



HÖGSKOLAN
DALARNA

Examensarbete kandidatnivå

Interaktiv generativ konst?

En utredning av relationen och samspelet mellan interaktiv och generativ konst betraktat utifrån konstverken *Petri* av Peter Beyls och *Shaping Form (and Space)* av Ernest Edmonds

Författare: Jakob Jennerholm Hammar
Handledare: Sten Sundin
Seminarieexaminator: Sven Åberg
Formell kursexaminator: Thomas Florén
Ämne/huvudområde: Ljud- och musikproduktion
Kurskod: LP2006
Poäng: 15hp
Examinationsdatum: 12/01/2017

Vid Högskolan Dalarna finns möjlighet att publicera examensarbetet i fulltext i DiVA. Publiceringen sker open access, vilket innebär att arbetet blir fritt tillgängligt att läsa och ladda ned på nätet. Därmed ökar spridningen och synligheten av examensarbetet. Open access är på väg att bli norm för att sprida vetenskaplig information på nätet. Högskolan Dalarna rekommenderar såväl forskare som studenter att publicera sina arbeten open access.

Jag/vi medger publicering i fulltext (fritt tillgänglig på nätet, open access):

Ja ✓

Abstract

Syftet med denna uppsats är att undersöka hur relationen mellan interaktiv och generativ konst ser ut samt att försöka utreda om de kan förstås samexistera och definieras som ett utpräglat konstnärligt uttryck eller koncept. Detta i och med deras historiska och estetiska sammankoppling trots sina tillsynes paradoxala egenskaper. Generativ konst definieras ofta som konst skapad av ett autonomt system, till exempel ett datorprogram eller en maskin, vilket utifrån vissa givna regler självständigt utformar delar av eller ett fullständigt konstverk. Frånvaron av mänskligt inflytande, vare sig det rör sig om konstnären själv eller åskådare, blir alltså en tongivande avgränsning. Interaktiv konst är å andra sidan, som namnet indikerar, helt beroende av mänskligt handlande och deltagande och åskådaren eller användaren blir avgörande för verkets design och utförande. Undersökningen består i en analys av Peter Beyls konstverk *Petri* och Ernest verk-serie *Shaping Form (and Space)* ur vilken en diskussion kring gemensamma och definierande beröringspunkter görs. Undersökningen bekräftar tidigare studier som visar på att hybridformer mellan interaktiv och generativ konst existerar. Dessa innehar klart identifierbara aspekter av båda koncepten. Möjligt definierande och särskiljande element i form av bland annat ett fokus på ömsesidig påverkan eller influens mellan åskådare och generativa system eller människa och maskin identifieras också.

Keywords

Generativ konst, interaktiv konst, interaktivitet, digital konst, computer art, Peter Beyls, Ernest Edmonds

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
Introduktion	2
Inledning	2
Syfte Avgränsning	3
Frågeställning.....	4
Tidigare forskning	4
Teori	8
Generativ konst	8
Interaktiv konst	10
Metod	11
Val av analysfrågor	12
Val av analysobjekt.....	12
Presentation av Petri	13
Presentation av Shaping Form (and Space)	15
Litteraturanvändning	16
Undersökning och analys	17
Betydelsen av digital teknologi och datorer.....	17
Interaktiv generativ konst som konstform	21
Rummet	22
Agens.....	23
Tid	28
Det interaktiva generativa konstverket	29
Slutdiskussion	34
Källförteckning	41
Litteratur.....	41
Internet-källor.....	43

Introduktion

Inledning

Lillian Schwartz, en av de banbrytande konstnärer som tidigt tog till sig datorn som konstnärligt verktyg, beskriver i *The Computer and Creativity* (1985) hur den skapande processen befinner sig mellan den första instinkten att vilja uttrycka sig och slutligen uppnå ett resultat. Denna process, menar Schwartz, är ofta föranledd eller påbjuden av den tid som den existerar i. Detta inte bara av dess teknologiska begränsningar och möjligheter, utan även i hur konstnären är influerad av sin tids kultur såväl som sin egen uppfattning av sig själva. Vi är omgivna av teknologi och verktyg, uppfattningar och värderingar som påverkar inte bara konsten utan hur vi arbetar och lever i stort.

Nya konstformer, ofta kopplade till teknologiska framsteg och nyutvecklade verktyg, tenderar att både ifrågasätta rådande normer och föreställningar och öppna upp för nya frågor och möjligheter att utforska inte bara konsten i sig utan även människans relation till sin omvärld. Utvecklingen av de tidiga datorerna och den digitala "revolutionen" medförde och möjliggjorde en expansion av konstbegreppet och ställde en rad frågor om vad som utgör ett konstverk eller vilken roll skaparen har i utformandet av ett sådant. Datorernas möjlighet till nästintill oändlig reproduktion av artefakter, automatisering av processer tillika internets framväxt har utmynnat i en rad diskussioner om konstnärliga praktiker, estetik och kreativitet.

Två konstformer som växte fram ur, och alltså har utvecklats parallellt med den digitala teknologin är interaktiv och generativ konst. Inte nog med att dessa var för sig är ursprunget till en mängd intressanta konstverk liksom diskussioner och forskning, så har de sen länge sammanförts och sammanflätats vilket har motiverat än vidare konstnärliga och teoretiska undersökningar. Hur dessa två koncept hänger samman, var de angränsar och skiljs åt är dock inte självklart. Generativ konst definieras ofta som konst skapad av ett autonomt system, till

exempel ett datorprogram eller en maskin, vilket utifrån vissa givna regler självständigt utformar delar av eller ett fullständigt konstverk. Frånvaron av mänskligt inflytande, vare sig det rör sig om konstnären själv eller åskådare, blir alltså en tongivande avgränsning. Interaktiv konst är å andra sidan, som namnet indikerar, helt beroende av mänskligt handlande och deltagande. Åskådaren eller användaren blir avgörande för verkets design och utförande.

I överlåtandet av utformandet av ett konstverk till antingen ett autonomt system eller till åskådare eller deltagare ifrågasätts den klassiska bilden av en konstnärlig process vari konstnären kan betraktas som både visionär och hantverkare. Skaparen är den som intuitivt interagerar och manipulerar sin omvärld för att skapa en konstnärlig artefakt. Men hos både interaktiv och generativ konst är det inte längre målarens hand som rent fysiskt flyttar penseln och bestämmer var på duken färgen skall placeras. Detta provocerar fram frågor om relationen mellan skapare, verktyg och verk, om teknologins förhållande till konsten och om vad kreativitet och kreativt skapande är.

Den här uppsatsen ämnar undersöka hur generativ och interaktiv konst relaterar till varandra, hur vi kan förstå att de separata begreppen hänger ihop liksom om interaktiv generativ konst kan förstås bindas samman till ett eget koncept. Undersökningen kommer att utgå från samt undersöka två exempel på uttalat interaktiv generativ konst. Dessa är Peter Beyls verk *Petri* och Ernest Edmonds verk-serie *Shaping Form (and Space)*

Syfte Avgränsning

Uppsatsens syfte är att undersöka och förhoppningsvis klargöra hur koncepten interaktiv och generativ konst kan förstås samexistera som interaktiv generativ konst. Det vidrör hur vi kan identifiera interaktiv generativ konst som konstform eller genre tillika vad som utgör ett sådant verk. Vidare sätts det i relation till digital teknologi och hur vi kan förstå betydelsen av framväxten av datorer och om det kan betraktas som en specifikt digital konstform. Syftet blir både att utreda begreppet interaktiv generativ konst liksom att utforska den teoretiska kontexten som det kan tänkas existera i.

Uppsatsens avgränsas till att analysera två konstnärers verk vilka rör sig inom fältet av generativ och interaktiv konst. Dessa är Peter Beyls verk *Petri* och Ernest Edmonds konstserie *Shaping Form (and Space)*. Båda dessa beskrivs som interaktiva generativa installationer.

Deras interaktiva aspekt utgörs av att publikens rörelser registreras via kameror och detta utgör en begränsning för att kunna diskutera interaktivitetens många olika möjligheter att involvera åskådarens som medskapare, även om det kanske går att göra mer generella antaganden utifrån dem.

Frågeställning

Hur kan vi förstå relationen mellan de interaktiva och generativa aspekterna av Peter Beyls konstverk *Petri* och Ernest Edmonds verk-serie *Shaping form (and Space)* och kan vi utifrån dem skapa en uppfattning om interaktiv generativ konst som ett självständigt begrepp?

Tidigare forskning

Begreppet generativ konst är inte helt oproblematiskt och diskussioner kring dess definition har förts både inom akademiska och konstnärliga sammanhang, under senare år kanske främst i de maillistor som har följt de konferenser som sedan 1998 har hållits vid Milanos Universitet under namnet International Generative Art Conference. Främst två vetenskapliga tidskrifter har varit den huvudsakliga akademiska plattformen för diskussioner om generativ konst, dessa är *Leonardo* och *Digital Creativity*. Generativ konst för samman flera olika konstnärliga praktiker och kan anses ha fungerat som ett paraplybegrepp för konst som baseras på bland annat matematik i form av till exempel algoritmer, fraktaler eller symmetri, biologiska eller genetiska simuleringar, kemi, slump, kaos eller artificiell intelligens och liv.

I sin artikel *What is generative art?* (2009) spårar Margaret Boden och Ernest Edmonds termen tillbaka till flertalet nya estetiska tekniker och uttryck från 1950-talet och framåt. De menar att den historiska bakgrunden till begreppet går att härleda till de teknologiska innovationer som ledde till utvecklingen av datorer och den teoribildning som framkom i form datavetenskapliga idéer om strukturer och processer grundade i cybernetik och systemteori. De menar att det finns en klar parallell mellan datorns och den generativa konstens framväxt men att det detta har lett till en form av begreppsförvirring. Det skriver att uttrycket ”computer art” nästan använts synonymt med generativ konst ända sedan dess gryning och hänvisar exempelvis till hur den första utställningen dedikerad till dator-producerad konst som hölls 1965 av Georg Nake kallades ”Generative Computergraphik”. Boden & Edmonds

(2009) försöker i sin artikel utreda den begreppsliga oredan genom att särskilja den generativa konstens huvudsakliga kategorier och skapa en taxonomi baserad på teknologisk eller praktisk tillämpning. De lägger fram ett förslag på 11 stycken kategorier exemplifierade utifrån konstverk. Dessa är bland annat evolutions-, robot-, virtual reality-baserad konst samt flera olika digitala eller datorbaserade kategorier åtskilda av funktion. De finner interaktiv och interaktiv datorbaserad konst som två separata underkategorier.

Dorin et al. (2012) skapar ett ramverk vilket de menar skall kunna användas för att betrakta, kritisera och analysera generativ konst. Till skillnad Boden & Edmonds fokuserar de på den generativa processen i sig vilket de menar kan klargöra beröringspunkter utan att behöva ta hänsyn till medium. De menar visserligen att alla generativa system existerar, agerar och interagerar i en vidare miljö ur vilken det kan hämta information. Interaktionen mellan ett generativt system och sin omgivning kan ske på många olika sätt och de är inte begränsat till exempelvis åskådare utan data kan tas från alltifrån rumsakustik till meteorologiska fenomen.

Frånvaron av medium- såväl som motivationsspecificering är även utgångspunkten för Philip Galanter (2003) som vidhåller det generativa systemets autonomi som dess främsta egenskap. Galanter utvecklar i sin artikel först en definition vilken fokuserar på att konstnären överlämnar delar eller fullständig kontroll av skapandet av ett konstverk till det generativa systemet. Vidare betraktar han den generativa konsten utifrån komplexitetsteori ur vilken han menar på att generativa konstverk kan betraktas utifrån grad av ordning och oordning samt hur enkla eller komplexa de är. Komplexitet uppnås genom en blandning av ordning och oordning vilkas extremer kan exemplifieras med hög grad symmetri respektive slump. Komplexa system, liksom kaosartade system är ofta icke-linjära men fortfarande deterministiska. Interaktivitet kan antas öka komplexitet genom sina osäkra egenskaper och svårförutsedda resultat, även om de fortfarande kan antas följa ett kausalt mönster.

McCormack (2003) använder sig av genetiska och biologiska termer för att beskriva generativ konst och belyser dess nära sammankoppling med vetenskapen, framför allt i form av artificiell intelligens och evolutionär simulering. Generativ konst blir på samma gång ett vetenskapligt såväl som ett konstnärligt verktyg vilket kan användas för att både förstå och utforska världen och naturen. Men McCormack uppmanar till att inte låta de konstnärliga aspekterna och förhoppningarna förpassas till enbart vetenskaplig fascination. De känslor som uppstår när åskådaren möter resultatet av en generativ process blir för McCormack grunden

för den fenomenologiska upplevelsen som skiljer den konstnärliga från den vetenskapliga motivationen. Interaktivitet kan både öka åskådarnas upplevelser och fördjupa deras engagemang och sudda ut gränsen mellan konstnär och publik.

Monro (2009) utgår från Galanter men väver in hans definition med begreppet emergens. Detta kan beskrivas som tanken på att mer kommer ut ur ett system än vad som förs in eller att små enkla delar gemensamt kan utgöra något långt mer komplext, vare sig det rör sig om mönster, beteenden eller liknande. Detta betrakta han som en av de främsta styrkorna hos generativ konst. Efter att ha gått igenom flertalet olika definitioner av emergens väljer Monro att utgå från såkallad "surprise emergence" definierad utifrån Edmund Ronald som att "The system surprises me in some way, even if I have complete knowledge of its construction." (Monro, 2009: 1). Detta sammanförs med generativ konst utifrån två stycken definitioner: "1. The observed behavior or output of the artwork is unobvious or difficult to predict, even when we have complete knowledge of the construction of the system. 2. The observed behavior or output evokes feelings of surprise-wondermystery-autonomy, even when we have complete knowledge of the construction of the system." (ibid.). Det överraskande elementet är nödvändigt men blir dock inte ett tillräckligt villkor för emergens. Det krävs, menar Monro, att det finns en aspekt av inte endast "wonder" och "mystery", utan även autonomi.

Interaktiv konst beskriver Boden i *Aesthetics and Interactive Art* (2005) har utvecklats och utformats som konstnärlig genre under de senaste 50 åren utifrån både de teknologiska framstegen inom artificiell intelligens och HMI eller människa-maskin-gränssnitt samt interna estetiska principer. Pieter Coussement beskriver i sin avhandling (2012) avhandling att interaktivitet såväl som digital teknologi kan användas inom ramarna för redan definierade konstformer som skulpturkonst, måleri, fotografi etc. men att vad han benämner som "computational interactivity" kan betraktas som en ny och separat konstform. Här tillskrivs interaktivitet kunna förändra och utöka möjligheter till kreativt skapande samt förstärka olika element av konstnärligt skapande och kommunikation. Det blir en praktik som lever i gränslandet mellan performance, installation och teknologi. Den kommunikativa aspekten av konst och media liksom mediets och teknologins möjlighet, begränsning och betingning av budskapet problematiseras.

Monika Fleischmann and Wolfgang Strauss beskriver i sin artikel *Interactivity as Media Reflection between Art and Science* (2008) interaktivitetens mångbottnade natur och relation

till teknologi. Den digitala teknologins möjlighet till snabb och effektivt informationsutbyte liksom reflektiva och i en vidare mening beräknande egenskaper möjliggör den handlingsbaserade kommunikation som de menar utgör interaktiv konst. Detta fungerar även omvänt och interaktivitet beskrivs som grundläggande faktor för digital teknologi. De fokuserar på vad de menar är skapandet av ny kunskap, kunskap som uppstår ur kommunikativa handlingar, ur interaktion.

Teknologibaserad konst - som vi kanske i stort kan anta att både generativ och interaktiv konst till viss del är – skriver Michel Rush i *New Media in late 20th-century Art* (2003) har fört konsten till områden som tidigare har dominerats av ingenjörer och tekniker. Han beskriver målade hur konstnärer involverad med teknikbaserad konst inte låter sig skrämmas av teknologisk utveckling eller förändring utan ser sig själva som en del av denna förändring. Genom användandet av nya verktyg och teknologier öppnar de upp för att skapa nya idéer i tid och rum och att konstnärers innovativa användning av teknologi har lett till en fortsatt utveckling av teknologin själv.

Gingrich & Renaud (2012) betraktar i sin artikel *Generative Art - Interactive Art: Delineations, Crossovers and Differences*, just relationen mellan interaktiv och generativ konst. De identifierar att de olika konstformernas enligt sina strikta definitioner existerar som två distinkta, separerade traditioner men att de samtidigt både historiskt, teoretiskt och praktiskt kan betraktas som närliggande och sammanknutna. De två konsterna samexistens beskrivs som paradoxal, och de skriver:

Generative art is either outcome or process of an artistic production based on autonomous systems - thus excluding human spectator agency. Interactive art, on the contrary, is based on spectatorship agency. Interactive art is per definition either the process or creative result of inter-subjective human art generation (Gingrich & Renaud, 2012: 253)

Interaktiv konst befinner sig enligt dem mellan att vara ett konceptuellt angreppssätt och teknologisk innovation är till sin natur genreöverskridande, vilket även görs gällande för generativ konst. Som gemensamma beröringsytor mellan de båda konstformerna nämns frågor om kontroll, kaos och regler. Inom generativ konst skriver de att regler skapar konsten medan frånvaron av regler öppnar upp för mänskligt deltagande i den interaktiva konsten. Gingrich & Renaud visar på, och exemplifierar via ett flertal konstverk, hur konstnärer inom båda fälten ständigt utmanar sina egna teoretiska och konceptuella avgränsningar och att hybridformer av generativ, interaktiv och andra digitala konstformer existerar. Deras artikel

visar främst på att olika genre-utökande kombinationer av interaktiv och generativ konst finns och att relationen mellan dator och människa eller åskådare och skapare är mer komplexa än vad respektive huvudsakliga definition verkar slå fast. De tillskriver den pågående utvecklingen av teknologi och datorer det huvudsakliga ansvaret för att vi kan se ett ökat deltagande av åskådare som användare inom såväl konstnärlig produktion som konsumtion. Detta inbegriper även generativ konst, och även om flera beröringspunkter mellan generativ och interaktiv konst ges så görs ingen fokuserad definition av generativ interaktiv konst.

Teori

Denna del kommer utgöras av en diskussion kring det interaktiva och det generativa begreppet var för sig. Båda uttrycken är breda och svårdefinierade och detta görs i syfte att skapa en grund att för att underlätta genomförandet av undersökningen och besvarandet av frågeställningen.

Generativ konst

Det som utmärker generativ konst är enligt Boden och Edmonds (2009) ett regelbaserat system som utformar konstverket utan konstnärens direkta inblandning. Även om det inte behöver vara i form av ett datorprogram har datorn blivit det främsta verktyget för generativa konstnärer. De skriver bland annat: "Rules are at the heart of this type of art." och vidare att "Another way of putting this is to say that the artist leaves the computer to do its own thing without knowing just what it is which the computer will be doing." (Boden & Edmonds, 2009: 4). De menar att dessa program inte är låsta till någon speciell konstform eller genre, liksom att det inte är begränsat till någon viss teknik eller praktik och att fokus ligger på frånvaron av direkt manipulation av det generativa systemet.

Galanter (2003) drar en liknande slutsats och han har formulerat en ofta använd, om än omdebatterad definition som lyder :

Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art. (Galanter, 2003: 4)

Generativ konst är här alltså mer en fråga om en praktik vari fokus ligger i autonoma system, inte i den digitala teknologin i sig. Galanter menar att det huvudsakliga elementet är det system som konstnären överlåter delar eller all kontroll till. Han lägger fram tre observationer

kring sin egen definition. För det första, menar Galanter, att termen endast redogör för hur konsten är skapad och inte svarar på frågan varför eller för den delen gör några antaganden om det egentliga innehållet. För det andra menar han att konceptet inte är kopplat till någon specifik teknologi, och för det tredje att systemet måste vara tillräckligt väldefinierat och fristående för att kunna handla autonomt (Galanter, 2003).

Ordet autonomi kan enligt Gingrich & Renaud (2012) definieras på flera olika sätt och de beskriver hur den generativa konstens terminologi och syn på autonomi härstammar från forskning kring artificiell intelligens och robotik. Här hamnar fokus på att ett system som uppbär sig själv och som kan handla och agera utan mänsklig vägledning. Gingrich & Renaud menar även att artificiell intelligens har fungerat som en konceptuell bakgrund för den generativa konstens teori såväl som praktik. Chen & Hoyami (2007) betonar också en liknande koppling, de skriver: ”Artificial Life simulates and helps to understand the nature of autonomy.” (Chen & Hoyami, 2007: 3). Arbete med artificiell intelligens blir här ett sätt att undersöka och utforska den generativa konsten och även hur vi kan förstå autonomi i sig.

McCormack (2003) liksom Soddu (2002) använder sig av biologiska metaforer som definition. Hos McCormack uttrycks det som att konstnären skapar eller skriver formella specifikationer för en procedur. Detta liknas vid att formulera de genetiska egenskaperna hos en genotyp. När denna process sen iscensätts skapas upplevelsen av ett konstverk vilket liknas vid formandet av en fenotyp. Soddu gör en snarlik redogörelse i vilken den generativa koden ges samma funktion som DNA. Varje objekt eller artefakt som skapas av den artificiella DNA-koden är unik, men de kan identifieras av sitt gemensamma ursprung och designkoncept. Även om detta DNA, genotypen eller den påkallade proceduren innehåller specifika regler eller instruktioner menar McCormack att mängden information som genereras i fenotypen är mycket större än i genotypen. Detta beskriver han som att fenotypen ”unfolds into the world”. Detta, vilket benämns som en generativ process, innefattar en vanlig egenskap hos generativ konst, det vill säga emergens. Här ges det betydelsen av att nya komplexa element eller egenskaper som inte är specificerade i genotypen skapas från interaktioner mellan individuella komponenter.

Interaktiv konst

Det som utgör interaktiv konst är enligt Fleischmann & Strauss (2008) inte enbart att åskådare tillåts hantera, vidröra eller utföra konstverket utan att det beskrivs som en nödvändighet. Det är åskådaren som genom att sätta sina tankar i handling först sätter konstverket som process i rörelse. Detta menar de skiljer sig markant från hur åskådaren kan antas uppskatta ett traditionellt konstverk. Publiken förväntas inte bara vidröra utan även utgöra konstverket. Detta kan ske genom en mängd olika gränssnitt så som rörelsedetektorer, mekaniska eller elektriska kontroller, fysiska objekt etc. Här blir även frågan om internet och de interaktiva och kommunikativa möjligheterna påtaglig. Genom detta gränssnitt influerar de som interagerar framställningen av det konstnärliga objekt som utgör deras egen estetiska upplevelse och åskådarnas aktivitet och reception överlappar varandra. Den interaktiva konsten blir för Fleischmann & Strauss ett experimentellt undersökande av konstverk såväl som verktyg. De beskriver interaktiv konst som konstnärlig forskning och interaktivitet som en estetisk erfarenhet.

Gingrich & Renaud (2012) utgår från The Oxford Dictionary som definierar interaktivitet ett tvåvägsflöde mellan en dator och en datoranvändare. Med detta menar de att datorn svarar på användarens inmatning. De betonar dock att dator inte nödvändigtvis måste förstås som en elektronisk maskin utan lika gärna kan vara en annan människa som utför beräkningar. Det sista påståendet menar de är nödvändigt för att kunna tala om äldre former av interaktiv konst och i stället fokusera på teknologin som hjälpmedel för att underlätta åskådarens deltagande. Interaktiv konst blir här liksom hos Fleischmann och Strauss en fråga om att utföra och uppleva liksom en kommunikativ handling. Genom det kommunikativa informationsflödet, vilket är beroende av åskådarens deltagande, påverkar och förändrar de i hög grad konstverket i sig.

Liksom ovanstående utgår även Coussement (2012) från Oxfords Dictionary men beskriver det i stället som ett utbyte eller påverkan mellan två personer eller saker. Han problematiserar att interaktivitet oftast ges en begränsad innebörd, vilket även Gingrich och Renaud tar upp, av direkt respons på användarens handling. Han menar att interaktivitet i konst innehar en möjlighet att skapa en värdefull kommunikativ upplevelse vari åskådaren aktiveras och dess känsla av närvaro ökas. Detta beskriver han var ett uttalat mål för 1900-talets avantgarde-

rörelse, men att det inte är förrän den digitala teknologin växte fram som detta var möjligt att göra fullt ut.

Metod

Uppsatsens metod är utformad för att vara motsvara syftets begreppsutredande såväl som teoretiskt explorativa karaktär. Undersökningens problemområde, interaktiv generativ konst är visserligen inget outforskat ämne i sig, men det finns ingen klar konsensus eller fullständig förståelse kring varken begreppets definition eller om det ens går att betrakta det som en definierbar enhet. Detta kan alltså tänkas ge utrymme för att fortsätta undersöka och diskutera detta vidare (Richie & Lewis, 2009: 32).

För att besvara frågeställningen kommer undersökningen att ske genom en kvalitativ analys av två objekt, i det här fallet konstverk, utifrån en bredare teoretisk diskussion. Metoden innehar alltså till viss del karaktären av både en instrumentell fallstudie vari ett större fenomen undersöks och illustreras av och genom ett enskilt exempel, såväl som en multipel fallstudie i vilken flera exempel studeras (Marshall & Rossman, 2016: 20). Detta för att ha möjligheten att vara flexibel, kunna betrakta ett fenomen utifrån olika perspektiv och underlätta förståelsen av relationen mellan fall och kontext (Marshall & Rossman, 2016: 6). Att kalla det en renodlad fallstudie är dock inte rättvist då det inte rör sig om någon helhetsinriktad beskrivning eller förklaring av en enskild företeelse eller fall genom att sammanställa en mängd olika källor och material (Yin, 2007).

Huvudsakligen kommer de valda verken att betraktas utifrån en enskild presentation skriven av respektive konstnär. Och även om det rör sig om analys av konst är det inte frågan om en bild-, ljud- eller annan medieanalys. Det finns dock ett tydligt drag av kvalitativ textanalys i undersökningen. Det är konstnärernas beskrivning av sina verk och hur de själva uttrycker vad verken utgörs av – både rent praktiskt och tekniskt såväl som estetiskt – som är den huvudsakliga empirin för analysen. Fördelarna av att få en övergripande betraktelse av de som faktiskt har störst kunskap om verken, dess utformning och motivation bakom måste dock vägas mot nackdelarna av ett möjligen subjektivt och ensidigt material, även om det är konstnärernas egna syn som är uppsatsens fokus. Det största problemet kan tänkas vara att det minskar möjligheten till generaliserbarhet, samt att det förskjuter undersökningen från att undersöka ämnet i en vidare bemärkelse till att endast betrakta det utifrån konstnärernas

enskilda perspektiv. Men samtidigt kan det ge insikter om hur verken är konstruerade och vad de själva menar att verken består i och av. För att kunna bygga en grundläggande förståelse och finna ett begreppsligt och kontextuellt sammanhang för såväl analys som diskussion kommer en mer allmän litteraturbaserad teoretisk utredning genomföras parallellt.

Val av analysfrågor

För att underlätta genomförandet av undersökningen och besvarandet av frågeställningen kommer analysens disposition att utgå från tre valda analysfrågor härledda ur uppsatsens syfte (Ahrne & Svensson, 2014: 133). Dessa är formulerade för att kunna konkretisera den annars vida frågeställningen och lättare identifiera de båda konstnärernas förhållningssätt till problemformuleringen. Dessa frågor är:

Vilken betydelse har digitala teknologi och datorer för respektive konstverk?

Kan vi identifiera interaktiv generativ konst som en utpräglad konstform eller genre, betraktat utifrån respektive konstverk?

Vad kan vi uppfatta utgör ett interaktivt generativt konstverk utifrån de båda konstnärerna?

Den andra frågan är uppdelad i tre teman vilka är hur interaktiv generativ konst kan förstås förhålla sig till rummet, agens eller kreativt deltagande samt tid.

Det finns flera möjliga problem med valet av en kvalitativ metod. Inte minst är frågan om generaliserbarhet, trovärdighet och svårigheten i att vara systematisk och utveckla en tillräckligt koncis kontext eller ramverk (Marshall et. Al, 2016). Men fördelar kan även identifieras i form av möjlighet att undersöka exempel närmare och få en djupare förståelse för fenomenet.

Val av analysobjekt

De valda analysobjekten konstverket *Petri* av Peter Beyls och verkserien *Shaping Form (and Space)* av Ernest Edmonds. Dessa är valda utifrån deras generativa och interaktiva egenskaper vilka tydligt vidrör uppsatsens syfte och problemområde. De är tänkta att kunna belysa flera aspekter av ämnet och att förhoppningsvis kan en jämförande analys av dem utmynna i några intressanta slutsatser och givande beröringspunkter. Dessa aspekter påvisas både i verken i sig

samt i den dokumentation som båda konstnärerna skrivit och publicerat i samband med att verken visats. Det finns alltså både en teoretisk som praktisk fördel att undersöka dessa verk vilket gör dem passande för uppsatsen.

Det finns dock flera problematiska sidor hos dessa val. Båda verken, och konstnärernas presentationer av dem, har lagts fram inför den serie årliga konferenser kallade *Generative Art Conference*. Båda verken existerar alltså i en given kontext och gemensam sfär av generativ konst. Detta kan såklart problematiseras, inte minst för att de har en väldigt tydlig både estetisk och teoretisk koppling och att båda verken främst presenteras som generativa verk med interaktiva element. Denna koppling kan även ses i att de båda verken hanterar de interaktiva aspekterna på ganska liknande sätt. Även om de såklart skiljer sig markant i vissa aspekter och att det finns stora olikheter i vad de båda konstnärerna vill uppnå tillika hur de går till väga, så är de ganska närliggande med tanke på den bredd som generativa såväl som interaktiva tekniker innefattar. Men detta är medvetet, och uppsatsen lägger ett större fokus på likheter än skillnader, en avgränsning som är tänkt leda till en större möjlighet att hitta relevanta beröringspunkter och få säkrare resultat, även om en större undersökning inbegripande en rad olika tekniker och större olikheter hade kunnat leda till andra intressanta slutsatser (Ahrne & Svensson, 2014: 24).

En annan begränsning undersökningen innehar är att det endast rör sig om två konstnärer, både män och båda västeuropéer. Detta leder såklart till uppenbara områden att kritisera generaliserbarheten av arbetet och är en svaghet som är viktig att belysa.

Presentation av *Petri*

Peter Beyls är en belgiskfödd konstnär och forskare som beskriver sig arbeta inom ramen av datavetenskap och konst. Han har främst arbetat med att utveckla generativa system inom musik och visuell konst, såväl som hybridformer. Han har studerat vid VHTI (technology college) i Kortrijk, Rijksuniversiteit i Gent, EMS i Stockholm, Kungliga Musikkonservatoriet i Bryssel och Slade School of art vid UC London och har även varit forskare vid ICCMR (Interdisciplinary Centre for Computer Music Research) University of Plymouth, där han även doktorerat. Han har sedan tidigt 1970-tal arbetat konstnärligt samt skrivit och publicerat om olika områden av digitala media, men främst in generativ konst, artificiell intelligens för konstnärliga ändamål och interaktiva realtids- och evolutionsbaserade musikaliska system (Beyls, 2017).

Verket *Petri* beskrivs av Beyls i *Autonomy, Influence and Emergence in an audiovisual ecosystem* (2012) som en interaktiv audio-visuell installation vari ett artificiellt samhälle bestående av animerade partiklar som både interagerar med varandra och påverkas och förändras utifrån mänsklig rörelse i rummet. Installationen består av en realtids-genererad projektion och ljud samt en kamera som agerar rörelsesensor. Namnet på verket berättar Beyls i en intervju härrör från ordet petriskål vilket beskriver en grund skål som används i laboratorier för att och kultivera celler eller andra mikroorganismer (Peter Bayls: *Petri*, 2010). De animerade partiklarna befinner sig i en autonom värld eller ett system som utvecklar sig själv utefter vissa givna regler. I den tvådimensionella världen rör sig partiklarna fritt och är inte bara känsliga för varandra utan påverkas även av data från den ”verkliga världen”. Åskådarnas rörelser påverkar i sin tur partiklarnas beteenden i det annars självgående och självutvecklande systemet. Partiklarnas existens är betingade av flera variabler så som status (vakna, sovande), känslighet och antalet närliggande partiklar. Deras mottaglighet för mänsklig aktivitet är adaptiv och den skalas upp eller ned beroende på om de är befinner sig i en zon för extern påverkan eller inte. Dessa zoner attraherar även partiklar vilka tenderar att röra sig mot dem. Partiklarna innehar en simulerad genetisk kod, och om de befinner sig i påverkanszoner kan två slumpade partiklar producera en ny partikel utifrån deras genetiska sammansättning. När partiklarna är utanför en påverkanszon tävlar de mot varandra för fortsatt existens och har möjligt att bli raderade (Edmonds, 2016).

Verket beskrivs undersöka relationen mellan människor och maskiner och deras ömsesidiga påverkan av varandra. Beyls själv skriver “*Petri can be seen as a crossing point between nature and culture in the sense that a synthetic universe is interfaced with the physicality of the natural world.*” (Beyls, 2012, 269). Publikens närvaro och interaktion med den syntetiska världen formar den och påverkar dess utveckling. Två begrepp som Beyls ger en stor betydelse är komplexitet och emergens. Emergens kan här förstås som att simpla element, agenter eller för den delen organismer tillsammans skapar komplexa mönster eller beteenden. Att i hur enskilda delar vilka var för sig kan verka enkla och förutsägbara, men tillsammans skapar något långt mer komplext och oberäkneligt.

Presentation av *Shaping Form (and Space)*

Londonfödde Ernest Edmonds var en av de tidiga pionjerna inom datorgenererad konst och har sedan 1960-talet studerat och skapat algoritmiska, generativa och interaktiva verk. Konstnärligt kommer han från en konstruktivistisk tradition och akademiskt har han studerat matematik och filosofi vid Universitetet i Leicester, doktorerat i logik vid Nottinghams Universitet och är numera professor i computation and creative media vid University of Technology i Sydney och även i computational art vid De Montfort University i Leicester. Hans arbete, teoretiskt såväl som praktiskt, har främst vidrört datorgenererad och interaktiv konst, människa-datorinteraktion, kreativ teknologi, logisk programmering och tidsbaserade generativa system. Hans utgörs ofta av abstrakta geometriska färgstudier med fokus på struktur och logiska system.

Shaping Form (and Space) är en serie generativa konstverk som består av två grundläggande och tätt sammankopplade verk kallade *Shaping Form* och *Shaping Space* vilka har producerats och visats i flera olika generationer. I Edmonds artikel *From Interaction to Influence: generating form and space* (2015) beskrivs verkens som abstrakta och interaktiva installationer vari färg och form genereras i realtid utefter unika generativa regler. Med hjälp av en kamera tas information om rörelse och aktivitet i rummet upp. Programmet som genererar verken kalkylerar kontinuerligt mängden aktivitet med vilket de generativa reglerna ständigt modifieras och förändras bortom konstnärens kontroll. Edmonds beskriver hur de är till för att undersöka hur interaktivitet kan förstås i generativ konst och hur långvarig mänsklig påverkan kan användas. Han problematiserar därför termen interaktivitet, vilket han menar ofta enbart förstås att ett system ger direkta förbestämda svar på åskådarnas handlingar. I stället frågar han sig om inte influens, stimulans eller utbyte är kanske är bättre termer att använda då åskådarens påverkan har en mer subtil karaktär, även om mer direkt respons också ges.

Shaping Forms utgörs av en kvadratisk LCD-monitor vilket visar de abstrakta mönster och färgskiftningar som genereras. Verket beskrivs vara en representation av ”computed life” som rör sig och förändras av sig själv. Men samtidigt uppfattas publikens rörelse som i realtid avläses och analyseras av ett processystem som beräknar dels mängden rörelse i stunden såväl

som den sammanlagda rörelsen över tid. Detta används sedan för att påverka och förändra de generativa reglerna tillika verkets struktur vilken långsamt och långsiktigt mognar och utvecklas. Dessa regler styr dels färg utifrån nyans, mättnad och ljusstyrka samt form och tidsmönster.

Shaping Space är en fortsättning på *Shaping Forms* som visserligen bygger på andra regelverk och ett nytt generativt system, men undersöker samma tema i en ny uppsättning. *Shaping Space* är en fullskalig rumsinstallation där två parallella större skärmar skapar ett vitt färgfält. Skärmarna beskrivs som en ”levande” matris av färg som ibland rör sig långsamt för att i andra stunder bryter ut i än mer livliga förändringar. På samma sätt som *Shaping Form* ligger fokuset för den mänskliga interaktionen på de långvariga förändringarna av de generativa reglerna, och Edmonds skriver: ” The shaping of the space is a never-ending process of computed development.” (Edmonds, 2015: 280).

Litteraturanvändning

Som huvudsaklig källa för *Petri* kommer Beyls paper om verket *Autonomy, Influence and Emergence in an audiovisual ecosystem* (2012) publicerat i och för 15e *Generative Art Conference* i Lucca, Italian, att användas. För *Shaping Form (and Space)* kommer Edmonds paper *From Interaction to Influence: generating form and space* (2015), publicerat till den 18e upplagan av samma konferens, som då hölls i Venedig. I och med frågeställningens fokus på konstnärernas uppfattning om begreppen och koncepten kan de kanske anses vara tillräckliga underlag för att genomföra undersökningen. Men på grund av det mer allmänna syftet kommer en stor del stödlitteratur användas för att kunna ge en bred teoretisk kontext. Dessa kommer huvudsakligen utgå från vad som presenterats i tidigare forskning och teori, men med vissa utvalda tillägg.

Undersökning och analys

Betydelsen av digital teknologi och datorer

Petri såväl som *Shaping Form (and Space)* är digitala verk som bygger på användandet av datorer både i produktion och presentation. Likaså består de av händelser som förändras över tid vilka materialiseras genom projektioner. Den digitala teknologin innehar alltså en central roll hos båda verken. Likt hur Galanter (2003), Boden & Edmonds (2009) och Dorin et al. (2012) menar att generativ konst inte är begränsad till användandet av datorer beskriver Gingrich & Renaud (2012) utifrån Keys, Weibel mfl att ett liknande antagande kan göras om interaktiv konst. Galanter sträcker sig till och med så långt att han skriver: ”In principle any computer based generative method could be carried out by hand” (Galanter, 2003: 16). Själva utförandet eller konstruktionen kan alltså tänkas göras för hand, till och med av konstnären själv, så länge den övergripande utformningen är utförd av ett autonomt system där skapandeprocessen inte är beroende av kontinuerliga intuitiva designbeslut tagna av konstnären.

Även om användandet av datorer inte kan antas vara en klar definierande variabel för varken generativ eller interaktiv konst är det inte en grundlös eller oviktig koppling. Boden och Edmonds (2009) lägger en stor vikt på den historiska bakgrunden och sammanväxten av den generativa konsten och så kallad ”computer art”. De ser en tydlig sammanflätning mellan den metodologiska och teoretiska bakgrunden hos den tidiga datavetenskapen, cybernetiken och systemvetenskapen och den community som både iklätts och själva fört sig med det generativa paraply-begreppet. Likaså gör sig även den koppling som Gingrich & Renaud (2012) ser mellan den generativa konstens konceptuella och terminologiska utveckling och forskning kring artificiell intelligens påmind.

Diskussionen om interaktiv konst som sådan innefattar en historisk bakgrund i vilken den ges ett konceptuellt ursprung beläget långt tidigare än när den första datorn ens var påkommen (Gingrich, 2012. Rush, 2003. Coussement, 2012). Gingrich & Renaud hänvisar till Christiane Paul och skriver: ”[...] interactive art is not a recent phenomenon in art production – as all art inherently strives to be interactive” (Gingrich, 2012: 250). Interaktivitet, speciellt i form av involverandet av åskådare inom de dadaistiska och tidiga avantgardistiska rörelserna, kan

alltså antas inte behöva förutsätta digital teknologi i sig. Men liksom hur det hos den generativa konsten finns det en stark koppling till datorer och digital teknologi, finns det liknande slutsatser att dra om interaktiv konst (Fleischmann & Strauss: 2008).

Datorn betraktas ofta som ett verktyg eller hjälpmedel för att underlätta eller automatisera kreativa eller konstnärliga processer. Brown (2003) beskriver hur uttrycket ”computer-aided” länge har använts metaforiskt för att benämna användandet av datorer som verktyg eller ”... productivity enhancers that emulate traditional methods” (Brown, 2003: 2). Coussement (2012) menar på ett liknande sätt att det finns två separata sätt att betrakta konst baserad på användandet av datorer. Datorn får en betydande roll i vad som brukar kallas ”new media art” eller nya media, vilket förutsätter någon form av brott med den traditionella konsten. Begreppet nya media är väldigt brett och inte bara omgivet av en hel del mystik utan även förvirring. Coussement väljer att följa Lopes linje av att vad som faktiskt är nytt och definierande för begreppet, vilket är användandet av så kallad ”computational interactivity”. Detta blir grundläggande för vad han beskriver som skillnaden mellan ”computer art” och ”digital art”. Medan ”digital art” endast använder teknologin för att underlätta den konstnärliga processen och att datorn används som en förlängning av de traditionella verktygen hos de traditionella konstformerna utgörs ”computer art” av ”the promise of a new aesthetic that addresses the novel role of the audience in interactive art” (Coussement, 2012: 26). På ett liknande sätt skriver Fleischmann & Strauss (2008) att den digitala teknologin är en förutsättning för vad vi kallar interaktiv konst. De skriver: ”Only the digital medium offers the possibility of the reversible, which assimilates human thinking and plays it back as calculated thoughts. This reflection arises through interactivity. It opens a framework of action, which changes the status of the work and allows the creation of new knowledge.” (Fleischmann & Strauss, 2008: 76). Interaktivitet möjliggör skapandet av något nytt som konstnären inte kunnat eller ens velat försöka förutbestämma i förväg på egen hand. Vare sig det rör sig om nya situationer eller nya objekt så genererar dessa ny kunskap. De menar att denna relation är ömsesidig och alltså även fungerar omvänt, eller att “interactive structures remain the basic principle of digital media.” (Fleischmann & Strauss, 2008: 77). Den digitala teknologin förutsätter en deltagande åskådare. Likaså menar de att interaktiv konst inte endast blir ett sätt för åskådaren att utforska konstverket, utan en minst lika betydande del är att utforska verktyget (Fleishmann & Strauss, 2008: 78).

Den interaktiva konsten förändrades enligt Rush (2003) radikalt efter datorns genombrott och framkomsten av vad även han benämner som nya media. I och med den digitaliserade teknologin skapades möjligheten att på ett mer djupgående plan involvera åskådarna än till exempel de dadaistiska kinetiska skulpturerna eller fluxus-rörelsens deltagarorienterade performanskonst. Konstnären beskrivs dock fortfarande ha kontroll över själva grundmaterialet, men mängden variationer av hur besökarna kan hantera materialet, mellan vilka val de kan göra eller på vilket sätt de kan påverka resultatet har ökat. (Rush, 2003: 201). På ett liknande sätt skriver Gingrich & Renaud att "...the spectators' roles shifted with technical possibilities and altered conceptions of mediation" (Gingrich, 2012: 250). De teknologiska framstegen har inte bara ökat de interaktiva möjligheterna, utan även förändrat åskådarens roll i sig. Publiken deltagande sträcker sig i och med detta enligt Rush (2003) långt bortom att bara ta emot instruktioner och utföra givna uppgifter skapade av konstnären för att få fram ett väntat resultat. Åskådarens deltagande blir mer undersökande och okontrollerat skapande och resultaten blir, liksom till exempel Monro (2009) (och även Beyls) talar om generativ emergens, till viss del både okänt och överraskande för konstnären såväl som åskådaren.

Datorns betydelse för generativ konst kan även betraktas som större än enbart historisk, eller som rent underlättande för att till exempel automatisera sysslor eller genomföra tids- och energikrävande beräkningar liksom till exempel Galanter (2003), och i viss mån även Boden & Edmonds (2009) tar upp. Dorin et al. skriver "The digital computer provided a new means of describing and coding processes and an increasingly accelerated capacity to execute them" (Dorin et al., 2012: 240). Den digitala tekniken medför alltså visserligen en utökad möjligheter men den bidrar även med nya sätt att betrakta processer och utföra handlingar. Teknologin i sig kan tillskrivas en än större effekt för hur människan hanterar sin omvärld. McCormack & d'Inverno (2014) menar att den digitala teknologin har inneburit en direkt och omfattande transformation av konstnärers kreativa möjligheter. Liksom all teknologi används den för att utöka våra möjligheter att handla bortom våra begränsningar, utföra saker som inte varit möjligt tidigare. De skriver bland annat: "Computers have become an extension of ourselves, mediating how we communicate and think, even changing the way in which we think" (McCormack & d'Inverno, 2014: 1). Teknologin öppnar inte bara upp för handling eller förändrar hur vi handlar, utan förändrar även hela vår världsuppfattning och tankeförmåga.

Hos både *Petri* och *Shaping Form (and Space)* är utbytet mellan människa och maskin en central skärningspunkt som sätter den digitala teknologin i en mer central position än som bara ett hjälpmedel. Beyls skriver till exempel: ”*Petri* characterises human-machine interaction as a process of mutual influence” (Beyls, 2012: 2). Den ömsesidiga påverkan blir en iterativ process av handling, återkoppling (feedback), reflektion följt av handling, återkoppling, reflektion osv. Åskådarens interaktion är tänkt att gå bortom att enbart kunna påverka, styra och utforska verket i sig. Det artificiella samhället är tänkt att agera på ett sådant sätt att åskådarens nästa handling i sig är påverkad av datorns agerande. Detta beskrivs skapa en dels explicit påverkan genom en klar känsla av korrelation mellan handling och respons och dels en implicit påverkan som uppstår i och med att *Petri* både existerar som ett autonomt system eller ”micro-värld” bestående av självständigt interagerande element och som ett större ”globalt” system som reagerar och agerar på åskådarens inflytande (Beyls, 2012). Verket, menar Beyls, uppmanar till både interaktion mellan människa och maskin, och inom de system eller mellan de element som uppgör de två separata världarna. Interaktiviteten får här en kognitiv förklaring som beskrivs som emotionellt och intellektuellt deltagande.

Edmonds betonar ett liknande ömsesidigt utbyte mellan olika system, och han menar att det nästan kan talas om samarbete eller samtal mellan dem (Edmonds, 2015: 275). Men medan *Petri* använder datorn för att simulera ett artificiellt ekosystem där de enskilda elementens beteenden jämt mot varandra samt deras globala dynamik som system influeras av åskådarna beskrivs *Shaping Form (and Space)* som enhetliga system vilkas hela generativa process kontinuerligt förändras i och med mötet med åskådarna. Båda två kan dock förstås som simuleringar eller representationer av ”computed life”, eller någon form artificiellt liv som inte bara kan styras av åskådarna utan även interagerar med dem. Edmonds betonar den långsamma förändringen av de generativa reglerna. Åskådarnas påverkan är kumulativ och förändringen beskrivs som evolverande över tid. Detta beskriver han som påverkan genom erfarenhet snarare än handling. Men precis som hos Beyls finns det samtidigt hos Edmonds en mer explicit påverkan med en tydlig korrelation mellan handling och respons, han skriver: ”People can readily detect the immediate responses of the work to movement, but the changes over time are apparent only when there is more prolonged, although not necessarily continuous, contact with it.” (Edmonds, 2015: 7). Det generativa systemet hanterar den direkta interaktionen på två sätt, dels genom att direkt reagera på den, men även genom att sammanställa vad det upplever över tid för att utveckla sitt beteende och evolvera utifrån sina

hittills samlade erfarenheter vilken leder till "... a never-ending process of computed development" (Edmonds, 2015: 7).

Även om användandet av datorer eller digital teknologi inte nödvändigtvis måste vara en definierande eller avgörande faktor bakom, eller att den innehar en mer betydande funktion bortom att underlätta eller automatisera generativa såväl som interaktiva processer så kan det hävdas att teknologin möjliggjort både nya sätt att tänka såväl som att handla. För både *Petri* och *Shaping Form (and Space)* kan ett liknande antagande göras. Detta då det kan antas vara svårt att föreställa sig att dessa verk överhuvudtaget skulle kunna existera i sin nuvarande form, eller för den delen i en närliggande form utan datorer. Än mer förstärks detta antagande då utbytet eller den ömsesidiga påverkan mellan människa och teknologi, och framför allt att mötet mellan människa och dator innehar en central och definierande roll hos verken och att denna relation utgör en stor del av verkens mål såväl som mening.

Interaktiv generativ konst som konstform

Att generativ konst inte är ett genrespecifikt begrepp och inte är begränsat till någon enskild konstform är en hållning det kan antas råda mer eller mindre konsensus om (Boden & Edmonds, 2009. Dorin et al., 2012, Sheridan, 1983, Gingrich, 2012. etc.). Galanter (2003) skriver utifrån sin definition att "...the term generative art is simply a reference to how the art is made, and it makes no claims as to why the art is made this way or what its content is." (Galanter, 2003: 4), och Boden & Edmonds (2009) menar på ett liknande sätt att begreppet är ideologiskt, teknologiskt såväl som estetiskt frikopplat. De identifierar dock interaktiv generativ konst som en visserligen svårdefinierad men ändå specifik underkategori till generativ konst som i stort utmärker sig av att "the form/content of the artwork is significantly affected by the behaviour of the audience" (Boden & Edmonds, 2009: 16). De skriver även att all datorproducerad interaktiv konst är generativ per definition, även om den faller utanför begreppets striktaste bemärkelse.

Men på samma sätt som den generativa konsten flyr klassifikation är den interaktiva konsten svårplacerad och sträcker över flera olika rörelser och genrer. Detta beskrivs bland annat av Gingrich & Renaud som "Between technology, installation and performance, artist happening and audience participation – the very essence of interactive art is to evade genres and

classification” (Gingrich, 2012: 250). Den interaktiva generativa konsten blir en svårdefinierad hybridform av inte bara konstformer utan även teknologianvändande och konceptuella tillvägagångssätt. Det som Coussement (2012) refererar till som ”computational interactivity”, vilket visserligen inte är en synonym till men ändå innehar parallella drag till diskussionen om interaktiv generativ konst, beskrivs som en helt ny disciplin separerad från traditionella former av måleri, skulptur, fotografi och andra. Syftet med denna del blir att undersöka om det går att identifiera utmärkande och definierande drag hos den interaktiva generativa konsten och om det kan menas vara en utpräglad konstform eller genre.

Rummet

Både Beyls och Edmonds beskriver sina verk som installationer eller som installationskonst, begrepp som enligt Gingrich & Renaud (2012) ofta tillskrivs interaktiv konst. Rush (2003) härleder installationskonsten så långt som till de renässansens kyrkokonst och dess triptyker och komplexa altartavlor, men det var ur 1900-talets tidiga avantgarde-rörelser som den växte fram som identifierbar konstform. Coussement (2012) ser samma bakgrund och vari den, till skillnad från till exempel måleri eller skulpturkonst, beskrivs utmärkas av att rummet och omgivningen blir en lika betydande del av konstverket som objekten som befinner sig där. Rush skriver: ” To present day Installation artists, who are intensely conscious of their work as extensions of the self, the physical presentation and the surroundings of their art have become part of the art itself.”, och han fortsätter, “Context, for these artists, is paramount; and they wish to exercise control over the context by explicitly creating an environment which, in its totality, constitutes the art.” (Rush, 2003, 116). Viljan att ta kontroll över kontexten härleds enligt både Rush och Coussement (2012) till ett motstånd till traditionella musei-miljöer eller konstinstitutioner vari installationer ofta betraktas som utökade skulpturer. Detta motsätts genom att inte bara kontrollera och utforma vad som ställs ut eller vad som utgör konstverket, utan även hur och var (som i den fullständiga kontexten) det ställs ut. Coussement (2012) identifierar även involverandet av åskådaren som en viktig del av installationskonsten. Genom att sprida ut objekt i utställningslokalen och tvinga besökaren att inte bara betrakta verket från olika vinklar utan också existera i det, skapas ett ickelinjärt narrativ som aktiverar betraktaren. Beträktarens blick och närvaro blir en betydande del för verket i sig och det faller på åskådaren själv att skapa mening (Coussement, 2012: 19).

Redan i namnet *Shaping Form (and Space)* blir rummet och omgivningen en betydande del för Edmonds verk, och likaså kan Beyls verk anses inneha ett stort fokus på kontext och den miljö och det sammanhang som uppstår. Edmonds citeras av Franco (2015) hur han beskriver att atmosfären, ljuset, rummet och åskådarna måste förstås som delar av verket. Båda verken utgörs av den sammantagna sociala och känslomässiga helhet som uppstår i mötet mellan åskådare och respektive generativa system. Men samtidigt blir det problematiskt att betrakta dem som den statiska, kontrollerade miljön som Coussement och de sträcker sig bortom, sett utifrån båda konstnärernas strävan av att undersöka både åskådarens och datorns autonomi, den förlängning av konstnärens jag eller egna uttryck Rush beskriver. När Beyls beskriver *Petri* såsom: ” By definition, such systems abandon the notions of authority and control in favour of a distributed systems architecture supporting life in shared biotope.” (Beyls, 2012: 3) eller hur Edmonds beskriver sina verks självständiga utveckling och mognad bortom sin egen, eller för den delen den enskilda besökarens, direkta kontroll får orden kontext eller omgivning en mer innehållsrik innebörd än vad Rush beskriver.

Hos både *Petri* och *Shaping Form (and Space)* är rummet och besökarnas såväl som de digitala systemens existens en förutsättning, och de aktiveras av sin möjlighet att själva inneha en betydande del av verket. Båda konstverken skapas i och ur en kontext, och det är totaliteten som utgör verket, men det är inte en försiktigt skulpterad helhet som förmedlas av konstnärerna, utan meningen skapas vad som ligger bortom deras kontroll. Det är i de oförutsedda komplexa mönster och beteenden som skapas, i den kreativa emergensen, som Beyls (2012) ser att mening skapas, liksom det hos Edmonds (2015) är i den okontrollerade, kontinuerliga förändringen av de generativa reglerna utifrån mänskligt inflytande. Åskådarnas, såväl som de generativa systemens agens eller handling utgör verken i sig.

Agens

Frågan om agens, vem eller vad som utför, agerar och handlar - eller i konstnärliga sammanhang skapar – blir central inom både generativ och interaktiv konst. Frågan väver ihop det generativa med det interaktiva såväl som det teknologiska. McCormac & d’Invorno (2012) menar att det går att identifiera olika grader av agens hos såväl människor som datorer och blir en fråga om samarbete och medskapande. De uttrycker även att agens kan, men inte nödvändigtvis behöver anses vara kreativ eller skapande, vilket dels är beroende av mängd autonomi och dels dess betydelse för konstverkets utformande. En konstnär kan använda sig

av assistenter för att genomföra en skapandeprocess, men de kan anses vara medskapare om det sker genom ett konstruktivt partnerskap vari den kollektiva kreativa handlingen överstiger den individuella skaparens möjligheter (McCormac & d'Invorno, 2012: 3). Kreativ agens följer på deltagarnas självständighet tillika ömsesidiga betydelse för det gemensamma skapandet. På ett liknande sätt kan verktyg anses vara agenter, även om den största delen av den kreativa agensen kan tillskrivas den som hanterar det. Penseln som används vid målandet av en tavla har betydelse för resultatet, och en konstnär kan i olika grad vara beroende av ett specifikt verktyg för att genomföra en process, men det används till stor del för att öka konstnärens egna kreativitet. Ökad kreativ agens och en ökad nivå av samarbete, menar McCormac & d'Invorno, innebär en minskad möjlighet till kontroll. Den digitala teknologin möjliggör enligt dem en ny sorts samarbete mellan människa och maskin vari datorn blir en medskapare och dess handlande inte bara hamnar bortom konstnärens kontroll utan blir en kreativ självständig kollaboratör.

Citerandes Nathaniel Stern beskriver Gingrich & Renaud (2012) hur interaktiva installationer inte är objekt att uppfatta utan att utföra eller att agera. I såväl interaktiv som generativ konst blir dock frågan om var agensen finns och om vem och vad som skapar, utför och handlar central. Att själva handlingen eller utförandet blir avgörande för verkets existens placerar enligt Gingrich & Renaud den interaktiva konsten mellan installation och performance och Boden & Edmonds ställer sig frågan om "... we should think of each occurrence of CI-art [i.e. Computer Interactive-art] as a performance, and the program/installation as the score?" (Boden & Edmond, 2009: 22). Phelan (1993) inleder sin text *Performancekonstens ontologi: representation utan reproduktion*, med att skriva : "Det enda liv som en performance har är i nuet." (Phelan, 1993, 209). En performance kan inte existera i annat än i realtid, det kan inte reproduceras. Den kan inte återges i en film, ett fotografi eller annan dokumentation, och performance-konsten kan inte "delta i cirkulationen av representationer av representationer" (ibid.). Det performativa verket vare sig det är noga orkestrerat eller improviserat skapas enligt Phelan genom handling, genom deltagarnas kroppar och deras närvaro och existens bortom objekt och teknologi. Det är genom utlevandet och upplevande på en given plats i en given tid som det performativa såväl som interaktiva verket skapas. Och så fort det har skapats försvinner det, och kan aldrig återkallas eller återskapas (Rush 2012, Fleischmann & Strauss, 2008).

Ett interaktivt konstverk skiljer sig från traditionell konst i och med att det inte utgörs av ett i förväg producerat objekt eller representation. Verket i sig skapar i stället konstnärliga artefakter, vare sig de är materiella eller ej. Fleischmann & Strauss skriver: "A painting is an instance of representation. A film is a sequence of representations. Interactive artworks are not instances of representation, they are virtual machines which themselves produce instances of representation based on real time inputs." (Fleischmann & Strauss, 2008: 78). Att instanser av representation skapas i verkets utförande och görande gäller såväl för hur vi kan förstå interaktiv konst såväl som performance. Detta kan antas gälla vare sig vi pratar en involverad publik som medskapare eller uppförare. Engagerandet är enligt både Rush (2003) och Coussement (2012) en vanligt förekommande del performance-konst, men det behöver inte sträcka sig bortom att bara bekräfta att det äger eller har ägt rum.

Även om åskådarna är en betydande del av performance-konsten, och även kan vara aktivt involverade och agerande, är det i direkt relation till konstnären eller konstnärerna. Detta menar Coussement (2012) kan antingen göra dem till skapare eller utförare. Konstnärens uttryck eller intention kommuniceras genom dennes konstverk, och när konsten blir interaktiv öppnas vägarna för åskådarna att inte bara återkoppla till konstnären, utan även själva uttrycka sina intentioner (Coussement, 2012: 39). Åskådarna uppmanas kommunicera genom att handla, och konsten och konstverket skapar denna möjlighet. Eller som David Rokeby skriver om den datorbaserade konsten, citerat av Coussement, "the audience becomes creator in a medium invented by the artist" (Coussement, 2012, 37). De som uppför eller utför, gör det som självbestämmande agenter, och i den interaktiva konsten ges åskådarna denna autonomi och görs till deltagare. Och även om det kan hävdas att all konst i olika grad både existerar genom och även uppmanar till handlingar, blir dessa handlingar enligt Coussement (2012), antingen genom skapande, uppförande eller uppskattning en förutsättning för interaktiv konst. Han skriver: "Traditionally, these three elements are distributed to three different groups of specialists; creation is reserved for artists, performers execute art works and the audience appreciates the display of it." (Coussement, 2012, 37). Men i datorbaserad konst blir dessa olika roller svåra att urskilja, och genom interaktivitet sker sammansmältning såväl som en förskjutning av samtliga till åskådarna.

Men för den generativa konsten i sin striktaste definition, ges det artificiella systemet en hög grad av autonomi. Datorn blir, tillsammans med andra deltagare en skapare i ett medium skapat av konstnären. Detta möjliggörs genom dess tekniska förutsättningar för autonomi,

eller som McCormac & d'Inverno skriver: "A computational system's capacity for autonomy can allow it to operate with distinct agency in the creative process: the artist sets up a system with a given set of rules for its ongoing interaction with the artist or with others." (McCormac, 2014: 3). Ordet autonomi, likt det autonoma system som Galanter talar om menar Gingrich & Renaud (2012) innefattar här ett oberoende och en självständighet som grundar sig i en förmåga att kunna utvecklas och lära sig utan mänskligt inflytande. Att kunna föra sig, handla och agera i den verkliga världen på egen hand. Hos McCormac (2003) tillika Soddu (2002) återfinns detta hur den skrivna proceduren som utgör genotypen oberoende av sin skapare, och bortom dennes direkta kontroll kan utvecklas och bli en konstnärlig upplevelse. Men genotypen existerar i en miljö som påverkar dess process att skapa fenotypen. Utefter givna regler kan genotypen tvingas hantera den omgivning som den existerar i. Åskådare och deras interaktion kan vara en parameter som den kan tänkas behöva ta hänsyn till. Boden & Edmonds (2009) betonar betydelsen av regler och begränsningar framför direkta instruktioner. Detta, menar de, ger systemet en högre grad av autonomi relativt till konstnärens medvetna beslut. För dem finns det dels en logisk eller matematisk aspekt av användandet av regler i form av ökad autonomi för systemet, såväl som en psykologisk känsla för konstnären av att avsäga sig kontroll och möjlighet till förutsägelse (Boden & Edmonds, 2009: 4).

Både *Petri* och *Shaping Form (and Space)* innehar, liksom Gingrichs antagande om interaktiv konst, drag av performance. De existerar i sitt utförande och representation skapas i realtid. Hur de manifesteras är beroende av deltagarnas agerande. Men åskådarnas agerande, det vill säga åskådarnas deltagande sker inte i direkt relation till konstnären utan till det generativa systemet. Det sker i åskådarnas i inflytande över utvecklingen av *Shaping Form (and Space)* eller i vad Beyls uttrycker som "human machine interaction" och den ömsesidiga påverkan. I båda verken blir frågan om vem som är skapare, utförare eller upplevare av konstverken diffus. *Petri* utgörs dels av de enskilda syntetiska agenterna eller partiklarna, vilka interagerar med varandra och påverkar och påverkas av de mänskliga åskådarna. På andra sidan finns den enskilda åskådaren som interagerar med sin fysiska omvärld och andra individer samtidigt som hen påverkar och påverkas av den artificiella världen sam dess invånare. Likaså utgör respektive världs agenter var sitt självorganiserade system vilka påverkar och interagerar med varandra. Även om den åskådarnas beteenden och rörelser får viss direkt respons så är de bakomliggande strukturerna tillräckligt dolda, menar Beyls (2012), för att kunna överraska. Hur systemet utvecklas, agerar och producerar komplexa beteenden bortom både konstnärens kontroll och åskådarnas förståelse kan enligt Beyls inte bara överraska, utan även skapa en

känsla av ”mystery”, vilket väl stämmer överens med Monros (2009) kriterium för generativ emergens.

Den huvudsakliga interaktionen i *Petri* sker inte i hur systemet direkt verkar svara på åskådarnas handlingar utan i hur de influerar dess långsiktiga utveckling. Och han menar att ”Their idea of “participation” lends towards exercising control over a self-organising process in continuous flux” (Beyls, 2012: 269). Men besökarnas spontana rörelser eller fysiska beteende som visserligen inte påverkar stora delar av *Petris* artificiella värld, blir inte bara en sidoeffekt utan en del av konstverket och komplementerar eller speglar enligt Beyls de syntetiska agenternas interna beteenden i sin värld. Men den huvudsakliga generativa aspekten av verket behålls i det artificiella systemets autonomi. Även om konstverket beskrivs som ett gränssnitt mellan en fysisk och en syntetisk värld, vilket utgör ett medium genom via människan och maskinen kan kommunicera, och genom handling påverka varandra skriver Beyls att ”*Petri* explores the aesthetics of interaction by way of direct implementation of a virtual world developing autonomous activity, however also open to external influence.” (Beyls, 2012, 261). Det virtuella ekosystemet garanterar ett ständigt nyskapande med eller utan åskådarens deltagande och tillika bortom konstnärens kontroll.

Shaping Form (and Space) kan precis som *Petri* beskrivas vara en självorganiserande process i ständig förändring. Nya instanser av representation skapas hela tiden, utifrån både besökarna såväl som det generativa systemet. Men till skillnad från i hur Beyls simulerar ett samhälle av enskilda autonoma agenter vilka tillsammans bildar komplexa mönster och beteenden, består Edmonds verk i en uppsättning regler, eller kanske en entitet, som datorn, utefter mänsklig påverkan, gradvis förändrar. De generativa aspekterna av verken är garanterade genom att båda systemen är självgående, de existerar och ”lever” oberoende av mänsklig interaktion separerar sig inte bara från performancekonst utan även från ren interaktiv konst. Likt hur Edmonds skriver hur hans verk är ”a representation of computed life, moving and changing of its own accord but maturing and developing as a result of the movement of audiences.” (Edmonds, 2015: 275) återfinns skådarnas huvudsakliga påverkan hos *Petri* inte i att kontrollera eller styra verket, utan snarare att förändra dess intentioner. Men som tidigare nämnts, beskriver Edmonds det även som ett samarbete såväl som en konversation och han menar att den här typen av konst måste förstås som öppna system grundade i ömsesidigt inflytande (Edmonds, 2015: 278). Hos båda verken innehar den renodlade och självgående generativa funktionen av systemet en självklar roll, samtidigt som interaktionen och den

mänskliga faktorn är betydande för dess utformning. Interaktionen är inte en förutsättning för de generativa processerna, men de är en förutsättning för verken i sig. Det generativa systemet liksom åskådaren är deltagare i skapandet så väl som i uppförandet av verken. Det blir en fråga om ett gemensamt skapande, två parallella system som interagerar, eller som Edmonds har skrivit: “seeing how computer generated art systems can interact with the most purposeful enquiring systems—human beings.” (Franco, 2015: 124). Det som uppstår i både *Petri och Shaping Form (and Space)* kan betraktas som en dynamisk situation med flera deltagare, var och en med sin egen vilja och mål. Båda dessa innehar stora likheter till performance-konst i hur de är verk som till viss del skapas i stunden eller i utförandet, men i stället för att ske som ett direkt möte mellan åskådare och konstnär, även om åskådaren fullt ut görs till deltagare, så sker det mellan det generativa systemet och åskådaren.

Tid

Edmonds liksom Beyls behandlar och beskriver tid som en avgörande komponent för sina verk. Detta dels i den omedelbara upplevelsen och utförandet, det vill säga Realtidsaspekten, och dels ur ett längre perspektiv i hur de gradvis förändras, utvecklas och anpassas. De är konstverk som inte bara existerar i tid utan även över tid. Rush (2003) beskriver hur tid blev en betydande liksom återkommande del av 1900-talets konstuptryck. I både film- och framför allt i videokonsten gav de tekniska förutsättningarna för att manipulera och leka med tid konstnärer helt nya förutsättningar för att använda den som en medskapare. Den digitala teknologin gav ytterligare en dimension som han menar går bortom videons möjligheter att snabbspola, klippa, vända eller förändra uppspelningen av en reproduktion av en verklighet eller ett minne som antingen refereras till eller skapas. Rush skriver: “Currently, computer-based interactive art supplies and requires a suspension of the time as the viewer enters into the contract with the machine that inaugurates and sustains the art action.” (Rush, 2003: 12). Den digitala interaktiva konsten skapar ett nytt förhållande till tiden och ger den möjlighet att inte bara existera som antingen en reproduktion att betrakta, eller för den delen som en performance att utföra. Verket får en egen tids-aspekt som tilldelas ett egenvärde bortom den enskilda besökarens uppfattning.

Holler (2013) beskriver hur videokonsten under 60-talet tog till sig den då moderna teknologin och introducerade en form av maskindriven interaktivitet som gav konstnärer möjlighet att producera intermediala rum eller platser där ljud och bild i samma stund kunde skapas, visas och upplevas. Detta skapade en multimedial, ofta platsspecifik hybridkonst för

vilken Holler tar in begreppet liminalitet. Detta förstås här bland annat som en gränsöverskridande övergång såväl som transformation som trots att det egentligen är en rumslig metafor beskriver en dynamisk process. Denna process innehar diakrona såväl som synkrona drag, trots deras till synes kontrasterande natur (Holler, 2013: 528). Detta vill säga att det på samma gång rör sig om en historisk utveckling i tid och samtidigt om vad som existerar eller existerat vid en specifik tidpunkt.

Hos både Edmonds och Beyls är denna tudelade syn på tiden närvarande. Den direkta interaktionen vari åskådarna och det generativa systemet handlar och svarar på varandra, och i den långsiktiga utvecklingen av mer indirekt påverkan. Edmonds kopplar detta till Bergsons uttryck "la durée" vilket han utifrån Donald Judd menar innefattar det känslö- såväl som tankemässiga hos det underliggande och varaktiga inbegripande såväl tid, rum och existens (Edmonds, 2015: 279). Rush gör en liknande koppling till Bergson som stipulerade att "The essence of time is that it goes by" (Rush, 2003: 12) eller i vad som Grosz uttrycker som "världens flytande karaktär" i vilken vi genom att skapa och handla "skriver in en specifik varaktighet och konkreta gränser hos tidens succession eller flöde och rummets karta" (Grosz, 2001: 106). Hos *Shaping Form (and Space)* blir den enskilda handlingen eller närvaron av en åskådare både en konkret markör som ger utslag genom systemets respons, liksom att den långsiktigt förändrar verket i sig och då har förändrat det autonoma systemets riktning och väg (Edmonds, 2015: 279). På ett liknande sätt talar Beyls om *Petri* som "the synthesis of sustained forms of emergent audio-visual/behavioural complexity over time, short-term complexity from simple local interactions and longterm complexity made available through genetic optimisation." (Beyls, 2012: 261). På olika men ändå närbesläktade vis hos de båda verken kontrasteras det efemära i den direkta responsen på åskådarnas handlingar av den långvariga och subtila påverkan som fortskrider kontinuerligt.

Det interaktiva generativa konstverket

Generativ såväl som interaktiv konst problematiserar inte bara den traditionella uppdelningen mellan skapare, utförare och åskådare och det ställer inte endast frågor om hur ett verk uppstår utan även vad som uppstår. Vad utgör ett interaktivt generativt konstverk och hur kan vi identifiera eller känna igen det som ett självständigt alster?

Cornock & Edmonds (1973) såg hur användandet av datorer såväl som interaktiva element inte bara förändrade utan även ifrågasatte den traditionella synen på konstnären i relation till åskådaren, och att konstverksbegreppet behövde expanderas. De menade att sympatin eller uppskattningen för ett konstnärs arbete ofta grundade sig i och var proportionell till dennes direkta och personliga kontroll och teknik. En traditionell konstsituation, menar de, består i att konstnären producerar ett objekt, ett verk, vilket sedan uppskattas av en bildad och välbekant med en uppsättning regler och konventioner. När åskådaren i stället har intagit rollen av deltagare, och datorns funktion går bortom att imitera konstnärligt hantverk eller enbart vara en utökning av dennes tekniska förmåga, väljer de i stället att tala om konstverket som ett ”art system” eller ”art process”. Dessa system eller processer kan, men behöver nödvändigtvis inte producera ett konstobjekt. Det viktiga, menar de, är att förstå dem som dynamiska situationer där deltagarna - datorn såväl som åskådarna - förstås som olika element av vilka summan utgör och vad som kan motsvara den traditionella konstsituationen. De sammanför detta med Ascotts distinktion mellan ”...an art work as a container of information determined by the artist and an art work as a 'trigger' designed to stimulate unpredictable behaviour.” (Cornock & Edmonds, 1973: 12). De ifrågasätter vad de uppfattar som en statisk envägskommunikation mellan konstnär och åskådare till fördel för en okontrollerad och öppen kommunikation mellan systemets eller processens deltagare eller element.

I sin beskrivning av *Shaping form (and Space)* hänvisar Edmonds (2015) till sin och Cornocks forskning och deras syn på konstverket som ett öppet dynamiskt system. Men Edmonds menar att den långvariga förändringen och den över tid kontinuerliga utvecklingen av de generativa reglerna som finns i hans verk adderar en ytterligare dimension av kommunikation mellan dess deltagare. Coussement beskriver det som Edmonds vill komma förbi, eller snarare vidare från, när han skriver ”Even though one could argue that computer art works by listening and responding, this is not the same interactivity in which we engage when having an inter human conversation” (Coussement, 2012: 34). Edmonds menar att långvarig påverkan eller influens öppnar upp för än mer dynamik och ömsesidigt utbyte i mötet mellan maskin och människa. *Petri* beskrivs av Beyls (2012) utgöras av ett globalt system, bestående av två autonoma system (den mänskliga och den virtuella världen) som binds samman av datorns möjlighet att uppfatta och registrera rörelse samt den feedback eller återkoppling som sker mellan båda systemen. Ur ett visst perspektiv beskriver Beyls hur verket består i ”a dynamic interface connecting life in an artificial society with life in a given tangible physical environment.” (Beyls, 2012: 261). Det är gränssnittet som möjliggör en kontaktyta för dessa

två system, det är det ramverk som öppnar upp för handling, och möjliggör interaktion, kommunikation och kreation. ”The interface is the key” som Fleishmann & Strauss skriver (2008: 76).

Fleishmann & Strauss (2008) menar att interaktiv konst skapar en situation och en miljö som åskådaren konfronteras med, men som endast möjliggörs genom deras egna deltagande. Denna situation eller process får en urskiljbar identitet genom att vara repeterbar. Även om resultaten, upplevelserna och erfarenheterna som skapas är både subjektiva och tillfälliga sker de inom ett igenkänningsbart ramverk. Och trots de osäkra utfallen av processen finns det en identifierbar och återkommande struktur och procedur bakom. Beyls beskriver detta som att ”the system keeps a structural integrity” (Beyls, 2012: 269). På samma sätt beskriver Edmonds (2010) hur tidbaserad generativ konst identifieras av de generativa reglerna eller som att “the explicitly defined part of the work is the structural element” (Edmonds, 2010: 24). Och även om Edmonds här menar att det finns stora skillnader i hur de logiska regelverk han använder fungerar jämfört med de genetiska simulationer som till exempel *Petri* till viss del kan anses bestå eller i alla fall innehålla drag av, finns det likheter i hur de beskriver sambandet mellan process och utfall. Soddu (2002) beskriver sina och andra generative verk som “Idea-Products” och han skriver: “Recognizability is the identification of the possible. It is possible to conceive recognizability in reference to each individual artwork. It is the representation of the design concept. The Idea as generative product exists only if the Idea is recognizable through each generated event” (Soddu, 2002: 294). Även om varje utfall, varje skapat objekt eller händelse är unik, är de parallella och igenkänningsbara i sitt släktskap. På ett liknade sätt skriver McCormack utifrån sin terminology att “Essentially the authoring process is directed towards the creation of the genotype” (McCormack, 2003: 5).

Interaktiv konst, speciellt i kombination med process-orienterad eller generativa konst blir enligt Fleishmann & Straus (2003) ofta ofrivilligt drivande för innovation och placeras sig mellan vetenskaplig och konstnärlig utforskning. Ur det ramverk och genom de möjligheter som finns hos interaktiva verk öppnas nya möjligheter och rum – fysiska såväl som mentala - för undersökning och utforskning och de menar att produktion av ny kunskap inte bara är en betydande utan även nödvändig del i form av resultat. Den kunskap som skapas och det utforskande som utförs får här en väldigt bred betydelse. Men Beyls gör en väldigt direkt betraktelse kring *Petri* som undersökande och kunskapsutvecklande, och han skriver:

Few systematic studies exist aiming to connect social processes in contemporary society with scripted processes in artificial societies. Human social processes are rooted in cultural histories, unconscious and mainly hidden from deliberate observation. However, spontaneous human social group behaviour might externalise dynamic patterns reflecting deeply hidden cultural logic. The work reported here is a first step in challenging that logic with invented/artificial logic though more systematic experiments are obviously compulsory (Beys, 2012: 269)

Det finns en konkret utforskande dimension inbäddad i verket och en drivkraft att iscensätta situationer som uppmanar till nyskapande. Likaså innehar *Shaping Form (and Space)* flera undersökande aspekter vidrörande mänsklig interaktion med ett generativt system, hur konceptet kan expanderas och vad det får för konsekvenser. Båda konstnärerna betonar en form av nyskapande i det okontrollerade och okända, för dem själva såväl som för åskådarna eller deltagarna. Beys strävar specifikt efter emergenta beteenden och *Petri*, menar han, är ett typexempel på detta i och med att enkla lokala interaktioner mellan systemkomponenter leder till komplexa globala beteenden (Beys, 2012: 262). Dessa beteende och mönster kan inte förutses på förhand och han skriver att ” emergence is said to happen implicitly without the need for global explicit human-engineered guidelines (Beys, 2012: 270). På samma sätt som att Edmonds system formas och dess generativa regler utvecklas över tid, bortom hans kontroll tillika åskådarnas direkta förståelse blir de emergenta och generativa delarna av *Petri* öppna.

Men även om stora delar av de bakomliggande funktionerna hos verken är dolda för åskådarna i båda verken, och att de innefattar både en önskan och en medveten strävan efter oförutsägbarhet i sig, innehar de inslag av direkt respons och kontroll. Beys beskriver hur ”... rewarding human-machine interaction is sustained by a delicate interplay of prediction and surprise while appreciating complex emergent systems behaviour” (Beys, 2012: 262). Det påminner om hur Boden uttrycker att interaktiva konstverk ”... maybe—perhaps they should be—surprising: for instance, as types of change that are normally beyond our control. But it should be clear to the human, at least after playing around with the artwork for a while, that it's their actions which are causing these changes to happen. Direct dependence, even (perhaps?) predictability, is the name of the game.” (Boden, 2005: 1).

Edmonds beskriver också hur det vid sidan av den långsamma, kumulativa och kontinuerliga förändringen lätt går att identifiera ”immediate responses of the work to movement” (Edmonds, 2015: 280). Men trots att det i båda verken finns tydliga reaktiva element, eller vad Edmonds kallar ”immediate action-respons”, problematiserar båda konstnärerna hur detta ofta är vad som benämns som interaktivitet och de väljer och försöker att expandera begreppet. Båda på sina egna sätt och i sina egna termer, men centralt är att de samtidigt vill behålla en autonom generativ kärna. Medan Edmonds talar om influens i stället för interaktion vilket han beskriver att ”...in which the primary effects of actions on the artwork, through its sensor systems, change the generative processes rather than instant behaviour” (Edmonds, 2015: 281), avslutar Beyls sin presentation av *Petri* med att skriva: ” Human “participants” (rather than “interactors”) may develop a degree of sensitivity and fractional understanding of what is actually happening inside the population of interacting particles. However, they may never really develop a complete understanding of the installation in its entirety, even given repeated visits. This particular mix of meaning and mystery acts as a source of rewarding human-machine interaction; the idea of interaction itself is extended into a profound, machine mediated aesthetic experience” (Beyls, 2012: 270).

Slutdiskussion

För att sammanfatta vad som framkommit ur analysfrågorna kan betydelsen av digital teknologi och datorer inte ses som en strikt förutsättning vare sig för de generativa eller interaktiva aspekterna. Men den historiska kopplingen i hur både teori och praktik har utvecklats är betydande. Än mer betydande är den roll teknologin får av att förändra vår uppfattning om vad som är möjligt och expanderar inte bara vad som går att göra utan även att föreställa sig. Interaktiv generativ konst sträcker sig bortom att använda datorn för att effektivisera processer, eller för den delen emulera vad vi kan kalla för traditionell konst (eller väldefinierade och erkända konstformer). Vi kan läsa in både Coussemants uttryck ”computational interactivity” och vad Fleischman & Strauss ser som datorns möjligheter att vara reversibel (som de förklarar som assimilering av mänskligt tänkande och återuppspela dem som beräknade tankar) när vi talar om interaktiv generativ konst. Det öppnar upp för omvärldens inverkan och åskådarnas handling och påverkan, den digitala teknologin kanske inte blir en helt och hållet definierande begränsning men en plattform och ett ramverk som kan inte bara underlättar utan även möjliggör verken i sig.

Hos båda verken finns även ett fokus på interaktionen mellan människa och maskin, det är detta möte eller denna situation som utgör en central skärningspunkt som sätter den digitala teknologin i en mer central position än som bara ett hjälpmedel. Detta återfinns dels i hur en individ och ett självständigt system och dess agenter kommunicerar och dels i hur två olika komplexa system eller samhällen möter varandra. Beyls liksom Edmonds uttrycker detta om än på olika sätt och de betonar båda två hur denna interaktion i sig är det huvudsakliga målet såväl som medlet för deras verk. Den digitala teknologin kan tänkas vara en förutsättning för att detta över huvud taget skall kunna ske. Den blir inte bara ett hjälpmedel för att underlätta beräkningar eller effektivisera sysslor utan en grundläggande faktor i vad som utgör verken i sig. Även om varken interaktiv eller generativ konst i sig inte kan anses inneha ett inneboende koncept om hur eller varför ett verk skapas, och även om det inte behöver vara ett uttalat syfte blir kommunikation och påverkan mellan ett autonomt system och en levande omvärld (i dessa fall främst genom data om åskådarnas beteenden) en både bakomliggande fond samt en avgörande faktor för verken i sig. Den digitala teknologin ger utökade möjligheter för att

undersöka denna kommunikation eller gränslandet mellan dessa två separata världar, två självgående komplexa system som interagerar med varandra.

Som konstform sträcker sig verken från den utökade skulpterandet av rummets helhet hos installationskonsten, performancekonstens liv i handling och i nuet och den multimediala och experimentella videokonstens kombination av synkrona såväl som diakrona aspekter. De blir installationer i den bemärkelse att det både använder sig av och förändrar rummet. Verken består dels i utplacerade objekt och dels i publikens existens bland dessa i rummet. Detta iscensätter ett ickelinjärt narrativ som blir beroende av åskådarens blick och närvaro. Även om de bakomliggande generativa systemen är självgående och självutvecklande, finns det en konstnärlig intention bakom interaktionen. Åskådarens närvaro i rummet garanterar en påverkan av maskinen, genom att betrakta så interagerar publiken och blir både en del av rummet och den konstnärliga upplevelsen.

Precis som hos performancekonsten är handling och agerande i fokus hos båda verken. Varje rörelse en åskådare gör, framkallar förändringar hos de generativa systemen (direkta liksom långsiktiga), som i sin tur framkallar nya rörelser, nya tankar och nya beteenden hos åskådaren. Datorn såväl som människan agerar såväl som kommunicerar. Konstnären i roll som skapare, som iscensättare och som designer blir beroende av mer eller mindre autonoma element, bortom dennes kontroll för att framföra och genomföra sitt konstverk. Åskådarnas deltagande är till viss del öppet, de följer inte en strikt koreografi eller instruktion utan uppmanas att själva utforska de mer eller mindre dolda möjligheterna de har att interagera, handla och delta. De blir vid sidan av betraktare även skapare och uppförare och ges möjlighet att kommunicera och uttrycka sig och är inte låsta till det ena eller det andra. Likaså ges datorn en roll att agera bortom konstnärens kontroll. Båda dessa skulle kunna betraktas som medskapare, som kreativa agenter. Men samtidigt har båda konstnärerna skrivit reglerna, utformat strukturen bakom grafiken och ljudet, gränssnittet och möjligheterna till interaktion. Åskådarens såväl som datorns funktion av agenter sträcker sig bortom att endast utföra givna sysslor, och speciellt de mänskliga aktörerna är fria att handla fritt inom de ramar som konstnären satt upp. Det generativa systemets anpassning och förändring, och då speciellt i Edmonds fall av att de generativa reglerna i sig förändras, öppnar upp till en högre form av kreativt deltagande då ramarna i sig till viss del är okända för skaparen.

De situationer som uppstår är inte långt ifrån förutbestämda, även om de till stor del är betingade av konstnärens design. Men denna design liksom deltagandet är även begränsat av teknologin och utformat efter de teknologiska framsteg som gjorts, även om verken kan betraktas som utforskande och utvecklande av både teknologi och teori. De undersöker inte bara verktygen utan även mötet mellan människa och maskin samt deras kollektiva agerande och kreativitet. Den konstnärliga upplevelsen skapas i stunden, i realtid och kan aldrig reproduceras, aldrig upprepas på exakt samma sätt. Det kan avbildas men aldrig återupplevas. De psykologiska, liksom de övergripande materiella aspekterna av konstupplevelsen, av det som sker eller har skett vid ett visst ögonblick, vid en viss tidpunkt och på en viss plats kan inte återskapas. Utlevandet och upplevandet av konstverken sker i nuet, i realtid. Men till skillnad från performanskonsten stannar dessa verk inte här.

Båda konstnärerna uttrycker hur verken lever och utvecklas över ett längre tidsspann. Båda verken består i en dynamisk process var i varje specifik tidpunkt, varje enskild handling inte bara har ett värde i sig eller påbjuder nya handlingar och specifika händelser vid specifika tidpunkter. De samverkar och bildar en utvecklingsprocess som sträcker sig över en längre tid. Verken innehar en egen historisk (och ständigt pågående) utveckling eller ett liv som existerar bortom den enskilde besökarens närvaro och interaktion. Den individuella betraktaren och deltagaren – liksom get generativa systemets direkta respons - utlöser förändringar hos varandra och påverkar och existerar i ett längre skeende över tid. Varje handling blir till skiftningar och variationer i det fortgående flödet som påverkar verkens långsiktiga riktning över tid.

Det interaktiva generativa konstverket kan betraktas som ett dynamiskt system eller process. Representation skapas inte på förhand och presenteras utan nya instanser av representationer eller artefakter skapas kontinuerligt av, i och ur konstverket i sig, både av åskådarna såväl som det generativa systemet. Detta kanske främst kan anses kunna betraktas som en konsekvens av de interaktiva aspekterna, men gäller likväl för det generativa systemets behandling av input och vidare output i realtid. Det möte som sker mellan människa och maskin är både vad som skapas och vad som uppfattas. Den artificiella världen i *Petri* liksom vad vi kanske kan förstå som en artificiell entitet i *Shaping Form (and Space)* möter den fysiska världen genom en gemensam kontaktyta, ett medium som möjliggör kommunikation. Denna yta eller medium (betingat av konstnärens aktiva val tillika tillgänglig teknologi) som kan kallas gränssnitt eller interface för åskådaren, utgör tillsammans med det generativa

systemet, liksom de performativa aspekterna av både mänskliga som artificiella agenterna, möjligen dessa verk. Och kanske detta kan det även förstås utgöra ett interaktivt generativt konstverk generellt. Det blir i sådana en kontext och ett dynamiskt system liksom en process som utgörs av interagerande system eller agenter, deltagare och skapare som möts och influerar varandra och skapar situationer (ögonblickliga liksom långsiktiga) såväl som artefakter (materiella liksom immateriella) som varken konstnären eller de själva kan förutsäga eller kontrollera. Konstverket blir en utlösande faktor eller iscensättare av ännu inte utformade eller förutbestämda händelser och beteenden. Det som ramar in och definierar alla dessa unika upplevelser och utlevelser och kan identifiera ett enskilt verk är en igenkänningsbar design eller bakomliggande idé. De olika subjektiva och tillfälliga situationer och konstnärliga upplevelser som både är resultaten av tillika utgör processen, är sprungna ur samma källa, samma DNA. Även om resultaten i sig är unika, ges det ett igenkänningsbart sammanhang i och med den gemensamma strukturen.

Men hur kan dessa reflektioner utifrån analysfrågorna hjälpa att besvara frågeställningen? Både *Petri* och *Shaping Form (and Space)* innehar klart generativa såväl som interaktiva aspekter, och ett stort fokus hos verken bygger på ett samspel mellan dem. Uppsatsen frågeställning kretsar kring hur detta samspel ser ut och om eller hur vi kan betrakta det som ett eget koncept. Båda konstnärerna uttrycker en vilja, vilket även reflekteras i verken, att hålla sig inom en striktare betydelse av generativ konst. Detta genom att vidhålla en stark autonomi hos det generativa systemet, processen och proceduren. Systemets utveckling, varande och blivande sker bortom konstnärrens kontroll och är inte beroende av varken dennes eller åskådarnas påverkan för att fortgå. De är i grunden både självgående och självorganiserande. De interaktiva aspekterna i form av påverkan blir tudelade. Detta märks i hur de båda konstnärerna uttrycker att de vill förbigå den vanliga uppfattningen av interaktivitet som enbart direkt respons (förprogrammerad och begränsad eller ej) och i stället involvera åskådarna på ett djupare plan genom att i *Petris* fall låta dem påverka verkets evolutionära aspekter eller i *Shaping Form (and Space)* i hur varje mänsklig närvaro eller rörelse ackumuleras för att influera och förändra de generativa reglerna i sig. Båda innehar dock även element av direkt respons, och består alltså av en kombination av igenkänning och överraskning som kan tänkas uppmåna till handling och utforskning.

Det tillsynes paradoxala förhållandet mellan interaktiv och generativ konst, vari interaktivitet består i frånvaron av regler, medan ett generativt system utgörs av sina regler behöver kanske inte vara uppenbara motsatser. Inom båda verken möts vad som kan uppfattas som en artificiell regelbaserad värld med en kaosartad och oförutsägbar (om än fortfarande deterministisk) verklighet. Men utifrån vad som betonas i flera av de hänvisade författarna så ligger en stor tyngd i den generativa konsten på oförutsägbara resultat. Även om konstnären har skrivit specifika regler för hur det generativa systemet fungerar eller vilka funktioner det innehar, så är själva görandet eller utförandet av processen inte styrt och dess konsekvenser är inte förutbestämda på förhand. Även om den generativa konsten (ofta) är regelbaserad så behöver den inte nödvändigtvis vara regelbunden i ordets mer alldagliga betydelse. Detta varierar såklart från verk till verk, både i utförande och resultat, och graden av emergens, autonomi, överraskning och igenkännande och så vidare existerar inte inom en hårt definierat eller uttalat omfattning. På samma sätt blir den mänskliga handlingen, i de här fallet åskådarens rörelsemönster, regelbunden även om komplexiteten är så hög att den kan antas omöjligt att förutsäga handlingar och tankar. Det som möts är två regelbundna världar, två komplexa system med varierande population av agenter. Men hur dessa möts och vilka förutsättningar för hur dessa systemet kan påverka varandra blir resultatet av den konstnärliga design- eller skapandeprocessen.

Vi kan, liksom många konstnärer såväl som forskare tidigare gjort, visa på att konstverk kan inneha klara interaktiva såväl som generativa drag. Dessa koncept vars förhållande kan anses vara en skenbar orimlighet kan samexistera och genrebrytande hybrider som uppfyller valda delar av de omdiskuterade definitioner som de separerade begreppen kan tillskrivas existerar. Huruvida interaktiv generativ konst kan betraktas som ett utpräglat självständigt begrepp är dock inte självklart. De verk som denna uppsats utgått ifrån skulle mycket väl kunna antas vara generativa verk med interaktiva element, eller för den delen tvärt om. Båda konstnärerna har i sina presentationer av sina verk vad som verkar vara en utgångspunkt som fokuserar på att föra in och omvärdera interaktiva aspekter i och av generativ konst. En sådan hållning skulle kunna utgå från att människor och åskådare inte specifikt konstnärliga aktörer utan del av en omkringliggande miljö som den generativa processen måste ta hänsyn till. Omvärlden blir en påverkande och utformande faktor för resultatet av den generativa proceduren utan att direkt kontrollera och frånta systemets autonomi. Detta kan bidra till att öka komplexiteten, bidra till att skapa emergenta beteenden och på samma gång bli både involverande och mer oförutsägbart. Att använda de evolutionära liknelser (som t.ex McCormack för sig med) vilka

utgår från att genotyp utvecklas till en fenotyp vari omgivning och miljö samspelar med den genetiska koden för att utvecklas till en unik konstnärlig upplevelse kan antas fungera väl.

En omvänd hållning, att dessa verk eller liknande verk i stort endast bör ses som framför allt interaktiva skulle kunna utgå från att betrakta samtliga parter som interagerande aktörer eller deltagare, vari en är artificiell. Det generativa systemet blir en jämställd deltagare som på samma sätt som de mänskliga aktörerna blir till utförare och uppförare av verket. Ett annat perspektiv skulle kunna vara att det generativa systemet endast fungerar som en respondent som uppmanar till intuitivt handlande och skapande hos åskådaren, det blir ett endast ett objekt som den deltagande publiken kan manipulera fritt i sitt skapande, utförande och uppförande av konstverket.

Men samtidigt blir den ömsesidiga påverkan och interaktionen mellan åskådare och det generativa systemet, eller mellan människa och maskin i stort, ett sådant övergripande fokus att det kanske kan tänkas forma en gemensam beröringspunkt som särskiljer en interaktiv generativ konst. Även om de generativa systemen är självgående och oberoende av mänsklig interaktion i sig, är mötet mellan dessa två världar kanske vad som utgör inte bara konstnärernas intention utan i en vidare synvinkel även konstverken och konstformen i sig. Den interaktiva kontaktytan sträcker sig bortom direkt respons och att endast vara ett sätt för åskådarna att kontrollera och styra ett konstobjekt, och kanske även att endast vara en faktor som det generativa systemet måste ta hänsyn till i sin utvecklingsprocess. Och detta inte bara i att stora delar av att åskådarnas möjligheter till påverkan är dolda eller utmynnar i en långsiktig kontinuerlig förändring av verken. Det blir ett kommunikativt medium, möjliggjord och fördjupad av den digitala teknologin, som inrymmer och sammankopplar en artificiell och en fysisk verklighet. Kanske kan en interaktiv generativ konst definieras av denna kommunikation eller den ömsesidiga påverkan som utmynnar i både ögonblickliga handlingar som uppmanar till nya handlingar samt en långtgående process av kontinuerliga möten som bildar ett liv och en existens och en kollektiv upplevelse och utlevelse i och över tid. Den spänning kan antas finnas mellan människa och maskin (som både verktyg, medium och möjligen artificiell intelligens) blir både vägen och målet.

Det finns alltså fortfarande stora luckor att fylla vilken förslagsvis kan göras genom att betrakta fler verk men en större tematisk eller praktisk spridning bland både interaktiva funktioner och generativa processer. Det skulle även kunna vara givande att betrakta företeelsen utifrån något av de analytiska ramverk som finns tillgängliga, till exempel Dorin et al. (2012). En annan ingångsvinkel skulle kunna vara att undersöka de olika aspekterna av tid, rum, handling och teknologi vidare. Detta tillexempel utifrån Bergson eller Grosz eller liknande teoribildning som verkligen tar sig an dessa frågor. En annan vinkel hade kunnat vara att utgå från kreativitetsbegreppet, dels i frågan teknologi (som verktyg eller utifrån artificiell intelligens) och då skulle till exempel både Bodens och McCormack & d'Invernos forskning kunna vara intressanta utgångspunkter.

Källförteckning

Litteratur

Ahrne, Göran & Svensson, Peter (2011). *Handbok i kvalitativa metoder*. 1. uppl. Malmö: Liber

Beys, Peter (2012), *Autonomy, Influence and Emergence in an Audiovisual Ecosystem*. Proceedings of the XV Generative Art conference, Lucca

Boden, M.A., (2005). *Aesthetics and interactive art*. In *Creativity and Cognition: Proceedings of the 5 th conference on Creativity & cognition*, Vol. 12, No. 15, pp. 1-2

Boden & Edmonds (2009) *What is Generative Art?*. *Digital Creativity*, Vol. 20, No. 1-2

Brown, Paul (2003) *Generative computation and the arts*, *Digital Creativity*, Vol. 14, No. 1.

Chen, Hayomi (2007) *Autonomous Systems for Interactive Digital Art*, Proceedings of the X Generative Art conference, Milano

Dorin, McCabe, McCormack, Monro, Whitelaw (2012) *A framework for understanding generative art*, *Digital Creativity*, 23:3-4, 239-259,

Edmonds, Ernest (2003) *Logics for constructing generative art systems*, *Digital Creativity*, Vol. 14, No. 1

Edmonds, Ernest (2015) *From interaction to influence: generating form and space Paper*. Proceedings of the XVIII Generative Art conference, Venice

Fleischmann, M. and Strauss, W. (2008) *Interactivity as media reflection between art and science*. In *The Art and Science of Interface and Interaction Design* (pp. 75-92). Springer Berlin Heidelberg.

Franco, Francesca (2015) *Exploring Processes and New Constructs in Art: the missing link in the history of Generative Art*. Proceedings of the XVIII Generative Art conference, Venice

Galanter, Philip (2003) *What is generative art? Complexity theory as a context for art theory*, In GA2003–6th Generative Art Conference

Gingrich, Renaud (2012) *Generative Art-Interactive Art: Delineations, Crossovers and Differences*. Proceedings of the XV Generative Art conference, Lucca

Marshall, Catherine & Rossman, Gretchen B. (2016) *Designing qualitative research*. 6. ed. Thousand Oaks, California: SAGE

McCormack, Jon (2003) *Art and the mirror of nature*, *Digital Creativity*, Vol. 14, No. 1

McCormack, d’Inverno (2014) *On the future of computers and creativity*. AISB 2014 *Symposium on Computational Creativity*, London

Monro, Gordon (2009) *Emergence and Generative Art*, *Leonardo*, Vol. 42, No. 5 (October 2009): The MIT Press

Ritchie, Jane & Lewis, Jane (red.) (2007) *Qualitative research practice : a guide for social science students and researchers*. London: SAGE

Rogers, Holly (2013) “*Betwixt and Between*” *Worlds: Spatial and Temporal Liminality in Video Art-Music*. Från Gorbman, Claudia, Vernallis, Carol & Richardson, John (red.) (2013) *The Oxford handbook of new audiovisual aesthetics*. New York: Oxford University Press

Rush, Michael (2003) *New media in late 20th-century art*. London: Thames & Hudson

Soddu, Celeste (2002) *New Naturality: A Generative Approach to Art and Design*, Leonardo, Vol. 35, No. 3 (June 2003): The MIT Press

Stroud & Edmonds (1973) *The Creative Process Where the Artist Is Amplified or Superseded by the Computer*, Leonardo, Vol. 6, No. 1 (Winter 1973): The MIT Press

Schwartz, L.F. (1985) *The computer and creativity*. Transactions of the American Philosophical Society, Vol. 75, No. 6, pp.30-49.

Yin, Robert K. (2007) *Fallstudier: design och genomförande*. 1. uppl. Malmö: Liber

Internet-källor

Beyls, Peter (2017) *Short biographic note*. <http://www.peterbeyls.net/bio.html> [2017-01-03]

Digital Art Museum (2017) *Ernest Edmonds*. <http://dam.org/artists/phase-one/ernest-edmonds> [2017-01-03]

Edmonds, Ernest (2016) *About*. <http://www.ernestedmonds.com/www/Contact/about.htm> [2017-01-03]

Peter Bayls: Petri (2010) [video] <https://www.youtube.com/watch?v=n3XJVrIIqj8> [2016-12-18]