Matheson, L., & Lacey, F. M. (2011). *Doing Your Literature Review. Traditonal and Systematic Techniques*. London: SAGE Publications Ltd.
- Johnston, T. D. (2008). Gener og probabilistisk epigenese: En revurdering av "Naturens" natur. I H. Sigmundsson (Red.), *Læring og ferdighetsutvikling*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Karlsdottir, R., & Stefansson, T. (2003). Predicting Performance in Primary School Subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 97(3f), 1058-1060. doi: 10.2466/pms.2003.97.3f.1058
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 51(1), 225-239. doi: 10.1044/1092-4388(2008/018)
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J. C., Anton, J. L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J. L. (2008). Learning through Hand- or Typewriting Influences Visual Recognition of

- New Graphic Shapes: Behavioral and Functional Imaging Evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(5), 802-815.
- Lundetræ, K., & Solheim, O. J. (2013). Fortsatt grunn til bekymring for gutters lesing. I E. Gabrielsen & R. G. Solheim (Red.), *Over kneuken? Leseferdigheter i 4. og 5. trinn i et tiårspespektiv*. (s. 45-60). Stavager: Lesesenteret.
- Lyster, S.-A. H., & Frost, J. (2012). Lese- og skriveopplæring på språklig grunnlag. Forebygging av vansker, og tiltak for elever med spesielle behov. I Edvard Befring & Reidun Tangen (Red.), *Spesialpedagogikk* (Vol. 5). Oslo: Cappelen Damm.
- Meld. St. nr. 16. (2006-2007). ...og ingen stod igjen. *Tidlig innsats for livslang læring*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Lastet ned fra <http://www.regjeringen.no>.
- Meld. St. nr. 18. (2010-2011). *Læring og fellesskap. Tidlig innsats og gode læringsmiljøer for barn, unge og voksne med særlige behov*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Lastet ned fra <http://www.regjeringen.no>.
- Nicolaisen, J. (1989). Mot i brystet (Gymnastikkmarsj). På *Gitarkameratene*. Grappa.
- NOU 2014:17. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole. Et kunnskapsgrunnlag*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Lastet ned fra <http://www.regjeringen.noqw>.
- Ocklenburg, S., Arning, L., Gerding, W. M., Epplen, J. T., Güntürkün, O., & Beste, C. (2013). FoxP2 variation modulates functional hemispheric asymmetries for speech perception. *Brain & Language*, 126, 279-284. doi: 10.1016/j.bandl.2013.07.001
- OECD. (2007). *Understanding the Brain: The Birth of A Learning Science*. Frankrike: Centre for Educational Research and Innovation.
- Olulade, O. A., Flowers, D. L., Napoliello, E. M., & Eden, G. F. (2013). Developmental differences for word processing in the ventral stream. *Brain & Language*, 125, 124-145.
- Opplæringslova. (2010). *Lov om grunnopplæringen og den videregående opplæringa*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Lastet ned fra <http://www.regjeringen.no>.
- Orton, S. T. (1925). "Word-blindness" in school children. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 14(581), 581-615.
- Parviainen, T., Helenius, P., Poskiparta, E., Niemi, P., & Salmelin, R. (2006). Cortical Sequence of Word Perception in Beginning Readers. *The Journal of Neuroscience*, 26(22), 6052-6061. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0673-06.2006
- Pedersen, A. V. (2008). Hva er en ferdighet? I H. Sigmundsson (Red.), *Læring og ferdighetsutvikling*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Pedersen, Å. (2006). *Skolen som forvaltningsorgan*. Trondheim: Tapir Akademisk.

- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Halt, W. C., LaMantia, A. S., & White, L. E. (Ed.). (2012). *Neuroscience*. (Vol. 5). USA: Sinauer Associates.
- Sandak, R., Mencl, W.E., Frost, S. J., Rueckl, J. G., Katz, L., Moore, D. L., . . . Pugh, K. R. (2004). The neurobiology of adaptive learning in reading: A contrast of different training conditions. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 4(1), 67-88.
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*, 20, 1329-1349. doi: 10.1017/S09545794088000631
- Sigmundsson, H., & Haga, M. (2005). Ferdighetsutvikling - fra teori til praksis. I H. Sigmundsson & M. Haga (Red.), *Ferdighetsutvikling. Utvikling av grunnleggende ferdigheter hos barn*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Sigmundsson, H., & Wiedemann, J. E. (2008). Ferdighetsutvikling. I H. Sigmundsson (Red.), *Læring og ferdighetsutvikling*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2013). *Skolen som læringsarena* (Vol. 2). Oslo: Universitetsforlaget.
- Skaalvik, S. (2004). Reading problems in school children and adults: experiences, self-perception and strategies. *Social Psychology of Education*, 7, 105-125.
- Spironelli, C., Penolazzi, B., & Angrilli, A. (2010). Gender differences in Reading in School-Aged Children: An Early ERP Study. *Developmental Neuropsychology*, 35(4), 357-375. doi: 10.1080/875656412010480913
- Stenberg, R. J. (2009). *Cognitive Psychology*. (Vol. 5). Belmont, USA: Wadsworth.
- Stensdotter, A.-K. (2008). Det biologiske grunnlaget for læring. I H. Sigmundsson (Red.), *Læring og ferdighetsutvikling*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Szwed, M., Dehaene, S., Kleinschmidt, A., Eger, E., Valabregue, R., Amadon, A., & Cohen, L. (2011). Specialization for written words over objects in the visual cortex. *NeuroImage*, 56, 330-344. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.01.073
- Tangen, R. (2012). Retten til utdanning for alle. I Edvard Befring & Reidun Tangen (Red.), *Spesialpedagogikk* (s. 108-128). Oslo: Cappelen Camm.
- Tunstad, H.. (2015). Skole(politikk) uten hjerne. Lastet ned 27.08.2015
- Turkeltaub, P. E., Gareau, L., Flowers, D. L., Zeffiro, T. A., & Eden, G. F. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature Neuroscience*, 6(6), 767-773.
- Utdanningsdirektoratet. (2012). *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Lastet ned fra <http://www.udir.no>.

- Varma, S., McCandiss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and Pragmatic Challenges for Bridging Education and Neuroscience. *Educational Researcher*, 37(140), 140-152. doi: 10.3102/0013189X08317687
- Vinickier, F., Dehaene, S., Jobert, A., Dubus, J. P., & Sigman, M. (2007). Hierarchical Coding of Letter Strings in the Ventral Stream: Dissecting the Inner Organization of the Visual Word-Form System. *Neuron*, 55, 143-156. doi: 10.1016/j.neuron.2007.05.031
- Wandell, B. A., Rauschecker, A. M., & Yeatman, J. D. (2012). Learning to See Words. *Annual Review of Psychology*, 63, 31-53. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100434