

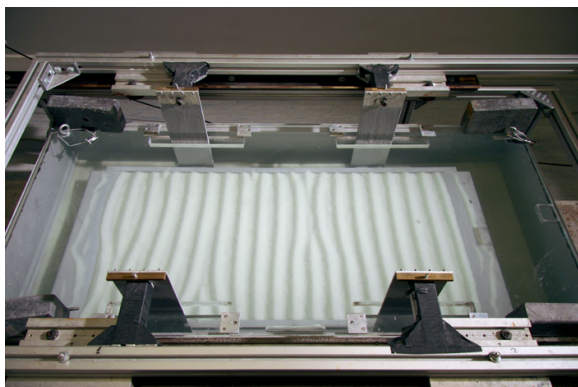
# ÅND FYSIK + KUNST STOF

Af Christian Skeel, Morten Skriver og Clive Ellegård

Videnskabens ambition er, med fuldkommen objektiv præcision, at skille verden ad i dens enkelte dele, for at forstå hvordan de virker sammen. Kunsten forsøger derimod at samle verden i aldeles subjektive og flertydige udsagn. Kunsten og videnskaben repræsenterer to komplementære sider af menneskets væsen. I en udstilling på Esbjerg Kunstmuseum har vi forsøgt at forene kunstmuseet med templet og det videnskabelige laboratorium.

## Interferens

Egentlig begyndte vores samarbejde ved et tilfælde. Christian Skeel og Morten Skriver (S&S) fik i 2004 en opfordring fra Esbjerg Kunstmuseum til at lave en udstilling, der skulle forbinde billedkunst og naturvidenskab. Et par år tidligere havde S&S på en rundtur på Niels Bohr Institutet set et af Clive Ellegårds (CE) sandrille eksperimenter (figur 1), der stod midlertidigt anbragt i en kældergang under instituttet. Forsøgsopstillingen skilte sig ud fra de øvrige apparaturer, som fyldte laboratorier og gangarealer, ved selv at udgøre et billede. Sammenstillingen af det tekniske præcisionsudstyr og en organisk bølget sandbund dannede et ejendommeligt poetisk udsagn om mødet mellem videnskabens analytiske blik og naturens mystik. Eksperimentet var også tydeligt på andre måder. Selv om en beskuer ikke vidste præcis, hvad det gik ud på, var det åbenbart, at der var tale om en bestræbelse på at kortlægge og forstå de usynlige, sammensatte og dynamiske kræfter, der former verden på det makroskopiske niveau. Fænomener af samme art som zenmunkene mediterer over i deres sandhaver i Kyotos templer, eller som Monet fordybede sig i i de sene åkandebilleder.



Figur 1. Forsøgsopstilling til studier af sandriller.

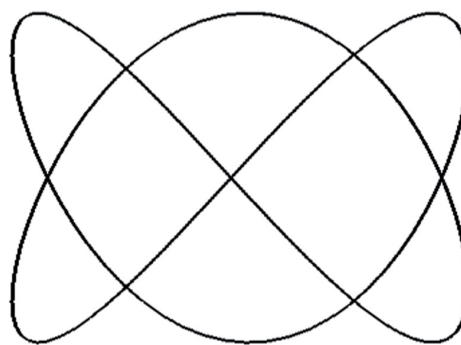
Efter invitationen fra museet i Esbjerg tog S&S kontakt til CE for at spørge, om det var muligt at låne sandrilleeksperimentet til en kunstudstilling. Vi havde aldrig mødt hinanden før, men det blev hurtigt klart, at vi havde mange fælles interesser, og vi endte med

at udføre væsentlige dele af udstillingen i Esbjerg i fællesskab.

Vores vigtigste berøringsflader var for det første en fundamental interesse for de æstetiske aspekter af de fænomener, vi hver især beskæftigede os med. Dernæst var vi på hver vores måde dybt optagede af generelle mønsterdannende fænomener, og endelig delte vi en umiddelbar undren over naturens beskaffenhed.

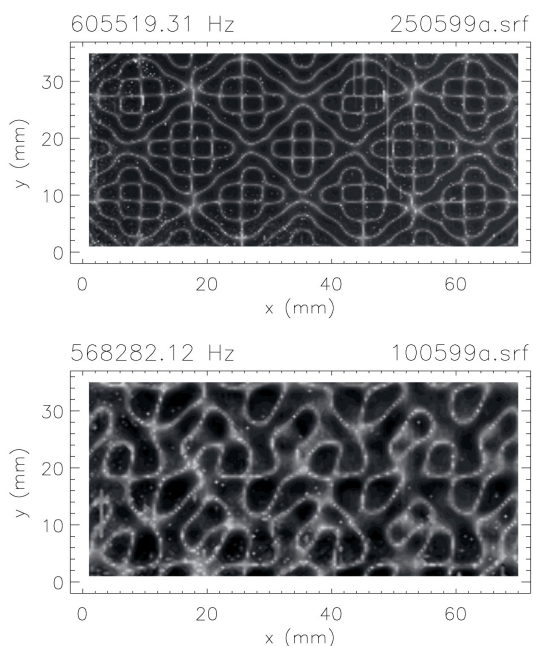


Figur 2. Rituel sandmaleri fra Sydindien.



Figur 3. Eksempel på en Lissajous-figur tegnet med formlerne  $x = A \sin(at + \delta)$  og  $y = B \sin(bt)$ .

S&S havde fra begyndelsen af deres samarbejde i 1984 beskæftiget sig med mønstre af mange forskellig slags, fra rituel ornamentik til Lissajous-figurer (figur 2 og 3). CE havde på sin side i en årrække arbejdet som eksperimentalfysiker med mange typer af interferensmønstre, dynamiske systemer og bølgebevægelser som for eksempel stående akustiske bølger i kvartsplader (figur 4).



**Figur 4.** Interferensmaleri.



**Figur 5.** To streger flettet ind i hinanden.

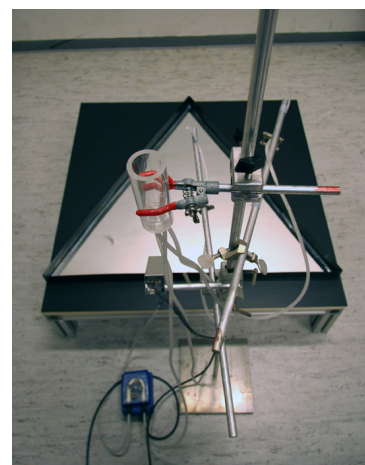


**Figur 6.** Statisk gitterkonstruktion og dynamisk vægmaleri.

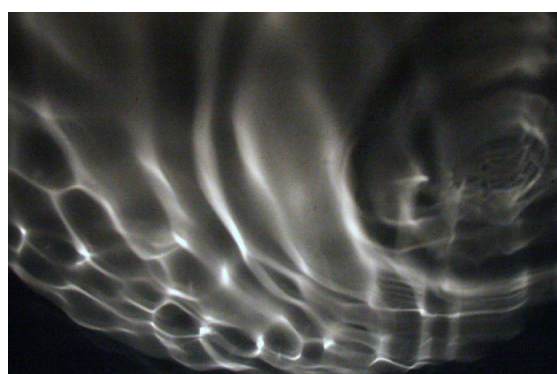
Vi valgte at gøre interferens til tema for udstillingen i Esbjerg. Væggene i museets centrale udstillingsrum blev dækket af en type udsmykning som S&S havde arbejdet med igennem et stykke tid under betegnelsen "interferensmaleri". Metoden består i, at to personer med hver deres farve maler en slynget strek begyndende fra hver sin ende af en given flade. De bevæger sig mod hinanden medens de afsøger fladens areal så opmærksomt som overhovedet muligt. Midt i rummet krydser de to streger hinanden, og derefter gælder det

udelukkende for de to agerende nervesystemer om at forholde sig til og kommentere den andens streg (figur 5). Midt i rummet anbragte vi en stor tredimensional gitterkonstruktion som en statisk kontrast til vægmaleriets slyngede dynamik (figur 6) CE's sandrilleksperiment blev anbragt i et tilstødende rum omgivet af tilhørende forklaringer, videobilleder og et autentisk, overtegnet whiteboard, der antydede diskussionerne i laboratoriet.

I et tredje rum viste vi vores egentlige fællesprojekt som fik titlen "Dråber der falder i vand" (figur 7 og 8). Installationen bestod af 11 separate apparater, der fyldte rummets vægge med ligeså mange distinkt forskellige, pulserende, kaotiske og interfererende lysmønstre. Apparaterne var opbygget af tre forskellige typer flade bassiner, hvis bund var et spejl. Vandet kunne dryppe ned i bassinerne fra forskellig højde, med vekslende frekvens og dråbestørrelse. Bølgemønstrene blev projekteret op på væggene ved hjælp af lys, der ramte spejlet i bassinets bund. Med disse justerbare præcisionsinstrumenter var det muligt at skabe en organisk bevægelig og nærmest hypnotiserende rytmisk ornammentik.



**Figur 7.** Apparat til produktion af "dråbemønstre".



**Figur 8.** Vægprojektion af "dråbemønstre".

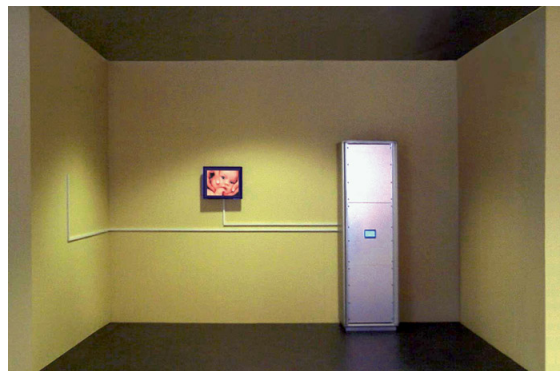
Esbjerg Kunstmuseum har som erklæret formål at forbinde billedkunsten med videnskabelig erkendelse og lægger i den forbindelse stor vægt på undervisning af skoleklasser, blandt andet i museets æstetiske laboratorium. "Interferens" var tænkt ind i denne sammenhæng som en slags åben og umiddelbart sanselig kode,

der kunne tolkes og forklares på mange forskellige måder og niveauer. Udgangspunktet var det konkrete fysiske fænomen, der opstår, når to bølgebevægelser støder sammen og begynder at påvirke hinanden indbyrdes. De interfererende bølgebevægelser forstærker eller ophæver hinanden og skaber derved mønstre og figurer, der i kvalitet og kompleksitet er fundamentalt forskellige fra deres udgangspunkt. Men det gælder ikke bare for bølger i vand, lyd og i lys. Kolliderende svingninger af alle mulige slags har denne egenskab, der pludseligt fører fra en tilstand til en anden. Både i naturen og i kulturen fødes de skabende og formdannende kræfter af mødet og interaktionen mellem forskellige fysiske og mentale systemer. For eksempel kan mødet mellem mennesker med helt forskellig faglig baggrund pludseligt føre til en ny fælles indsigt og inspiration.

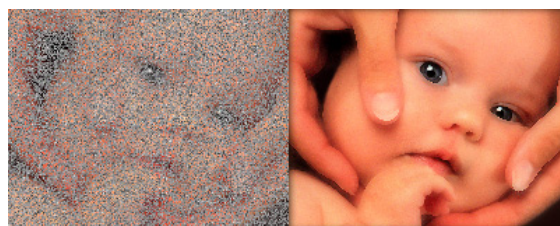
### Ånd og stof

Før mødet med CE havde S&S igennem en årrække interesseret sig for på forskellig måde at forbinde kunst og videnskab. Denne interesse førte i 1999 til et nært samarbejde med Princeton Engineering Anomalies Research Laboratory (PEAR) på Princeton Universitetet i USA. Samarbejdet gik ud på at udvikle en installation, der både kunne fungere som kunstværk og et stringent videnskabeligt eksperiment. Eksperimentet var baseret på PEAR Lab's mangeårige undersøgelse af muligheden for, at den menneskelige bevidsthed uden fysisk kontakt kan påvirke forskellige typer af tekniske systemer. En væsentlig del af denne forskning på PEAR lab. var bygget op omkring en såkaldt Random Event Generator (REG). Et instrument, der genererer tilfældige talrækker ved at registrere den absolutte uforudsigelighed som karakteriserer de subatomare partiklers fysiske aktivitet. Resultaterne af forskningen på PEAR Lab. syntes entydigt at vise, at menneskets bevidste eller ubevidste intentioner er i stand til at påvirke en sådan mikroelektronisk proces i svag men uafviselig grad, se bl.a. [1].

Det nye fælles eksperiment kom til at bestå af en REG, en computer og en LCD skærm (figur 9). På skærmen blev vist et billede, der til stadighed skiftede mellem forskellige stadier af tydelighed fra at være helt skarpt til at forsvinde i ren elektronisk hvidstøj (fig 10). Denne proces blev styret af tilfældighedsgeneratoren, som hvert sekund bestemte, om den enkelte pixel skulle vise enten billede eller hvidstøj. Systemet registrerede kontinuerligt udfaldet af disse valg. Ifølge lovene for statistisk tilfældighed burde skærmen være domineret af babybilledet i gennemsnitligt 50 % af tiden og af hvidstøj i de resterende 50 %. Som fokus for eksperimentet valgte vi et nærbillede af et attraktivt spædbarn med vidåbne øjne for at skabe maksimal emotionel kontakt mellem forsøgsopstillingen og den enkelte besøger. Udover de nævnte elementer var installationen udstyret med tre lystavler, der viste eksperimentets aktuelle status og en lille LCD-skærm, hvor man kunne se den kontinuerlige strøm af nuller og ettaller fra tilfældighedsgeneratoren.

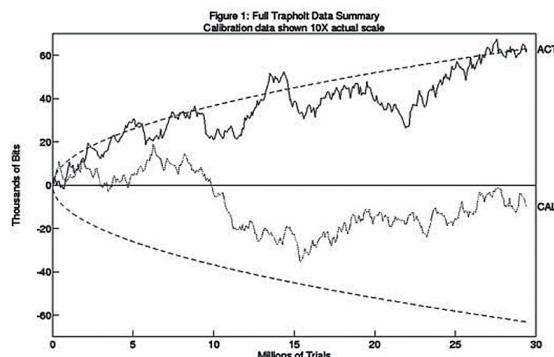


Figur 9. Stockholm Eksperimentet.



Figur 10. Skærmen skifter mellem støj og billede.

Eksperimentet foregik over et år på Trapholt Museet i Kolding og blev derefter gentaget i Kulturhuset i Stockholm. Resultaterne fra de to forsøg viste sig at blive helt forskellige. I det første forsøg var der en lille, men klar afvigelse fra de statistiske forventninger (figur 11). Samtidig viste det indbyggede kontrollforsøg (der ikke var forbundet til videobilledet) nøjagtig den fordeling af nuller og ettaller, som var statistisk forventelig.



Figur 11. Statistik på målingerne fra Trapholt Eksperimentet.

I det andet forsøg var de indsamlede data nøjagtigt, som man kunne forvente ud fra lovene for statistisk tilfældighed. Dette forsøg blev imidlertid foretaget under omstændigheder, der var radikalt forskellige fra dem, der havde hersket på Trapholtmuseet. Det første forsøg foregik i et selvstændigt rum, hvor al fokus var på interaktionen mellem besøger og skærbillede. Eksperimentet havde desuden stor offentlig bevågenhed, og mange gæster kom til museet specielt for at deltage i forsøget. I Stockholm var det lige omvendt. Forsøget var placeret i kulturhusets indgangsparti, et af de travleste mødesteder i byen. Omkring en million mennesker passerede forbi installationen i den periode, forsøget foregik. Men meget få havde nogen idé om, hvad det gik ud på, eller hvorfor det var der. Hvis

påvirkningen af forsøgsopstillingen havde at gøre med mental og emotionel intention og intensitet, så var det negative resultat sandsynligvis, hvad man kunne forvente.

Under arbejdet med “Interferens” blev CE bekendt med resultaterne fra de to forsøg. Efter adskillige samtaler blev vi enige om, at der var grundlag for et tredje forsøg, da sagen i en vis forstand var uafgjort. I første omgang fik vi den gamle forsøgsopstilling fragtet til NBI, hvor CE undersøgte de elektroniske komponenter og så nærmere på forskningsmaterialet fra PEAR Lab. Desuden fik vi PEARs grundlægger, Robert G. Jahn, professor i Aerospace Science og mangeårig dekan ved Princetons afdeling for Engineering and Applied Science til, sammen med laboratoriets daglige leder psykologen Brenda Dunne, at komme til Niels Bohr Institutet for at fortælle om deres forskning. Det afgørende spørgsmål blev, hvor stor en afvigelse fra det statistisk tilfældige der skal til, for at man kan sige, at et resultat er statistisk signifikant.

Efter mødet var der almindelig enighed om, at de beregningsmetoder, PEAR havde anvendt, var gode nok og at forsøgene derfor tilsyneladende viste en eller anden mærkværdig afvigelse fra det forventelige. Vi besluttede derefter at udføre den nye udvidede version af eksperimentet, som foregår på Esbjerg Kunstmuseum fra september 2009 til september 2010. Eksperimentet er i princippet det samme som tidligere bortset fra, at det er udvidet til at omfatte tre adskilte REG forsøg og desuden er hvert forsøg udstyret med en detektor, der registrerer, om der er mennesker i nærheden. Endelig er frekvensen for måltagning sat op fra 1 gang i sekundet til 10 alt sammen for at skabe en stærkt forøget datamængde<sup>1</sup>. Selve installationens form og farvesætning er ligeledes fornyet i et forsøg på at intensivere den samlede situation (fig. 12).



**Figur 12.** Installation af Esbjerg Eksperimentet.

Som i de foregående versioner af denne installation er kunstværket og det videnskabelige forsøg umulige

<sup>1</sup>Eksperimentet bag kunstværket er et rent evidensbaseret eksperiment. Det har som udgangspunkt tre state-of-the-art elektroniske tilfældighedsgenerators, og de indsamlede resultater vil blive underkastet en streng statistisk analyse – bl.a. udsat for NIST's Randomness Test Suite – inden der bliver draget konklusioner. En nærmere redegørelse for Esbjerg Eksperimentet og dets forudsætninger kan læses i hæftet Ånd – Stof, der er udgivet af Esbjerg Kunstmuseum i forbindelse med udstillingen.

at skille fra hinanden. På den ene side er kunstværket identisk med den videnskabelige forsøgsopstilling, selve forsøget og måden, det er konstrueret på. På den anden side er forsøget afhængig af, at installationen fungerer som et kunstværk, som museets publikum har lyst til at interagere med. For kunstværket er forsøgets resultat imidlertid underordnet. Det er et billede, der peger mod de kræfter i universet, som ligger skjulte for vores sansning. Installationen befinder sig på grænsen ikke bare mellem kunst og videnskab, men også på grænsen for menneskelig erkendelse i det hele taget. Den markerer det sted, hvor bevidstheden begynder at se ind i sig selv, hvor subjekt og objekt ikke længere lader sig skille ad og enhver nærmere forklaring derfor ophører med at give mening. Derfor har denne installation vist sig at danne et godt udgangspunkt for mange forskellige samtaler om fysik, bevidsthed, kausalitet og kvantefluktationer. Installationen er en æstetisk og teknologisk situation, som åbner for en mulig direkte interaktion mellem menneskets ånd og ånden i naturen. Derved forbinder værket sig til kulturens ældste magiske rødder. Man kan måske sige at Esbjerg Eksperimentet er et forsøg på at forene kunstmuseet med templet og det videnskabelige laboratorium.

### NBI Colliderscope

Vores seneste projekt blev til på et forslag fra CE. Idéen var at lave en eller anden form for lyskunstværk, der var i direkte live forbindelse med partikelkollisionerne i “The Large Hadron Collider” i CERN. Værket skulle både markere starten på det, som måske kan betegnes som verdens største videnskabelige eksperiment og Niels Bohr Institutets tætte involvering i eksperimentets tilblivelse. Vi blev enige om en simpel konstruktion bestående af et netværk på ca. 100 lysdioder, der skal integreres i hovedbygningens facadearkitektur (figur 13).



**Figur 13.** “NBI Colliderscope” visualiserer data fra Large Hadron Collider eksperimentet.

Den enkelte diode vil være rettet ind mod det lysegrå murværk, så lyset kommer til at danne et blødt og fleksibelt cirkulært lysfelt. Den samlede konstruktion gør det

muligt at lade sporene fra de enkelte partikelkollisioner i LHC'en komme til at bevæge sig hen over facaden i stadig skiftende mønstre. Nogle lamper vil lyse kraftigt et kort øjeblik, andre kommer til at lyse svagt og gløde langsomt ud alt efter den enkelte partikels masse og energi. På samme måde vil partiklens bane bestemme, hvilke lamper der lyser. Af og til vil der være langt mellem de enkelte begivenheder, andre gange vil de komme væltende oven i hinanden. Værkets foreløbige titel er "NBI Colliderscope".

Kunstværket består både i den fysiske konstruktion, og i måden som datastrømmen fra LHC'en bliver oversat på. De spor, som værket viderefremmer, kommer fra TRT-detektoren, der er en af to detektorer i LHC'en, der er konstrueret på NBI. Konstruktionen af de programmer, der oversætter de indkomne data fra CERN til lyskunstværket er sket i et tæt samarbejde med Troels C. Petersen fra Atlas-gruppen. Når LHC forsøget kører, bliver der genereret enorme og uoverskuelige mængder af information. Udfaldet af hver enkel partikelkollision bliver registreret af millioner af sensorer, ligesom der er millioner af målinger i sekundet. Disse data bliver siden udsat for en dramatisk filtrering og reduktion for at gøre dem anvendelige for systematisk analyse. Forskerne ser på de indkomne data, enten som rene talstørrelser eller som todimensionale grafiske repræsentationer. Idéen med lyskunstværket på NBI bygningen er imidlertid at lave en mere intuitiv og kompleks oversættelse af LHC'ens datastrøm. Tanken er at anvende alle de parametre, som findes i den indkomne strøm af data, ikke mindst partikelkollisionernes tilfældighedsrytme. Herved ønsker vi at gengive signalet fra LHC'en i sin fulde tonalitet, som var det en art gigantisk musikinstrument. Denne gengivelse af de voldsomme begivenheder i LHC'ens indre er ikke mindre naturtro end andre typer af gengivelse. Den egner sig ganske vist ikke til videnskabelig forskning, men til gengæld viser vores computermodeller, at der opstår et stærkt dynamisk billede, som er umiddelbart sanseligt og fascinerende for den forudsætningsløse tilskuer. Måske kunne man beskrive kunstværket som en intuitiv lysmembran, der forbinder beskuerens bevidsthed med de tilstande ved universets begyndelse, som bliver blotlagt af LHC'ens kollisioner. Lyskunstværket vil blive en præcis afspejling af de faktiske begivenheder i LHC'en, men i en musikalsk oversættelse til glæde for enhver, der passerer forbi Niels Bohr Institutet på Blegdamsvej.

### En slags konklusion

Videnskabens historie er en fortsat rækkefølge af forklaringer, der til stadighed avler nye spørgsmål, som igen kræver nye forklaringer, der fører til nye spørgsmål. Men videnskabens territorium er ikke uendeligt. Ved dets yderste grænse smelter strømmen af spørgsmål og forklaringer sammen, indtil der tilbage kun er den rene undrende væren. Det er her, hvor mening og form synes at opstå af ingenting, at videnskaben møder kunsten. De kommer til denne metafysiske egn fra hver sin side. Videnskaben ad rationalitetens og den logiske tankes vej og kunsten ad følelsernes irrationelle

stier. I en vis forstand er deres mål identiske. De forsøger med intuition og intelligens på hver sin måde at nærme sig eksistensens mysterium. De forsøger at skabe billeder, der giver mening. Men samtidig har de intet tilfælles overhovedet. Videnskabens ambition er, med fuldkommen objektiv præcision, at skille verden ad i dens enkelte dele, for at forstå hvordan de virker sammen. Kunsten forsøger derimod at samle verden i aldeles subjektive og flertydige udsagn. Kunsten og videnskaben repræsenterer to komplementære sider af menneskets væsen. Hver for sig er de fortabte. De behøver hinanden ligesom ånden behøver materien for at skabe et univers, der kan ses, høres og smages. Sammen med kunsten er det videnskabens opgave at fremelske billeder af verden, som ikke bare er sande, men også fundamentalt sanselige, så fornuft, følelse og forståelse kan følges ad. Hvis vi ønsker os en kultur, der er hel og hænger sammen, er vi nødt til at forsøge at forbinde det objektive med det subjektive.

### Litteratur

- [1] Dunne, Brenda J. og Robert G. Jahn, *Margins of Reality. The role of Consciousness in the Physical World*, Harcourt 1987.
- [2] Esbjerg Kunstmuseum (16 siders brochure kan hentes som pdf-fil), [www.eskum.dk](http://www.eskum.dk)



*Christian Skeel* er billedkunstner og komponist.



*Morten Skriver* er billedkunstner og forfatter. Tidligere lektor ved det Kongelige Danske Kunstakademi.



*Clive Ellegård* er lektor emeritus, Niels Bohr Institutet.