

# Dører blir ansikter for fusiform face area ved sosial manipulasjon

*en fMRI-studie*

Eileen Haukås Pedersen



Hovedoppgave ved Psykologisk Institutt

UNIVERSITETET I OSLO

29 april 2011

© Eileen Haukås Pedersen

2011

Dører blir ansikter for fusiform face area ved sosial manipulasjon. En fMRI-studie.

Forfatter: Eileen Haukås Pedersen

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

# Sammendrag

**Forfatter:** Eileen Haukås Pedersen.

**Tittel:** Dører blir ansikter for fusiform face area ved sosial manipulasjon. En fMRI-studie.

**Veileder:** Tor Endestad, førsteamanuensis, Psykologisk Institutt, Universitet i Oslo.

I hvilken grad fusiform face area (FFA) er spesifikt knyttet til prosessering av ansikter er et spørsmål under stor debatt. I denne studien undersøkte vi om det er mulig å gjøre denne regionen sensitiv for andre objekter enn ansikter ved å manipulere dem med informasjon vi vanligvis forbinder med personer. Grunnideen var at personlig informasjon vil gi objektet sosiale egenskaper, og at det av den grunn vil bli oppfattet mer som et ansikt. I denne studien memorerte deltakerne dører og ansikter med og uten sosial informasjon over en tidsperiode på en måned. Underveis ble det utført to tester på reaksjonstid og korrekt kildehukommelse, før deltakerne gjennomførte et fMRI-opptak. Reaksjonstidsmåler og kildeminnetester viste klare læringseffekter for dører gjennom innlæringsperioden, mens ansiktets kildeassosiasjon ble husket godt fra første hukommelsestest. Vårt hovedfunn er at venstre FFA ble signifikant mer aktivert for dører tilknyttet sosial informasjon sammenlignet med dører uten slik tilknytning. Dette nyanserer ytterligere diskusjonen omkring spesialisering i FFA, fordi vi viser at i hvert fall venstre FFA kan gjøres sensitiv for objekter når de assosieres med sosial informasjon.

# Forord

Takk til alle deltakerne som gjorde denne studien mulig! Et stort og ydmykt takk til Tor Endestad for uvurderlig veiledning og oppmuntring!

Eileen Haukås Pedersen, april 2011.

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
	1.1 Ansiktsperspeksjon.....	1
	1.2 Ekspertise.....	4
	1.3 Fusiform face area (FFA).....	6
	1.4 Fokus og problemstillinger.....	9
2	Metode.....	12
	2.1 Deltakere.....	12
	2.2 Design.....	13
	2.3 Materiale.....	13
	2.4 Innøvingstester.....	14
	2.5 Atferdsdata.....	15
	2.6 fMRI.....	15
	2.6.1 Skannerparametere og prosedyre.....	15
	2.6.2 fMRI - preprosessering og analysering.....	16
	2.6.3 Prosedyre for ROI'er (regions of interest).....	17
3	Resultater.....	21
	3.1 Atferd.....	21
	3.2 fMRI.....	22
4	Diskusjon.....	28
	Avslutning.....	36
	Litteraturliste.....	37



# 1 Innledning

## 1.1 Ansiktspersepsjon

Ansiktspersepsjon skiller seg fra objektpersepsjon. Der persepsjon av objekter i utgangspunktet kun krever at man kan skille et objekt fra et annet, er ansiktspersepsjon en mer kompleks og krevende kognitiv operasjon (Pike & Brace, 2005). Vi må avgjøre om ansiktet er kjent med utgangspunkt i et stort repertoar av ansikter vi tidligere har blitt eksponert for. Hvert ansikt er unikt, og ansiktspersepsjon krever derfor innen-kategoridiskriminering (Tanaka, 2001), mens objektpersepsjon i utgangspunktet kun krever mellom – kategoridiskriminering. På tross av økte prosesseringskrav regnes vi for å være eksperter på ansiktspersepsjon (Gauthier, Behrmann & Tarr, 2004; Kanwisher, 2000; Tanaka, 2001). Dette fordi vi kan skille hundrevis av ansikter fra hverandre (Harmon, 1973; Rhodes, Brake, Taylor & Tan, 1989). Selv når vi ikke klarer å huske personinformasjon som navn, alder, bosted og yrke, husker vi ofte ansiktet (Pike & Brace, 2005). Det å mestre ansiktspersepsjon er verdifullt i den forstand at det gir oss viktig informasjon på svært kort tid (Kanwisher & Moscovitch, 2000). Vi kan umiddelbart bestemme om personen foran oss er en kjent eller ukjent, sint eller glad. Fordi vi i stor grad og utstrekning forholder oss til andre mennesker, vier vi mye tid til ansiktspersepsjon (Kanwisher & Moscovitch, 2000). Denne erfaringen gjør oss til ansiktseksperter. Ut fra et evolusjonsmessig perspektiv er det vanlig å anta at det er helt nødvendig for menneskeartens overlevelse at vi kan skille ansikter fra hverandre (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2002; McKone, Kanwisher & Duchaine, 2006). For at vi skal kunne beskytte oss selv og vår slekt, må vi kunne bestemme om personen er kjent eller ukjent, venn eller fiende (Gauthier & Curby, 2005). Flere forskere argumenterer som Slaughter, Stone og Reed (2004) for at ansikter har en egen ontologisk status evolusjonsmessig. De hevder at mennesket gjennom naturlig seleksjon har utviklet egne ansiktsprosesseringsmekanismer i hjernen. Forskning tyder også på at vi kan ha en medfødt disposisjon for ansiktspersepsjon (Downing, Chan, Peelen, Dodds & Kanwisher, 2006; Goren, Sarty & Wu, 1975; Johnson, 2005; McKone et al., 2006; Morton & Johnson, 1991). For eksempel fant Goren et al. (1975) at ni minutter gamle spedbarn foretrakk å se på ansiktsstimuli over ikke – ansiktsstimuli. Om det er en medfødt disposisjon, erfaring eller begge deler som fører til en eventuell ansiktspersepsjonsmodul er fortsatt likevel usikkert (Tanaka, 2001).

Et aspekt ved ansiktspersepsjon som nevrovitenskapen i relativt liten grad har behandlet er ansiktets sosiale natur. Ansikter skiller seg fra andre ikke-sosiale objekter ved at de formidler potensielt relevant sosial informasjon (Ferneyhough, Stanley, Phelps & Carrasco, 2010). Vi leser mye informasjon fra andres ansikter. Det er f. eks i stor grad gjennom foreldrenes ansiktsuttrykk, spedbarn leser informasjon om eventuelle farer i miljøet (von Tetzchner, 2001). I voksen alder er ansiktsuttrykk en kilde til å bestemme hvilket humør andre mennesker er i på et gitt tidspunkt (Kanwisher & Moscovitch, 2000; Slaughter et al., 2004). Ansikter kan altså fortelle oss om andres intensjoner og tanker (Ferneyhough et al., 2010; Slaughter et al., 2004), og dermed være en viktig bidragsyter til å veilede oss på den sosiale arenaen (Ferneyhough et al., 2010). Vi kan bestemme hvilke sosiale kategorier som alder, kjønn og attraktivitet personen tilhører basert på vedkommendes ansikt (Slaughter et al., 2004). Ansikter er sosiale. De formidler sosial informasjon som vi hele tiden forholder oss til (Ferneyhough et al., 2010; Slaughter et al., 2004). Dette står i kontrast til andre objekter.

Beggan (1992) hevder imidlertid at objektpersepsjon er en sosial prosess i den grad personen ser på objektet som sosialt eller ei, heller om det objektivt sett er det. En faktor som kan påvirke opplevelsen av et objekt er om personen eier objektet eller ikke (Beggan, 1992). Dette vil skape en assosiasjon mellom personen og objektet. Fordi vi som personer blir oppfattet som sosiale vil også det vi assosieres med oppleves som sosialt. Dette impliserer at persepsjon av objekter underlagt et gitt eierskap, vil være en sosial prosess. Vår persepsjon av sosiale versus ikke-sosiale objekter vil likevel skille seg fra hverandre. Dette fordi ikke-sosiale objekter har en intendert funksjon, mens sosiale objekter kan besitte ulike intensjoner og dermed kan ha et mer tvetydig uttrykk (Schul & Burnstein, 1988). Schul og Burnstein (1988) hevder imidlertid at alle objekter kan oppfattes som sosiale når de blir satt i riktig kontekst. Kan sosial informasjon som kobles til objekter gjøre det lettere å huske disse objektene? Klatzky, Martin og Kane (1982) undersøkte hvordan ansikter som ble tilknyttet yrkeskategorier påvirket hukommelsen for disse ansiktene. De fant at yrkeskategorier som ble opplevd som kongruente eller i samsvar med forventninger til et gitt ansikt, gjorde ansiktet lettere å huske, mens yrkeskategorier som gikk på tvers av forventning, forverret hukommelsesprestasjonen for ansiktet. Det som ble opplevd som stereotype ansikter var også lettere å huske enn ikke-stereotype (Klatzky et al., 1982). Også Kerr og Winograd (1982) fant forbedring i hukommelse for ansikter som var tilknyttet personlig semantisk informasjon. James og Gauthier (2004) undersøkte hvordan hjernen responderte på semantisk informasjon som ble assosiert med ulike objekter, ekskludert ansikter. De fant at venstre inferior frontal



cortex ble aktivert ved en slik oppgave. Dette hjerneområdet ble mer aktivert ved eksponering til objekter tilknyttet semantisk informasjon enn til objekter som kun ble tilknyttet et navn (James & Gauthier, 2004). Resultatene viste også at objekter som var tilknyttet semantisk informasjon ble forbundet med lavere prestasjonsforbedring over tid, sammenlignet med objekter kun tilknyttet et navn. James og Gauthier (2004) konkluderer derfor med at hukommelsesoppgaver som krever innlæring av semantisk informasjon tilknyttet objektet, kan virke forstyrrende på innlæringen. Årsaken til dette kan være at semantisk informasjon krever mer prosessering enn hva kun et navn gjør (James & Gauthier, 2004). Oppsummert kan det se ut til at semantisk informasjon som tilknyttes ansikter forbedrer hukommelsen for dem (Kerr & Winograd, 1982). Mens semantisk informasjon som overskrider enkel, kort informasjon virker forringende på hukommelsen for andre objekter enn ansikter (James & Gauthier, 2004). Det kan også se ut til at kongruent og stereotyp informasjon er prestasjonsfremmende, mens inkongruent informasjon er prestasjonshemmende (Klatzky et al., 1982). Hvordan vil sosial informasjon som kobles til ikke-sosiale objekter oppfattes? Vil sosial informasjon som assosieres til disse, kunne føre til en opplevelse av dem som sosiale på lik linje med sosiale objekter; som f. eks ansikter?

Det er oppsummert flere grunner til at ansiktsperspeksjon er spesiell (Farah, 1996; Farah, Wilson, Tanaka & Drain, 1998). Men det er ikke konsensus for hva dette skyldes (Gauthier & Curby, 2005; Grill-Spector, Knouf & Kanwisher, 2004; Johnson, 2005; Kanwisher, 2000; Liu & Chaudhuri, 2003; McKone et al., 2006; Wong, Palmeri & Gauthier, 2009a; Xu, 2005; Yovel & Kanwisher, 2004). Er det slik at ansiktsperspeksjon representerer en domene-spesifikk modul, eller kan slik persepsjon bære fellestrekk med prosessering av ekspertiseobjekter og dermed ikke være en unik form for prosessering? Den såkalte ekspertisehypotesen er utledet fra funn som viser at ansikter og objekter man er ekspert på involverer flere av de samme funksjonene og hjernekorrelatene (Gauthier & Tarr, 2002).

## 1.2 Ekspertise

Yins forskningsresultater fra 1969 er av de første funn som la grunnlaget for utarbeiding av den såkalte ekspertisehypotesen. Han fant at dersom ansiktsstimuli ble snudd opp ned, hadde forsøkspersonene vanskeligere for å gjenkjenne ansiktet. For objekter fant han samme tendens, men i langt mindre grad enn for ansikter (Yin, 1969). Yin (1969) mente at vi prosesserer ansikter holistisk i motsetning til hva vi gjør med objekter. Holistisk prosessering vil si at man vektlegger helheten, framfor å vie oppmerksomhet til de lokale trekkene (Farah, 1996; Farah et al., 1998, Yovel & Kanwisher, 2004). Den såkalte "face inversion"-effekten (FIE) skyldtes i følge Yin (1969), at vi forhindres fra å prosessere ansiktet holistisk når det snus opp ned, og at vi dermed blir dårligere til å gjenkjenne ansiktene. Farah, Drain og Tanaka (1995) fant at dersom man forhindres i å anvende holistisk prosessering av ansikter, vil også FIE elimineres. Diamond & Carey (1986) fant også "face inversion"-effekten for hundeekspert (1986). Dette funnet har imidlertid ikke blitt replisert i ettertid (McKone et al., 2006). Flere studier har likevel bekreftet at FIE kan oppstå ved andre objekter enn ansikter, og da objekter man er ekspert på (Farah et al., 1995; Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski & Gore, 1999; Rossion & Gauthier, 2002). Dette har blitt tolket dit hen at FIE ikke representerer en prosess som er unik for ansikter, men heller representerer en kombinasjon av funksjoner i det visuelle systemet som virker sammen med ekspertiseerfaringen man har med gitte objekter (Rossion & Gauthier, 2002). Farah et al. (1995) knytter FIE til holistisk prosessering, og hevder dermed at den er uavhengig av om stimuli er ansikter eller andre objekter. Det har blitt hevdet at holistisk prosessering kan måles langs et kontinuum; altså at ulike objekter varierer i ulik grad i henhold til om de prosesseres holistisk (Farah et al., 1998). Så selv om ansikter prosesseres holistisk, betyr ikke dette nødvendigvis at andre objekter ikke kan prosesseres på samme måte (Farah et al., 1998). Diamond og Carey (1986) har pekt på at konfigural informasjon ser ut til å være viktigere for ansiktspersepsjon enn for objektpersepsjon. Konfigurasjon vil si hvordan de ulike trekkene ved stimulus er plassert i forhold til hverandre, altså deres spatiale posisjon. Diamond og Carey (1986) hevder videre at vi innehar lagrede prototyper for ansiktens spatiale presentasjon. Ansiktsstimuli blir sammenlignet med disse lagrede prototypene. Ved objektpersepsjon er det nok å gjenkjenne det spatiale forholdet ved stimulus, mens vi for ansikter gjør en sammenligning med tidligere presenterte ansiktsstimuli (Diamond & Carey, 1986). Ansiktspersepsjon skjer på et så spesifikt nivå, at ansiktsprosesseringen må være sensitiv for de fine detaljene ved ansiktets konfigurasjon (Tanaka, 2001). Ansikter diskrimineres på et "subordinate" (spesifikt) nivå,

mens objektprosessering skjer på basisnivå (Gauthier, Curran, Curby & Collins, 2003; Gauthier & Tarr, 1997; Tanaka, 2001; Tarr & Gauthier, 2000). Det er ikke før man blir ekspert på en gitt objekttype at man går over til mer spesifikk diskriminering (Tanaka, 2001; Tanaka & Taylor, 1991). Man antar at ekspertise utvikles gradvis, og at prosessene som inngår dermed også utvikles gradvis (Bukach, Gauthier & Tarr, 2006b). Man blir flinkere til å diskriminere på et spesifikt nivå proporsjonalt med utvikling av ekspertisekunnskap. Men selv eksperter som har flere års erfaring, vil mer konsistent/automatisk kunne skille ansikter på et "subordinate" nivå sammenlignet med objektene de er eksperter på (Gauthier, Skudlarski, Gore & Anderson, 2000a). Forskning viser altså at ekspertiseprosessering har fellestrekk med ansiktspersepsjon. Utviklingen fra nybegynner til ekspert, involverer endringer i flere kognitive funksjoner som persepsjon, kategorisering, hukommelse, problemløsning og koordinering m. fl. (Palmeri, Wong & Gauthier, 2004). I det man f. eks går fra et nybegynner- til et ekspertnivå på en gitt gruppe objekter, kan man observere tre atferdsmarkører; holistisk prosessering, diskriminering på "subordinate" nivå og relasjonell prosessering (Bukach et al., 2006b; Gauthier & Tarr, 2002). Som nevnt blir vi tidlig eksponert for ansikter, og vår erfaring med disse begynner i så måte allerede fra vi er nyfødte (Goren et al., 1975). Dermed vil vi alltid ha lengre erfaring med ansikter sammenlignet med andre objekter vi etter hvert kan bli eksperter på. Dette betyr at ansiktspersepsjon vil medføre større grad av involvering av de underliggende kognitive funksjoner knyttet til nettopp ekspertise, sammenlignet med andre objekter vi er eksperter på (Tarr & Gauthier, 2000).

Et annet aspekt ved ansiktspersepsjon som har gitt støtte til teorien om at denne type persepsjon er en form for ekspertiseprosessering, er funn knyttet til "other race"-effekten (Lindsay, Jack Jr. & Christian, 1991). Denne effekten refererer til at vår evne til å diskriminere ansikter er bedre når det gjelder ansikter som er av samme etnisitet som oss selv, sammenlignet med ansikter av annen etnisitet (Lindsay et al., 1991). Studier har også påvist større FIE ved ansikter tilhørende egen etnisitet kontrastert til ansikter av annen etnisitet (Rhodes et al., 1989). Såkalte interferensstudier har også avdekket likheter mellom ansikts- og ekspertprosessering. Rasjonalet bak denne type oppgaver er at dersom simultan prosessering av ansikter og ekspertisestimuli fører til interferens, vil dette si noe om at de to prosesseringsformene tapper samme type funksjoner (Gauthier et al., 2003; Gauthier & Curby, 2005; McKeeff, McGugin, Tong & Gauthier, 2010). Hvis man observerer en dobbel dissosiasjon mellom ansikter og ekspertiseobjekter, og ekspertiseobjekter og andre objekter vil dette i enda større grad kunne bety at prosesseringsformene tapper samme type kognitive

funksjoner. Altså dersom ekspertiseobjektene kun interfererer med prosessering av ansikter og ikke andre objekter, vil dette kunne tolkes dit hen at ansikts – og ekspertiseprosessering deler underliggende funksjoner, mens de to andre prosesseringsformene er uavhengige av hverandre (McKeeff et al., 2010). Studien til McKeeff et al. (2010) viste nettopp en slik dissosiasjon. De fant at bilekspertene brukte lengre tid på å diskriminere ansikter blant oppgave-irrelevante biler sammenlignet med ikke-ekspertene. Imidlertid utkonkurrerte ekspertene ikke-ekspertene på den samme oppgaven når ansiktene ble byttet ut med klokker.

Oppsummert er det flere forskere som hevder at ansiktspersepsjon ikke er mer unik enn prosessering av andre objekter man er ekspert på. Ekspertisebegrepet har forøvrig blitt mer nyansert i den senere tid. Heller enn å kun snakke om *grad* av ekspertise, er det mer hensiktsmessig og også behandle *type* ekspertise (Wong et al., 2009a; Wong, Palmeri, Rogers, Gore & Gauthier, 2009b). Studier som har skilt eksperter basert på kategoriseringsevne sammenlignet med eksperter basert på individueringsevne, viser at det kun er sistnevnte gruppe som utvikler kognitive funksjoner (holistisk prosessering og diskriminering på ”subordinate” nivå) som også observeres ved ansiktspersepsjon. Kategoriseringseksperter ble trent i å skille objekter på klassenivå, mens individueringseksperter ble trent i å skille objekter på det individuelle nivå (Wong et al., 2009a; Wong et al., 2009b). Begge gruppene ble eksperter, men kun individueringseksperter utviklet altså ”ansiktspersepsjonseffekter”. Bukach et al. (2006b) hevder ekspertisehypotesen ikke skal oppfattes som et motstykke til domene-spesifisitetsteorien, men mer som en forlengelse av den. Forskning på ansiktspersepsjon har blitt kritisert for manglende konsensus rundt begrepsavklaringer og metode (Liu & Chaudhuri, 2003). Konklusjoner avledes på bakgrunn av en enkelt dimensjon, istedenfor basert på interaksjoner mellom ulike dimensjoner (Liu & Chaudhuri, 2003). Hovedkritikken av studier som kun fokuserer på å bekrefte eller avkrefte domene-spesifisitetshypotesen, er at det ikke tas hensyn til hva som kan ligge bak ansiktens unike representasjon i hjernen (Gauthier & Bukach, 2007).

### **1.3 Fusiform face area (FFA)**

Kanwisher, McDermott og Chun (1997) har lokalisert et område i hjernen som de hevder er spesialisert for ansiktspersepsjon. Gjennom ”functional magnetic resonance imaging” (fMRI) ble det avdekket et hjerneområde forbundet med signifikant høyere signalendring for ansikter sammenlignet med andre objektstimuli. Området ligger i høyre fusiform gyrus og har fått

navnet "fusiform face area" (FFA). Ettersom det eksisterer individuelle forskjeller for områdets lokalisering, må FFA utredes separat for hver enkelt person (Kanwisher et al., 1997). Flere studier har i ettertid bekreftet Kanwisher et al. (1997) sitt funn (se f. eks Downing et al., 2006; Grill-Spector et al., 2004; Kanwisher, Tong & Nakayama, 1998; Rhodes, Byatt, Michie & Puce, 2004; Yovel & Kanwisher, 2004). Det er flere hjerneområder i tillegg til FFA som har blitt etablert som ansiktsselektive regioner. fMRI-studier har avdekket et område i ventral occipital cortex (occipital face area OFA) (Ishai, Ungerleider, Martin, Schouten & Haxby, 1999), et annet i superior temporal sulcus (STS) (Haxby et al., 1999) og et tredje plassert anteriort i temporallappen (Kriegeskorte, Formisano, Sorger & Goebel, 2007). Forskning på ansiktspersepsjon har imidlertid hovedsaklig fokusert på FFA. Dette området ser ut til å aktiveres mer ved eksponering til nye ansikter sammenlignet med ansikter man tidligere har blitt eksponert for (Mur, Ruff, Bodurka, Bandettini & Kriegeskorte, 2010). Det ser også ut til at området kan aktiveres ved forestillingen av et ansikt, heller enn kun ved eksponering til en fysisk ansiktsstimulus (O'Craven & Kanwisher, 2000). Signalendringen i FFA er imidlertid høyere ved persepsjon av et faktisk ansikt sammenlignet med visualisering (O'Craven & Kanwisher, 2000).

Studier av pasienter med prosopagnosi har også gitt informasjon om FFA. Prosopagnosi er en form for visuell agnosi som svekker ansiktspersepsjonsfunksjoner på tross av intakt intellektuell fungering og tilsynelatende intakt objektpersepsjon (Diamond & Carey, 1986; Farah, 1996; Rossion et al., 2003). Studier som har avdekket dobbel dissosiasjon mellom prosopagnosi og objektagnosi har gitt støtte til hypotesen om at FFA er et område dedikert ansiktspersepsjon (Kanwisher, 2000; McNeil & Warrington, 1993; Moscovitch, Winocur & Behrmann, 1997; Rossion et al., 2003). Andre studier har derimot vist at personer med prosopagnosi ikke bare strever med ansiktspersepsjon, men generelt med prosesser som inngår i ekspertiseprosessering (Bukach, Bub, Gauthier & Tarr, 2006a). McNeil og Warrington (1993) hevder imidlertid at innen-kategoridiskriminering som inngår som en del av funksjonene bak ekspertiseprosessering, ikke rammes av prosopagnosi, og at det dermed er en ansiktsspesifikk skade heller enn en skade som rammer ekspertisefunksjoner. Forskningsresultater som omhandler prosopagnosi er som vist ikke entydige. I tillegg vil resultater som bygger på lesjonsstudier innebære metodiske svakheter. Ingen skader er like, og det er vanskelig å garantere for at nærliggende områder ikke er influert av skaden (Rossion et al, 2003). Det er konsensus om at FFA er et område for ansiktspersepsjon (Kanwisher, Stanley & Harris, 1999), forskningsresultatene spriker på om dette er områdets eneste

oppgave. Selv om man observerer at ansikter aktiverer FFA mer enn andre objekter, vil man jo fortsatt ikke vite hvorfor det er slik. Hvilke faktorer er det som fører til slik spesialisering (Gauthier et al., 1999; Gauthier et al., 2000b; Moscovitch et al., 1997)? Resultater som støtter antagelsen om at FFA koder for ansikter, er ikke nok til å avvise at området også kan spille en rolle i prosessering av andre objekter (Kanwisher, 2010). Slike resultater kan heller ikke fortelle om området er cytoarkitektonisk forskjellig fra nærliggende områder, og hvilke andre områder det eventuelt er knyttet til (Kanwisher, 2010).

Flere studier har funnet økt aktivering i FFA ved eksponering for objekter forsøkspersonen er ekspert på (Bukach et al., 2006b; Gauthier et al., 1999; Gauthier et al., 2000a; Wong et al., 2009b; Xu, 2005). Diamond & Carey (1986) mener flere av mekanismene som ligger bak ansiktsperspeksjon, også kan observeres ved prosessering av stimuli man er ekspert på (se også Gauthier & Tarr, 2002; McKeef et al., 2010). Ettersom vi er ansiktseksperter, kan det altså være slik at FFA like fullt aktiveres ved eksponering til ekspertisestimuli som for ansikter per se (Gauthier et al., 2004). Høyere aktivering i FFA ved eksponering til ansiktsstimuli sammenlignet med andre ekspertisestimuli, trenger ikke bety noe annet enn at vi har lengre erfaring med ansikter i forhold til andre ekspertisestimuli, og at dette resulterer i høyere aktivering (Gauthier et al., 2000a; Tarr & Gauthier, 2000). Til støtte for denne hypotesen har studier funnet at voksne mennesker med diagnose innenfor autismespekteret ikke viser et aktiveringsmønster som støtter at FFA er spesialisert for ansikter (Schultz et al., 2000). Disse personene har som regel i mindre grad interesse for og/eller erfaring med ansikter og regnes derfor ikke som ansiktseksperter (Schultz et al., 2000). Dersom FFA var dedikert til ansikter uavhengig av ekspertisenivå, burde vi sett tilnærmet normal aktivering hos mennesker med autisme, dette er imidlertid ikke tilfellet (Schultz et al., 2000). Det har også blitt hevdet at FFA aktiveres ved ”subordinate” prosessering heller enn for ansikter per se (Gauthier et al., 2000b; Gauthier, Anderson, Tarr, Skudlarski & Gore, 1997). Dette vil i så fall få følger for hvilke objekter som inkluderes i studier på FFA. Gauthier et al. (1997) hevder at for å unngå at man sammenligner ansikter med objekter som prosesseres på basis-nivå, må det sørges for at objektgruppen i studien også prosesseres på et mer spesifikt nivå (Gauthier et al., 1997). Det har også blitt avdekket FFA-aktivering hos deltakere som var blitt trent opp i individueringdiskriminering av objektstimuli (Wong et al., 2009b). Oppsummert er det flere studier som impliserer at FFA ikke kun koder for ansikter per se, men at området aktiveres ved alle former for ekspertisestimuli. Et av argumentene for dette er den relativt lave FFA-aktiveringen som har blitt observert hos mennesker med autisme (Schultz et al., 2000). Dette

funnet sammen med studier som viser at ekspertisestimuli aktiverer FFA, (Bukach et al., 2006b; Gauthier et al., 1999; Gauthier et al., 2000a; Wong et al., 2009b; Xu, 2005) har blitt tolket dit hen at ansikter i kraft av å være en gruppe ekspertisestimuli aktiverer FFA. Det har videre blitt hevdet at det er kognitive trekk ved ekspertiseprosessering som aktiverer området. Et eksempel på dette er prosessering av objekter som skjer på et ”subordinate” nivå (Gauthier et al., 1997; Gauthier et al., 2000b, Wong et al., 2009b).

Andre forskere finner at FFA ikke er involvert i oppgaver der såkalte ekspertisefunksjoner aktiveres. Grill-Spector et al. (2004) finner f. eks ikke aktivering i FFA ved innen-kategoridiskriminering. Mens Yovel og Kanwisher (2004) ikke finner FFA-aktivering ved holistisk prosessering. Det har blitt hevdet at grunnen til at FFA aktiveres ved eksponering til andre stimuli enn ansikter, kan være begrensninger ved den spatiale oppløsningen ved fMRI (Kanwisher, 2006). Begrenset spatial oppløsning kan føre til falsk overlapping mellom korrelater som aktiveres ved ansikter, og korrelater som aktiveres for andre objekter (McKone & Robbins, 2007; Mur et al., 2010). Det har også blitt argumentert for at FFA-aktivering ved andre stimuli enn ansikter, kan skyldes at objektene har likhetstrekk med ansikter, og at det er disse som aktiverer FFA (Xu, 2005). Oppsummert er det konsensus på feltet om at ansikter aktiverer FFA. Det diskuteres imidlertid hva som er grunnen til dette, og om FFA også kan aktiveres for andre stimuli.

Debatten omkring ansiktspersepsjon omhandler ikke lenger hvorvidt ansikter er spesielle. Som vist er det både kognitive funksjoner og nevrologiske korrelater som understreker dette. Debatten omhandler hva som er grunnen til det. Representerer ansiktspersepsjon en domenespesifikk funksjon, eller en form for ekspertise som kan opparbeides også for andre objekter? Eller kan det finnes andre elementer ved ansikter som kan belyse deres posisjon?

## **1.4 Fokus og problemstillinger**

Ansikter er som tidligere nevnt et av de objektene vi får tidligst og mest utbredt erfaring med. Forskning viser at vi tidlig i livet inngår i viktige sosiale interaksjoner, der mye informasjon leses fra ansikter. Psykologer trenger derfor å vite hvorfor ansikter har en spesiell status med tanke på disse viktige sosiale interaksjonene, som foreldre – spedbarntilknytningen er et eksempel på (McKone et al., 2006). Fra et kognitivt nevrovitenskapelig ståsted er det også viktig og interessant å kunne nyansere forståelsen av ansiktspersepsjon. Som jeg har redegjort

for er det i hovedsak en debatt som har preget forståelsen av ansikter versus objekter i nevrokognitiv forskning i de senere år. Debatten er knyttet til hvorvidt det eksisterer spesialiserte regioner for ansikter kontrastert mot andre objekter. I vår studie er vi ikke opptatt av å bekrefte eller avkrefte den såkalte domene-spesifisitetshypotesen, men å undersøke hva som kan ligge bak ansiktets representasjon i hjernen. Som nevnt oppleves ansikter som sosiale objekter, mens dette ikke er tilfellet for objekter. I vår studie vil ytterdører (heretter referert til som dører) danne sammenligningsgrunnlaget for ansikter. Ideen vår er at dersom vi klarer å gjøre dørene sosiale, kan vi få hjerneaktiviteten forbundet med dører mer lik den man finner ved eksponering til ansikter. Sett bort fra debatten omkring ekspertiseaspektet ved ansikter, vil vi argumentere for at det er nettopp ansiktets sosiale natur som skiller dem fra andre objekter. Og at dette er et av aspektene ved ansikter som fører til aktivering i FFA. Dette vil implisere at dører som tilknyttes sosial informasjon vil aktivere FFA på samme måte som ansiktene. På samme måte som FFA antas å være et ansiktsspesifikt område, finnes det også områder i hjernen som antas å være spesifikke for andre objektgrupper (oversiktsartikkel ved Downing et al., 2006). Et av disse regnes for å være spesifikt knyttet til stimuli som inngår i rom, landskap og bygater (Epstein, Harris, Stanley & Kanwisher, 1999). Det er rimelig å anta at dette området vil aktiveres ved eksponering til dører. Området er plassert i medial temporallappen, nærmere bestemt i parahippocampal cortex, og kalles ”parahippocampal place area” (PPA). Signalendring i området er ikke avhengig av om deltakeren er kjent med stedet eller ei, øker ikke når deltakeren opplever bevegelse i bildet, men øker mer ved eksponering til nye sammenlignet med tidligere presenterte steder (Epstein et al., 1999). PPA inkluderes i studien som et kontrollområde mer enn som et område for interesse per se. Dette for å vise at eventuelle forskjeller for dører og ansikter i FFA ikke bare er et resultat av generelt ulikt aktiveringsnivå, og for å være sikre på at materialet vårt i utgangspunktet er forbundet med ulike hjernekorrelater slik det er argumentert for i litteraturen. Det gir oss imidlertid også muligheten til å undersøke om PPA er sensitiv for sosial informasjon.

Den sosiale informasjonen som blir assosiert med ansikter og dører, vil gi deltakeren en kjenthet med stimuli som ellers ikke ville vært der. For å kunne gjenskape den innøvde assosiasjonen under testsituasjonen, fordrer det at oppgaven tar form av en hukommelsesoppgave der vi registrerer hjerneaktivitet og atferdsdata. Gjenhentingsoppgaver kan gjennomføres på ulike måter. Man kan bekrefte eller avkrefte at man husker noe via en følelse av kjenthet, eller ved å gjenhente kontekstuelle faktorer rundt lagringen av minnet,



også kalt kildehukommelse (Jacoby, 1991). Vi ønsker at deltakerne memorerer den sosiale informasjonen tilknyttet stimuli. Denne hukommelsesassosiasjonen vil det være mest hensiktsmessig å undersøke ved bruk av en kildeminneoppgave. Det viser seg at kildehukommelse skiller seg fra episodisk hukommelse på ulike måter. Kildehukommelse krever mer enn episodisk hukommelse (Dobbins, Foley, Schacter & Wagner, 2002; Henson, Shallice & Dolan, 1999; Petersson, Sandblom, Gisselgård & Ingvar, 2001; Rugg, Fletcher, Chua & Dolan, 1999). Mens sistnevnte kan betegnes som automatisk, er kildehukommelse en kontrollert, aktiv og reflektert prosess. Studier basert på disse antagelsene hevder hjernen også vil aktiveres annerledes ved kildehukommelse sammenlignet med ved episodisk hukommelse. I designoppsett som tar utgangspunkt i kildehukommelsesoppgaver er det vanlig å finne venstresidig prefrontal aktivering (Dobbins et al., 2002; Gallo, Kensinger & Schacter, 2006; Henson et al., 1999; Lundstrom et al., 2003; Petersson et al., 2001; Rugg et al., 1999). Janowsky, Shimamura og Squire (1989) fant at frontal skade forringet evnen til kildehukommelse, men ikke til episodisk hukommelse. Dette kan bety at frontal involvering er viktigere for kildehukommelse sammenlignet med episodisk. Nolde, Johnson og D'Esposito (1998) hevder venstre prefrontal cortex aktiveres ved mer krevende, systematiske prosesser, og at dette forklarer hvorfor området aktiveres ved kildehukommelsesoppgaver. Kildehukommelsesoppgaver har også vist seg å aktivere venstresidig lateral parietale områder, precuneus og posterior cingulate (Dobbins et al., 2002). Brodmann-area 10 har blitt knyttet spesifikt til kildehukommelse (Nolde et al., 1998; Ranganath, Johnson & D'Esposito, 2003; Rugg et al., 1999). Oppsummert ser det ut til at kildehukommelse i hovedsak aktiverer venstre prefrontal cortex og precuneus (Lundstrom, Ingvar & Petersson, 2005).

I denne studien ønsker vi altså å forsøke å besvare hvordan dører med assosiert sosial informasjon vil aktivere hjernens ansiktssensitive områder modulert ved en kildehukommelsesoppgave. Av dette utledes følgende hovedproblemstilling; hvordan vil dører med og uten sosial informasjon aktivere fusiform face area (FFA)?

## 2 Metode

Denne studien er en del av et større prosjekt ved Center for the Study of Human Cognition, UiO. Prosjektet; Facing Doors, er ledet av Tor Endestad. Undertegnede har i samarbeid med Endestad gjennomført datainnsamlingen. Regional etisk komité (REK) har godkjent studien.

### 2.1 Deltakere

18 deltakere (9 kvinner) mellom 22 og 32 år rekruttert fra studentmassen ved UiO, deltok i studien. Alle hadde norsk som morsmål og normalt syn. Grunnbelastningen for deltakerne er vurdert til å være lav, og som nevnt er studien godkjent av REK. Det er likevel verdt å understreke at ved studier som baseres på fMRI-undersøkelser vil man alltid stå overfor muligheten for at man kan finne lesjoner/tumorer hos deltakerne. I denne studien samarbeidet vi med en radiolog. Det betydde at hvis vi skulle finne noe avvikende ved noen av hjernebildene, kunne radiologen vurdere bildene. Avtalen var imidlertid slik at vi ikke informerte deltakeren før radiologen eventuelt hadde bekreftet at nye undersøkelser var nødvendige. Deltakerne ble informert om muligheten for å avdekke avvik i hjernen før de ble skannet og kunne på forhånd reservere seg for å motta tilbakemelding ved eventuelle avvik. Alle deltakerne ble før studien startet innkalt til et fellesmøte der de ble informert om forløpet i studien. De hadde da mulighet til å stille spørsmål om det var elementer ved studien som var uklare. Deltakerne ble informert om kontraindikasjoner for å gjennomgå MR-skanning. Etter møtets slutt skrev alle under på informert samtykke og et sikkerhetsskjema for gjennomføring av MR. Deltakerne ble informert om at de ville motta et gavekort på 900 kr. De fikk også beskjed om at de kunne trekke seg fra studien når som helst uten at dette ville bety at de da ikke mottok gavekortet.

I fMRI -analysen stod vi igjen med 16 deltakere, hvorav 7 kvinner. De resterende ble eliminert pga teknisk og/eller menneskelig svikt under fMRI-opptaket. I atferdanalysen besto utvalget av 17 deltakere.

## 2.2 Design

Vi brukte innen-subjekt design med tre faktorer; tid (tre nivåer), type (to nivåer), og informasjon (tre nivåer). Tid inkluderte tidspunkt I etter en uke med innøving, tidspunkt II etter to uker og tidspunkt III (skanning) etter ca fire uker. Type besto av to nivåer; dører og ansikter. Informasjon inkluderte bilder med sosial informasjon, bilder uten sosial informasjon og nye bilder.

## 2.3 Materiale

For å muliggjøre en kildehukommelsesoppgave fikk deltakerne utlevert hvert sitt "fotoalbum". Dette ble laget i Power Point (Microsoft Office, 2003) og trykket på Reprosentralen, UiO. Albumet besto av 40 bilder; 20 bilder av dører og 20 bilder av kvinner med et nøytralt ansiktsuttrykk. Dører ble valgt som objekt fordi de representerer en gruppe som er kjent for oss og som muliggjør enkel individdiskriminering. De vil på samme måte som ansiktene kreve diskriminering på et spesifikt nivå, dog kan vi ikke anta at de vil prosesseres på et "subordinate" nivå, ettersom denne type prosessering er forbundet med objekter man er ekspert på (Wong et al., 2009a; Wong et al., 2009b). Selv om vi da gjør en sammenligning mellom ansikter og en objektgruppe som muligens prosesseres på ulikt nivå, unngår vi likevel sammenligning med en objektgruppe som prosesseres på basis- eller klassenivå (Gauthier et al., 1997). Bildene av dørene er tatt i Oslo-området, og kvinnene ble fotografert i år 2000 ved UiO. 10 bilder fra hver av de to kategoriene ble presentert sammen med fiktiv sosial informasjon om enten kvinnen ansiktet representerte, eller om kvinnen som bodde bak døra. Informasjonen besto av fem linjer med fakta om navn, alder, sivil status, dagligliv og noen interesser. De 10 gjenværende bildene fra hver sin respektive kategori ble presentert uten slik sosial informasjon. Deltakerne ble instruert i å studere albumet hver morgen og kveld i en måned med mål om å memorere ansiktene, dørene og den tilhørende sosiale informasjonen. Etter henholdsvis en og to uker ble de innkalt til en pc-basert hukommelsestest ved Psykologisk Institutt. Dette ble gjort som en forsikring om at deltakerne hadde en reell læringskurve og for å kunne avdekke denne læringskurven. Under hukommelsestesten ble noen av bildene fra albumet presentert sammen med bilder av ikke tidligere presenterte ansikter og dører. Etter ca en måned med innøving, ble deltakerne innkalt til fMRI-opptak.

Figur 1. Eksempel på stimuli hentet fra albumet.



## 2.4 Innøvingstester

Hukommelsestesten ble programmert i E-prime2 (Psychological software tools, Inc., Pittsburgh, Pennsylvania) og presentert via en pc-skjerm. Bildene ble presentert på en randomisert måte. Deltakerne fikk instruksjon om å svare på om bildet var tilknyttet sosial informasjon eller ikke, eller om det var nytt. 40 nye bilder ble ved hver testing presentert sammen med bildene fra albumet. Bildet ble presentert i 3 sekunder og innen den tid måtte deltakeren gi sin respons. Denne ble etterfulgt av en 2 sekunders pause, som igjen ble etterfulgt av ny teststimulus.



episodisk hukommelse i fMRI-analysen. Vi har imidlertid vurdert det slik at det er rimelig å anta at deltakeren i det han/hun tar en avgjørelse om episodisk kjenthet, egentlig tar en avgjørelse om kilde, og at det dermed ikke er kritisk at vi ikke har separate svaralternativer for episodisk- og kildehukommelse.

Eksperimentet ble utført på en 1.5 T Siemens skanner med "two-channels head coil system" (25mT/m gradients). Hele eksperimentet tok i underkant av 25 minutter per person. Den anatomiske delen varte i ca 8 min, mens den funksjonelle delen varte i ca 15 min. Anatomisk skanning av hjernen ble utført med en T1-vektet MPRAGE puls-sekvens med 1 mm tykkelse på "slice" og 1\*1\*1 mm vokselstørrelse (160 volumer). Så ble 344 "blood oxygen level dependent" (BOLD) sensitive T\* - vektete "echo planar" (EPI) målinger utført i en "event"-relatert tidsserie. Disse ble utført med 3 mm tykkelse inkludert et "inter-slice" mellomrom på 0.5 mm, tatt på en "interleaved order"; altså fra nederst i hjernen og oppover med en serie fra slice 1 til 31 og en fra slice 2 til 32. FA/TR/TE/FOV/matrise= 90-/2.65s/50ms/256 mm\_256mm/64\_64 piksler. Hvert EPI-volum besto av 32 aksiale "slicer" plassert langs "anterior-posterior commissure" (AC-PC) planet.

## 2.6.2 fMRI-preprosessering og analysering.

Preprosessering ble utført i Statistical Parametric Mapping 8 (SPM8) (Friston et al., 1995) i MatLab 2007b (The MathWorks, Inc.). Bevegelseskorrigerings (realignment) (Ashburner & Friston, 1997) ble utført for å fjerne forstyrrelser og bevegelser i bildene. "Slice-timing" ble så gjort for å korrigere for tidsforskyvelser i bildeopptaket. De T1-vektede anatomiske bildene ble koregistrert mot de funksjonelle bildene. Det anatomiske bildet ble segmentert (Ashburner & Friston, 2000), før både det anatomiske og de funksjonelle bildene ble normalisert (Ashburner & Friston, 1997). Det anatomiske bildet ble spatialt normalisert til Montreal Neurological Institute (MNI)- templatet (Cocosco, Kollokian, Kwan, Pike & Evans, 1997). De funksjonelle bildene ble så normalisert til parameterne etablert for det anatomiske bildet. Bildene ble deretter re-sampled til 3 mm isotropiske vokslar og "smoothed" ved bruk av en 8 mm "Full Width Half Maximum Kernel". En kanonisk hemodynamisk responsfunksjon (HRF) ble brukt for å modellere stimulusrelatert aktivitet. Den statistiske analysen ble først gjort for "fixed" effekt enkelt-subjektnivå basert på General Linear Model i SPM8 (Friston, et al., 1995). Denne tok utgangspunkt i bilder som var "smoothed", "realigned" og normaliserte. Lavfrekvent støy ble fjernet ved å bruke et standard temporalt "high-pass" filter

(”cut point” 128s). Designmatrisene ble generert ved å bruke hendelsesrelaterede regressorer konvolvert med den kanoniske hemodynamiske funksjon. En serie av lineære substraksjoner ble utført for å lage T-test kontrastbilder for hver effekt av interesse, som etterpå ble videreført til gruppenivå-analysene (Friston, Fletcher, Josephs, Holmes, Rugg et al., 1998). For hvert nivå inkluderte modellen regressorer for ”trials” med hovedfaktorer for eksperimentet. I tillegg inkluderte modellen regressorer for feilbesvarte ”trials”. ”Second levels random effects repeated measures general linear model” (GLM) ble utført på kontrastbildene fra de individuelle dataene på sosial informasjon, uten sosial informasjon og nye bilder av både ansikter og dører. Analyser for hovedeffekter ble utført (FDR, korrigert  $p < 0.01$  og clusterstørrelse  $> 20$  voksler). ”One sample” t –test ble så utført på individuelle kontrastbilder for kontrastene; kilde(ansikter og dører med og uten sosial informasjon) $>$ nye bilder, sosial informasjon $>$ uten-sosial informasjon, dører med og uten sosial informasjon $>$ ansikter med og uten sosial informasjon og ansikter med og uten sosial informasjon $>$ dører med og uten sosial informasjon.

### **2.6.3 Prosedyre for ROI`er (Regions of interest).**

Etter en runde med analyser for hele hjernen ble det generert roi`er for FFA og PPA. Som tidligere nevnt er FFA individuelt lokalisert, og det samme gjelder for PPA (Epstein et al., 1999). Områdene må derfor bestemmes på bakgrunn av hver enkelt person sine aktiveringsmønstre. Det er to ulike måter som vanligvis brukes for å identifisere funksjonelle roi`er. Den ene er å legge aktivering fra selve eksperimentet som grunnlag for lokalisering, og den andre er å kjøre en egen lokaliseringsrunde som er uavhengig av resten av eksperimentet (Friston, Rotshtein, Geng, Sterzer & Henson, 2006). Friston et al. (2006) hevder at dersom tid har en effekt på kontrasten av interesse, vil en egen lokaliseringsrunde ikke avdekke det korrekte aktiveringsmønsteret. Dessuten vil deltakeravhengige faktorer som bevegelse, kognitiv og fysiologisk status også kunne påvirke et gitt aktiveringsmønster over tid (Friston et al., 2006). Egne lokaliseringsrunder fordrer også at responsaktivering ikke er kontekst-avhengig. I Friston et al. (2006) sitt bidrag til debatten omkring ulike genereringsmetoder for roi`er, hevdes det også at egne lokaliseringsrunder og hovedeksperimentet ofte vil inneha forskjellige parametre som f. eks kan gjelde antall skanninger, designtype eller stimuli som blir brukt. Disse forskjellene vil kunne føre til tap av signifikante responser (Friston et al., 2006). Friston et al. (2006) hevder også at egne lokaliseringsrunder både er tidkrevende og anstrengende for deltakerne. I vårt tilfelle lå deltakerne i skanneren i underkant av 25 min, og

det kan tenkes at forlengelse av denne tiden ville gått utover konsentrasjon og prestasjon. Vi valgte av ovennevnte grunner å ikke kjøre en egen lokalisingsrunde. Venstre- og høyresidig FFA ble lokalisert ved hjelp av regressoren nye ansikter i SPM. Nye bilder ble brukt fordi både FFA og PPA er mer responsiv til nye stimuli sammenlignet med tidligere presenterte bilder, og for i størst mulig grad unngå sirkulære analyser. Fordi FFA og PPA må bestemmes individuelt, er det ikke ideelt å basere lokaliseringer på bakgrunn av ”smoothede bilder” som jo har blitt justert for å ligne mer på en gjennomsnittshjerne. Derfor ble bilder som ikke var blitt ”smoothed” brukt som grunnlag for lokaliseringen. En maske for fusiform gyrus ble så lagt over aktiveringen til nye ansikter. Samme prosedyre ble utført for PPA; her ble regressoren nye dører brukt, og maske for parahippocampal ble lagt over. Roi`ene ble laget i størrelse 6x6x6 mm. Tabell 1 viser en oversikt over hver enkelt deltakers koordinater som dannet midtpunktet i de roi`ene som ble laget for høyre og venstre FFA, og høyre og venstre PPA. Figur 3 illustrerer roi`ene for venstre og høyre FFA for tre ulike deltakere.

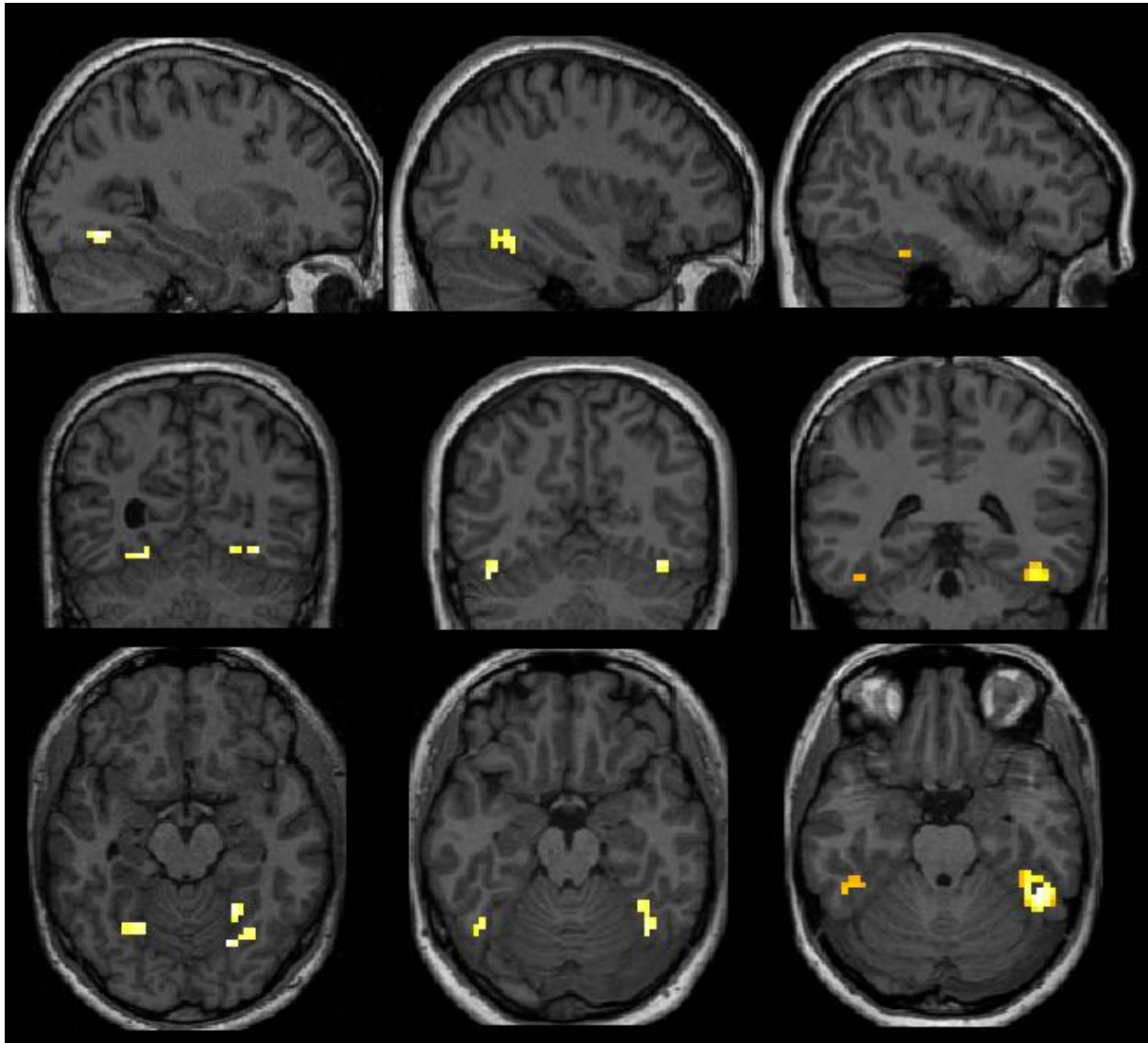
Signalendring i roi`ene for FFA og PPA for alle betingelsene av interesse ble utredet ved hjelp av Marsbar-toolbox i MatLab2007b. Dette ble kalkulert på bakgrunn av kontrastbilder på individnivå for kontrastene av interesse. Disse data ble så ført videre inn i ”two-sample” t-tester. Anova og ”paired” t-tester ble anvendt for å måle mellom-gruppe og innen-gruppe forskjeller i signalendring. For å teste om forskjellen i signalendringer i venstre og høyre FFA/PPA er signifikant ble det utført ”repeated measures” anova med tre nivåer (med sosial informasjon, uten sosial informasjon, ny) for både dører og ansikter.



Tabell 1. Koordinater for hver deltakers roi for FFA og PPA. Oppgitt i MNI.

Fp	FFA (høyre) x, y, z	FFA (venstre) x, y, z	PPA (høyre) x, y, z	PPA (venstre) x, y, z
22	36 -60 -12	-38 -72 -14	36 -45 -12	-33-66-11
25	24 -42 -18	-39 -63 -21	27 -42 -18	-33 -48 -18
26	45 -57 -21	-42 -60 -18	33 -45 -21	-33 -51 -21
27	39 -54 -12	-42 -60 -18	24 -42 -3	-18 -42 -15
28	39 -63 -15	-43 -56 -21	30 -51 -18	-27 -48 -14
29	36 -48 -18	-39 -75 -15	27 -42 -12	-33 -57 -15
30	45 -48 -21	-45 -60 -18	33 -45 -12	-33 -30 -24
33	42 -51 -15	-45 -57 -15	30 -48 -18	-30 -45 -21
34	42 -63 -15	-33 -75 -15	24 -42 -12	-33 -48 -15
35	48 -69 -18	-45 -75 -15	27 -45 -15	-36 -54 -21
36	42 -72 -18	-42 -81 -15	33 -48 -21	-33 -57 -21
37	36 -54 -18	-39 -57 -18	30 -39 -12	-33 -48 -18
39	36 -42 -24	-33 -72 -18	27 -39 -18	-30 -63 -15
42	45 -57 -18	-42 -75 -18	24 -45 -12	-36 -57 -15
44	42 -51 -15	-42 -75 -9	24 -36 -15	-24 -63 -15
45	45 -48 -18	-39 -66 -15	27 -45 -6	-30 -63 -18

Figur 3. Oversikt over høyre og venstre FFA hos tre av deltakerne.

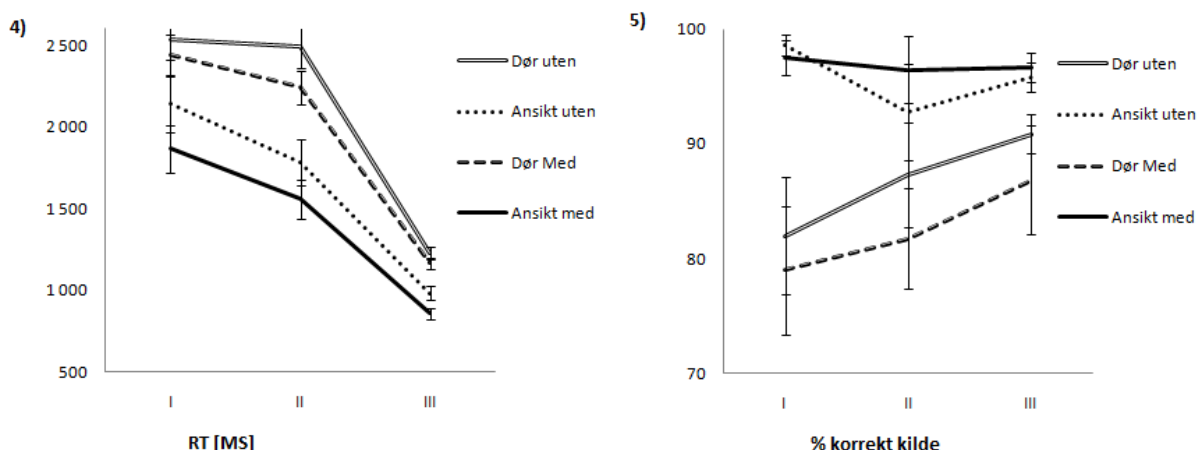


# 3 Resultater

## 3.1 Atferd

Figur 4 viser hvordan reaksjonstid endret seg fra tidspunkt I til tidspunkt III for de fire betingelsene; dører med sosial informasjon, dører uten sosial informasjon, ansikter med sosial informasjon og ansikter uten sosial informasjon. For samtlige betingelser gikk reaksjonstid ned for hvert tidspunkt. Ansikter med sosial informasjon er den betingelsen som konsistent var forbundet med raskest reaksjonstid. Gjennomsnittlig reaksjonstid ved siste tidspunkt for dører med sosial informasjon var 1165 ms, for dører uten sosial informasjon 1228 ms, for ansikter med sosial informasjon 857 ms og for ansikter uten sosial informasjon 984 ms. Ved hvert tidspunkt ble det funnet en hovedeffekt av type (Tidspunkt I:  $F(1,16)=10.251$ ,  $p=.006$ ,  $e^2=.391$ , Tidspunkt II:  $F(1, 16)=60.635$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.791$ , Tidspunkt III:  $F(1,16)=153.604$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.90$ ). Informasjon viste en signifikant hovedeffekt ved de to siste tidspunktene for testing (Tidspunkt II:  $F(1, 16)=5.599$ ,  $p=.031$ ,  $e^2=.259$ , Tidspunkt III:  $F(1,16)= 31.662$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.651$ ). Det ble ikke funnet interaksjonseffekter ved noen av tidspunktene.

Figur 4 og 5. Henholdsvis reaksjonstid (RT) og korrekt kildeprosent inkludert standardfeil (SE) for alle betingelser for de tre tidspunktene.

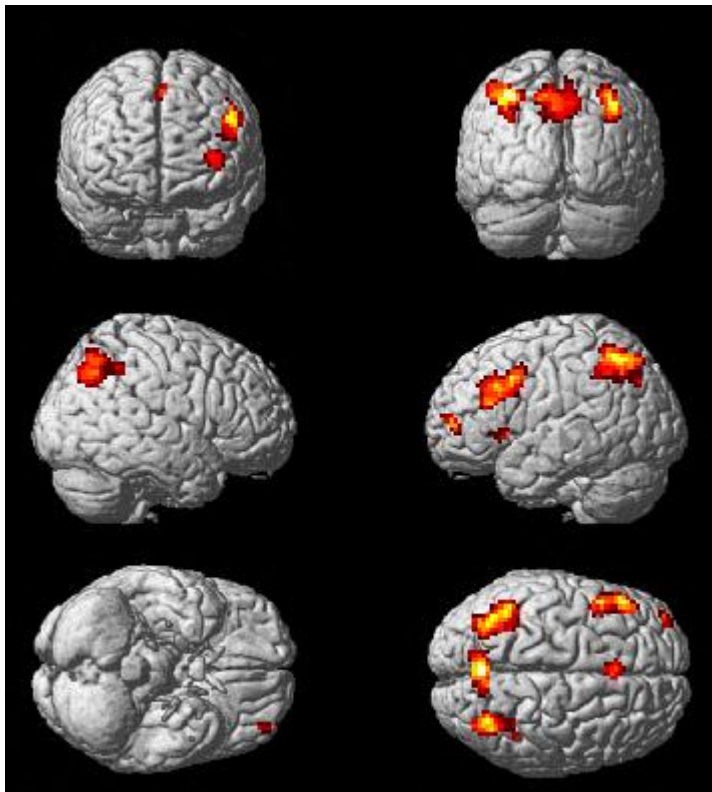


I figur 4 og 5 refererer dør uten og ansikt uten til henholdsvis dører og ansikter uten tilknyttet sosial informasjon. Dør med og ansikt med refererer til dører og ansikter tilknyttet sosial informasjon.

Figur 5 illustrerer endringer i korrekt kildehukommelse for de fire betingelsene fra tidspunkt I til tidspunkt III. Ansikter med og uten sosial informasjon hadde en høy korrekt kildeprosent allerede fra starten. Disse betingelsene oppnådde tilnærmet takeffekt ved første måling. Ved siste tidspunkt var gjennomsnittlig korrekt kildehukommelse for ansikter uten sosial informasjon 95,8%, for ansikter med sosial informasjon 96,6%, for dører uten sosial informasjon 90,9% og for dører med sosial informasjon 86,9%. Ved hvert tidspunkt ble det funnet en hovedeffekt av type (Tidspunkt I:  $F(1, 16)=18.742, p=.001, e^2=.539$ , Tidspunkt II:  $F(1, 16)=14.958, p=.001, e^2=.483$ , Tidspunkt III:  $F(1, 16)= 14.925, p=.001, e^2=.483$ ). Om døren eller ansiktet var tilknyttet sosial informasjon hadde ingen signifikant effekt i denne sammenheng. Informasjon og type utgjorde heller ingen signifikant interaksjonseffekt.

## 3.2 fMRI

Figur 6. Illustrasjon av aktivering i hjernen for kontrasten dører og ansikter med og uten sosial informasjon > ny. FDR, korrigert  $p < 0.01$ , cluster-threshold > 20 voksler.



I analysen av fMRI-bildene ble det først utført "whole brain"-analyser for å avdekke generelle aktiveringsmønstre, før det ble gjennomført roi-analyser for områdene FFA og PPA. Figur 6 viser hjerneaktiviteten knyttet til kildehukommelsesoppgaven (dører og ansikter med og uten sosial informasjon>ny). Tabell 2 viser hjerneaktivitet ved fire ulike kontraster; dører og ansikter med og uten sosial informasjon>nye bilder, bilder med sosial informasjon>bilder uten sosial informasjon, dører med og uten sosial informasjon>ansikter med og uten sosial informasjon, og ansikter med og uten sosial informasjon>dører med og uten sosial informasjon.

Tabell 2. Oversikt over aktivering i hjernen ved fire ulike kontraster. FDR, korrigert  $p < 0.01$  og cluster-threshold > 20 vokslar. Med refererer til stimuli tilknyttet sosial informasjon, mens uten refererer til stimuli uten sosial informasjon.

Kontrast	Lokalisering (BA)	Koordinater MNI, x, y, z	Peak voxel	Cluster str
Dører og ansikter med og uten>ny				
	Insula_left (BA13)	-33 21 3	6.0778	62
	Frontal_Mid_L (BA10)	-36 54 9	5.595	40
	Frontal_Mid_L (BA9)	-45 12 36	5.864	191
	Precuneus_L(BA7)	-3 -72 42	5.5482	262
	Parietal_Inf_L(BA40)	-33 -54 42	6.5852	222
	Angular_R (BA7)	36 -63 39	5.9019	119
	Supp_Motor_Area_L(BA8)	-3 18 54	5.2793	47
med>uten.				
	Temporal_Mid_L (BA21)	-54 -12 -15	3.3324	19
	Temporal_Mid_L(BA21)	-45 -30 -3	3.817	16

Temporal_Mid_L(BA39)	-45 -66 24	3.5355	85
Frontal_Sup_Medial_L(BA 10)	-6 45 3	3.7554	83
Cingulum_Post_L (BA23)	-3 -48 24	3.4097	24
Superior Frontal Gyrus_L(BA8)	-12 36 51	3.8117	14

Dører med og  
uten> ansikter  
med og uten

Fusiform R(BA19)	33 -45 -9	9.1443	153
Occipital_Mid_L	-24 -48 -12	7.8758	379
Temporal_Inf_L	-51 -60 -9	5.1877	26
Insula_R(BA13)	33 27 -6	4.8925	18
Occipital_Mid_R	36 -78 27	8.2219	335

Ansikter med og  
uten> dører med  
og uten

Ingen signifikant aktivering

---

Aktiveringene av interesse ved kontrasten dører og ansikter med og uten sosial informasjon>ny viste aktivering venstresidig frontalt (BA10), parietalt og i venstre precuneus. Kontrasten sosial informasjon>uten-sosial informasjon viste hovedsaklig aktivering venstresidig temporalt og frontalt (BA10). Dører med og uten sosial informasjon>ansikter med og uten sosial informasjon aktiverte i størst grad occipitale områder. Ansikter med og uten sosial informasjon>dører med og uten sosial informasjon ga ingen signifikant aktivering.

Etter "whole brain"-analyser ble roi-analysene for FFA og PPA gjennomført. Data fra disse ble så ført inn i SPSS for videre analyser. Signifikansnivå ble her satt til  $p < 0.05$ .

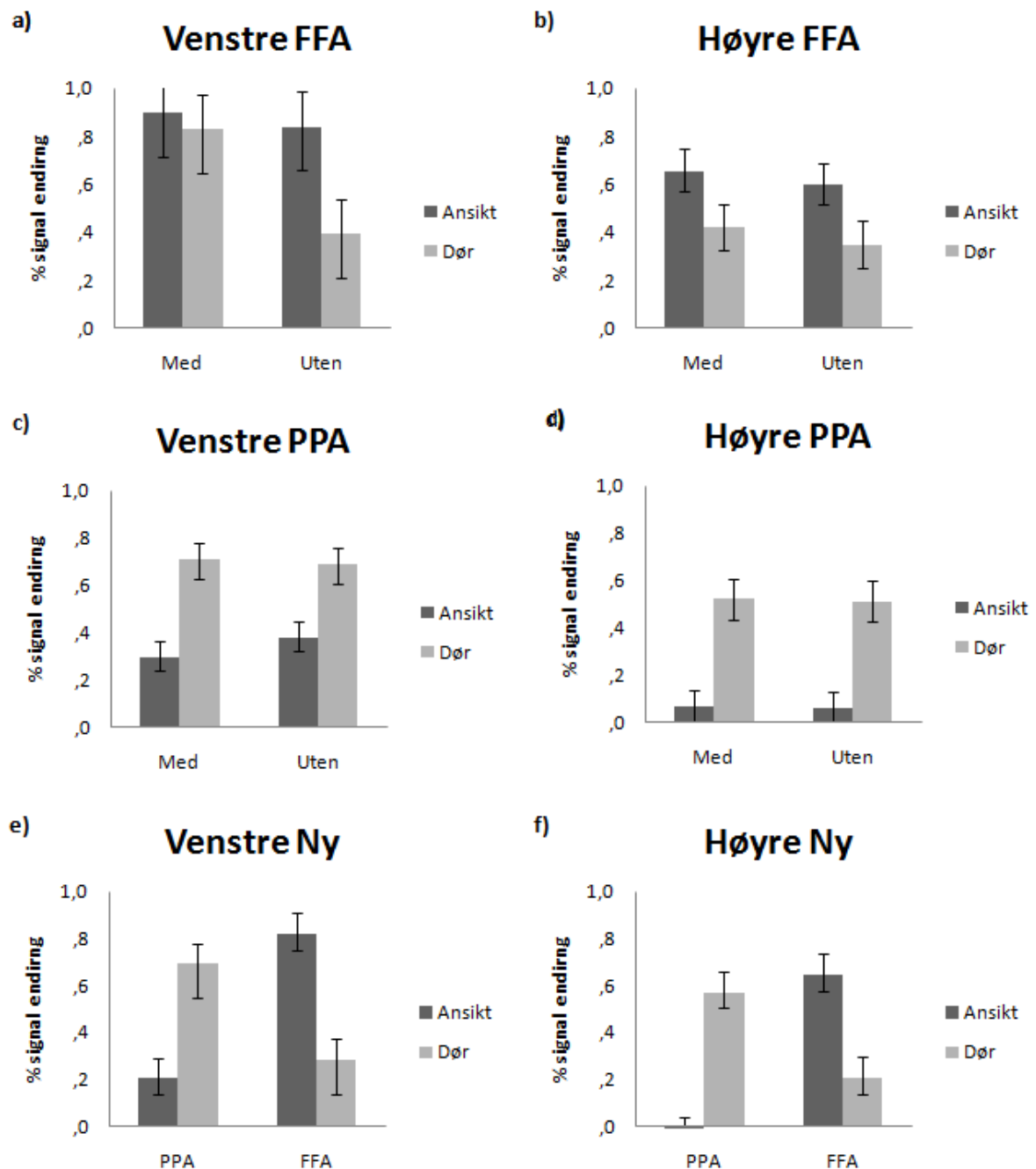
Figur 7a) viser forskjellen i signalendring i venstre FFA. Dører med sosial informasjon aktiverte mer enn dører uten sosial informasjon. Effekten av informasjon var signifikant for dører ( $F(2,30)=5.921$ ,  $p=.007$ ,  $e^2=.283$ ). Post hoc-sammenligninger viste også en signifikant forskjell mellom sosial informasjon og uten sosial informasjon ( $p=.021$ ) og mellom med-sosial informasjon og ny ( $p=.01$ ). Forskjellen mellom uten-sosial informasjon og ny var ikke signifikant (.47). Effekten av informasjon for ansikter var ikke signifikant ( $F(2,30)=.768$ ,  $p=.473$ ,  $e^2=.049$ ). Det utgjorde altså ingen forskjell i aktivering i venstre FFA om ansiktet var tilknyttet sosial informasjon eller ikke.

Figur 7b) viser forskjellen i signalendring i høyre FFA. Effekten av informasjon var signifikant for dører ( $F(2,30)=3.966$ ,  $p=.03$ ,  $e^2=.209$ ). Post hoc-sammenligninger viste en signifikant forskjell mellom med-sosial informasjon og ny (.023), men ikke mellom med-sosial informasjon og uten-sosial informasjon ( $p=.203$ ) og mellom uten-sosial informasjon og ny ( $p=.13$ ). For ansikter var det ingen signifikante forskjeller. Forskjellen mellom ansikter og dører var imidlertid signifikant ( $F(1,15)=15.907$ ,  $p=.001$ ,  $e^2=.515$ ). Differansen i signalendring mellom venstre og høyre FFA for de ulike betingelsene var ikke signifikant ( $p=.074$ )

Figur 7c) viser forskjellen i signalendring i venstre PPA. For dører utgjorde det ingen signifikant forskjell om stimuli var tilknyttet sosial informasjon eller ikke ( $p=.948$ ). For ansikter fant vi en signifikant effekt av informasjon ( $F(2,30)=4.069$ ,  $p=.027$ ,  $e^2=.213$ ). Post hoc-sammenligninger viste en signifikant forskjell for ansikter uten sosial informasjon og nye ansikter ( $p=.02$ ). Forskjellen i venstre PPA mellom ansikter og dører var også signifikant ( $F(1,15)=18.940$ ,  $p=.001$ ,  $e^2=.558$ ).

Figur 7d) viser forskjellen i signalendring i høyre PPA. Som ved venstre PPA utgjorde effekten av informasjon ingen signifikant forskjell for dører ( $p=.448$ ). Det samme gjaldt for ansikter ( $p=.219$ ). Forskjellen mellom signalendring for ansikter og dører var imidlertid signifikant ( $F(1,15)=18.322$ ,  $p=.001$ ,  $e^2=.55$ ). Det samme var signalendring mellom venstre og høyre PPA for de ulike betingelsene ( $F(1,15)=10.038$ ,  $p=.006$ ,  $e^2=.401$ ).

Figur 7. Oversikt over signalendringer i venstre og høyre FFA og PPA inkludert standardfeil. FDR,  $p < 0.01$ , cluster-threshold  $> 20$  voksler. Med refererer til stimuli med sosial informasjon, mens uten refererer til stimuli uten tilknyttet sosial informasjon.





Figur 7e) viser venstresidig aktivering i FFA og PPA for nye bilder. For venstre PPA var forskjellen mellom ansikter og dører signifikant ( $F(1,15)=29.085$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.66$ ). For venstre FFA var også forskjellen mellom dører og ansikter signifikant ( $F(1,15)=16.139$ ,  $p=.001$ ,  $e^2=.518$ ). Forskjellen mellom venstre og høyre PPA var signifikant for ansikter ( $p=.016$ ), men ikke for dører ( $p=.264$ ). Forskjellen mellom venstre og høyre FFA var verken signifikant for ansikter ( $p=.23$ ) eller dører ( $p=.382$ ).

Figur 7f) viser høyresidig aktivering i FFA og PPA for nye bilder. For høyre PPA var forskjellen mellom ansikter og dører signifikant ( $F(1,15)=67.675$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.819$ ). Forskjellen mellom ansikter og dører var også signifikant i høyre FFA  $F(1,15)=33.049$ ,  $p=.000$ ,  $e^2=.688$ ).

## 4 Diskusjon

I denne studien ønsket vi å avdekke hvordan sosial informasjon assosiert med dører og ansikter ville aktivere hjernen. Dette ble gjort ved en kildehukommelsesoppgave. Våre data viser at dører uten sosial informasjon, er den betingelsen som er forbundet med signifikant lengst reaksjonstid, mens ansikter med sosial informasjon er den betingelsen med signifikant kortest reaksjonstid. Når det gjelder korrekt kildehukommelse viser våre data liten og ikke signifikant endring for ansikter, mens dørene viser fremgang fra første til siste måling. Det kan diskuteres om vi ser en takeffekt for ansikter, mens dørstimuli har blitt lettere å huske som en funksjon av eksponering. Ettersom reaksjonstiden for alle betingelsene blir kortere for hver testing, er det rimelig å anta at deltakerne har hatt en læringseffekt for alle typer stimuli. Når det gjelder fMRI-resultatene våre, bekrefter vi sentrale funn som har blitt rapportert i tidligere studier. Kildehukommelsesoppgaven viser hovedsaklig venstrelateralisert aktivering, og aktivering i BA10 (frontalt) slik det er rapportert bl.a. av (Ranganath et al., 2003). I tillegg finner vi aktivering parietalt og i precuneus (Dobbins et al., 2002; Gallo et al., 2006; Henson et al., 1999; Lundstrom et al., 2003; Rugg et al., 1999). Sosial informasjon>uten sosial informasjon aktiverer i størst grad temporale og frontale områder (BA10). Mens dører med og uten sosial informasjon>ansikter med og uten sosial informasjon fører til et occipitaldominert aktiveringsmønster. Den motsatte kontrasten ansikter med og uten sosial informasjon>dører med og uten sosial informasjon ga ingen signifikant aktivering. I tråd med tidligere litteratur blir PPA aktivert i signifikant større grad for dører, sammenlignet med ansikter (Epstein et al., 1999). Verken for dører eller ansikter har det en signifikant effekt på aktivering i dette området, om stimuli var tilknyttet sosial informasjon eller ikke.

Hovedproblemstillingen vår omhandlet hvordan dører tilknyttet sosial informasjon versus dører som ikke ble tilknyttet slik informasjon ville aktivere FFA. Hovedfunnet vårt er at det ser ut til at dører tilknyttet sosial informasjon leder til høy signalendring i venstre FFA. Denne aktiveringen er signifikant større sammenlignet med aktiveringen for dører uten sosial informasjon og nye dører. Vi finner imidlertid ikke samme signifikante forskjell i høyre FFA, selv om dører med sosial informasjon også her er nominelt høyere enn dører uten sosial informasjon. Som ventet finner vi høy aktivering i området for ansikter både med og uten sosial informasjon. For effekten i venstre FFA er det naturlig å vurdere mulige forklaringer opp mot hverandre. Flere forskere (Bukach et al., 2006b; Gauthier et al., 1999; Gauthier et al.,

2000a; Wong et al., 2009b; Xu, 2005) har foreslått at FFA ikke er selektiv for persepsjon av ansikter, men for objekter vi er eksperter på. En nærliggende forklaring kan dermed være at enhver signalendring i FFA knyttet til ikke-ansikter er et resultat av ekspertise. Dette står imidlertid i kontrast til Kanwisher et al. (1997) (se også Downing et al., 2006; Grill-Spector et al., 2004; Kanwisher et al., 1998; Rhodes et al., 2004; Yovel & Kanwisher, 2004) sin argumentasjon om at FFA er domenespesifikt knyttet til persepsjon av ansikter. Nå er det også flere mulige forklaringer på våre funn. For det første kan det tenkes at deltakerne forestiller seg ansikter når det er knyttet personinformasjon til objekter. For det andre kan det tenkes at verbal informasjon knyttet til objekter leder til venstrelateralisert prosessering, eller slik som vi har tenkt at det å knytte sosial informasjon til objekter kan føre til aktivering i ellers antatte ansiktsspesifikke regioner.

I det følgende vil jeg gjennomgå argumenter for og mot de nevnte forklaringsmulighetene. Først av alt kan som sagt en nærliggende forklaring være at signalendringen i venstre FFA er knyttet til ekspertise. Ekspertisehypotesen postulerer at FFA aktiveres for ansikter fordi vi har ekspertise for disse. Våre deltakere hadde en læringseffekt over tid. Dette trenger ikke nødvendigvis å bety at deltakerne ble eksperter på materialet. De kan helt enkelt ha blitt bedre til å skille dører presentert i albumet uten at de ville kunne diskriminere bedre enn andre dersom dørene ble gitt i en annen oppgavekontekst. Diamond og Carey (1986) hevder at det krever 10 år med trening før man kvalifiserer til å bli ekspert. Dog har dette kravet i mindre grad blitt tilfredsstilt i ekspertiselitteraturen. Mye av litteraturen omkring ansiktpersepsjon har innøvingsoppgaver som ikke tilfredsstiller Diamond og Careys krav (1986), men der deltakerne likevel blir behandlet som eksperter (se f. eks Gauthier et al., 1999; Gauthier & Tarr, 1997; Wong et al., 2009a). Wong et al. (2009a; 2009b) har dessuten hevdet at ekspertise ikke nødvendigvis skal måles ut fra grad, men at det også er hensiktsmessig å inkludere type ekspertise i studier av ansiktpersepsjon. Vi finner uansett ikke støtte for en eksperthypotese som årsak til høyere FFA-aktivering i våre data. For at dette skulle vært tilfellet burde dørbetingelsene; med og uten sosial informasjon hatt like amplituder, og begge burde være signifikant høyere enn nye dører. Slik det diskuteres i forskningslitteraturen har ekspertise først og fremst vært knyttet til diskriminasjon og ikke hukommelsesassosiasjoner relatert til objekter. I og med at vi kun finner forhøyet aktivering knyttet til informasjonsbetingelsen, antar vi at personene i den grad de har blitt eksperter ikke prosesserer materialet med økt aktivering i FFA. Våre funn støtter imidlertid teorien om at vi alle er ansiktsexperter. Disse stimuli, både med og uten sosial informasjon, aktiverer FFA i signifikant større grad enn

dører. Dette er i tråd med litteratur som postulerer at ettersom vi i utgangspunktet er ansiktseksperter, er det naturlig at FFA aktiveres i større grad for slike, sammenlignet med objekter man ikke besitter samme type ekspertisegrunnlag for (Gauthier et al., 2000a; Tarr & Gauthier, 2000). Teorien om at vi er ansiktseksperter (Gauthier et al., 2004; Kanwisher, 2000; Tanaka, 2001) er også forenlig med våre funn som gjelder occipital aktivering. Kontrasten dører med og uten sosial informasjon>ansikter med og uten sosial informasjon, viste som tidligere nevnt et aktiveringsmønster hovedlokalisert i occipitale områder. Fordi vi i utgangspunktet besitter ansiktsekspertise, vil slike stimuli ikke kreve så høy grad av perseptuell prosessering som objekter man ikke er ekspert på. Den høye FFA-aktiveringen knyttet til ansiktsbetingelsene kan også tilskrives områdets antatte spesialisering for ansikter. Ettersom vår studie ikke var designet for å avgjøre om FFA er selektiv for ansikter eller ekspertisestimuli, kan vi heller ikke dra slutninger om hva våre ansiktsresultater skyldes. Oppsummert ser det ut til at resultatene som angår dørbetingelsene ikke kan forklares ut fra en ekspertisehypotese, selv om ansiktsresultatene våre er forenlige med denne. Dører ble valgt som objektgruppe fordi disse sikrer individdiskriminering. Ansikter prosesseres som nevnt på ”subordinate” nivå, og for å kunne gjøre en holdbar sammenligning med en annen objektgruppe vil det derfor nødvendig at også objektene prosesseres på et mer spesifikt nivå enn basisnivået. I tillegg er det også rimelig å hevde at dører ikke bærer konfigurale trekk som er like ansikters konfigurale trekk. Av den grunn kan vi argumentere for at våre resultater ikke skyldes at dørene fysisk sett lignet ansikter, og at det er en slik likhet som førte til aktivering i FFA (Xu, 2005) Hvis vi antar at dørene i en eller annen grad fører til ”subordinate” prosessering, kan en mulig forklaring på vårt funn i venstre FFA skyldes prosesseringsnivået heller enn dørene per se (Gauthier et al., 1997; Gauthier et al., 2000b). Samtidig har det jo blitt hevdet fra flere forskere at prosessering på det ”subordinate” nivå er knyttet til ekspertisekunnskap (Gauthier et al., 2000a). Som tidligere nevnt har studier på ansiktspersepsjon blitt kritisert for ikke å undersøke interaksjoner mellom ulike dimensjoner, heller enn kun enkeltdimensjoner (Liu & Chaudhuri, 2003). Vi kunne ha inkludert ekspertiseaspektet som et tillegg til den opprinnelige hovedproblemstillingen. Ved en eventuell replikasjon kunne man tenkt seg at vi kunne forlenget innøvningsperioden, og lagt kognitive kjennetegn ved ekspertise som kriterium for å avdekke slik kunnskap hos forsøkspersonene (Wong et al., 2009a; 2009b). Ved å sammenligne eksperter og nybegynnere kunne vi da både undersøkt ekspertise og sosialitet som dimensjoner ved ansiktspersepsjon. Sosialitet som fenomen ved ansiktspersepsjon er imidlertid et relativt lite undersøkt aspekt i

denne sammenheng. Av den grunn kan det være hensiktsmessig at initierende studier først avdekker hvordan det sosiale aspektet ved ansikter aktiverer FFA. Oppsummert bringer ikke denne studien ny innsikt til ekspertisedebatten.

En annen mulig forklaringsmodell for vårt funn i venstre FFA kan henge sammen med effekter av visualisering. Det kan tenkes at sosial informasjon som ble tilknyttet dørene førte til at deltakerne forestilte seg ansikter. Deltakerne kan altså ha forestilt seg kvinnen som bodde bak døra, heller enn å memorere selve dørstimulusen. Tidligere studier har som nevnt vist at FFA kan aktiveres ved at deltakeren visualiserer/forestiller seg et ansikt (O'Craven & Kanwisher, 2000). Det kan dermed ha vært denne forestillingen som førte til at dører tilknyttet sosial informasjon viste høyere aktivering i venstre FFA sammenlignet med dører uten sosial informasjon. Også høyre FFA ble mer aktivert ved dører med sosial informasjon sammenlignet med dører uten sosial informasjon. Men forskjellen er ikke signifikant. Hvis våre resultater skyldtes visualisering burde vi kanskje sett en signifikant forskjell også i høyre FFA, ettersom det er nettopp høyre FFA som i forskningslitteraturen har blitt hevdet å være et område for ansiktspersepsjon (Kanwisher et al., 1997). Dører med og uten sosial informasjon > ansikter med og uten sosial informasjon viste et aktiveringsmønster dominert av occipitale områder. Dette kan bety at dørene krevde ekstra persepsjon og prosessering. Heller enn at deltakerne så for seg et indre bilde av et ansikt som samsvarte med den sosiale informasjonen tilknyttet noen av dørene, kan det virke som de studerte dørene for å ta en avgjørelse om kilde. Tidligere forskning har vist at semantisk informasjon tilknyttet objekter aktiverer venstre inferior frontal cortex (James & Gauthier, 2004). Ettersom vi ikke fant aktivering her kan det virke som om den sosiale informasjonen i stor grad ble en integrert del av stimulus, heller enn som et vedheng. Hvis våre resultater skyldtes ansiktsvisualisering burde muligens ikke informasjonen blitt en integrert del av stimulus. Altså, dersom informasjonen ved dørene ble forgrunn for deltakerne, heller enn som en integrert del av dørstimulusen, burde vi kanskje sett at denne aktiverte venstre inferior frontal cortex. Vi kan imidlertid ikke utelukke muligheten for at visualisering er årsaksforklarende for våre resultater, vi kan kun antyde at det ikke er overveiende sannsynlig.

En tredje mulig årsaksforklaring kan være knyttet til prosessering av verbal informasjon. To av betingelsene våre inkluderte stimuli tilknyttet verbal informasjon, og stimuli av verbal karakter vil i større grad aktivere venstre hemisfære sammenlignet med høyre hemisfære (Gur et al., 1994). Dette kan altså forklare våre venstrelateraliserte funn. På den andre siden støtter

våre resultater tidligere forskning på kildehukommelse. Litteratur på dette feltet hevder denne type funksjon tapper nettopp venstresidige hjerneområder og da spesielt frontalt (f. eks i BA10), parietalt og i precuneus (Dobbins et al., 2002; Gallo et al., 2006; Henson et al., 1999; Lundstrom et al., 2003; Rugg et al., 1999). Kildehukommelse ser ut til å tappe venstre hemisfære og da spesifikt venstre prefrontal cortex. Venstre prefrontal cortex ser ut til å bli aktivert ved funksjoner som er mer krevende og systematiske, enn det for eksempel en ren episodisk gjenhentingsoppgave vil være (Dobbins et al., 2002; Henson et al., 1999; Petersson et al., 2001; Rugg et al., 1999). Det er altså rimelig å anta at den venstresidige frontale aktiveringen vi fant like fullt kan skyldes økte krav til prosessering, som aktivering av områder involvert ved verbalitet. Den venstrelateraliserte aktiveringen er også forenlig med James og Gauthier (2004) sin slutning om at informasjon tilknyttet et objekt krever mer prosessering enn det samme objektet uten slik informasjon (James & Gauthier, 2004). Vi fant også aktivering i BA10 ved stimuli tilknyttet sosial informasjon. Dette området er som kjent forbundet med hukommelsesgjenhenting og eksekutive funksjoner (Ranganath et al., 2003). Samlet sett kan disse funnene støtte vår antagelse om at aktiveringsmønsteret skyldes studiens økte krav til prosessering, som igjen vil kunne føre til økt venstrelateralisert aktivering. Tidligere forskning som har undersøkt hvordan semantisk informasjon aktiverer hjernen finner også venstrelateraliserte aktiveringsmønstre, og da spesifikt i venstre inferior frontal cortex (James & Gauthier, 2004). Vi fant som tidligere nevnt ikke aktivering i venstre inferior frontal cortex. Den nevnte studien brukte semantisk informasjon som var naturlig forbundet med objektene (James & Gauthier, 2004), mens vi tilføyde informasjon til dørene som i utgangspunktet ikke assosieres med slike. Informasjonen tilknyttet ansiktene er derimot i aller høyeste grad informasjon vi i utgangspunktet naturlig assosierer med ansikter. Det virker dermed ikke som det er noe ved informasjonens natur som avgjør om venstre inferior frontal cortex aktiveres. Resultatene som angår PPA-aktivering viste høyere signalendring på venstre side sammenlignet med høyresiden, og signalendringen var ikke avhengig av om dørstimuli var tilknyttet informasjon eller ikke. Dersom venstrelateraliseringen ved PPA skyldtes verbalitet burde vi muligens avdekket en forskjell mellom dører med og uten sosial informasjon. Nye stimuli var ikke tilknyttet informasjon. Men også denne betingelsen viste nominelt, dog ikke signifikant høyere aktivering både i venstre FFA og venstre PPA. Dette kan underbygge vår argumentasjon om at verbal informasjon ikke er hovedårsaken til våre venstrelateraliserte funn. Vi valgte som nevnt å ikke kjøre egne lokaliseringssunder for FFA og PPA. Hadde vi ved starten av studien visst det vi vet nå, kunne slike runder likevel vært

hensiktsmessig. Dersom disse i signifikant grad ga samme venstrelateralisering som våre foreliggende resultater, kunne vi med større sikkerhet ha avkreftet verbalitet som en årsaksfaktor. Oppsummert er det flere aspekter ved vår studie som naturlig fører til mer aktivering i venstre hemisfære, men begrensninger ved denne studien fører til at vi ikke kan utelukke at verbalitet kan være en årsaksfaktor til den venstrelateraliserte tendensen i FFA.

Vi har antatt at dører tilknyttet sosial informasjon vil aktivere FFA mer enn dører uten slik informasjon. Disse dørene vil få et sosialt aspekt ved seg som kan sammenlignes med det sosiale aspektet ansikter implisitt besitter. Dersom deltakerne opplever dørene som sosiale, vil bearbeidingen av dem i større grad bære preg av å være en sosial prosess (Beggan, 1992). Ved å skape en assosiasjon mellom dørstimulus og en gitt kvinne som bor bak denne døren, kan det tenkes at dette for deltakeren vil oppleves som et gitt eierskap mellom kvinnen og hennes dør, som i denne sammenheng blir en representasjon for hennes hjem. Et såkalt eierskapsforhold vil kunne styrke følelsen deltakeren får av sosialitet ved dørene (Beggan, 1992). Vi har imidlertid ikke undersøkt om deltakerne opplevde slike eierskap mellom dørstimuli og kvinnen som angivelig bodde bak døren. Denne studien gir oss dermed ikke forutsetninger til å avgjøre om en slik effekt som Beggan (1992) refererer til, kan ha påvirket våre data. Vi antar likevel at den sosiale manipulasjonen ved dørene vil aktivere FFA på lignende måte som det ansikter gjør. Dette bringer oss til vår siste forklaringsmodell, og den som er i tråd med vår hypotese. Funnene som angår ansikter er i tråd med tidligere forskning som har funnet at informasjon som tilknyttes ansikter vil virke fasiliterende på hukommelsen (Kerr & Winograd, 1982). Dører med sosial informasjon prosesseres signifikant raskere enn dører uten sosial informasjon, men informasjonstilknytningen ved dørstimulus fører likevel til en økning i kildefeil sammenlignet med dører uten en slik. Selv om denne forskjellen ikke er signifikant, antyder den likevel en tendens som er i tråd med tidligere funn (James & Gauthier, 2004). James og Gauthier (2004) hevder at semantisk informasjon som tilknyttes et objekt vil øke prosesseringskrav. Noe som vil implisere at den sosiale informasjonen ikke vil gjøre det lettere å huske dørene – heller enn å virke fasiliterende, blir informasjonen en forstyrrende faktor. I tillegg kan det tenkes at semantisk informasjon som går på tvers av forventning om et gitt objekt kan virke forstyrrende (James & Gauthier, 2004). Det er rimelig å anta at man ikke har en forventning om at sosial informasjon blir tilknyttet dører. Den relativt lave korrekte kildehukommelsen som forbindes med dører med sosial informasjon kan samlet sett skyldes økte prosesseringskrav, og en forventningsbrist som virker forstyrrende på prestasjonen. Klatzky et al. (1982) hevder stereotype ansikter vil virke prestasjonsfremmende.

I denne sammenheng refererer ordet stereotyp til ansikter som oppleves som ”typiske”, ansikter som altså ikke skiller seg ut på en spesiell måte (Klatzky et al., 1982). Vi har ikke tatt hensyn til slike effekter i vår studie, men det virker ikke sannsynlig at slike kan ha forkludret våre resultater. Dersom vi argumenterer for at sosial informasjon tilknyttet dører har fått hjernen til å behandle dem mer som ansikter, burde muligens atferdsdataene vært samstemte med atferdsdata for ansikter. Vi kan stille spørsmål ved om dørene med sosial informasjon burde vært forbundet med høyere korrekt kildehukommelse, slik ansikter med sosial informasjon gir høyere prestasjon enn betingelsen uten informasjon? I vår studie ønsket vi å undersøke hvordan FFA ville aktiveres ved dørbetingelsene, heller enn hvordan atferdsdata ville ligne de samme atferdsdata for ansikter. All den tid dører likevel ikke *er* ansikter og fortsatt ikke er sosiale objekter, er det rimelig å anta at de ikke vil prosesseres på nøyaktig samme måte som ansikter. Det mest sentrale i denne sammenheng er at venstre FFA aktiveres ved dører med sosial informasjon på lignende måte som området behandler ansikter. Forskjellen mellom dører med og uten sosial informasjon er signifikant i venstre FFA. Signalendringene for dører med og uten sosial informasjon er nominelt lavere i høyre FFA, og forskjellen mellom dem er ikke signifikant. Ansikter med og uten sosial informasjon aktiverer også høyre FFA i lavere grad enn venstre. Det har ikke signifikant effekt for aktivering av høyre FFA om ansiktsstimuli er tilknyttet sosial informasjon eller ikke. Forskjellen mellom høyre og venstre FFA-aktivering for alle betingelsene er ikke signifikant. Vi kan fra dette utlede en tentativ slutning om at tendensen er den samme ved både høyre og venstre FFA, men at våre data kun henspeiler til en signifikant forskjell mellom dører med og uten sosial informasjon i venstre FFA. Det er som forventet ansikter som aktiverer FFA i størst grad (Kanwisher et al., 1997). PPA-aktivering utgjør i denne sammenheng et kontrollgrunnlag mer enn et område for interesse per se. Våre funn som angår PPA-aktivering kan likevel belyse vår hovedproblemstilling. Verken for dører eller ansikter har det en signifikant betydning om stimuli er tilknyttet sosial informasjon eller ikke. Forskjellen mellom ansikter og dører er signifikant og dermed som forventet i henhold til tidligere studier (Epstein et al., 1999). Det interessante er at som ved FFA finner vi høyere total signalendring ved venstre PPA sammenlignet med høyre. Totalt finner vi altså mer signalendring i både venstre FFA og venstre PPA sammenlignet med samme områder på høyre side, dog er ikke denne forskjellen signifikant for FFA. Tidligere studier har i hovedsak fokusert på disse områdene på høyre side ettersom det var her FFA i utgangspunktet ble lokalisert (Kanwisher et al., 1997). Våre resultater kan være en indikasjon på at man i behandling av FFA i større grad må inkludere



både venstre – og høyresidig aktivering av området. Nye stimuli aktiverer venstre FFA i høyere grad enn de aktiverer høyre, og selv om dette aktiveringsmønsteret ikke gir signifikante forskjeller, kan også dette antyde at venstre og høyre FFA bør inkluderes i studier av ansiktspersepsjon. Etersom vi valgte å vise utvalget av innøvde stimuli tre ganger, må vi dog ta hensyn til at dette kan ha skapt såkalte repetisjonseffekter. Disse kan i tråd med Mur et al. (2010) sine resultater føre til redusert aktivitet i FFA. Kan våre resultater være en indikasjon på at venstre FFA er mindre sensitiv for repetisjonseffekter enn det høyre er? Det er rimelig å anta at habituering har ført til lavere signalendring. Dersom vi ikke hadde vist utvalget av stimuli presentert i albumet tre ganger, ville vi kanskje ha sett høyere signalendring i høyre FFA. Men ved at vi økte den statistiske styrken, reduserte vi også muligheten for å begå type 2 feil. Dette fører til at funnene våre i større grad kan regnes som pålitelige. Vår fMRI-analyse inkluderte kun 16 personer. Dette er et relativt beskjedent utvalg. Et lite utvalg vil øke sannsynligheten for først og fremst å begå en type 1 feil. Dette kan altså bety at et større utvalg kunne ført til at våre ikke-signifikante funn viste seg signifikante, og da spesifikt vårt funn som angår høyre FFA. Det kan hende at et større utvalg ville gitt et signifikant bilateralt funn. I denne sammenheng er det også verdt å understreke at det som nevnt finnes andre hjerneområder som antas å være involvert ved ansiktspersepsjon. Vi valgte å kun fokusere på FFA og kan dermed ikke si noe om hvordan aktivering i andre ”ansiktsområder” eventuelt kunne belyst våre funn .

fMRI-resultatene som angår FFA og PPA er basert på funksjonelle roi`er. Friston et al. (2006) hevder bruk av funksjonelle roi`er vil kunne føre til begrensninger ved slutningene som kan dras fra resultatene. Ut fra roi-resultater kan man argumentere for at et gitt område er funksjonelt selektivt for en gitt type funksjon, men man kan ikke hevde at det samme området er funksjonelt spesialisert for nevnte funksjon. Dette fordi man ved bruk av roi`er ikke tar høyde for at andre områder i hjernen kan aktiveres på samme tid (Friston et al., 2006). Vi har forsøkt å omgå denne problemstillingen ved at vi først kjørte ”whole brain”- analyser, før vi gjennomførte roi-analysene. Vår genereringsmetode for roi`er kan likevel kritiseres for at vi ikke la interaksjoner mellom kontrastene til grunn for lokalisering av de gitte roi`ene (Friston et al., 2006). Vi kunne f. eks tatt utgangspunkt i interaksjoner mellom kontrastene nye ansikter>nye dører og nye dører>nye ansikter. På den andre siden kan man argumentere med at dette kunne ført til sirkulære analyser.

## Avslutning

Oppsummert virker det rimelig å trekke den slutning at venstre FFA aktiveres signifikant mer for dører med sosial informasjon sammenlignet med dører uten slik tilknytning. Vi tolker dette som et uttrykk for at objektene har blitt oppfattet mer som ansikter. Denne konkluderende anføringen fører til nye spørsmål omkring persepsjon av objekter og ansikter. Dette kan også muligens nyansere diskusjonen omkring ekspertise, fordi det er mulig at det er opplevd eierskap som gjør FFA sensitiv for dører og for objekter personer er ekspert på. Vi kan også reise spørsmål ved om dette innebærer at det er det sosiale aspektet ved ansikter som fører til selektiv aktivering av ulike ansiktsområder i hjernen, heller enn ansikter per se? Denne studien gir ikke alle svarene på dette, men viser en potensiell retning for fremtidige forskningsspørsmål. Betyr dette for eksempel at alt som på en eller annen måte får en sosial betydning for oss kan aktivere FFA? I tillegg gir studien nye mulige føringer til å forklare ansiktspersepsjon, objekter og ikke minst sosialitet. Våre funn indikerer at ansiktspersepsjon er forbundet med flere aspekter enn kun ansiktets konfigurale trekk og fysiske utseende, objekter kan gjøres sosiale, FFA kan aktiveres ved andre objekter enn ansikter, og det sosiale aspektet ved ansikter kan se ut til å spille en sentral rolle i persepsjon av slike. Våre resultater utelukker imidlertid ikke at det er andre aspekter som er sentrale ved ansiktspersepsjon foruten sosialitet, at det kan være andre områder i hjernen som kan aktiveres for objekter assosiert med sosial informasjon, og at FFA også kan aktiveres ved andre aspekter forbundet med ansikter og/eller objekter.

# Litteraturliste

Ashburner, J., & Friston, K. J., (1997) The role of registration and spatial normalization in detecting activations in functional imaging. *Clinical MRI/ Developments in MR*. 7 (1). 26-28.

Ashburner, J., & Friston, K. J., (2000). Voxel-based morphometry – the methods. *Neuroimage*. 11. 805-821.

Beggan, J. K., (1992). On the social nature of nonsocial perception: the mere ownership effect *Journal of personality and social psychology*. 62(2). 229-237.

Bukach, C. M., Bub, D. N., Gauthier, I., & Tarr, M. J., (2006a). Perceptual expertise effects are not all or none: spatially limited perceptual expertise for faces in a case of prosopagnosia. *Journal of cognitive neuroscience*. 18(1). 48-63.

Bukach, C. M., Gauthier, I., & Tarr, M. J., (2006b). Beyond faces and modularity: the power of an expertise framework. *TRENDS in cognitive sciences*. 10(4). 159-166.

Cocosco, C. A., Kollokian, V., Kwan, R. K-S., Pike, G. B., & Evans, A. C., (1997). Brainweb: online interface to a 3D MRI simulated brain base. *Neuroimage*. 5. 425.

- Diamond, R., & Carey, S., (1986). Why faces are and are not special: an effect of expertise. *Journal of experimental psychology: general*. 115(2). 107-117.
- Dobbins, I. G., Foley, H., Schacter, D. L., & Wagner, A. W., (2002). Executive control during episodic retrieval: multiple prefrontal processes subserve source memory. *Neuron*. 35. 989-996.
- Downing, P. E., Chan, A. W. –Y., Peelen, M. V., Dodds, C. M.; & Kanwisher, N., (2006). Domain specificity in visual cortex. *Cerebral Cortex*. 16, 1453 – 1461.
- Epstein, R., Harris, A., Stanley, D., & Kanwisher, N., (1999). The parahippocampal place area: recognition, navigation, or encoding? *Neuron*. 23. 115-125.
- Farah, M. J., (1996). Is face recognition `special`? Evidence from neuropsychology. *Behavioural brain research*. 76. 181-189.
- Farah, M. J., Drain, H. M., & Tanaka, J. W., (1995). What causes the face inversion effect? *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*. 21(3). 628-634.

- Farah, M. J., Wilson, K. D., Tanaka, J. N., & Drain, M., (1998). What is special about face perception? *Psychological review*. 105(3). 482-498.
- Ferneyhough, E., Stanley, D. A., Phelps, E. A., & Carrasco, M., (2010). Cuing effects of faces are dependent on handedness and visual field. *Psychonomic Bulletin & Review*. 17(4). 529-535.
- Friston, K. J., Fletcher, P., Josephs, O., Holmes, A., Rugg, M. D., & Turner, R., (1998). Event-related fMRI: characterizing differential responses. *Neuroimage*. 7. 30-40.
- Friston, K. J., Holmes, A. P., Worsley, K. J., Poline, J-B., Frith, C. D., & Frackowiak, R. S. J., (1995). Statistical parametric maps in functional imaging: a general linear approach. *Human brain mapping*. 2. 189-210.
- Friston K. J., Rothshtein, P., Geng, J. J., Sterzer, P., & Henson, R. N., (2006). A critique of functional localisers. *Neuroimage*. 30. 1077-1087.
- Gallo, D. A., Kensinger, E. A., & Schacter, D. L., (2006). Prefrontal activity and diagnostic monitoring of memory retrieval: fMRI of the critical recollection task. *Journal of cognitive neuroscience*. 18(1). 135-148.

Gauthier, I., Anderson, A. W., Tarr, M. J., Skudlarski, P., & Gore, J. C., (1997). Levels of categorization in visual recognition studied using functional magnetic resonance imaging. *Current biology*. 7. 645-651.

Gauthier, I., Behrmann, M., & Tarr, M.J., (2004). Are greebles like faces? Using the neuropsychological exception to test the rule. *Neuropsychologica*. 42. 1961-1970.

Gauthier, I., & Bukach, C., (2007). Should we reject the expertise hypothesis? *Cognition*. 103. 322-330.

Gauthier, I., & Curby, K. M., (2005). A perceptual traffic jam on highway N170. Interference between face and car expertise. *Current directions in psychological science*. 14(1). 30-33

Gauthier, I., Curran, T., Curby, K. M., & Collins, D., (2003). Perceptual interference supports a non-modular account of face processing. *Nature neuroscience*. 6(4). 428-432.

Gauthier, I., Skudlarski, P., Gore, J. C., & Anderson, A. W., (2000a). Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. *Nature neuroscience*. 3(2). 191-197.

Gauthier, I., Tarr, M. J., Moylan, J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C., (2000b).

Does visual subordinate-level categorization engage the functionally defined fusiform face area? *Cognitive neuropsychology*. 17(1/2/3). 143-163.

Gauthier I., & Tarr, M. J., (1997). Becoming a greeble expert: exploring mechanisms for face

Recognition. *Vision Res.*, 37(12). 1673-1682.

Gauthier, I., & Tarr, M. J., (2002). Unraveling mechanisms for expert object recognition:

Bridging brain activity and behavior. *Journal of experimental psychology; human perception and performance*. 28(2). 431-446.

Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P., & Gore, J. C., (1999). Activation of

the middle fusiform `face area` increases with expertise in recognizing novel objects.

*Nature neuroscience*. 2(6). 568-573.

Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R., (2002). *Cognitive neuroscience – the*

*biology of the mind* (2 ed.). New York: Norton.

Grill-Spector, K., Knouf, N., & Kanwisher, N., (2004). The fusiform face area subserves face

perception, not generic within-category identification. *Nature neuroscience*. 7(5).

555-562.

Goren, C. C., Sarty, M., & Wu, P. Y. K., (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics*. 56(4). 544-549.

Gur, R. C., Ragland, J. D., Resnick, S. M., Skolnick, B. E., Jaggi, J., Muenz, L., et al., (1994) Lateralized increases in cerebral blood flow during performance of verbal and spatial tasks: relationship with performance level. *Brain and cognition*. 24. 244-258.

Harmon, L. D., (1973). The recognition of faces. *Scientific American*. 229(5). 71-82

Haxby, J. V., Ungerleider, L. G., Clark, V. P., Schouten, J. L., Hoffman E. A., & Martin A., (1999). The effect of face inversion on activity in human neural systems for face and object perception. *Neuron*. (22)1. 189-199.

Henson, R. N. A., Shallice, T., & Dolan, R. J., (1999). Right prefrontal cortex and episodic memory retrieval: a functional MRI test of the monitoring hypothesis. *Brain*. 122. 1367-1381.

Ishai, A., Ungerleider, L. G., Martin A., Schouten, J. L., & Haxby, J. V., (1999). Distributed representation of objects in the human ventral visual pathway. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*. 96(16). 9379-9384.



- Jacoby, L. L., (1991). A process dissociation framework: separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of memory and language*. 30.513-541.
- James, T. W., & Gauthier, I., (2004). Brain areas engaged during visual judgments by involuntary access to novel semantic information. *Vision research*. 44. 429-439.
- Janowsky, J. S., Shimamura, A. P., & Squire, L. R., (1989). Source memory impairment in patients with frontal lobe lesions. *Neuropsychologica*. 27(8). 1043-1056.
- Johnson, M. H., (2005). Subcortical face processing. *Nature*. 6. 766-774.
- Kanwisher, N., (2000). Domain specificity in face perception. *Nature neuroscience*. 3(8). 759-763.
- Kanwisher, N., (2006). What`s in a face? *Science*. 311. 617-618.
- Kanwisher, N., (2010). Functional specificity in the human brain: a window into the functional architecture of the mind. *PNAS*. 107(25). 11163-11170.

Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M., (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The journal of neuroscience*. 17(11). 4302-4311.

Kanwisher, N., & Moscovitch, M., (2000). The cognitive neuroscience of face processing  
An introduction. *Cognitive Neuropsychology*. (A special issue). 17 (1/2/3), 1-11.

Kanwisher, N., Stanley, D., & Harris, A., (1999). The fusiform face area is selective for faces not animals. *Neuroreport*. 10. 183-187.

Kanwisher, N., Tong, F., & Nakayama, K., (1998). The effect of face inversion on the human fusiform face area. *Cognition*. 68. B1-B11.

Kerr, N. H., & Winograd, E., (1982). Effects of contextual elaboration on face recognition. *Memory & cognition*. 10(6). 603-609.

Klatzky, R. L., Martin, G. L., & Kane, R. A., (1982). Semantic interpretation effects on memory for faces. *Memory & cognition*. 10(3). 195-206.

Kriegeskorte, N., Formisano, E., Sorger, B., & Goebel, R., (2007). Individual faces elicit distinct response patterns in human anterior temporal cortex. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*. 104(51). 20600-20605.

Lindsay, D. S., Jack Jr., P. C., & Christian, M. A., (1991). Other-race face perception. *Journal of applied psychology*. 76(4). 587-589.

Liu, C. H., & Chaudhuri, A., (2003). What determines whether faces are special? *Visual cognition*. 10(4). 385-408.

Lundstrom, B. N., Ingvar, M., & Petersson, K. M., (2005). The role of precuneus and left inferior frontal cortex during source memory episodic retrieval. *Neuroimage*. 27. 824-834.

Lundstrom, B. N., Petersson, K. M., Andersson, J., Johansson, M., Fransson, P., & Ingvar, M. (2003). Isolating the retrieval of imagined pictures during episodic memory: activation of the left precuneus and left prefrontal cortex. *Neuroimage*. 20. 1934-1943.

McKeeff, T. J., McGugin, R. W., Tong, F., & Gauthier, I., (2010). Expertise increases the functional overlap between face and object perception. *Cognition*. 117. 355-360.

McKone, E., Kanwisher, N., & Duchaine, B. C., (2006). Can generic expertise explain special processing for faces. *TRENDS in Cognitive Sciences*. 11(1). 8-15.

McKone, E., & Robbins, R., (2007). The evidence rejects the expertise hypothesis: reply to Gauthier & Bukach. *Cognition*. 103. 331-336.

McNeil, J. E., & Warrington, E. K., (1993). Prosopagnosi: a face-specific disorder. *The quarterly journal of experimental psychology*. 46A(1). 1-10.

Morton, J., & Johnson, M. H., (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. *Psychological Review*. 98(2). 164-181.

Moscovitch, M., Winocur, G., & Behrmann, M., (1997). What is special about face recognition? Nineteen experiments on a person with visual object agnosia and dyslexia but normal face recognition. *Journal of cognitive neuroscience*. 9(5). 555-604

Mur, M., Ruff, D., A., Bodurka, J., Bandettini, P. A., & Kriegeskorte, N., (2010). Face-identity change activation outside the face system: “Release from adaptation may not always indicate neuronal selectivity”. *Cerebral cortex*. 20. 2027-2042.

Nolde, S. F., Johnson, M. K., & D'Esposito, M., (1998). Left prefrontal activation during episodic remembering: an event-related fMRI study. *Neuroreport*. 9. 3509-3514.

O'Craven, K. M., & Kanwisher, N., (2000). Mental imagery of faces and places activates corresponding stimulus-specific brain regions. *Journal of cognitive neuroscience*. 12. 1013-1023.

Palmeri T. J., Wong, A. C.-N., & Gauthier, I., (2004). Computational approaches to the development of perceptual expertise. *TRENDS in cognitive sciences*. 8(8). 378-386.

Petersson, K. M., Sandblom, J., Gisselgård, J., & Ingvar, M., (2001). Learning related modulation of functional retrieval networks in man. *Scandinavian journal of psychology*. 42. 197-216.

Pike, G., & Brace, N., (2005). Recognition. In N. Braisby & A. Gellatly (Eds.), *Cognitive Psychology* (113 – 156). Haddington: Scotprint.

Ranganath, C., Johnson, M. K., & D'Esposito, M., (2003). Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory. *Neuropsychologica*. 41. 378-389.

Rhodes, G., Brake, S., Taylor, K., Tan., S., (1989). Expertise and configural coding in face recognition. *British Journal of Psychology*. 80. 313-331.

Rhodes, G., Byatt, G., Michie, P. T., & Puce, A., (2004). Is the fusiform face area specialized for faces, individuation, or expert individuation? *Journal of cognitive neuroscience*. 16(2). 189-203.

Rossion, B., Caldara, R., Seghier, M., Schuller, A-M., Lazeyras, F., Mayer, E., (2003). A network of occipito-temporal face-sensitive area besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Brain*. 2381-2395.

Rossion, B., & Gauthier, I., (2002). How does the brain process upright and inverted faces? *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*. 1(1). 63-75.

Rugg, M. D., Fletcher, P. C., Chua, P. M-L., & Dolan, R. J., (1999). The role of prefrontal cortex in recognition memory and memory for source: an fMRI study. *Neuroimage*. 10 520-529.

Schul, Y., & Burnstein, E., (1988). On greeks and horses: impression formation with social and nonsocial objects. In T. Srull & R. S. Wyer Jr. (Eds), *A dual process model of impression formation*. 145-154. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Schultz, R. T., Gauthier, I., Klin, A., Fulbright, R. K., Anderson, A. W., Wolkmar, F. et al.

(2000). Abnormal ventral temporal cortical activity during face discrimination among individuals with autism and asperger syndrome. *Arch gen psychiatry*. 57. 331-340.

Slaughter, V., Stone, V. E., & Reed, C., (2004). Perception of faces and bodies. Similar or different? *Current directions in psychological science*. 13(6). 219-223.

Tanaka, J. W., (2001). The Entry Point of Face Recognition: Evidence for Face Expertise. *Journal of experimental psychology: general*. 130(3). 534 – 543.

Tanaka, J. W., & Taylor, M., (1991). Object categories and expertise: is the basic level in the eye of the beholder? *Cognitive psychology*. 23. 457-482.

Tarr, M. J., & Gauthier, I., (2000). FFA: a flexible fusiform area for subordinate-level visual processing automatized by expertise. *Nature neuroscience*. 3(8). 764-769.

von Tetzchner, S., (2001). *Utviklingspsykologi. Barne – og ungdomsalderen*. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Wong, A. C.-N., Palmeri, T. J., & Gauthier, I., (2009a). Conditions for facelike expertise with objects. Becoming a ziggerin expert – but which type? *Psychological science*. 20(9). 1108- 1117.

Wong, A. C.-N., Palmeri, T. J., Rogers, B. P., Gore, J. C., & Gauthier, I., (2009b). Beyond shape: how you learn about objects affects how they are represented in visual cortex. *PLoS ONE*. 4(12). 1-7.

Xu, Y., (2005). Revisiting the role of the fusiform face area in visual expertise. *Cerebral cortex*. 15. 1234-1242.

Yin, R. K., (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of experimental psychology*. 81(1). 141-145.

Yovel, G., & Kanwisher, N., (2004). Face perception: domain specific, not process specific. *Neuron*. 44. 889-898.