

# Kan en hjerne overleve uden en krop?

Grisehjerner er blevet genoplivet uden for kroppen. Det har fået forsker til at undersøge, hvad menneskehjernen egentlig kan uden sin krop.



**Hvad kræver det at få en menneskehjerne til at overleve uden for kroppen? Er det etisk at forsøge sig med dette? Læs med her, når forsker Katrine Sværke gennemgår forskellige problematikker og taler med filosof Anders Fogh Jensen. (Illustration: Shutterstock)**



**Katrine Sværke**

Cand.Psych., Neuropsykolog, Region Hovedstaden

Det er svært – og måske også lidt uhyggeligt – at forestille sig en hjerne, der lever uden en krop.

Men I 2019 lykkedes det et amerikansk forskerhold at '[genoplive](#)' grisehjerner i op til fire timer efter grisene var blevet slagtet og hovedet var blevet adskilt fra kroppen.

Hjernerne blev koblet til et system, der genoprettede pumpefunktionen af en blod-lignende substans rundt i hjernen.

Forskningsprojektet satte gang i en etisk debat om, hvor grænserne skal gå for, hvad der kan betragtes som et levende væsen, og hvad man må udsætte levende væsner for i forskningens navn.

Og det satte mine tanker i gang: Hvad vil der medicinsk og teknologisk skulle til for at holde hjernen i live i længere perioder uden for kroppen?

Kan hjernen opretholde et normalt niveau af tanker, følelser, sanser og bevidsthed i sådan et scenarie, og kan det med tiden lade sig gøre at snyde en hjerne til at tro, at den lever et normalt liv i en normal krop?

## Grise uden bevidsthed

Det amerikanske forskerhold havde specifikt sørget for at forhindre neural aktivitet i at genopstå i grisenes hjerner. De monitorerede løbende hjernernes elektriske aktivitet for at undgå, at grisehjerne kunne genoprette et niveau af bevidsthed.

Men en af de deltagende forskere i projektet, professor Stephen Latham fra Yale University, [forsvarede efterfølgende](#) muligheden for at lade sådanne grisehjerner genoprette bevidstheden i fremtidige videnskabelige forsøg, eksempelvis ved forsøg med medicinsk behandling af demenssygdomme.

## Kan man være en hjerne i et kar?

Et berømt filosofisk tankeeksperiment omhandler, hvorvidt man overhovedet kan vide, at man ikke bare er en hjerne i et kar, der får alle sine sanseinput leveret gennem elektriske impulser fra en supercomputer.

Det har jeg talt med filosof Anders Fogh Jensen om. Og ifølge ham skriver tankeeksperimentet sig ind i den filosofiske disciplin epistemologi, som beskæftiger sig med hvor grænserne går for, hvad vi mennesker kan vide med sikkerhed.

### Fakta

## Om Forskerzonen

Denne artikel er en del af [Videnskab.dk's Forskerzonen](#), hvor forskerne selv formidler deres forskning, viden og holdninger til et bredt publikum – med hjælp fra redaktionen.

Forskerzonen bliver udgivet takket være støtte fra [vores partnere](#): Lundbeckfonden, Aalborg Universitet, Roskilde Universitet og Syddansk Universitet.

Forskerzonens redaktion prioriterer indholdet og styrer de redaktionelle processer, uafhængigt af partnerne. Læs mere om [Forskerzonens mål, visioner og retningslinjer her](#).

Hjerne-i-et-kar tankeeksperimentet er ifølge Anders Fogh Jensen et eksempel på såkaldt radikal skepticisme indenfor epistemologien.

Det vil sige et ekstremt eksempel på skepsis overfor, om man med sikkerhed kan vide, at den virkelighed man oplever faktisk eksisterer.

## Fra filosofiske refleksioner til videnskabelige forsøg

De amerikanske eksperimenter med at genoplive grisehjerner uden for deres kroppe og [andre lignende forsøg](#) betyder, at sådanne tankeeksperimenter måske er ved at overgå fra at være hypotetiske filosofiske refleksioner til at kunne udgøre potentielle videnskabelige forsøg.

Grisehjerneerne blev kun holdt i live i kortere perioder. Men forsøgene rejser alligevel spørgsmålet om, hvorvidt en hjerne i teorien kan overleve i længere tid uden for en krop med den rette teknologi, uden at miste noget af oplevelsen af at være et levende væsen.

Kan man forstille sig, at menneskehjerner engang i fremtiden vil kunne holdes i live uden for kroppen, og vil man i så fald kunne snyde hjernen til at tro, at den lever et normalt liv i en krop?

For at belyse spørgsmålet fra flere sider, har jeg talt med en række af mine forskerkolleger.

## Hjernen kræver et hjerte

Ifølge overlæge og kardiolog Jesper Kjærgaard fra Rigshospitalet har en hjerne brug for mindst ét andet organ for at overleve, nemlig et hjerte. Det kan transportere en blod-lignende, iltholdig substans rundt i hjernen gennem blodårerne, så hjernecellerne ikke dør af iltmangel.

Han fortæller, at man godt kan holde tynde lag af hjerne i live ved at tilføre særlig næringsholdig væske, som de yderste celler kan leve af.

Alle de indre celler vil dog være afhængige af løbende at få tilført ilt og næring gennem blodårer styret af en form for pumpefunktion.

Ifølge Jesper Kjærgaard behøver denne pumpefunktion dog ikke leveres af et rigtigt hjerte: Allerede i dag findes der kunstige hjerter, såkaldte 'total artificial hearts' som kan træde i stedet for naturlige menneskehjerter, og teknologien udvikler sig hele tiden.

Et sådant system vil løbende have brug for at blive rensset for diverse affaldsstoffer og CO<sub>2</sub>, men det kan ifølge Jesper Kjærgaard klares med avancerede udgaver af de dialysemaskiner, som allerede anvendes i dag.

I de amerikanske forsøg med grisehjerneerne blev der netop også genoprettet pumpefunktion for at facilitere genoplivningen af hjernerne. Men er et kunstigt hjerte og en dialysemaskine nok til at holde en hjerne i live uden for kroppen i længere tid?

## Det handler også om alder

Det har jeg har spurgt Jørgen Rungby om. Han er klinisk professor i endokrinologi på Bispebjerg Hospital - det vil sige, at han er ekspert i blandt andet hormoner og stofskifte i

menneskekroppen.

Ifølge ham afhænger udfordringerne med at holde en hjerne i live uden for en krop af, hvor gammel hjernen er. Hvis der er tale om en børnehjerne under udvikling, vil der være behov for løbende at tilføre en række væksthormoner for at støtte hjernens udvikling. Derudover skal der tilføres kønshormoner, hvis man ønsker en kønnet hjerne.

Uanset hvilken alder den pågældende hjerne har, vil der desuden være behov for at tilføre hormoner som kortisol og melatonin en gang i døgnet for at hjælpe hjernen med at vågne op og etablere en døgnrytme, hvis ikke man ønsker en konstant sovende hjerne.

Ifølge Jørgen Rungby vil det være en dårlig idé at have en konstant sovende hjerne, da hjernen formentlig vil degenerere, hvis den ikke vågner op og får sanseinput udefra.

Der vil desuden skulle tilføres store mængder sukker for at give hjernen noget at leve af (en hvilende menneskehjerne kræver omkring 80 gram i døgnet), samt en række essentielle salte og vitaminer for at sikre hjernens struktur og funktion.

**LÆS OGSÅ: Forskere dyrker mini-hjerner med 'øjne', der reagerer på lys**

## Hjernen bliver nedbrudt uden sanseindtryk

En hjerne skal løbende kunne modtage sanseinput for ikke at degenerere, men sanseinput er normalt afhængige af sanseorganerne som for eksempel øjnene og ørerne. Uden disse sanseorganer vil der skulle leveres elektriske signaler direkte til de nerveender, der går til og fra hjernen, som kan efterligne de elektriske signaler, der kommer fra den virkelige verden.

Hermed er vi tilbage til det klassiske tankeeksperiment med hjernen i et kar.

Ifølge Tobias Andersen, der er lektor på Institut for Anvendt Matematik og Computer Science på DTU, ved man i dag, at hjernen omkoder information fra omverdenen til elektriske signaler, såkaldte 'spike trains'.

Spike trains er en angivelse af, hvilke frekvenser og mønstre en gruppe neuroner sender elektriske signaler i.

Hvis det med tiden lykkedes at afkode disse 'spike trains' korrekt, kan man i teorien efterligne dem kunstigt ved at genskabe de samme mønstre og frekvenser elektronisk direkte på hjernens nerveender.

## Hjernen kan snydes

Ifølge Tobias Andersen vil det dog være en særdeles kompleks teknologisk opgave: Hvert øjes nethinde (retina) har omkring 100 millioner neuroner, der hjælper med at opfange visuelle informationer i synsfeltet og omsætte disse informationer til et meningsfuldt billede i hjernen.

Hertil er mange af hjernens nerver meget, meget små, og der vil ligge en stor teknologisk udfordring i at producere elektroder, der er små og præcise nok.

Selvom det ifølge Tobias Andersen vil være en meget stor teknologisk udfordring at genskabe denne kompleksitet elektronisk, vil man nok godt kunne få lov til at snyde lidt.

Allerede i dag ved man fra blandt andet fjernsyn og billeder, at man kan gå en del ned i opløsning og kompleksitet i forhold til virkeligheden, uden at hjernen opdager det.

**LÆS OGSÅ: Øjet kigger, men hjernen ser**

## Immunforsvaret rydder op i din hjerne

Men teknologien er ikke den eneste store udfordring for at gennemføre denne type eksperimenter.

Kroppens immunforsvar udgør også en betydelig forhindring for hjernens overlevelse udenfor kroppen.

Ifølge Torben Barington, der er professor i klinisk immunologi ved Syddansk Universitet, har immunforsvaret to underinddelinger:

- **Det adaptive immunsystem**, der er i stand til at tilpasse sig de mikroorganismer, der angriber kroppen.
- **Det medfødte immunsystem**, der blandt andet består af **mikroglia**, som er støtteceller i hjernen, der fjerner døde celler, overskydende nerveforbindelser med mere. De fungerer altså som en form for rengøringspersonale og skraldemænd, og er nødvendige for hjernens funktion.

I første omgang er det medfødte immunsystem det mest interessante. Mikroglia stammer så vidt man ved fra makrofager, som er en type blodceller, der spiller en vigtig rolle i immunforsvaret. Tidligt i fosterlivet vandrer makrofagerne til hjernen, hvor de bliver til mikroglia. Efter fødslen dannes makrofagerne i knoglemarven og føres med blodet rundt i kroppen.

Ifølge Torben Barington ved man, at mikroglia i den voksne hjerne også kan skabes fra stamceller i hjernen, men det er uvist om der alligevel er behov for at tilføre nye celler til systemet fra levende knoglemarv.

Hvis det er tilfældet, kan man altså blive nødt til dyrke sådanne celler eller oprense dem fra donorer og tilføre dem til hjernens system.

## Vira kan blive et problem

Mikroglia spiller også en vigtig rolle for hjernens evne til at klare infektioner. Her kommer det adaptive immunsystem i form af de såkaldte lymfocytter ind i billedet, fordi lymfocytterne er nødvendige for at bekæmpe virus.

Flertallet af voksne mennesker har været udsat for vira som eksempelvis herpes eller JC-virus, der herefter ligger slumrende i hjernen.

Disse vira udgør ikke et problem, så længe immunsystemet er normalt fungerende, men de kan gøre stor skade, hvis immunsystemet hæmmes tilstrækkeligt, som man kender det fra brug af immundæmpende medicin.

Hvis hjernen fjernes fra kroppen uden en medicinsk løsning, der tillader hjernen at beholde både det medfødte og det adaptive immunsystem, må man derfor tro, at hjernen kan risikere at gå til grunde på grund af opblussen af disse virusinfektioner.

## LÆS OGSÅ: Sådan fungerer immunforsvarets hukommelse

### Lymfocytter til angreb

Hertil kræver opretholdelsen af et adaptivt immunsystem ifølge Torben Barington både substitutter for knoglemarven, hvor lymfocytternes forstadier dannes, og kroppens lymfekirtler, milt og bristel (*thymus*), som normalt bidrager til funktionen af det adaptive immunsystem.

Faktisk skal lymfocytterne helst stamme fra personen selv, da fremmede lymfocytter kan gå til angreb på hjernen.

En løsning på dette kunne ifølge Torben Barington være at fjerne hjernen fra kroppen så tidligt som muligt i livet, for forsøge at undgå konfrontation med bakterier og vira, samt at sørge for at opbevare den fuldstændig sterilt.

### Systemet kan bryde sammen

At opbevare en levende hjerne uden for en krop lader dermed som minimum til at kræve:

- Et kunstigt hjerte
- En dialysemaskine
- Løbende tilførsel af diverse hormoner, sukker med mere
- Opkobling til en ekstremt kraftig supercomputer, der løbende kan tilføre sanseinput
- Tilførsel af immunceller fra levende knoglemarv, lymfeknuder og milt

Kathrine Bjerregaard Nielsen er Ph.d. i muskelfysiologi og arbejder ved DTU. Ifølge Kathrine Bjerregaard Nielsen risikerer man, at et så komplekst system bryder sammen, hvis ikke det styres centralt fra hjernen gennem en form for perifært nervesystem, som det også er tilfældet i den normale menneskekrop.

Levende organismer er ifølge Kathrine Bjerregaard Nielsen afhængige af en enorm mængde tilpassede feedback-mekanismer mellem hjerne, muskler og organer for at fungere – med andre ord skal der være intern balance i systemet, og aktiviteten ét sted er afhængig af - og skal passe sammen med - aktiviteten et andet sted.

## LÆS OGSÅ: Forskere dyrker en mini-hjerne, som kan få muskler til at bevæge sig

Når du for eksempel skal rejse dig op, stiger aktiviteten i et bestemt hjerneområde, der skal sørge for at aktivere benene. Det kræver mere blod til netop det område af hjernen, og det sørger hjernen selv for sker samtidig med, at benene aktiveres.

Disse simultane feedback-mekanismer mellem hjerne, muskler og organer vil ifølge Kathrine Bjerregaard Nielsen være ekstremt krævende og meget svært opnåeligt at styre udefra.

Hvis denne udfordring løses på den mest oplagte måde, ved at binde det hele sammen via et central styret perifært nervesystem, er man tilbage hvor man startede: Med en hjerne i en krop.

Måske ikke en krop, der ligner den man startede med, men ikke desto mindre en krop.

## Fornuften redder os

I teorien kan det ikke udelukkes, at man kan styre systemet udefra og dermed undgå at kropsliggøre hjernen helt på ny. Dermed kan det i teorien heller ikke udelukkes, at det er muligt at snyde en hjerne til at tro, at den befinder sig i en krop og oplever virkeligheden, selvom det ikke er tilfældet.

Sådanne forsøg er dog ekstremt uetiske, og trods den teoretiske mulighed er der ifølge filosof Anders Fogh Jensen alligevel ingen grund til bekymring.

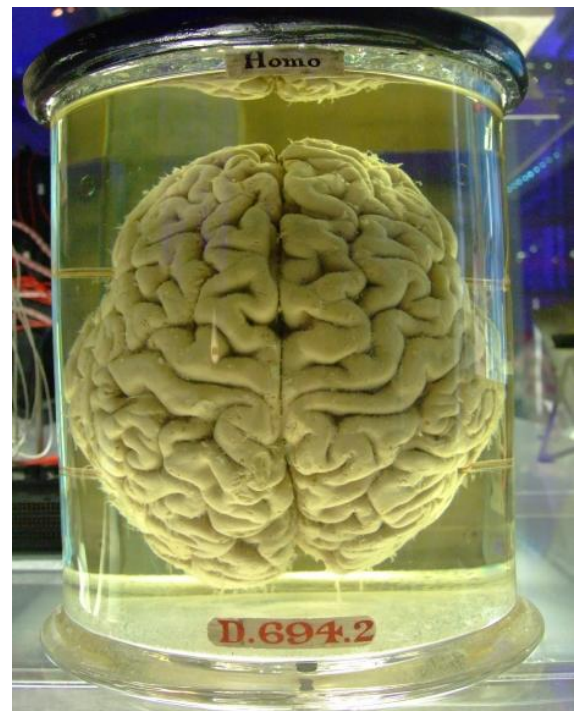
Ifølge Anders Fogh Jensen er fornuften den bedste redning mod radikale skeptiske scenarier som hjerne-i-et-kar tankeeksperimentet og andre lignede idéer, der kendes fra film som 'The Matrix' og 'Inception'. For, som filosofen Hegel skrev, så ville det mest fornuftige være i stedet at rette sin mistro mod selve mistroen.

Det er med andre ord ufornuftigt at tro, at man skulle være en hjerne i et kar, selvom det måske i teorien er muligt.

På dette punkt er samtlige af de adspurgte forskere enige: Det er langt nemmere at lade en hjerne blive i sin krop, end at holde den i live udenfor kroppen, og hvad end man kunne opnå af videnskabelige indsigter ved sådanne eksperimenter, ville kunne opnås langt nemmere ad andre veje, uden at adskille hjernen fra kroppen.

## LÆS OGSÅ: Forskere dyrker miniversioner af menneskehjernen i laboratoriet. Kan de udvikle bevidsthed?

## LÆS OGSÅ: Stamcelleteknik med minihjerner skal målrette medicin til psykiatriske patienter



Hjerne i et kar-hypotesen kendes også fra populærkulturen, blandt andet 'The Matrix'-filmene. (Foto: Gaetan Lee / CC BY 2.0)