

**Hvilken betydning har vokabularets størrelse på evnen til
språkprosessering?
En ERP-studie av 20 måneder gamle barn.**

Hanna Friis Hansen og Janne Mari Svangstu



Hovedoppgave

Psykologisk institutt, vår 2008

UNIVERSITETET I OSLO

18.04.08

Forfattere: Hanna Friis Hansen og Janne Mari Svangstu

Tittel: Hvilken betydning har vokabularets størrelse på evnen til språkprosessering? En ERP-studie på 20 måneder gamle barn.

Veiledere: Lars Smith og Magnus Lindgren

Sammendrag

Bakgrunn. I slutten av barns andre leveår skjer det en betraktelig økning i produktivt vokabular. Denne økningen er omtalt som ordspurten og blir av flere ansett som en milepæl i kognitiv og lingvistisk utvikling. ”Fast mapping”, på norsk ”hurtigkobling”, sees som en generell evne som er essensiell for læring av nye ord i både forståelse og produksjon. Hurtigkobling som en underliggende prosess i språktilegnelsen er et foreløpig lite studert fenomen. Dersom ordspurten henger sammen med barns evne til hurtigkobling kan størrelsen på vokabularet til små barn ha betydning for hvor lett de tilegner seg nye ord. Dette kan bety at erfaring bidrar til endret læringsmekanisme hos barna, noe som igjen kan bidra til en kvalitativ endring i den tidlige språktilegnelsen.

Metode. 78 barn på 20 måneder deltok i studien. Vi brukte metoden ERP, hendelsesrelaterte potensialer, for å registrere nevralt aktivering underveis mens deltakerne ble presentert for bilder på en skjerm, og ord over en høyttaler. Ordene som ble presentert var virkelige ord og pseudoord. Pseudoordene ble laget for å kontrollere at ingen av deltakerne hadde forhåndskjennskap til de presenterte ordene. Inkongruenseffekten, N400, ble brukt som prosessmål for å se om barn hadde hurtigkoblet ord og referenter. Deltakerne ble delt i en høyproduksjons- og en lavproduksjons gruppe avhengig om de hadde et vokabular på under eller over 89 ord. For analyser ble ANOVA i SPSS anvendt.

Resultater. Vi fant at begge gruppene viste en sterk N400-effekt når assosiasjonene i de virkelige ord- bilde parene ble brutt. Ved brudd på assosiasjoner mellom pseudoord og fantasibilder var det bare høyproduksjonsgruppen som viste en inkongruenseffekt. Dette kan tyde på at deltakerne i høyproduksjonsgruppen hadde utviklet en evne til hurtigkobling som deltakerne i lavproduksjonsgruppen ikke hadde. Et slikt funn støtter hypotesen om at vokabularspurten henger sammen med utvikling av hurtigkobling som språkprosesseringsmekanisme.

INNHALDSFORTEGNELSE

INNLEDNING	4
HYPOTESE	15
METODE	16
DELTAKERE	16
SPRÅKVURDERING	16
STIMULUSMATERIALE	17
PROSEDYRE	18
EEG-OPPTAK OG ANALYSE	19
RESULTAT	20
INKONGRUENSEFFEKTER FOR PSEUDOORD	20
TABELL 1 – INKONGRUENSEFFEKTER FOR PSEUDOORD	21
FIGUR 1: INKONGRUENSEFFEKT AV PSEUDOORD I HØYPRODUKSJONSGRUPPEN	21
FIGUR 2: INKONGRUENSEFFEKT AV PSEUDOORD I LAVPRODUKSJONSGRUPPEN	22
INKONGRUENSEFFEKTER FOR VIRKELIGE ORD	22
TABELL 2 – INKONGRUENSEFFEKTER FOR VIRKELIGE ORD	23
FIGUR 3: INKONGRUENSEFFEKT AV VIRKELIGE ORD I HØYPRODUKSJONSGRUPPEN	23
FIGUR 4: INKONGRUENSEFFEKT AV VIRKELIGE ORD I LAVPRODUKSJONSGRUPPEN	24
DISKUSJON	24
KONKLUSJON	37
REFERANSER	38
APPENDIKS 1	41
LISTE OVER EKTE ORD OG PSEUDOORD BRUKT I EKSPERIMENTET	41

Hvilken betydning har vokabularet størrelse på evnen til språkprosessering?

En ERP-studie av 20 måneder gamle barn.

INNLEDNING

Språktilegnelsen hos spedbarn skjer svært raskt. Barn begynner vanligvis å produsere vokaler og konsonanter i 6-månedersalderen, og i løpet av det andre leveåret produserer de ofte mange flerordsyttringer. Dersom språktilegnelsesprosessen i hovedsak var avhengig av eksponering kunne man forventet større individuell variasjon grunnet ulike betingelser i barns miljø, men språktilegnelsesprosessen følger samme mønster hos de fleste barn uavhengig av kulturelle betingelser. Uavhengig av hvilket språk barnet eksponeres for vil hjernens nettverk tilpasses det enkelte språkets lyder. På denne måten etableres ett slags lydfilter tilpasset de lydene som blir meningsbærende for barnet (Bates, 1993). Etter hvert vil barnet tillegge lydene mening ved at det skaper assosiasjoner mellom lyder og referenter. Den unike evnen til å oppfatte regelbundethet i omgivelsene er studert av psykologer, lingvister og nevropsykologer, men det er foreløpig ingen konsensus om hvilke mekanismer som ligger til grunn for småbarnsalderens raske språktilegnelse.

I henhold til Gleitman og Wanner (1988 i Smith & Ulvund, 2004) innebærer språktilegnelsen minst tre utfordringer. Barnet må segmentere lydstrømmen i språklige enheter som ord og setninger, oppdage objekter, handlinger og hendelser i omverdenen, og deretter sammenholde språklige enheter med disse objektene, handlingene og hendelsene. Det *reseptive* vokabularet gjenspeiler barnets forståelse av hva ord referer til av objekter, handlinger og hendelser. Dersom en spør et barn hvor ballen er, og det umiddelbart ser og peker på ballen, er det nærliggende å anta at ordet "ball" er i barnets reseptive vokabular. Det *ekspresive* eller produktive vokabularet viser til barnets produksjon av ord. Hvis barnet peker på ballen og sier "ball" er ordet ikke bare forstått, men barnet kan selv produsere ordet. Språkforståelse bygger på å sammenholde objekter og hendelser i omgivelsene med språklyder. Segmentering av språklyder er en prosess som starter tidlig. I den første levetiden eksponeres barn kontinuerlig for språket som anvendes i barnets omgivelser, men de fleste barn produserer ikke sine første ord før i slutten av første leveår (Smith & Ulvund, 2004). Dette er forenelig med empiriske funn som peker i retning av at barn tidlig forstår mer enn hva de har evne til å formidle (Bates, 1993). Både segmentering av lyder og assosiasjoner mellom lyder og referenter ligger til grunn for ordproduksjon og formidlingsevne. "Fast mapping" er en betegnelse for evnen til

å danne en umiddelbar assosiasjon mellom et ord og ordets betydning etter få eksponeringer. ”Fast mapping” blir antatt å være generell evne som er essensiell for læring av nye ord i både forståelse og produksjon (Markman, 1991). Her vil denne mekanismen omtales med den norske oversettelsen ”hurtigkobling”.

Biologiske forutsetninger som letter språklæringen er mest sannsynlig en av årsakene til at de fleste barn tilegner seg de grunnleggende språklige ferdighetene innen de er tre år gamle (Bloom, 1998; Ingram, 1989 i Smith & Ulvund, 2004). Foreløpig foreligger det kun en begrenset mengde empiriske funn som er knyttet til nevralt basis for tale og språktilegnelse. Imidlertid er dette et felt der erfaringers innvirkning på hjernens utvikling og fungering står sentralt. Erfaring og læring av nye ord kan bidra til en omorganisering av relevante systemer i hjernen (Friederici, 2005). Dette gjenspeiler den gjensidige interaksjonen mellom individ og miljø. Eksponering for språk og nye ord bidrar til at hjernens aktivitet endres. Omstruktureringer og endring av nevralt aktivitet vil bidra til en endret mekanisme for prosessering av ny informasjon. Dette sees eksempelvis ved at læring av nye ord kan bidra til en mer topografisk spesifisering og en mer lateralisert lokalisasjon av nevralt aktivitet ved språkprosessering. Eksponering for språk vil altså kunne bidra til en nevralt omorganisering i individet. Denne omorganiseringen vil videre prege hvordan individet på ny oppfatter språket. Det vil si at erfaring alene ikke er tilstrekkelig for en læringsprosess. Det må i tillegg skje en endring i individets læringsmekanisme. Nevral modifisering i hjernen skjer ved at individet tar inn ny informasjon, skaper nye assosiasjoner og/ eller lærer nye ferdigheter (Mills, Conboy & Paton, 2005). Mer spesifikt vil læring av nye ferdigheter trigge en økning i antall synapser per neuron i hjernen (Kleim, Swain, Armstrong, Napper, Jones & Greenough, 1998 i Mills, Conboy & Paton, 2005), og dette vil igjen påvirke den funksjonelle organiseringen i hjernen (Greenough, Black, Klintsova, Bates & Weiler, 1999 i Mills, Conboy & Paton, 2005). Når et barn lærer et nytt ord kan dette bidra til etablering av nye synapser, som antagelig bidrar til å forme hjernens organisering av aktivitet for språktilegnelse. Interaksjonen mellom språkeksponering og individets nevralt organisering kan sees som et grunnlag for språklæring. Den nevralt aktiviteten ved språkprosessering hos barn er ofte mer diffus og mindre topografisk spesifisert enn hos voksne (Mills, Conboy & Paton, 2005). Empiriske funn antyder altså at det skjer en endring i nevralt aktivitet ved språkprosessering før og etter språkerfaring. Funnene understreker viktigheten av å studere de underliggende nevralt prosessene i språklæring. Videre kan en anta at barns økende vokabular henger sammen med de endringene som foregår i individet ved språkeksponering. Blant annet kan det tenkes at

neural spesifisering henger sammen med utvikling av hurtigkoblingsevne, som igjen bidrar til et økt vokabular.

Mot slutten av første leveår begynner barn som regel å produsere sine første ord. Ordproduksjonen vil i starten skje sakte og gradvis, men mot slutten av andre leveår skjer en merkbar økning der barn kan produsere mer enn fem nye ord per dag (Benedict, 1979 i Fenson, Dale, Reznick, Bates, Thal & Pethnick, 1994). Denne perioden blir omtalt som vokabularspurten ettersom økningen i ordproduksjonen er så tydelig (Goldfield & Reznick, 1990). Den raske økningen i vokabularstørrelse finner som regel sted når barnet er mellom 13 og 20 måneder. Vanligvis skjer økningen i perioden når barnet har mellom 50 til 100 ord i sitt produktive vokabular (Mills, Conboy & Paton, 2005). Vokabularspurten er av noen antatt å være en kvalitativ endring i språkprosesseringssevne (Goldfield & Reznick, 1990). Dette kan sees i sammenheng med hypotesen om en effektivisering av språktilegnelsens underliggende prosesser, eksempelvis neural aktivitet og hurtigkobling, som omtalt ovenfor. En antatt vokabularspurt innebærer en endring fra et stadium med lavere prosesseringshastighet til et stadium med høyere hastighet. For at endringen skal ansees som kvalitativ må endringen være større mellom to stadier enn innen samme stadium (Lerner, 2002). Antagelsen impliserer derfor at språkprosesseringsprosessen på et tidligere stadium er forskjellig fra hvordan prosessen foregår på et senere stadium. Skillet mellom to stadier i denne sammenheng antas å være vokabularspurten, altså den plutselige økningen i barnets produktive vokabular.

Mye av litteraturen orientert mot forståelsen av vokabularspurten antar at denne endringen er en milepæl i kognitiv og lingvistisk utvikling, men det er allikevel ingen konsensus med hensyn til om dette er en kvalitativ endring (Ganger & Brent, 2004). Ganger og Brent (2004) utførte en longitudinell studie som antydte at økningen i vokabular i slutten av andre leveår er en kontinuerlig og gradvis prosess fremfor en kvalitativ endring. For å kunne studere hvorvidt endringen i det produktive vokabularet skyldes en kontinuerlig eller diskontinuerlig utviklingsprosess er det hensiktsmessig å se på hvilke mekanismer som ligger til grunn for denne endringen. Som tidligere nevnt kan det i dette henseende være hensiktsmessig å se hvilken betydning vokabularstørrelse har for evnen til hurtigkobling, ettersom evnen til å knytte assosiasjoner mellom ord og referenter er ansett som grunnleggende i språktilegnelsen. Empiriske funn peker i retning av at størrelsen på barns produktive vokabular har innvirkning på hvordan de prosesserer nye ord. På denne måten kan en forvente at evnen til hurtigkobling vil forbedres både i reseptivt og produktivt domene ved økende vokabular. Dette reiser en

hypotese om vokabularstørrelsen har en innvirkning på prosesseringen av nye ord, og at individuelle forskjeller i tidlig språktilegnelse på denne måten kan tilskrives vokabularstørrelse fremfor kronologisk alder. Dette vil implisere at barnets produktive vokabularstørrelse henger sammen med hurtigkobling som en reseptiv mekanisme for språkprosessering.

For å kunne studere betydningen barns produktive vokabular har på reseptiv språkprosesseringsmekanisme må produktivt vokabular og reseptive ferdigheter operasjonaliseres som to ulike variabler. Foreldrerapporteringer er ofte anvendt som et mål på både barns produktive og reseptive vokabular. Bates, Bretherton & Snyder (1988, i Bates 1993) har gjort en studie som viste at foreldres rapportering korrelerte med laboratorieundersøkelser av barnas språkforståelse. Spesifikke sammenligninger ble gjort både med foreldrenes rapporteringer av barnets reseptive vokabular og annen testing av forståelse, samt mellom foreldres rapportering av produktivt vokabular og observert produksjon (Friederici, 2005). En fordel med foreldrerapportering er at det gir et bredere og mer globalt mål på barnets tidlige vokabular i sammenligning med laboratoriemål. Mål fra laboratorieundersøkelser kan bare fortelle oss noe om barnets produktive og reseptive vokabular i et aktuelt tidsrom hvor barnet befinner seg i en annen kontekstuell ramme enn til vanlig. Forskning antyder at foreldrerapporteringer er mest hensiktsmessige dersom de kun fokuserer på barnets nåværende atferd. Retrospektive rapporteringer av barnets tidligere kommunikative evner er ofte mindre reliable, og fokus bør derfor være på barnets nylig ervervede språkferdigheter. Ved foreldrerapportering bør gjenkjenning vektlegges fremfor gjenkalling. En liste med aktuelle ord barnet produserer og kjenner til har derfor vist seg å gi et bedre estimat enn foreldrenes frie gjenkalling av aktuelle ord. Dersom disse hensyn tas i betraktning kan foreldrerapportering ansees som et av de beste globale målene på barns språkproduksjon og forståelse i første og andre leveår (Bates, 1993).

Foreldrerapportering kan være et fordelaktig mål på barns produktive og reseptive vokabular, men samtidig har denne form for operasjonalisering også ulemper. De fleste former for foreldrerapporteringer tar ikke høyde for kontekstbundethet i barns reseptive vokabular. Denne form for rapporteringsskjema vil kun fortelle noe om barns reseptive vokabular i de settinger der barnet har ulike kilder i sine omgivelser til å støtte forståelsen av ordene. Det er disse settingene foreldrene er sammen med barna sine i. Vi vet derimot ikke hvordan barnas språkforståelse ville være i en setting utenfor den aktuelle konteksten (Bates, 1993).

Eksempelvis vil et barn som får is av sin mor kunne oppfatte at det er i ferd med å få smake noe godt, og derfor strekke seg mot mor. Mor kan oppfatte dette som at barnet forstår betydningen av ordet "is", men det hun egentlig registrerer er at barnet forstår hva situasjonen der mor overrekker isen betyr. På denne måten kan foreldrenes oppfatninger av hva barna forstår gi feilaktige estimat på hva barnet egentlig forstår av enkeltstående ord. Hvorvidt barnet har forståelse av ordet i en annen kontekst der det hører ordet "is" er derfor ikke lett å få frem gjennom foreldres rapportering. I et laboratorium vil barnet nødvendigvis befinne seg i en fremmed kontekst uten de kontekstuelle assosiasjonene det vanligvis har knyttet til ulike ord det kjenner. På denne måten kan en anta at en laboratorieundersøkelse kan gi et mål på hva barnet forstår av ord, uten at disse ordene befinner seg i en kontekst barnet kjenner. I en ukjent kontekst kan det være større mulighet for å finne ut om det er språklydene og det faktiske ordet barnet forstår. Oppsummert er foreldrerapportering egnet for å gi et globalt mål på hva barnet produserer av ord og forstår på tvers av ulike kontekster, samtidig som laboratoriestudier gir et mer spesifikt mål på barnets språkprosessering i en kontrollert kontekst. Det er derfor nærliggende å anta at en kombinasjon mellom foreldres rapporteringer av produktivt vokabular og et laboratoriemål på barnets reseptive språkprosessering ville være hensiktsmessig for å kunne si noe om sammenhengen mellom barns produktive vokabularstørrelse og hva de faktisk forstår.

Vokabularstørrelse kan operasjonaliseres i antall ord barnet produserer på ett gitt tidspunkt. Som nevnt kan blant annet foreldrerapporteringer anvendes for å få et mål på vokabularstørrelse. Mye av litteraturen om tidlig språktilegnelse hos småbarn er orientert mot det produktive språket, og en kritikk av forskningsfeltet er at det er manglende fokus på hva barn egentlig forstår (Bates, 1993). Hvilke ord barnet forstår er det vanskeligere å operasjonalisere ettersom barnet har begrenset evne til å uttrykke sin forståelse. Laboratoriestudier vil, som nevnt, kunne gi mer kontrollerte betingelser for å studere spesifikk språkforståelse. Teknikker som rollespill, peking på bilder og barnets blikkpreferanse er mye benyttet. Denne typen metoder som baseres på atferd kan imidlertid ha begrenset verdi i forhold til studiet av den underliggende språktilegnelsesprosessen. Eksempelvis er det ikke alltid en vet om barnet kan oppfatte forskjellen mellom ulike ord. Peker barnet på hesten og sier "hund" fordi han/hun ikke forstår forskjellen mellom hest og hund, eller forstår barnet forskjellen uten å ha tilegnet seg et ord for kategorien hest. Dersom barnets atferd benyttes som en indikasjon på barnets språkforståelse vil dette kunne gi feilaktige estimat av barnets faktiske reseptive vokabular. En annen ulempe med studier basert på atferd er at det er

vanskelig å sammenligne barn og voksne ettersom en ikke kan benytte de samme paradigmen på barn som på voksne. I forskning relatert til tidlig språktilegnelse kan det også være problematisk med muntlige instruksjoner ettersom det er vanskelig å vite hva barnet forstår, samtidig som det er vanskelig for barnet å formidle sin eventuelle forståelse. Studier av tidlig språkutvikling som er basert på observerbar atferd krever at barnet er oppmerksom, følger instruksjoner og følger opp en oppgave som er initiert av en voksenperson. Barn under toårsalder har ofte begrenset kapasitet til å samarbeide i denne typen situasjoner, og dette kan bidra til en redusert reliabilitet for atferdsrelaterte studier (Bates, 1993). Sammenhengen mellom vokabularstørrelse og språkprosessering kan i denne sammenheng tilsløres andre faktorer.

Hui Tan og Schafer (2007) har sett nærmere på hvilke faktorer som virker inn på forholdet mellom barns produktive vokabularstørrelse og deres reseptive språkprosesseringsevne. En av faktorene som fremheves av Hui Tan og Schafer (2007) er barns evne til å segmentere språklyder i flytende talestrøm. Evnen til å rette oppmerksomheten mot segmenter i talestrøm og evnen til å isolere enkeltord kan være en essensiell faktor i barns evne til ordlæring. Spedbarns evne til å identifisere talte ord har vist seg å være utviklet lenge før de begynner å produsere ord. Dette understøttes blant annet av Kooijman, Hagoort og Cutler (2005) som i sin studie presenterte elektrofysiologiske tegn på at 10 måneder gamle barn gjenkjente tostavellesord i kontinuerlig tale. Presentasjon av ordets første stavelse var tilstrekkelig for at barna gjenkjente ordet. En annen faktor Hui Tan & Schafer (2007) utpekte som korrelerende med språkprosesseringsevne var foreldrenes tendens til å peke på og navngi objekter til barna sine. Foreldres ulike grad av peking og benevning i sitt daglige samvær med sine barn kan altså tenkes å ha innvirkning på barnas evne til språkprosessering. Dette viser til betydningen av sosial interaksjon for språkprosessering. Kuhl, Tsao og Lius (2003 i Kuhl, 2004) demonstrerer i sin studie effekten sosial interaksjon kan ha på et barns umiddelbare evne til språkprosessering. Dette antyder at individuelle erfaringer og sosial interaksjon kan bidra til individuelle forskjeller i barns språkprosesseringsevne. Samtidig viser empiriske funn at økningen i vokabular i andre leveår skjer hos de aller fleste barn til tross for ulike erfaringsgrunnlag. Det generelle aspektet i språktilegnelsen understreker betydningen av de mekanismene som ligger til grunn for vokabularspurtene. Eksempelvis kan den nevralt prosesseringen relatert til språkprosesseringen være en slik underliggende mekanisme som kan antas å finne sted hos de aller fleste barn til tross for ulikheter i erfaringsgrunnlaget.

Ved å studere nevralt prosessering vil man kunne unngå noen av begrensningene som kan oppstå ved atferdsrelaterte studier. Registrering av nevralt aktivitet kan gjøres ved bruk av hendelsesrelaterte potensialer (ERP). EEG (electroencephalogram) registrerer elektro-fysiologiske signaler fra nevralt aktivitet på millisekundnivå. Den elektriske aktiviteten registreres av elektroder festet til hodebunnen. Elektrodene registrerer spenningsendringer som forekommer når et større antall cerebrale nevroner aktiveres (Cibra, Kushnerenko & Grossman, in press). Hendelsesrelaterte potensialer måler primært post-synaptiske potensialer fra synkront aktiverte pyramidalceller i neokorteks, som er utløst av en hendelse eller stimuluspresentasjon. En slik hendelse kan eksempelvis være presentasjonen av et ord. Analyser av endringer i størrelse, timing og distribusjon av aktivitet i ulike hjerneområder på tvers av eksperimentelle betingelser kan gi informasjon på millisekundnivå om sensorisk, perseptuell og kognitiv prosessering (Kutas & Fredermeier, 2000). Komponenter defineres ved hjelp av polaritet, latens og distribusjon i forhold til de presenterte stimuli (Nelson, de Haan & Thomas, 2006), og komponenter relatert til språkprosessering kan identifiseres tidlig i språkutviklingen (Friederici, 2005). I spedbarnsalderen inneholder som regel EEG en større andel lave frekvenser enn hos voksne. Enkelte forskere har derfor relatert kognitiv utvikling til cerebral utvikling ved å korrelere aktivitet med ulike frekvenser med atferdsvariabler hos spedbarn (Cibra, Kushnerenko & Grossmann, in press). I ERP-studier med voksne deltakere krever eksperimentene ofte stor grad av oppmerksomhet rettet mot de presenterte stimuli. Dette er imidlertid vanskeligere å gjennomføre med spedbarn, og derfor er det vanligere å se på aktivitet relatert til presentasjoner av enklere stimulusmateriale i slike studier. Antagelsen om at barns atferdsrespons er indikasjoner på hva de forstår kan være misvisende. Det som oppfattes som manglende forståelse kan skyldes at barnet ikke har kapasitet til å respondere på adekvat måte. Selve forståelsen kan på denne måten bli maskert av en manglende formidlingsevne. Fordelen med ERP som metode er at den ikke krever en atferdsbasert indikator på språkforståelse (Mills, Conboy & Paton, 2005). Sammenlignet med andre hjerneavbildningsteknikker er ERP hensiktsmessig i forskning på barn ettersom opptakene i mindre grad blir forstyrret av bevegelse. ERP kan derfor sees på som en egnet metode i studiet av barns tidlige språkutvikling. Nevrale korrelater forbundet med språkprosessering kan fortelle oss noe om mekanismene som ligger til grunn for barns tidlige språkprosessering.

Studier av underliggende nevralt prosesser i tidlig språktilegnelse kan altså sees som en måte å studere hva barn forstår, men som de muligens ikke har kapasitet til å formidle gjennom sin observerbare atferd. Atferdsstudier antyder at barn har en tendens til å utvide semantiske

kategorier (Torkildsen et al., 2006). Eksempelvis kan de kalle både en hund og en hest for ”dyret”. Dette kan tolkes i retning av at de enda ikke har utviklet separate semantiske kategorier for ”hest” og ”hund”, men samtidig kan det hende at barn vet forskjellen uten at de har kapasitet til å uttale ordene. Torkildsen et al. (2006) har gjort en ERP-studie av småbarns semantiske organisering. Ved å anvende ERP kunne forskerne studere barnas hjerneaktivitet knyttet til oppfattelsen av forskjeller mellom ords betydning. De fant forskjellige responser i barns nevralt aktivitet knyttet til semantisk forståelse innen en leksikalsk kategori. Med andre ord antyder studien at småbarn forstår forskjellen mellom ”hest” og ”hund” selv om begge ordene befinner seg innen kategorien ”dyr”. Dette er et eksempel på at metoder som registrerer nevralt aktivitet kan overkomme enkelte av begrensningene ved atferdsmetodene anvendt i studier av barns tidlige språkutvikling.

Nevrale korrelater knyttet til hurtigkobling mellom ord og referenter, kan være en kilde til å etablere en bedre forståelse av mekanismene som antas å være underliggende vokabularspurten. Til tross for økningen i ERP-studier orientert mot ordprosessering hos småbarn er det ikke mange eksperimenter som er rettet mot småbarns evne til å assosiere ukjente ord med referenter (Mills, Plunkett, Prat & Schafer, 2005). Mills, Conboy og Paton (2005) har i sin ERP-studie av småbarn sett på betydningen vokabularstørrelse har for språkprosessering. Det ble i studien benyttet et eksperimentelt paradigme der barna lyttet til en serie av ord uten bildekontekst. Ti av ordene var ord deltakerne forsto, ti var ord deltakerne ikke forsto og de siste ti ordene var stavet baklengs. Dette paradigmet er ikke forbundet med noen kjent ERP-komponent. Forskerne fremsatte en arbeidshypotese om at forskjeller i ERP mellom kjente og ukjente ord impliserer at barna tillegger ordene mening. De to gruppene barn var inndelt etter kronologisk alder, hvor den ene gruppen var barn på 20 måneder og den andre barn mellom 13-17 måneder. Av resultatene fremkom en forskjell mellom aldersgruppene ved at de yngste barna hadde lengre prosesseringstid enn de eldre barna. Dette tolkes i retning av at økning i vokabular medfører at ord kan prosesseres raskere. For å kontrollere for effekten av modning og kronologisk alder dannet forfatterne to nye grupper innad i de eksisterende gruppene, en høyproduksjonsgruppe og en lavproduksjonsgruppe. Som forventet viste resultatene en forskjell mellom distribusjonen av hjerneaktivitet hos barn som hadde lite og de som hadde større vokabular. Begge høyproduksjonsgruppene viste mer fokalt distribuerte ERP-responser enn lavproduksjonsgruppene innen samme aldersgruppe (Mills, Conboy & Paton, 2005). Disse funnene støtter hypotesen om at vokabularstørrelse kan ha innvirkning på barns reseptive vokabular og språkprosesseringsevne. Resultatene viser

imidlertid ikke mer spesifikt hvordan språkprosesseringssevnen forbedres. De underliggende mekanismene, som eksempelvis hurtigkobling, er ikke operasjonalisert. Dersom evnen til hurtigkobling skal studeres kreves det at selve innlæringsprosessen ved presentasjoner av ord og referenter inngår i det eksperimentelle designet. Mills, Conboy og Paton (2005) sin studie gir derfor ikke noe direkte mål på evnen til hurtigkobling i innlæringsprosessen.

De nevralt korrelatene i studien omtalt ovenfor kan tyde på at jo flere ord et barn har i sitt produktive vokabular, jo bedre språkprosesseringskapasitet har barnet. Vihman & McCune (1994 i Mills, Conboy & Paton, 2005) mente at ordsprurten var knyttet til en kvalitativ endring i barns symboliseringsevne. De forsto det slik at de første ordene er enkle assosiasjoner mellom lyd og objekt, men at de senere ordene innebærer en mer symbolsk prosessering. I tråd med denne antagelsen fant Plunkett, Sinha, Møller, og Strandsby (1992, i Mills, Conboy & Paton, 2005) at en økning i erfaring med assosiasjoner mellom bilder og benevning har medført en økning i et assosiativt nettverk. Dette ville videre medføre en nonlinear økning i produktivt vokabular. Større nettverk antas å bidra til økt evne til benevning av ukjente kategorier. Dette kan sees i sammenheng med utviklingen fra kontekstbundet til mer fleksibel bruk av ord. Barnets første ord er ofte bundet til en spesifikk kontekst, men blir gradvis generalisert til flere kontekster. Eksempelvis kan ordet "bamse" først knyttes til barnets egen bamse. Etter hvert som barnet eksponeres for bamser med andre farger og størrelser kan dette bidra til å øke barnets nettverk. Ordet "bamse" er ikke lenger bare assosiert med den ene bamsen, men til en hel kategori kjennetegnet av fellestrekk for bamser. På denne måten får barnet en mer fleksibel anvendelse av ordet "bamse", og denne fleksibiliteten gjenspeiler en økt evne til symbolsk prosessering (Mills, Coneboy & Paton, 2005).

For å kunne operasjonalisere og måle evne til symbolsk prosessering kan ERP anvendes. Den elektrofysiologiske komponenten N400 er anvendt som en indikator på at det skjer en semantisk organisering i språkprosessering. Kategorisk organisering av kunnskap i semantisk hukommelse påvirker perseptuell prosesseringen av ny informasjon. ERP-registrering antyder at individer i løpet av noen hundre millisekunder kan oppfatte presenterte stimuli som meningsbærende (Kutas & Fredermeier, 2000). Denne prosessen er blant annet studert ved å presentere en setning der noe forventet meningsbærende byttes ut (Kutas & Hillyard, 1980 i Kutas & Fredermeier, 2000). Dette viser seg i ERP ved at negative potensialer rundt 400 millisekunder etter stimuluspresentasjon blir sterkere ved inkongruens mellom stimuli og kontekst. Denne ERP-komponenten, N400, er en mye studert indeks for semantisk

prosessering hos voksne (Kutas & Fredermeier, 2000). En N400-respons ansees altså som indikasjon på semantisk inkongruens, og for at responsen skal oppstå innebærer det en forutgående etablert semantisk forventning. På denne måten kan en N400-respons anvendes som en indikasjon på semantisk forståelse hos voksne. Videre er det interessant hvorvidt den samme operasjonaliseringen kan avdekke noe om barns økende grad av symbolsk prosessering.

For å kunne forstå mekanismene i tidlig språktilegnelse og utvikling må en se barns hjerneaktivitet i sammenligning med voksnes. Foreløpig er det lite kunnskap om hvordan barns hjerne prosesserer ord i en semantisk meningsfull kontekst. For å forstå ord og tilegne seg nye ord må spedbarn gjenkjenne auditive stimuli som potensielt kan representere et ord med mening. Dette innebærer at fonologisk materiale må integreres med konseptuelle representasjoner som enten allerede er etablert, eller som etableres umiddelbart ut i fra stimuluskontekst. Dersom semantisk prosessering skal finne sted, må det først og fremst forekomme en leksikalsk gjenkjenning (Mills, Plunkett, Prat & Schafer, 2005). Friedrich & Friederici (2005) anvendte et multimodalt ord- bilde paradigme der deltakerne var barn i 12 måneders- og 19 måneders alder, samt en kontrollgruppe med voksne deltakere. Multimodalt ord- bilde paradigme er et eksperimentelt design der deltakerne presenteres for et ord og en referent, henholdsvis auditivt og visuelt. Inkongruente betingelser vil i dette designet innebære presentasjon av en referent som ikke samsvarer med ordet som presenteres. Resultatene viste at barn på 12 måneder fikk en leksikalsk primingeffekt ved presentasjon av kongruente ord som kom til syne ved tidlig negativitet rundt 100 millisekunder etter ordets start. Dette impliserer at kjent materiale vil påvirke hvordan barn prosesserer språklyder allerede ved ettårs alder. Dette kan ansees som en forutsetning for en senere semantisk integrering av språklydene. Dersom den semantiske forventningen brytes vil dette kunne skape en inkongruenseffekt (Friedrich & Friederici, 2006). De ERP-studiene som er gjort av barns tidlige språkprosessering viser en utviklingstendens der det generelle funnet antyder at N400 vil minke i amplitude og topplatens ved økende alder (Nelson, de Haan & Thomas, 2006). Dersom N400 fremkommer allerede ved tidlig språktilegnelse vil dette være et redskap for å kunne få en bedre forståelse av barns semantiske kategorier. ERP-studier vil på denne måten være et redskap for å kunne kartlegge hva barn egentlig forstår til tross for sin begrensede evne til ordproduksjon (Friedrich & Friederici, 2004).

I studier av semantikk kan altså N400-paradigmet være en metode for å studere barns evne til symbolsk prosessering. Dersom vokabularspurten bidrar til en økt symbolsk prosesseringsevne vil en forvente en endring i N400-responser hos barn før og etter ordspurten. Dersom denne effekten finner sted kan dette ansees som støtte til Vihman & McCune (1994 i Mills, Conboy & Paton, 2005) sin antagelse om en kvalitativ endring i barns symboliseringsevne. Friedrich & Friederici (2004) fant at N400-responser hos 19 måneder gamle barn ved inkongruente ord- bilde presentasjoner hang sammen med barnas vokabularstørrelse. Resultatene viste en sterkere inkongruenseffekt hos barn med høyproduksjonsvokabular enn hos de med mindre vokabular ved 19 måneders alder. Høyproduksjonsgruppen viste N400 med lignende amplitude og frekvens som hos voksne, og denne effekten kom til syne i begge hemisfærer. Disse funnene er konsistente med studier som peker i retning av en økt spesialisering av språkrelaterte hjernesystemer med økende alder (Neville, Coffey, Holcomb & Tallal, 1993; Ojemann, 1991; Weber-Fox & Neville, 1996 i Nelson, de Haan & Thomas, 2006), men samtidig antydes en effekt av vokabularstørrelse uavhengig av kronologisk alder. I henhold til studiene referert her er det nærliggende å anta at parametere som latens, topografisk distribusjon og amplitude ved inkongruenseffekten også påvirkes av barns produktive vokabular. I denne sammenheng fant Torkildsen et al. (2006) de samme tendensene i studien av semantisk organisering hos 20 måneder gamle barn. Resultatene viste som nevnt at inkongruenseffekten hos barna var sensitiv til semantiske kategorier, men at også vokabularstørrelsen hadde innvirkning på inkongruenseffekten. Høyproduksjonsgruppen hadde en inkongruenseffekt som viste seg i frontale områder rundt 320 millisekunder, mens lavproduksjonsgruppen viste en inkongruenseffekt med lenger latens og annen topografisk distribusjon. Studiene referert her antyder at ulikheter i vokabularstørrelse kan bidra til ulikheter i nevralt aktivitet. Dette støtter antagelsen om at økningen i vokabular henger sammen med en endring i underliggende språkprosesseringsmekanismer.

Studiet av hurtigkobling som underliggende prosess for språktilegnelse kan sees i sammenheng med spørsmålet om språktilegnelsens kontinuerlige eller diskontinuerlige natur. Dersom vokabularstørrelsen, som trolig henger sammen med barnets erfaring og eksponering for ord, har en innvirkning på hurtigkobling kan det tyde på at selve tilegnelsesprosessen endres avhengig av erfaring. Dersom dette er tilfellet kan det peke i retning til at det skjer en kvalitativ endring i språkprosesseringssevnen i denne alderen.

Hensikten med den foreliggende studien er å se nærmere på de mekanismene som ligger til grunn for tidlig språkprosessering. I dette henseende har vi sett på hvordan produktiv vokabularstørrelse henger sammen med evnen til hurtigkobling hos barn på 20 måneder. Det eksperimentelle designet ble utformet for å bygge opp assosiasjoner mellom spesifikke ord og objekter i en innlæringsfase, for så å bryte assosiasjonene ved å presentere ordene sammen med andre objekter. På denne måten blir en semantisk inkongruenseffekt et prosessmål for hvorvidt assosiasjonene har funnet sted. For å registrere om hurtigkobling skjer, benyttes hendelsesrelaterte potensialer for å registrere hjernens nevrofysiologiske aktivitet relatert til stimuluspresentasjon. For å kunne kontrollere for individuelle forskjeller i tidligere eksponering av ord er det i eksperimentet benyttet både virkelige ord og pseudoord. Innlæring av pseudoord vil gjøre det mulig å se hvilken effekt vokabularstørrelse har på selve prosesseringsevnen. Dersom en N400-effekt viser seg ved brudd på de lærte assosiasjonene mellom pseudoord og fantasibilde, vil dette kunne være en nevrofysiologisk indikator på hurtigkobling hos småbarn. Foreligger det en forskjell i denne effekten mellom barn med høyt og lavt produktivt vokabular vil dette støtte hypotesen om en sammenheng mellom evnen til hurtigkobling og vokabularspurten. Dersom økt vokabular henger sammen med hurtigkoblingsevne kan dette tyde på at det skjer en kvalitativ endring i språkprosesseringen rundt den antatte vokabularspurten. Dette vil eventuelt understøtte hypotesen om at tidlig språktilegnelse er en diskontinuerlig utviklingsprosess.

HYPOTESE

Økning i produktivt vokabular kan henge sammen med evnen til hurtigkobling. Dette vil bidra til at deltakere med lavt produktivt vokabular prosesserer ord på en annen måte enn barn med høyt produktivt vokabular. Forskjellene i ordprosessering forventer vi at skal vise seg gjennom forskjeller i ERP-responser. ERP-responsene, N400, anvendes her som et prosessmål på en eventuell hurtigkobling. N400 ved presentasjon av pseudoord forventes derfor å være tydeligere for barn i høyproduksjonsgruppen enn for barn i lavproduksjonsgruppen dersom vokabularstørrelse henger sammen med hurtigkoblingsevne.

METODE

Deltakere

Syttiåtte 20 måneder gamle barn ble rekruttert gjennom annonser i Aftenposten og magasinet Foreldre & Barn, via oppslag på helsestasjoner i Oslo-distriktet og gjennom 11 SiO-barnehager. Data fra 43 barn ble ekskludert på grunn av at de nektet å ha på seg elektrodehette (N=11), på grunn av tekniske problemer under registrering (N=2), eller fordi de hadde færre enn 10 artifaktfrie epoker i en eller flere av betingelsene (N=30).

De 35 barna (19 jenter og 16 gutter) som kvalifiserte til analyser var fullbårne (> 35 uker av svangerskapet), hadde ingen nevrologiske skader, ingen språkvansker i den nærmeste familien, og ingen rapporterte hørsel- eller synsproblem. Ingen av barna var utsatt for komplikasjoner verken under svangerskapet eller fødsel. Deltakerne var 20 måneder +/- 23 dager da testingen fant sted.

Språkvurdering

Innen en uke før EEG-opptaket fylte foreldrene ut tre forskjellige skjema for å kartlegge blant annet barnas språk. Det ene skjemaet var den norske versjonen av MacArthur-Bates Communicative Development Inventory (MCDI) (Fenson et al., 1993) oversatt av Lars Smith (upublisert). De to andre var Ages and Stages skjema for barn på 20 måneder (Janson, 2003), og et spørreskjema som kartla diverse variabler som for eksempel håndpreferanse, nevrologiske avvik, problem i svangerskapet/ved fødsel. I sistnevnte skjema ba vi foreldrene rapportere hvilke av de 30 ordene som ble benyttet som ekte ord i eksperimentet, som barna forsto. Bare resultater fra MCDI og ordforståelse er rapportert her. Med virkelige ord menes ord som er meningsbærende i det norske språk.

Produktivt vokabular i MCDI var gjennomsnittelig 126,6 ord (SD = 100,3). I gjennomsnitt produserte barna 16,7 (SD = 9,9) av de 30 ekte ordene brukt i eksperimentet, mens de forsto 26,2 (SD = 5,1) av dem.

Deltakerne ble delt i to grupper bestemt ut fra medianen av produktivt vokabular, høyproduksjonsgruppe og lavproduksjonsgruppe. Grensen ble dermed på 89 ord, og to av

deltakerne som hadde et produktivt vokabular på akkurat 89 ord ble bestemt plassert i høyproduksjonsgruppen. En grense på 89 ord resulterte i 19 deltakere (14 jenter og 5 gutter) i høyproduksjonsgruppen, og 16 deltakere (5 jenter og 11 gutter) i lavproduksjonsgruppen. Barna i høyproduksjonsgruppen hadde et gjennomsnitt av totalt produktivt vokabular på 193,1 ord (range 89–419, SD=90,1), og i gjennomsnitt produserte de 24,4 (SD=4,3) og forsto 28,7 (SD=1,9) av de 30 ekte ordene i eksperimentet. Gjennomsnittet av totalt produktivt vokabular i lavproduksjonsgruppen var 47,6 ord (range 1–85, SD=27,9). Produksjonen av virkelige ord i eksperimentet var i gjennomsnitt 7,6 (SD=5,9) og av disse forsto de 23,3 ord (SD=6,0) i gjennomsnitt.

Stimulusmateriale

Auditive stimuli besto av 30 ekte ord og 30 fonotaktiske korrekte pseudoord. De virkelige ordene var plukket ut fra MCDI og var navn for "basic-level" objekt, som er ord barn på 20 måneder forventes å ha kjennskap til. Med "basic-level" ord menes ord som for eksempel "hund" og "gitar", ikke ord fra kategorien over som i "dyr" og "musikkinstrument", eller fra underkategorier som "Border Collie" og "Fender". Virkelige ord og pseudoord ble parett med et antall av stavelser (20 ettstavelsesord og 10 tostavelsesord i hver gruppe) og lengde (gjennomsnittslengde på omtrent 570 ms i hver av gruppene). Pseudoordene ble konstruert med en intensjon om at de ikke kunne bli forvekslet med virkelige ord brukt i eksperimentet, eller andre ord deltakerne hadde kjennskap til. Ordene ble derfor konstruert slik at de hadde minst to fonemiske kontraster i forhold til ordene fra MCDI. Pseudoordene hadde også minst to fonemiske kontraster i forhold til hverandre (se appendiks 1). Ordene ble lest opp av en kvinnelig stemme og digitalisert med 16 bits, og en samplingsfrekvens på 44,1 kHz.

Det visuelle materialet bestod av 30 fargetegninger som korresponderte med de 30 ekte ordene, og 30 fargetegninger av fantasiobjekt og skapninger som ble parett med pseudoordene. Tegningene av fantasiobjektene og skapningene var ikke modifisert fra faktiske objekt, og ble selektert ut med en intensjon om at de skulle være vanskelige å assosiere med eksisterende leksikalske kategorier. Bildematerialet ble valgt ut fra Clipart.com databasen.

To eksempler på fantasiobjekt.



To eksempler på virkelige objekt.



Prosedyre

Intensjonen med eksperimentet var å lære barna en assosiasjon mellom et nytt ord og bilde ved at de ble presentert ord- bilde parene fem ganger, for så å bryte assosiasjon ved å presentere ordene med andre bilder. Virkelige ord og bilder av faktiske objekt ble inkludert i eksperimentet for å gjøre barna oppmerksomme på den referensielle relasjonen mellom ordene og bildene, men også for å ha mulighet til å skille mellom læringseffekter (pseudoord) og repetisjonseffekter (virkelige ord).

Deltakerne ble presentert for 10 trening/testblokker. Hver blokk hadde tre virkelige ord og tre pseudoord. I hver treningsfase ble hver av de seks ordene assosiert med det samme bilde fem ganger. De virkelige ordene ble assosiert med et kongruent "basic-level" objekt (for eksempel ble ordet *hund* assosiert med et bilde av en hund), mens pseudoordene ble assosiert med et bilde av et fantasiobjekt eller skapning. Presentasjonene av de ulike ord- bilde parene ble kvasirandomisert slik at det samme ord- bilde paret aldri ble presentert to ganger på rad. Testfasen i blokkene var en inkongruensbetingelse der ordene ble presentert med et annet bilde enn i treningsfasen. Det var to inkongruensepoker for hver av de seks ordene fra treningsfasen, og ordene ble presentert sammen med andre bilder fra samme blokk. De virkelige ordene ble presentert sammen med de to andre bildene, som illustrerte en referent basert på et av de virkelige ordene. Eksempelvis ble bilde av en hund assosiert en gang med ordet *banan* og en gang med *jakke* i testfasen. Pseudoordene ble presentert med de to bildene som skulle illustrere de to andre pseudoordene. Bilder fra samme blokk ble brukt i inkongruensepoker for å unngå effekten av å bringe inn helt nye stimuli. Det var ingen markør som gjorde barna oppmerksomme på at en treningsfase ble avsluttet og at testfasen begynte.

Oppsettet av ordene i hver blokk var kvasirandomisert slik at det alltid var tre virkelige og tre pseudoord ord- bilde par i hver blokk, og ingen ord ble presentert i mer enn én blokk. Paring av spesifikke pseudoord og fantasibilder ble randomisert.

En trial var 2500 ms lang med et intertrialintervall på 1000 ms. Bildene ble vist på en skjerm gjennom hele trialen, mens ordene ble presentert 1000 ms etter bildene. Hele eksperimentet varte i 24,5 minutter.

EEG-opptak og analyse

EEG-opptakene fant sted i et lydisolert rom, i tillegg til at rommet var isolert for elektriske impulser utenfra (Faradays bur). De visuelle stimuli ble vist på en 30 x 40 cm skjerm plassert omtrent 1 meter fremfor deltakerne, og de auditive stimuli ble presentert med en intensitet på 70 dB SPL. Deltakerne ble filmet gjennom hele eksperimentet, som varte omtrent 1 time inkludert tiden barnet brukte til å gjøre seg kjent med omgivelsene, montering av hetten, impedansmålinger og pauser.

EEG-ten ble registrert med et 0.1/70 Hz band pass filter med en A/D rate på 500, og forsterket med en Neuroscan Nuamps forsterker. Sølv-sølvklorid elektroder ble plassert i henhold til det internasjonale 10-20 systemet på følgende steder: Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, FC3, FCz, FC4, C3, Cz, C4, CP3, CPz, CP4, P3, Pz, P4, O1, O2. Det vertikale elektrookulogram (VEOG) registrerte fra elektroder plassert over og under det høyre øyet (X1 og X2). Alle elektroder hadde gjennomsnittet av venstre og høyre mastoider som referanse. Impedansen ble holdt under 5k Ω for alle elektroder.

Zero-phase band pass filter fra 0,3 til 20 Hz ble anvendt på EEG-materialet, og epoker på 1500 ms ble utarbeidet med en pre-stimulus baseline på 100 ms. Det ble foretatt en baseline korreksjon (pre-stimulus interval), og epoker med absoluttampplituder over og under 150 mikrovolt ble fjernet. Videoopptaket av eksperimentet ble brukt til å ta bort epoker der barna ikke fulgte med på presentasjonen av stimulusmaterialet. Deltakere med mindre enn 10 artifaktfrie epoker i en av de eksperimentelle betingelsene ble ekskludert fra videre analyse.

Vi valgte ut ni elektroder til videre analyser: F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4. De ni elektrodene ble utvalgt på grunn av at de tenkes å representere relevante hjerneområder i vår studie, mens de som ble fjernet har vi apriori kunnskap om at gir lite informasjon, og er følsomme for artifakter. I forhold til analyse var de ni utvalgte elektrodene plassert slik at vi fikk informasjon om aktivitet både lateralt, sentralt, fra fremre og bakre deler av hjernen.

Statistiske analyser

Hovedspørsmålet i studien var om barna lærte assosiasjonen mellom de nye ordene og de presenterte bildene. For å finne ut om dette faktisk var tilfellet, sammenlignet vi ERP fra den siste presentasjonen i treningsfasen (presentasjon 5) med ERP fra de to påfølgende inkongruenspresentasjonene. Valget av å sammenligne bare den femte presentasjonen mot de inkongruente betingelsene var fordi vi antok at hvis det var dannet en kobling mellom pseudoord og fantasibildder ville koblingen være sterkest i den siste av de kongruente presentasjonene. Effekten av de andre presentasjonene i treningsfasen er ikke rapportert her.

Inkongruenseffekten ble testet separat for virkelige ord og pseudoord. Det ble brukt en fireveis ANOVA med kongruens (kongruent, inkongruent), elektrodeplassing (frontal, sentral, parietal) og lateralitet (høgre, midtlinje, venstre) som innengruppe faktorer, og vokabulargruppe (høy, lav) som mellomgruppe faktor.

Signifikante interaksjoner ble fulgt opp med treveis ANOVA. Alle analysene ble utført i konsekutive 200ms intervaller fra 0 til 1400 ms. Siden det er lite apriori kunnskap om hvor effektene i et N400-paradigme for barn kommer, analyserte vi EEGet i 200ms intervaller. Vi brukte Greenhouse-Geisser korreksjon for effekter med mer enn en frihetsgrad i numeratoren. Vi rapporterer ukorrigerede frihetsgrader og korrigerede p-verdier.

RESULTAT

Inkongruenseffekter for pseudoord

Som vist i tabell 1, var det en signifikant interaksjon mellom kongruens og gruppe i 1200-1400ms intervallet. Siden målet med studien var å vise en sammenheng mellom vokabularstørrelse og hurtigkoblingsevner ble det kjørt en treveis ANOVA i både høyproduksjonsgruppen og lavproduksjonsgruppen i alle tidsintervall.

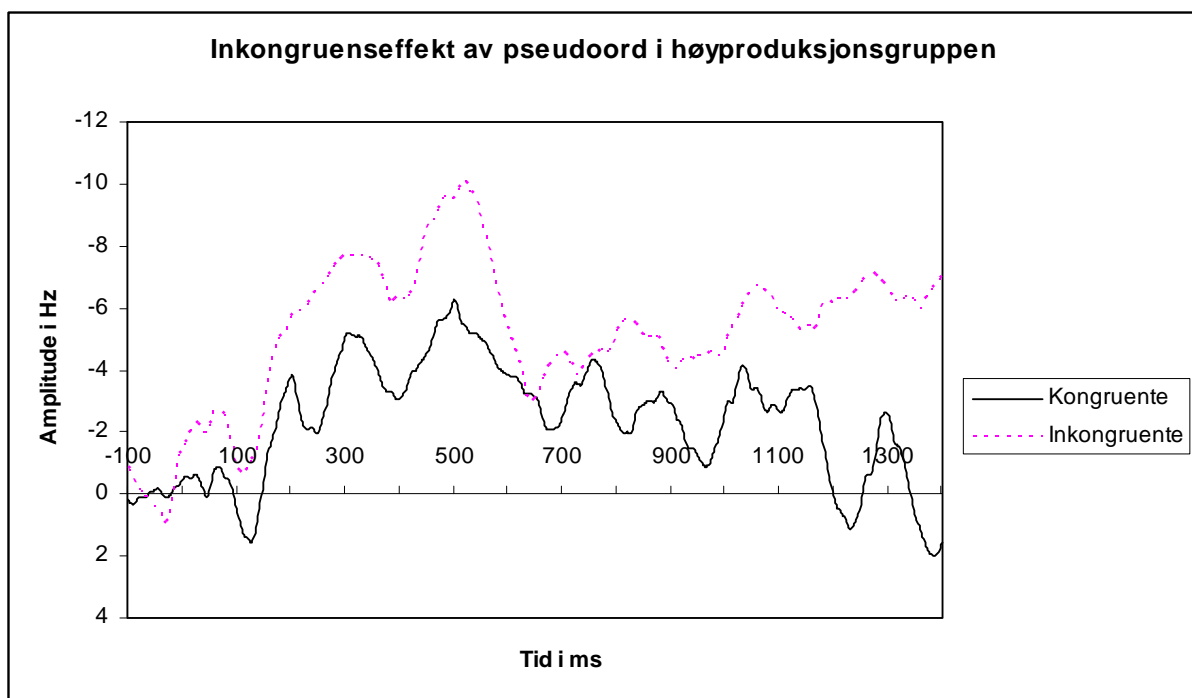
Analysene på gruppenivå avslørte signifikante effekter av kongruens for høyproduksjonsgruppen i 1000-1200ms intervallet ($F(1,18) = 4,70, p = 0,044$) og i 1200-1400ms intervallet ($F(1,18) = 14,08, p = 0,001$). Det var ingen signifikante effekter av kongruens i lavproduksjonsgruppen ($F(1,15) = 0,26 - 1,45, p = 0,25 - 0,62$) (se figur 1 og 2).

Tabell 1 – inkongruenseffekter for pseudoord

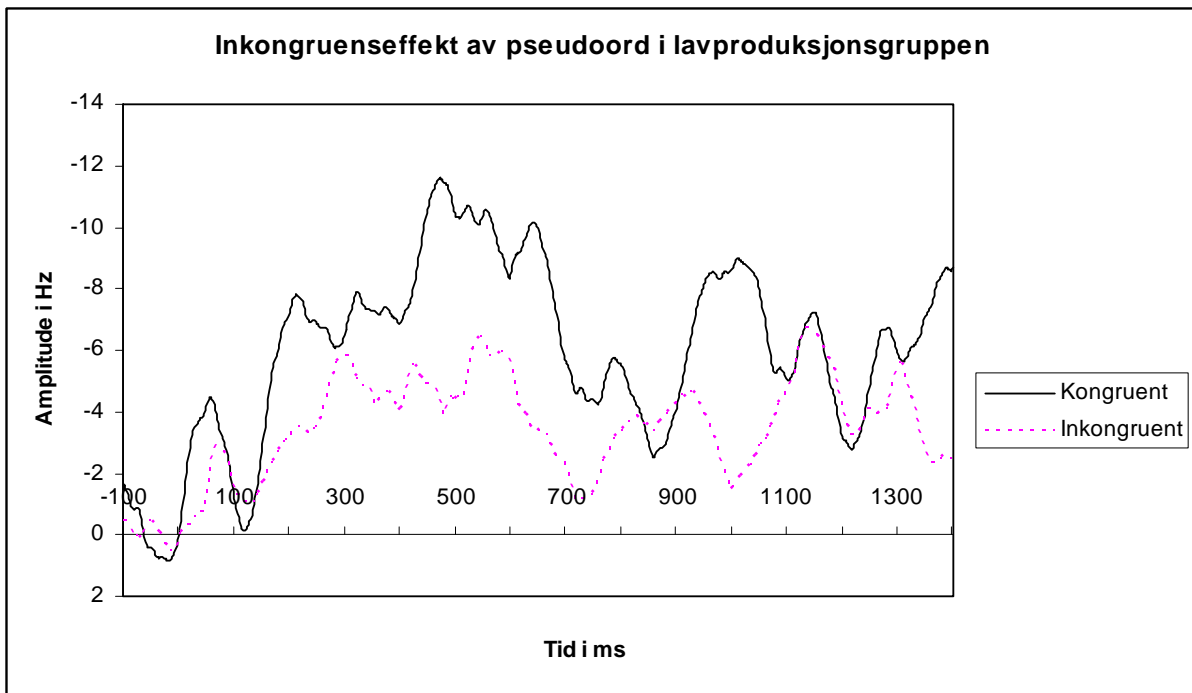
Tid – ms	Kongruens alle <i>F</i> (1,33)	Kongruens* gruppe <i>F</i> (1,33)	Kongruens høyproduksjonsgruppe <i>F</i> (1,18)	Kongruens lavproduksjonsgruppe <i>F</i> (1,15)
200-400				
400-600				
600-800				
800-1000				
1000-1200		3,60 (0,067)	4,70*	
1200-1400		10,25***	14,08****	

$p < 0.05$ ** $p < 0.03$ *** $p < 0.01$ **** $p < 0.001$

Effekten av ord- bilde parene – treningspresentasjon nummer fem mot inkongruens- presentasjonene. Effekten for alle deltakerne samlet, og for høy- og lavproduksjonsgruppene separat.



Figur 1: Inkongruenseffekt av pseudoord i høyproduksjonsgruppen. Kongruent presentasjon nummer fem mot de to inkongruente presentasjonene. Amplitudene representert av Cz.



Figur 2: Inkongruenseffekt av pseudoord i lavproduksjonsgruppen. Kongruent presentasjon nummer fem mot de to inkongruente presentasjonene. Amplitudene representert av Cz.

Inkongruenseffekter for virkelige ord

De statistiske analysene av virkelige ord viste at det var en signifikant hovedeffekt av kongruens både i 400-600ms intervallet og 600-800ms intervallet (se tabell 2 neste side).

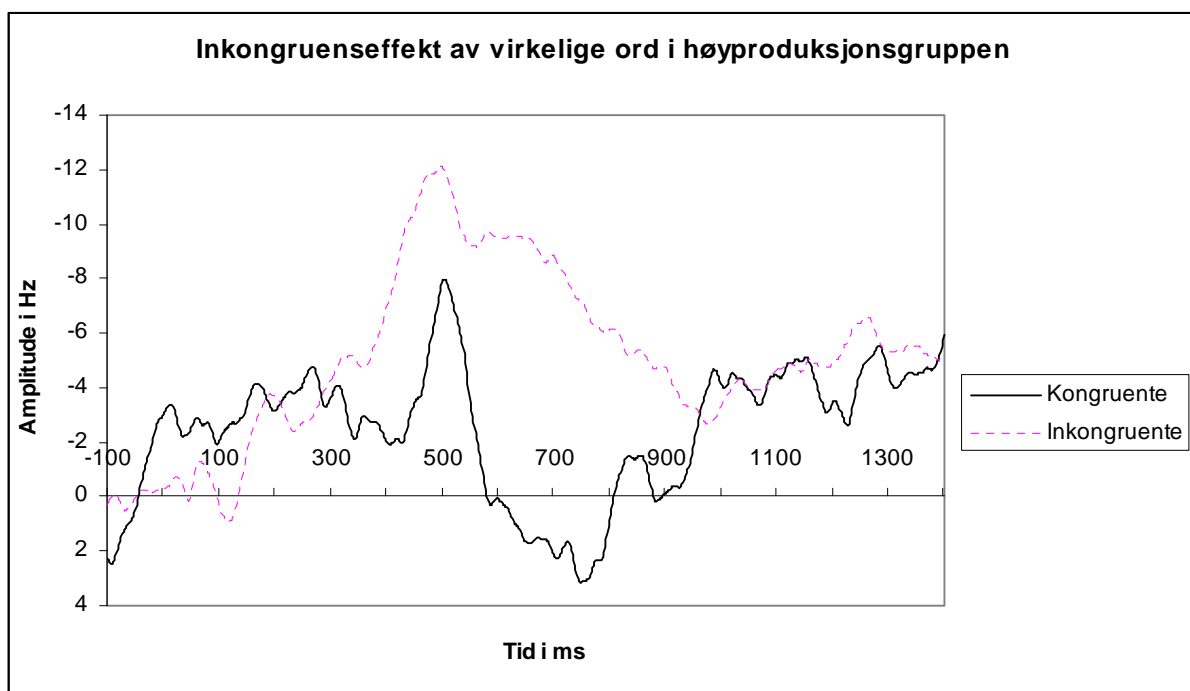
Som med nye ord ble det kjørt en treveis ANOVA i alle tidsintervall. Analysene avslørte en sterk signifikant effekt av kongruens i høyproduksjonsgruppen i intervallene 400-600ms ($F(1,18) = 16,77, p = 0,001$) og 600-800ms ($F(1,18) = 32,01, p < 0,0005$). Det var også en sterk hovedeffekt av kongruens i lavproduksjonsgruppen i de samme tidsintervallene som for høyproduksjonsgruppen, 400-600ms ($F(1,15) = 15,67, p = 0,001$) og 600-800ms ($F(1,15) = 23,01, p < 0,0005$) (se figur 3 og 4).

Tabell 2 – inkongruenseffekter for virkelige ord

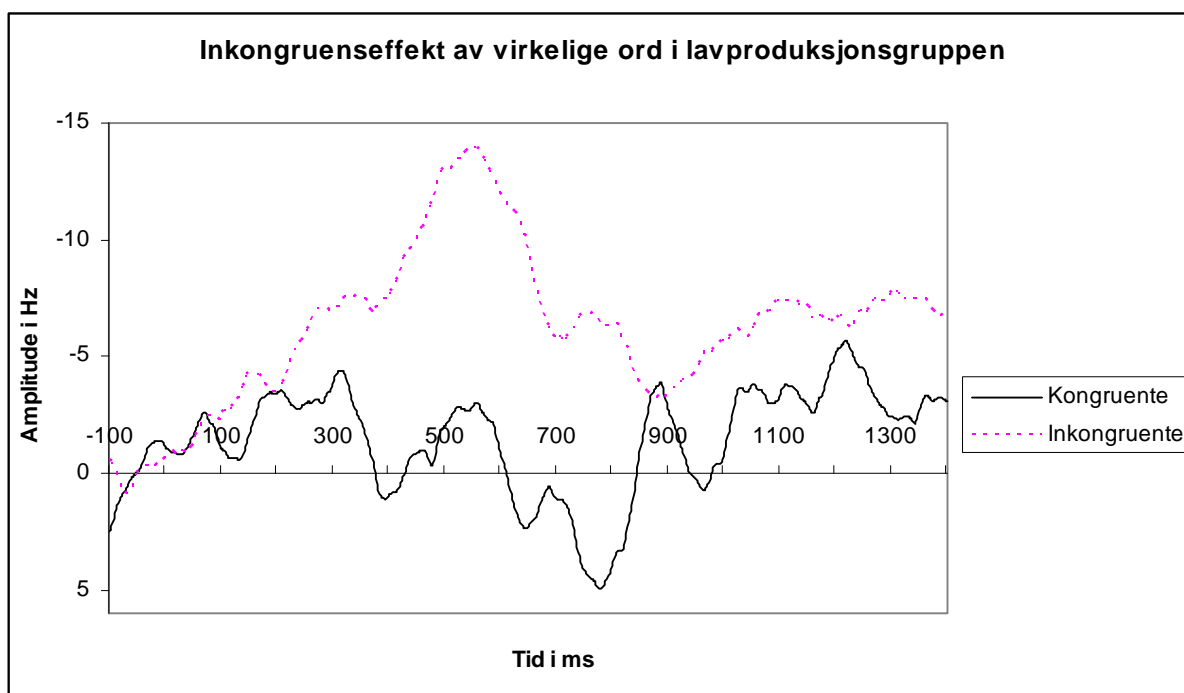
<i>Tid - ms</i>	<i>Kongruens alle F (1,33)</i>	<i>Kongruens høyproduksjonsgruppe F (1,18)</i>	<i>Kongruens lavproduksjonsgruppe F (1,15)</i>
200-400			
400-600	32,74****	16,77****	15,67****
600-800	54,76****	32,01****	23,81****

* $p < 0.05$ ** $p < 0.03$ *** $p < 0.01$ **** $p < 0.001$

Hovedeffekter etter oppfølgingsanalyser for interaksjoner. Det var ingen signifikante effekter etter 800ms.



Figur 3: Inkongruenseffekt av virkelige ord i høyproduksjonsgruppen. Kongruent presentasjon nummer fem mot de to inkongruente presentasjonene. Kanalen Cz representerer amplituden.



Figur 4: Inkongruenseffekt av virkelige ord i lavproduksjonsgruppen. Kongruent presentasjon nummer fem mot de to inkongruente presentasjonene. Kanalen Cz representerer amplituden.

DISKUSJON

Hensikten med denne studien var å se på forholdet mellom produktivt vokabular og reseptive språktilegnelsesevner i tiden rundt vokabularspurten, som vanligvis inntreer i barnets andre leveår. Vår hypotese var at det ville skje en endring i barnets evne til å sammenholde språklyder og referenter, såkalt hurtigkobling, i tråd med barnets økende vokabular. ERP-effekten av semantisk inkongruens var vårt mål på hvorvidt hurtigkobling som reseptiv språkprosessering fant sted. Som resultatene viser var det forskjell i nevrofysiologisk aktivitet mellom barn i lavproduksjonsgruppen (>89 ord i vokabularet), og i høyproduksjonsgruppen (\leq 89 ord i vokabularet). Et slikt resultat kan forstås som indikasjon på ulik evne til hurtigkobling hos barn med høyt og lavt produktivt vokabular. I det følgende vil resultatene utdypes og alternative forklaringer på resultatene drøftes. I denne sammenheng vil annen forskning på barns språkforståelse, metodiske styrker og svakheter drøftes.

Det eksperimentelle designet i studien innebærer fem kongruente innlæringspresentasjoner etterfulgt av to inkongruente presentasjoner. Underveis ble barnets ERP målt ved både kongruente og inkongruente betingelser for å kunne fange opp eventuelle endringer i nevralt

aktivitet. Funnene viste en semantisk inkongruenseffekt ved at ERP-responsene var mer negative ved de presentasjonene der ord- bilde assosiasjonene ble brutt (inkongruente betingelser) sammenlignet med den siste av de fem treningspresentasjonene (kongruent betingelse). Polaritet og tidspunkt for responsene ligner den semantiske inkongruenseffekten, N400, som er funnet ved brutte ord- bilde kombinasjoner i andre studier av samme aldersgruppe (Friedrich & Friederici, 2004; Mills, Conboy & Paton, 2005; Torkildsen et al., 2006). Inkongruenseffekten fremkommer i begge gruppene ved presentasjon av virkelige ord, men ved presentasjon av pseudoord fremkommer effekten bare i høyproduksjonsgruppen (jfr. tabell 1 og 2). I lavproduksjonsgruppen var det ingen forskjell mellom de kongruente og de inkongruente presentasjonene av pseudoord. Resultatene viser altså en signifikant gruppeforskjell i ERP-responsene ved presentasjon av pseudoord. Gruppeforskjellene kan tolkes i retning av at barn med flere ord i sitt vokabular raskere etablerer assosiasjoner mellom ord og referenter sammenlignet med barn med færre ord.

Den økte negativiteten som viser seg i ERP-resultatene ved brutte ord- bilde koblinger ligner en semantisk inkongruenseffekt. Den semantiske inkongruenseffekten ville antagelig ikke inntruffet med mindre det var etablert en forventning om at et gitt ord er koblet til et gitt bilde. I tråd med denne antagelsen har Friedrich og Friederici (2004), i sin ERP-studie av 19 måneder gamle barn, funnet at deltakerne både hadde leksikalske forventninger ved tidlig fonologisk prosessering, samt mekanismer for semantisk priming. Den semantiske primingen antas å fasilitere integrering av stimuli i en semantisk kontekst. Ved å presentere de samme koblingene gjentatte ganger etableres en kontekst som deretter endres når koblingen brytes. På denne måten kan den økende negativiteten fortolkes som en semantisk inkongruenseffekt. Ut i fra resultatene i vår studie er det nærliggende å anta at barn i lavproduksjonsgruppen ikke har etablert denne sammenhengen ved presentasjon av pseudoord. Dette til tross for at begge gruppene er eksponert for samme antall presentasjoner.

Forskjellene mellom høy- og lavproduksjonsgruppen som fremkommer av resultatene i vår studie kan tolkes i retning av at vokabularstørrelsen har betydning for språkprosesserings- evnen. Jo flere ord barn har i sitt vokabular, jo raskere etablerer de assosiasjoner mellom de presenterte ordene og de tilhørende objektene. Hvorvidt assosiasjoner er etablert fremkommer av gruppeforskjell i semantisk inkongruenseffekt ved presentasjon av pseudoord, men det er nærliggende å anse barns tidligere språkerfaring som en faktor som også kan påvirke gruppeforskjellen. Mills, Conboy & Paton (2005) har gjort en ERP-studie som antyder at

individuell erfaring med ord henger sammen med mønsteret av nevralt aktivitet under ordprosessering. Deltakerne ble presentert for ord med innhold som de forsto, og for ord med innhold de ikke forsto. Både barn på 13 måneder og 20 måneder viste endringer i nevralt aktivisering ved presentasjoner av ord de kjente versus ord de ikke kjente (Mills, Punkett, Prat & Schafer, 2005). Kanskje har barn med større produktivt vokabular blitt eksponert for flere ord enn barn med lavt produktivt vokabular? I resultatene fra vår studie fremkommer imidlertid gruppeforskjellen bare ved presentasjon av pseudoord som antas å være upåvirket av deltakernes tidligere erfaring.

Hensikten med å anvende pseudoord i eksperimentet var nettopp å kontrollere for de individuelle forskjellene som foreligger forut for eksperimentet. Pseudoordene anvendt i eksperimentet ble konstruert slik at de ikke skulle være gjenkjennbare, og på denne måten kunne vi få et ERP-mål på den umiddelbare innlæringsprosessen. Å høre et pseudoord er ment å tilsvare det å høre et ord for første gang. På denne måten vil en N400-effekt forutsette at en hurtigkobling mellom pseudoord og fantasibilde har funnet sted. Denne effekten viser seg i høyproduksjonsgruppen, men ikke i lavproduksjonsgruppen. Gruppeforskjellene som fremkommer kan derfor tolkes i retning av at deltakerne har ulik kapasitet til språkprosessering som ikke kan forklares individuelle erfaringer forut for eksperimentet. Det er i denne sammenheng nærliggende å anta at faktorer som eksempelvis nevralt modning kan ha en innvirkning på gruppeforskjellene. Kanskje har ikke barna i lavproduksjonsgruppen samme forutsetninger for å få en N400-respons som barna i høyproduksjonsgruppen? I en studie av 20 måneder gamle barn med familiær risiko for dysleksi fant Torkildsen, Syversen, Simonsen, Gram, Moen, Smith & Lindgren (2007) en tidlig primingeffekt som antydte at deltakerne viste en leksikalsk forståelse til tross for manglende N400-respons. En gruppe med normalt utviklede 20 måneder gamle barn ble sammenlignet med en gruppe barn i samme alder med familiær risiko for dysleksi og lavere vokabular. Gruppen med risiko viste ingen inkongruenseffekt ved manglende samsvar mellom bilde og ord, men en tidlig leksikalsk priming effekt antydte at de gjenkjente korrekte referenter til de presenterte bildene. Resultatene fra vår studie viser imidlertid ingen leksikalsk primingeffekt. Gruppeforskjellene i vår studie fremtrer som resultat av presentasjoner av pseudoord, men ikke ved presentasjon av virkelige ord. Således viser lavproduksjonsgruppen en semantisk inkongruenseffekt ved inkongruente betingelser med virkelige ord. Ulik nevralt modning av en N400-effekt er derfor ikke tilfellet i denne studien. Den umiddelbare sammenkoblingen av pseudoord og fantasiobjekt som fant sted hos høyproduksjonsgruppen kan forstås som en hurtigkobling.

Fordi lavproduksjonsgruppen ikke viste de samme resultatene som høyproduksjonsgruppen ved inkongruente betingelser av pseudoord er det en rimelig antagelse at høyproduksjonsgruppen har evnen til hurtigkobling, og at lavproduksjonsgruppen ikke har det. Oppsummert kan resultatene i vår studie peke i retning av at det er evnen til hurtigkobling, og ikke nevralt modning eller tidligere språkerfaring, som utgjør gruppeforskjellen.

Forskjellene mellom høy- og lavproduksjonsgruppen i vår studie kan antagelig henge sammen med om hurtigkoblingsevne er utviklet eller ikke. Imidlertid vet vi ikke om hurtigkoblingsevnen er fullstendig fraværende hos lavproduksjonsgruppen. Det er en mulighet for at gruppeforskjellene kan tilskrives ulik grad av utviklet hurtigkoblingsevne hos de to gruppene. Flere studier har vist at barn helt ned til 13 måneders alder har evne til å sammenkoble ord og referenter etter relativt få repetisjoner (Woodward, Markman & Fitzsimmons, 1994). Gruppeforskjellene kan skyldes at presentasjonene av pseudoordene med referenter har krevd for stor grad av hurtigkobling for barna i lavproduksjonsgruppen. En slik antagelse vil tyde på at det er en kvantitativ forskjell i språktilegnelsesevnen hos de to gruppene. Med andre ord kan en ikke si at den ene gruppen har utviklet en evne til hurtigkobling som den andre ikke har utviklet. Barna i lavproduksjonsgruppen har muligens utviklet evnen til hurtigkobling, men ikke i en tilstrekkelig grad for at det gir en semantisk inkongruenseffekt ved brudd på sammenkoblingene av pseudoord. Dersom det er graden av utviklet hurtigkoblingsevne som utgjør forskjellene mellom gruppene kan en forvente at eksperimentets vanskelighetsgrad er en avgjørende faktor i forbindelse med gruppeforskjellene vi finner. Muligens kan kobling av ord og referenter hos barn i lavproduksjonsgruppen ha skjedd mer langsomt enn i høyproduksjonsgruppen. Denne forskjellen i hastighet kan ha bidratt til at det bare er høyproduksjonsgruppen som har vist en N400-effekt i den inkongruente betingelsen med pseudoord. En hypotese kan være at flere presentasjoner i treningsfasen kan bidra til at barn i lavproduksjonsgruppen også ville hurtigkoble pseudoord og fantasibilde, og dermed vist samme inkongruenseffekt som høyproduksjonsgruppen.

Houston-Price, Plunkett og Harris (2005) viste i en blikkpreferansestudie at 18 måneder gamle barn hadde evnen til hurtigkobling etter bare tre presentasjoner. Eksperimentet involverte kun to ukjente begreper og de resterende var i hovedsak ord og referenter som var godt kjent for deltakerne. Resultatene fra blikkpreferansestudien antyder at få presentasjoner var tilstrekkelig for hurtigkobling. Antagelsen om at vår studie hadde for få presentasjoner i innlæringsfasen for deltakere i lavproduksjonsgruppen stemmer derfor dårlig overens med

den refererte blikkpreferansestudien. I en slik sammenligning av studier må ulike metodiske forskjeller tas i betraktning, men det er viktig å stille spørsmålstegn ved hva som eventuelt bidrar til ulik vanskelighetsgrad i det eksperimentelle designet. Dersom vanskelighetsgrad er en virksom faktor kan den muligens relateres til antall ukjente begreper som anvendes i eksperimentet. Vår studie innebar 30 pseudoord, der hvert ble presentert fem ganger, og referentene var stillbilder av objekt som deltakerne aldri før hadde sett. Dette impliserer at det eksperimentelle designet anvendt i vår studie innebærer oppgaver med en høyere vanskelighetsgrad enn i enkelte andre studier. Blikkpreferansestudien til Houston-Price, Plunkett og Harris (2005) kan peke i retning av at gruppeforskjellene mellom lav- og høyproduksjonsgruppen i vår studie skyldes ulik grad av evne til hurtigkobling. Dette kan eventuelt knyttes til diskusjonen om hvorvidt hurtigkobling er en språkprosesseringsmekanisme som tilegnes gradvis og kontinuerlig over tid, eller om det skjer en kvalitativ endring i utviklingen.

Empiriske funn er tvetydige med hensyn til om vokabularøkningen i andre leveår skyldes en kvalitativ endring i barnets språkprosesseringsmekanisme, eller om språkprosesseringsendrer seg gradvis og kontinuerlig (Ganger & Brent, 2004). Sammenhengen mellom observert atferd og de underliggende forklaringene er det vanskelig å kartlegge. Det reises i denne sammenhengen to aktuelle hypoteser, kontinuitetshypotesen og diskontinuitetshypotesen. Kontinuitetshypotesen bygger på antagelsen om at språktilegnelsen i prinsippet foregår på samme måte underveis i utviklingen, og at endring er av kvantitativ art. Det vil si at det er de samme underliggende mekanismene som ligger til grunn for produksjon av ord på to ulike tidspunkt. Hypotesen innebærer at barn og voksne tilegner seg språk på de samme måtene, og at forskjellene mellom barn og voksne skyldes en kvantitativ økning i språklige ferdigheter. Den alternative hypotesen, diskontinuitetshypotesen, innebærer at de underliggende mekanismene i språktilegnelsen endres på en kvalitativ måte i løpet av språkutviklingen. Diskontinuitetshypotesen innebærer at voksne tilegner seg språket på en kvalitativt annen måte enn hva barn gjør (Friederich & Friederici, 2005). Denne hypotesen kan muligens være sammenfallende med en antagelse om at hurtigkobling er en mekanisme som bidrar til en ny måte å prosessere språket på. Hurtigkoblingsevnen kan videre tenkes å være relatert til kvalitative endringer i underliggende nevrale mekanismer. Dette er utgangspunktet for fokuset på nevrale korrelater knyttet til hurtigkobling i vårt eksperiment.

Vokabularspurten er av noen forskere antatt å være en kvalitativ endring i barns språkprosesseringsevne (Mills, Plunkett, Prat & Schafer, 2005). Vår antagelse om hurtigkoblingsevne som en ny underliggende mekanisme i språktilegnelsen understøtter hypotesen om en kvalitativ endring. En kvalitativ endring kan innebære en kombinasjon av deskriptiv diskontinuitet ved økning i antall ord produsert på to ulike tidspunkt, og forklarende diskontinuitet fra ikke utviklet til utviklet evne til hurtigkobling. Ulike nevrale mekanismer som ligger til grunn for prosessering av ord kan også peke i retning av en forklarende diskontinuitet. Dette impliserer at både atferden og den underliggende mekanismen har endret seg fra et tidspunkt til et annet. En kvalitativ endring kan i teoretisk forstand aldri betegnes som kontinuerlig ettersom den innebærer tilføyelsen av noe nytt (Lerner, 2002). Gruffeforskjellene vi har funnet i vår studie antyder at gruppen barn i høyproduksjonsgruppen har en evne til å hurtigkoble som barna i lavproduksjonsgruppen ikke har. Disse resultatene vil være forenlige med vår antagelse om at det skjer en kvalitativ endring underveis i språkutviklingen ved at selve språkprosesseringsmekanismen endres. Dette innebærer at hurtigkobling er noe kvalitativt nytt som bidrar til en annen språkprosessering enn på et tidligere stadium. Sett i sammenheng med antagelsen om en kvalitativ endring av barnets produktive vokabular, ordsurten, kan en videre anta at språkprosesseringen vil være kvalitativt endret fra før til etter ordsurten.

Flere empiriske funn støtter antagelsen om at vokabularstørrelse har innvirkning på barns språkprosessering. Mills, Conboy og Paton (2005) påpeker hvordan erfaring og læring av nye ord kan bidra til en spesifisert organisering av nevrale mekanismer relevante for språkprosessering. De tar utgangspunkt i antagelsen om at nye synapser dannes i barnets hjerne når et barn lærer nye ord, og at hjernen på denne måten formes av barnets erfaring. Dette understøttes med empiri som viser at nevrale mekanismer knyttet til språktilegnelsen hos voksne mennesker er mer spesialisert enn hos barn i de første leveårene. Barn i sin tidlige språkutvikling viser aktiveringer i andre hjerneregioner enn voksne ved prosessering av ord. Studien til Mills, Conboy og Paton (2005), som referert i innledningen, viste at barn på 13 måneder hadde en lavere språkprosesseringshastighet enn barn på 20 måneder. Resultatene relatert til en inndeling etter kronologisk alder antydde at de samme nevrale systemene var involvert i ordprosessering før vokabularsurten, under vokabularsurten og i etterkant. De nevrobiologiske funnene kunne derfor tolkes i retning av at det ikke skjer noen kvalitativ endring i språkprosessering mellom 13 til 20 måneders alder. Imidlertid fant forskerne at det allikevel var forskjeller i nevroprosessering innad i de to aldersgruppene. Både barn i

gruppen på 13 måneder og på 20 måneder ble inndelt i en lavproduksjons- og en høyproduksjonsgruppe ut fra vokabularstørrelsen. Den nye inndelingen viste at forskjellen i nevralt aktivitet kunne knyttes til barnas vokabularstørrelse. Dette impliserer at modning og kronologisk alder ikke er tilstrekkelig for å kunne forklare forskjellen i barns språkprosessering. Mills, Conboy og Paton (2005) sin studie antyder at økt vokabular kan henge sammen med en kvalitativ endring i en underliggende læringsmekanisme ved barns språkprosessering.

I vår studie fant vi forskjeller mellom høyproduksjonsgruppen og lavproduksjonsgruppen i evne til hurtigkobling. Dette kan tolkes som støtte for antagelsen om at det skjer en endring i underliggende mekanismer i språkutviklingen, altså en diskontinuerlig endring av forklarende faktorer, en kvalitativ endring. Det resultatene ikke kan fortelle oss noe om er hvorvidt denne antatte kvalitative endringen vil finne sted i begge gruppene. Vil forskjellen mellom gruppene indikere at lavproduksjonsgruppen kommer til å vise samme inkongruenseffekt som høyproduksjonsgruppen i løpet av en viss tid? En antagelse er at gruppen med lavt produktivt vokabular etter hvert vil vise de samme resultatene som barna i gruppen for høyere produktivt vokabular. Dette innebærer hypotesen om at det vil skje en kvalitativ endring i barnas språkprosesseringsevne på tvers av gruppene, men at denne endringen inntreffer på ulike tidspunkt. Altså innebærer hypotesen at både lav- og høyproduksjonsgruppen vil gå gjennom samme utviklingsforløp. Imidlertid må mer forskning til for å kunne konstatere disse antagelsene. En longitudinell tilnærming med flere undersøkelser av de samme barna på ett eller flere senere tidspunkt kan gi noen indikasjoner på om denne endringen vil inntreffe i lavproduksjonsgruppen på sikt. Friderich & Friederici (2006) har gjort en retrospektiv longitudinell studie for å se om en tidlig semantisk inkongruenseffekt henger sammen med senere språkferdigheter. Deltakerne i studien ble gruppert retrospektivt ut i fra sine resultater i en verbal utføringstest ved 30månedersalder. De av barna som hadde aldersadekvate språkferdigheter ved 30månedersalder var den samme gruppen barn som viste en N400-effekt da de tidligere var testet, 19 måneder gamle. Resultatene antyder at en tidlig semantisk inkongruenseffekt henger sammen med senere språkferdigheter. I vår studie viser imidlertid begge gruppene en semantisk inkongruenseffekt. Det er kun prosesseringen av pseudoord som utgjør forskjellene. Det kan derfor tenkes at samme effekt ikke ville funnet sted i en longitudinell studie av deltakerne i vår studie.

Hvorvidt hurtigkoblingen bidrar til en semantisk integrering av et ord er et annet forhold som er hensiktsmessig å se i et longitudinelt perspektiv. Hva forteller evnen til hurtigkobling mellom ord og referent om faktisk forståelse? Er det slik at barna i høyproduksjonsgruppen har en vedvarende læringseffekt? Resultatene i vår studie antyder at det skjer en sammenkobling av ord og referenter ved gjentatte presentasjoner. Etersom denne effekten finner sted ved presentasjon av pseudoord i høyproduksjonsgruppen, kan vi gå ut i fra at det har skjedd en hurtigkobling av ord og referent. Dette demonstreres av den semantiske inkongruenseffekten. Effekten som sees av hurtigkobling er imidlertid en umiddelbar effekt, og det er vanskelig å si noe om hvor semantisk integrerte pseudoordene blir. Hvorvidt læringseffekten vedvarer er derfor vanskelig å fastslå. Antagelig vil en integrering i et semantisk nettverk bare finne sted dersom barnet har gjentatt bruk av ordene (Torkildsen et al., 2006). Mest sannsynlig kan resultatene her kun si noe om hvilke prosesser som skjer på et forstadium til semantisk integrering. Hvilken betydning denne prosessen har for videre semantisk integrering bør derfor følges opp i en longitudinell studie.

Gruppeinndelingen i vår studie ble gjort med utgangspunkt i en antagelse om at jo flere ord barn produserer, jo flere ord forstår de. Denne antagelsen baseres på tidligere foreliggende ERP-studier av barn i alderen rundt vokabularspurten. Sammenhengen mellom vokabularstørrelse og ulike ERP-responser fremkommer blant annet i Friedrich og Friedericis (2004) studie av 19 måneder gamle barn, som tidligere referert. Funnene i deres studie viste at barn i høyproduksjonsgruppen fikk en sterkere inkongruensrespons ved inkongruente betingelser enn hva barna i lavproduksjonsgruppen fikk. Med utgangspunkt i antagelsen om at vokabularstørrelsen påvirker ordprosessering ble gruppene i vår studie inndelt med utgangspunkt i foreldrenes rapportering av barnets språkproduksjon. Foreldrerapportering som et mål bør imidlertid problematiseres. Foreldres rapportering kan farges av blant annet foreldres ønsketenkning om barna sine og foreldrenes hukommelse. Dette kan bidra til at det foreldrene rapporterer ikke nødvendigvis er i overensstemmelse med hvilke ord barnet faktisk produserer. Imidlertid suppleres målene på barns produktive vokabular med ERP-opptak som kan gi et mål på det reseptive vokabularet. En av fordelene ved å anvende laboratorieundersøkelse ved forskning på barns tidlige språkforståelse kan, som nevnt i innledningen, være at en unngår faren for at det er ordets vanlige kontekst fremfor ordet i seg selv, som barnet faktisk forstår. Laboratoriesettingen bidrar til en bedre forutsetning for å kunne manipulere de variablene vi ønsker å si noe om, og vi oppnår en større kontroll over andre variabler vi ikke ønsker å si noe om (Liebert & Liebert, 1995). På en annen side vil

mangel på naturlig kontekst innebære en ulempe. Hvordan kan vi vite at resultatene fra vår studie kan fortelle oss noe om hvordan barn tilegner seg språk i sin naturlige kontekst? Kanskje er det nettopp kontekstbundetheten i barns økologiske kontekst som er essensiell for språkprosesseringen? Disse spørsmålene kan relateres til prinsippet om økologisk validitet. Økologisk validitet referer til nettopp spørsmålet om resultatene i en studie kan generaliseres til andre kontekster som er interessante å si noe om (Liebert & Liebert, 1995). Våre resultater vil være interessante i forhold til om hurtigkoblingsevnen faktisk utgjør en forskjell for barnets evne til å prosessere språket til vanlig i sine naturlige omgivelser. Muligheten for å generalisere resultatene våre til barnets dagligdagse kontekst er begrenset.

I en laboratoriesetting har som nevnt barnet ingen av de naturlige kontekstuelle settingene for de ulike presenterte ordene og referentene. Barna sitter sammen med nær omsorgsperson inne i et lukket rom hvor de ser på en dataskjerm. Ord- bilde presentasjonene i treningsbetingelsen skjer fem ganger etter hverandre. I en alminnelig setting ville omsorgspersonens ansiktsuttrykk, peking og delte oppmerksomhet rettet mot det aktuelle objektet, være blant de faktorene som influerer barnets prosessering av et ord (Hui Tan & Schafer, 2005). Eksempelvis kan en tenke seg at ordet ”fly” i barnets naturlige kontekst blant annet vil kobles til lyden av flyet og en voksenperson som peker opp mot himmelen og sier ”Ser du flyet?”. I en laboratoriesetting er det vektlagt at barnet skal sitte på omsorgspersonens fang, mens de eksponeres for ord- bilde presentasjoner uten at omsorgspersonen skal involvere seg i dette. Omsorgspersonen er så passiv som mulig, og skal i utgangspunktet bare være tilstede for at barnet skal oppleve situasjonen som trygg. Dette innebærer at omsorgspersonen helst unngår å peke på de fremviste bildene slik at barnet selv følger med på dataskjermen og bildene som presenteres. Samtidig eksponeres barnet auditivt for en kvinnestemme som sier det tilhørende ordet via en høytaler. Laboratoriesettingen blir på denne måten distansert fra barnets naturlige kontekst hvor sosial interaksjon er essensiell i innlæring av nye ord.

En faktor som utfordrer den økologiske validiteten i vår studie er hvilke språk barnet er eksponert for i sine omgivelser. Flerspråklighet i barnets naturlige kontekst vil utfordre validiteten ved en laboratorieundersøkelse basert på ett språk. Kuhl (2004) beskriver hvordan barns språkprosesseringskapasitet justeres inn på det språket som snakkes i barnets omgivelser. Nevral spesifisering bidrar til at kapasiteten til registrering og segmentering av språklyder er bedre for de språklydene som eksisterer i språket som anvendes i barnets omgivelser enn for andre språk. Friedrich og Friederici (2005) demonstrerte i sin ERP-studie,

som omtalt tidligere, denne sensitiviteten til fonologisk regularitet. En gruppe med 12 måneder gamle barn, en med 19 måneder gamle barn og en voksen kontrollgruppe deltok i studien. Alle gruppene ble presentert for bilder av kjente objekter sammen med fonologisk korrekte pseudoord, ikke-fonologisk korrekte nonord, eller virkelige ord kongruente eller inkongruente med bildet. Gruppen med 12 måneder gamle barn viste ingen inkongruenseffekter ved de ulike presentasjonene. Hos den voksne kontrollgruppen, og i gruppen med 19 måneder gamle barn, ville inkongruente kjente ord og pseudoord utløse en semantisk inkongruens, N400-effekt, men ved presentasjon av nonord fremkom ikke den samme effekten. Resultatene antyder at ord som ikke følger språkets naturlige fonologiske regler, såkalte nonord, ikke bidrar til semantisk integrering (Friedrich & Friederici, 2005). Ukjente pseudoord som anvendes i vårt eksperiment følger derfor norske fonologiske regler for at den tidlige nevrale spesifiseringen knyttet til språket i omgivelsene ikke skal være en feilkilde. Alle barna som har deltatt i studien har norsk som morsmål. Imidlertid er det enkelte deltakere som har hatt en omsorgsperson eller en au-pair med andre opphavsspråk enn norsk. Gitt at noen barn er eksponert for flere språk enn norsk, og har flere fonologiske regler å forholde seg til, kan det utgjøre en feilkilde i vår studie. Kanskje kan et av våre pseudoord ligne et ord som barnet har hørt tidligere gjennom nære voksnes opphavsspråk? Det er imidlertid rapportert av omsorgspersoner med annet opphavsspråk at norsk anvendes rundt barnet i daglig tale. Barn i studien som har omsorgspersoner med annet opphavsspråk går også i norske barnehager. Dette gjør at vi i vår studie har valgt å ikke eliminere barn med omsorgspersoner med annet opphavsspråk enn norsk. Videre studier av barn i flerspråklige hjem kan imidlertid være fordelaktig for å kunne si noe om effekten av tidlig nevralt spesifisering med hensyn til ulike fonologiske regler.

Den økologiske validiteten ved laboratoriestudier bør problematiseres, men samtidig antas de kontrollerte studiene å fange opp noe som ikke nødvendigvis lar seg studere i individenes naturlige kontekst. For å kunne si noe om de underliggende nevrologiske mekanismene ved barns tidlige språktilegnelse er det derfor hovedsakelig laboratoriestudier som kan anvendes. Foreløpig er det lite en kan si sikkert om de underliggende hjernemekanismene relatert til de tydelige endringene som skjer i barns evne til språkforståelse og produksjon i de to første leveårene (Mills, Coneboy & Paton, 2005). Allikevel antyder våre resultater og andre empiriske funn at de underliggende nevrale prosessene i språkprosesseringen endrer seg i tråd med barnets økende vokabular. I sin reviewartikkel påpeker Mills, Conboy og Paton (2005) at flere ERP-studier peker i retning av at økning i barnets vokabular har innvirkning på

nevrologisk organisering i barnets hjerne. Blant annet er topografisk lateral asymmetri noe som er forbundet med et økende vokabular. I denne sammenheng er det gjort studier av individer hentet fra atypiske populasjoner med ulike språkvansker. Disse studiene antyder at en langsommere modning av hjernen og mangel på lateralspesifisert aktivering kan bidra til språkvansker (Saugstad, 1998 i Mills, Conboy & Paton, 2005). Dette understreker viktigheten av å studere sammenhengen mellom nevralt prosesser og språkprosessering.

Det vi har ønsket å si noe om er de nevralt korrelater som er knyttet til barnas språkprosesseringsmekanisme og som ligger til grunn for barnas reseptive vokabular. I denne hensikt har vi formulert en hypotese om at økning i produktivt vokabular vil henge sammen med hvordan barnet prosesserer språket. Forholdet mellom språkforståelsen og språkproduksjonen kan imidlertid problematiseres. Er det slik at jo flere ord barnet produserer, jo lettere forstår det?

Thal, Tobias & Morrison (1991 i Bates, 1993) gjennomførte en studie av barn med forsinket språkproduksjon, ”late talkers”. Til tross for at alle deltakerne i studien hadde lavere produktivt vokabular enn hva en forventer av barn i den angitte alderen, var det variabelt hvor mye barna forsto. Enkelte av barna hadde en språkforståelse tilsvarende det begrensede produktive vokabularet, mens andre barn forsto like mye som barn i kontrollgruppen. Det vil si at noen av barna i gruppen med lav ordproduksjon forsto like mye som de normalutviklede barna i kontrollgruppen i samme kronologiske alder. Sammenhengen mellom barnas produktive og reseptive vokabular i denne studien viste seg derfor å være relativt variabel. I en oppfølgingsstudie av ti av barna i gruppen med forsinket språkproduksjon fant imidlertid Thal, Tobias og Morrison (1991 i Bates 1993) at språkforståelsen var en faktor som kunne predikere de forsinkede barnas bedring i språkproduksjon. De barna med forsinket språkproduksjon som hadde en språkforståelse tilsvarende den jevnaldrende kontrollgruppen, hadde bedre forutsetninger for å ta igjen sine normalutviklede jevnaldrende i språkproduksjon innen 6 til 12 måneder. Ut i fra denne studien kan en anta at et barns språkforståelse er bedre enn barns språkproduksjon når det gjelder å predikere den faktiske språkevnen i alderen 18 og 28 måneder. Funnene referert her understreker betydningen av å studere de underliggende mekanismene i språkprosesseringen. Fokus på atferdsvariabler alene, som eksempelvis antall ord barnet produserer, innebærer en risiko for å gjøre feilaktige antagelser om hvordan barns språkprosessering utvikles. Studier av nevralt mekanismer bak språkprosesseringen vil derfor

være fordelaktig for å kunne studere sammenhengen mellom språkproduksjon og språkforståelse.

Som nevnt er det eksperimentelle designet anvendt i vår studie tilrettelagt for å kontrollere for andre faktorer for å kunne si noe om hurtigkobling som en antatt underliggende mekanisme for videre språkprosesseringsevne. Til tross for dette kan vi risikere at resultatene vi har funnet påvirkes av andre faktorer som vi ikke har kontrollert for. utfordringer knyttet til studiens økologiske validitet er allerede nevnt. En annen form for ytre validitet er representativiteten. Representativiteten til utvalget i en studie er knyttet til populasjonsvaliditeten. Populasjonsvaliditet referer til hvor vidt resultatene hentet fra deltakerne i studien er representative for, og kan generaliseres til, den populasjonen en ønsker at studien skal fortelle noe om. For å få et representativt utvalg bør utvelgelsen av deltakerne i studien skje randomisert, slik at alle individer i den aktuelle populasjonen har lik sannsynlighet for å bli utvalgt som deltakere (Liebert & Liebert, 1995). Den aktuelle populasjonen vi ønsker å relatere resultatene i vår studie til vil være normalutviklede barn i perioden rundt den antatte vokabularspurten. Utvelgelsen av deltakere til denne studien er begrenset av tilgjengelighet. Det er en utfordring å nå frem til alle familier med barn som tilhører den aktuelle referansegruppen, samtidig som det er en utfordring å gjøre det attraktivt for foreldre å ta med seg barnet sitt for å støtte forskning. Foreldre som stiller opp med barna sine ser ofte ut til å ha fellestrekk som blant annet at de tilhører et akademisk miljø, bor i nærheten av hovedstaden, leser avisen og så videre. Dette er muligens faktorer som kjennetegner en gruppe foreldre som gir sine barn andre betingelser for språktilegnelse enn andre grupper foreldre. Hovedmålet med vår studie har vært å se på sammenhengen mellom vokabularstørrelse og hurtigkobling, og generalisering av resultatene har ikke vært et mål i denne sammenheng. Det er den underliggende mekanismen som antas å finne sted ved språkprosessering, og som gir utslag i ERP-data, vi ønsker å formidle. Biologiske forutsetninger som letter språklæringen er, som nevnt i innledningen, mest sannsynlig en av årsakene til at de fleste barn tilegner seg de grunnleggende språklige ferdighetene i løpet av sine første leveår (Bloom, 1998; Ingram, 1989 i Smith & Ulvund, 2004).

Dersom gruppeforskjellene i ERP-responser ved presentasjon av pseudoord kan tilskrives at høyproduksjonsgruppen har bedre evne til hurtigkobling enn lavproduksjonsgruppen, er det nærliggende å anta at barna i høyproduksjonsgruppen vil ha en mer effektiv språkprosessering enn barna i lavproduksjonsgruppen. En alternativ forklaring på disse resultatene kan være at

barn med et lavere vokabular ikke har stor nok interesse eller tilstrekkelig kapasitet til å rette oppmerksomheten mot pseudoordene og de refererende fantasibildene. Kan det tenkes at oppmerksomhetskapasiteten, eller interessen for ukjente ord, er ulik hos barna i høy- og lavproduksjonsgruppen? En slik forskjell mellom gruppene kan påvirke forholdet mellom vokabularstørrelse og hurtigkobling av pseudoord. Oppmerksomhetskapasitet, interesse og motivasjon er ikke definerte variabler i vår studie. En kan derfor ikke se bort i fra at dette er faktorer som kan ha innvirkning på sammenhengen mellom vokabularstørrelse og hurtigkoblingsevne. Til tross for at oppmerksomhet, interesse og motivasjon ikke er definerte variabler i vår studie har vi kontrollert for at barna faktisk ser på bildene som blir presentert underveis i eksperimentet. Ved hjelp av en monitor ble barn og foreldre observert underveis i eksperimentet for å kunne registrere hvilke av de presenterte bildene barna rettet blikket mot. De delene av ERP-opptakene der den enkelte deltaker ikke så på de presenterte bildene ble i ettertid fjernet fra datamaterialet. På denne måten har vi kunnet sikre at barna tilsynelatende har fulgt med på ord- bilde presentasjonene underveis i eksperimentet. Vi kan ikke se bort i fra at individuelle forskjeller i interesse kan være en viktig variabel. Allikevel kan denne form for kontroll øke sannsynligheten for at språkprosesseringskapasitet henger sammen med forskjellen mellom gruppene i vårt eksperiment.

Metoden anvendt i vår studie forutsetter at deltakerne har kapasitet til å sitte stille og følge med på bildene og ordene som blir presentert. Vår hypotese forutsetter at barn som deltar i studien er rolige og får med seg presentasjonene. Dersom et barn ikke følger med vil ikke EEG kunne relateres til stimuluspresentasjonene. Dette reiser spørsmål om hvor vidt de empiriske funnene i denne studien kan sees som relevante for populasjonen av 20 måneder gamle barn som studien søker å si noe om. Ettersom studien kun inkluderer data fra de rolige barna kan dette muligens være et skjevt utvalg av barn i den aktuelle alderen. Hva med de barna som ikke klarer å sitte rolig? Mange barn har verken kapasitet til å samarbeide om å ha hetten med elektroder på hodet, eller til å sitte stille og passivt motta de presenterte stimuli uten motorisk uro (Bates, 1993). Det er imidlertid nærliggende å gå ut i fra at underliggende språkprosesseringsmekanismer er de samme hos urolige som hos rolige barn.

Funnene i vår studie peker i retning av at økningen i produktivt vokabular som vanligvis skjer i slutten av andre leveår ikke alene kan forklares av evnen til å produsere ord, som eksempelvis via forbedret artikulasjon, eller økt motivasjon. Våre resultater peker i retning av at en evne til hurtigkobling av ord og referenter er en viktig faktor som ligger til grunn for

vokabularspurten. Som nevnt kan ikke hurtigkobling sees som en fullstendig integrering av et ords semantiske forståelse, men snarere som et forstadium til semantisk integrering. Fremtidige studier bør gi mer innsikt i hvordan barn videre elaborerer ordene i en meningsbærende kontekst, samt hvordan sammenhengen er mellom vokabularstørrelse og barnets forståelse av ordenes mening.

KONKLUSJON

Forskjellene mellom lavproduksjonsgruppen og høyproduksjonsgruppen som er funnet i denne studien kan tyde på at det skjer en endring i barns reseptive språkprosesseringssevne i tiden rundt vokabularspurten. Eksperimentet ble designet med bruk av pseudoord for å kontrollere for at individuell erfaring skulle ha innvirkning på prosesseringssevnen. Ettersom semantisk inkongruenseffekt forekommer i begge gruppene ved presentasjon av virkelige ord kan heller ikke en ulik nevralt modning forklare forskjellene mellom gruppene. Generelt antyder funnene at vokabularspurten i barns andre leveår ikke alene kan forklares av barns grad av erfaring, produksjonsevne eller motivasjon. Våre resultater kan tyde på at forbedret evne til hurtigkobling er en viktig underliggende faktor i vokabularspurten.

REFERANSER

- Bates, E. (1993). Comprehension and production in early language development: Comments on Savage-Rumbaugh et al., *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58, 3-4.
- Benedict, H. E. (1979). Early lexical development. Comprehension and production. *Journal of Child Language*, 6, 183-200.
- Csibra, G., Kushnerenko, E. & Grossmann, T. (In press). Electrophysiological methods in studying infant cognitive development. I: C.A. Nelson & M. Luciana (red.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Fenson, L., Dale, P., Reznick, J.S., Thal, D., Bates, E., Hartung, J., Pethick, S. & Reilly, J. (1993). *The MacArthur Communicative Development Inventories: User's guide and technical manual*. San Diego: Singular Publishing Group.
- Fenson, L., Dale, P., Reznick, J.S., Bates, E., Thal, D., & Pethnick, S. (1994). *Variability in early communicative development*. Chicago: University of Chicago Press.
- Friederici, A.D. (2005). Neurophysiological markers of early language acquisition: from syllables to sentences. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 481-488.
- Friedrich, M. & Friederici, A. D. (2004). N400-like Semantic Incongruity Effect in 19-Month-Olds: Processing Known Words in Picture Contexts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1465-1477.
- Friedrich, M. & Friederici, A.D. (2005). Phonotactic Knowledge and Lexical-Semantic Processing in one-year-olds: Brain Responses to Words and Nonsense Words in Picture Contexts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(11), 1785-1802.
- Friedrich, M. & Friederici, A.D. (2006). Early N400 development and later language acquisition. *Psychophysiology*, 43, 1-12.
- Ganger, J. & Brent, M.R. (2004). Reexamining the vocabulary spurt. *Developmental Psychology*, 4, 621-632.
- Goldfield, B.A. & Reznick, J.S. (1990). Early lexical acquisition: rate, content, and the vocabulary spurt. *Journal of Child Language*, 17, 171-183.
- Houston-Price, C., Plunkett, K. & Harris, P. (2005). Word-learning wizardry at 1;6. *Journal of Child Language*, 32, 175-189.

- Hui Tan, S. & Schafer, G. (2007). Toddlers' novel word learning: Effects of phonological representation, vocabulary size and parents' ostensive behaviour. *First Language*, 25(2), 131-155.
- Janson, H. (2003). *Ages and Stages Questionnaires: 20 måneders spørreskjema*. Oslo: R.BUP., Regionsenter for barne- og ungdomspsykiatri, Helseregion Øst/Sør.
- Kutas, M. & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463-470.
- Kooijman, V., Hagoort, P. & Cutler, A. (2005). Electrophysiological evidence for prelinguistic infants' word recognition in continuous speech. *Cognitive Brain Research*, 24, 109-116.
- Kuhl, P.K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature reviews. Neuroscience*, 5, 831-843.
- Lerner, R. (2002). *Concepts and theories of human development* (3rd ed.). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Liebert, M. L. & Liebert, L. L. (1995). *Science and behaviour, an introduction to methods of psychological research* (4th ed.) New Jersey: Prentice- Hall, A Simon & Schuster Company.
- Markman, E. M. (1991). The whole object, taxonomic, and mutual exclusivity assumptions as initial constraints on word meanings. I: J.P. Byrnes & S.A. Gelman (red.), *Perspectives on language and cognition: Interrelations in development* (s.72-106). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Mills, D.L., Conboy, B.T. & Paton, C. (2005). Do changes in brain organization reflect shifts in symbolic functioning? I: L. Namy (red.), *Symbol use and symbolic representation: Developmental/lifespan perspectives* (s. 123-153). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mills, D. L., Plunkett, K., Prat, C. & Schafer, G. (2005). Watching the infant brain learn words: Effects of vocabulary size and experience. *Cognitive Development*, 20(1), 9-31.
- Nelson, C.A., de Haan, M. & Thomas, K.M. (2006). *Neuroscience of cognitive development; The role of experience and the developing brain*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Smith, L. & Ulvund, S. E. (2004). *Spedbarnsalderen. Revidert og utvidet utgave*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Torkildsen, J. V. K., Sannerud, T., Syversen, G., Thormodsen, R., Simonsen, H.G., Moen, I., Smith, L. & Lindgren, M. (2006). Semantic organization of basic level words in 20-month-olds: an ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, 19, 431-454.

- Torkildsen, J.V.K., Syversen, G., Simonsen, H.G., Moen, I., Smith, L. & Lindgren, M.(2007). Brain responses to lexical-semantic priming in children at-risk for dyslexia. *Brain and Language, 102*, 243-261.
- Woodward, A. L., Markman, E. M. & Fitzsimmons, C. M. (1994). Rapid word learning in 13- and 18-month-olds. *Developmental Psychology, 30*, 553-556.

Appendiks 1

Liste over ekte ord og pseudoord brukt i eksperimentet

Virkelige ord	<i>Pseudoord</i>
1. Hund	1. nale
2. Katt	2. gilp
3. Gris	3. kasp
4. Hest	4. nuru
5. Kanin	5. risme
6. Mus	6. tabar
7. Ku	7. til [lang i]
8. Sau	8. ralk
9. And	9. saro
10. Bil	10. rups
11. Båt	11. saple
12. Fly	12. snig
13. Sykkel	13. hamu
14. Hånd	14. jym
15. Banan	15. vun
16. Eple	16. føss
17. Ost	17. pånk
18. Is	18. trest
19. Kake	19. grypp
20. Bukse	20. kruple
21. Jakke	21. snått
22. Genser	22. fåg
23. Sokk	23. tarsj
24. Sko	24. måi
25. Dør	25. regg
26. Stol	26. stung
27. Seng	27. barb
28. Bord	28. brøn
29. Vogn	29. sarp
30. Øye	30. tome