

Künstlertmappe 2006

Günter Bachelier, Dr. phil.

* *AROSHU*[®] Gesundheitskunst

* Evolutionäre Kunst

* Einzelkunstwerke

Curriculum vitae

1967

geboren am 22.01.1967 in Völklingen (Saar)

1982

Documenta 7 als Initialisierungspunkt der intensiven Beschäftigung mit zeitgenössischer Kunst und Kunst des 20'ten Jahrhunderts

ab 1983

Experimente im Bereich Selbstorganisierender Malerei und Fotografie

Aufbau eines Fotoarchives mit Makroaufnahmen selbstorganisierender Malerei (das in digitalisierter Form ab 1995/6 als Initialisierung für meinen evolutionären Kunstprozess genutzt wurde)

1988

Beginn des Studiums Informationswissenschaft, Betriebswirtschaft, Kognitive Psychologie, Informationslogistik an der Universität des Saarlandes

1995

Magister Artium in Informationswissenschaft

Wissenschaftliche Einarbeitung in den Bereich Evolutionary Computing

Ars Electronica "Genetische Kunst und künstliches Leben" als Initialisierungspunkt der intensiven Beschäftigung mit Evolutionärer Kunst (Evolutionäre Kunst als Schnittpunkt, um meine wissenschaftlichen und künstlerischen Interessen zusammen zu bringen)

1996

Beginn des Promotionsstudiums in Informationswissenschaft an der Universität des Saarlandes
Beginn der eigenen Methodenentwicklung im Bereich Evolutionäre Kunst
Aufbau einer Webausstellung mit den Ergebnissen der jeweiligen Version meines Evolutionären Kunstprozesses

ab 1998

Wissenschaftliche Publikationen zu den Themenbereichen Evolutionary Computing, Neuronale Netze, Machine Learning, Information Retrieval

2002

Abschluss der Promotion in Informationswissenschaft mit Magna Cum Laude (1.0)
Ausstellung meiner Evolutionären Kunst im DFKI (Deutsches Forschungsinstitut für künstliche Intelligenz) Saarbrücken

2003

Offizielle Aufnahme der Tätigkeit als freischaffender Künstler (Künstlersozialkasse B02: Experimentelle Kunst)
Lehrauftrag an der Universität des Saarlandes im Fach Informationswissenschaft
Beginn der Entwicklung der Sozialsulptur Gesundheitskunst

2004

Entwicklung eines völlig eigenständigen Kunstprozesses, der den Evolutionären Kunstprozess um weitere biologische Konzepte erweitert

2005

Ausstellungen mit physische Werken (Tafelbilder), die durch erweiterten Evolutionären Kunstprozess entstanden sind

Betrachtungsebenen meines Kunstschaffens

3. Sozialsulptur Gesundheitskunst

Kunstwerke, die eine intendierte und objektiv quantifizierbare Wirkung auf Faktoren besitzen, welche die Gesundheit positiv beeinflussen

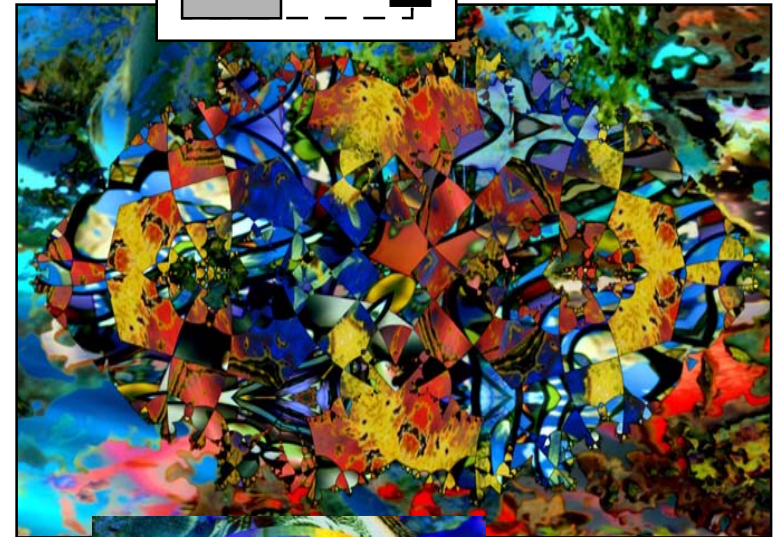
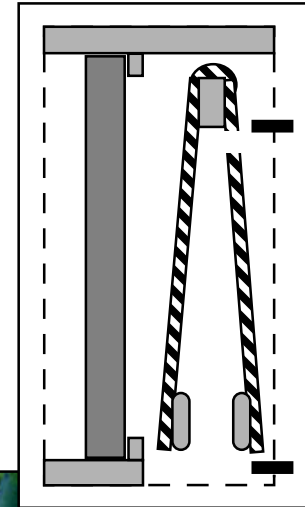
2. Kunst-Methodik: Evolutionäre Kunst

Evolutionäre Kunst: Abstraktion evolutionsbiologischer Konzepte wie Population, Variation (Reproduktion) und Selektion zur Erzeugung von Motiven

Komplexere biologische Konzepte: multigeschlechtliche Reproduktion, globaler Genpool, ontogenetische Konzepte wie Sporen, ...

1. Einzelkunstwerk

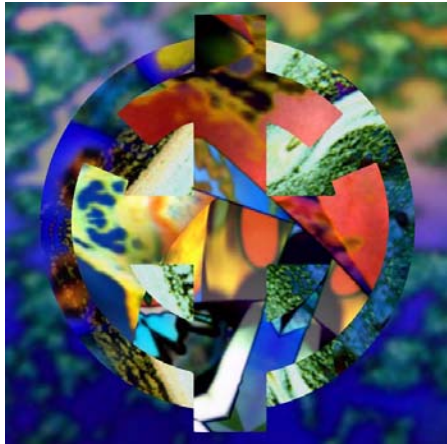
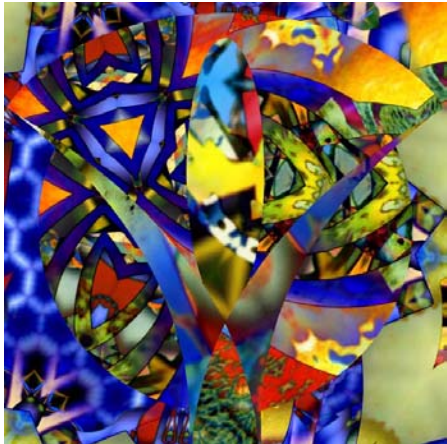
- Symbiose von Symmetrie & Symmetriebrechung
- Symmetriegruppen der Ebene
- globale & lokale Symmetrien
- Symbiose von Biomorphen Strukturen & Hard Edge
- Symbiose von Konkreter Kunst & Informel
- Muster selbstorganisierender Malerei



Ebene 1: Einzelkunstwerke Überblick 1

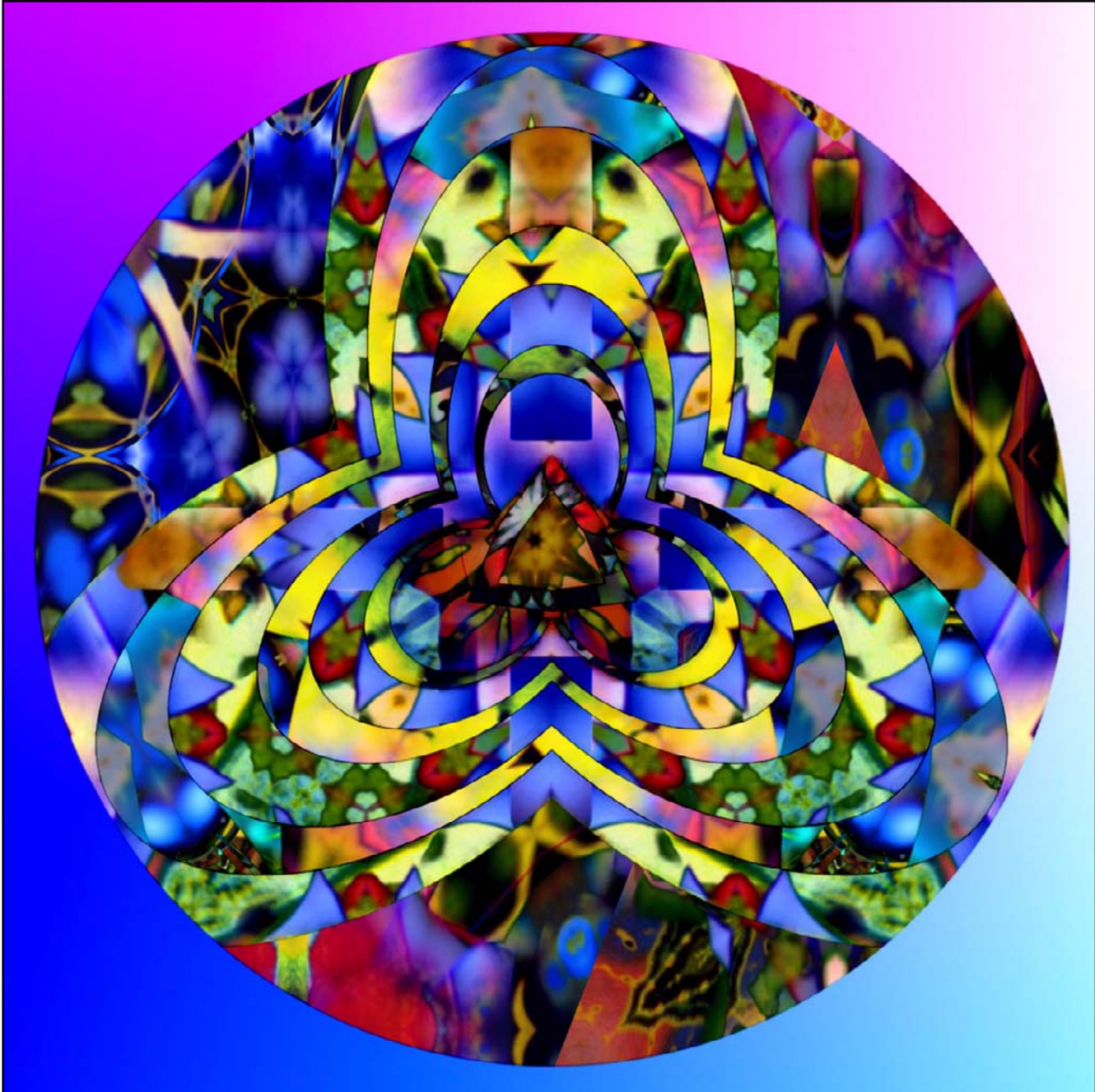


Ebene 1: Einzelkunstwerke Überblick 2





M-2004-01-04b-3



M-2004-03-15a-4



M-2004-03-22a-3



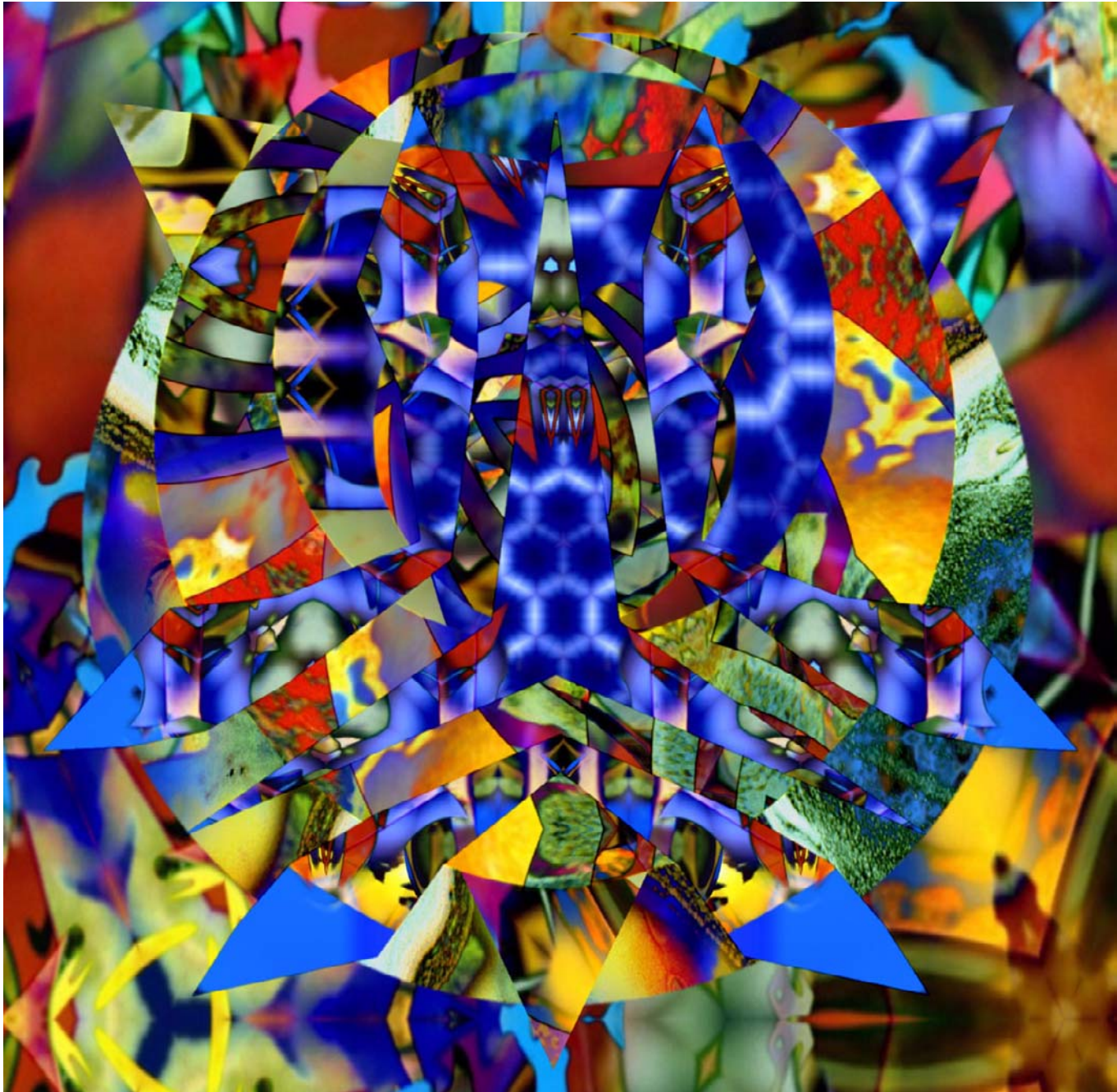
M-2004-04-15a-4



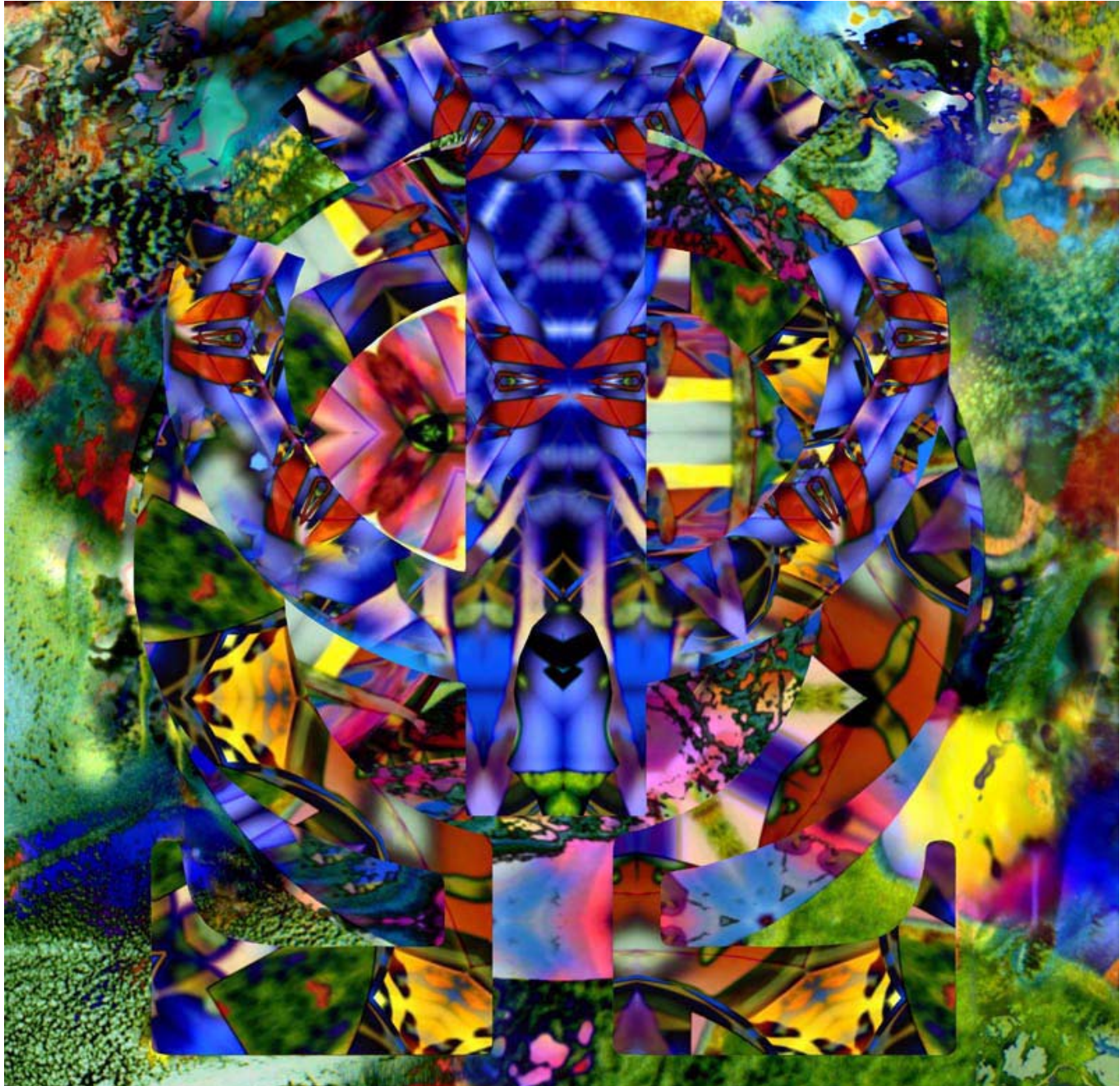
M-2004-04-16b-3



M-2004-05-08b-4



M-2004-05-08b-5



M-2004-05-21a-2



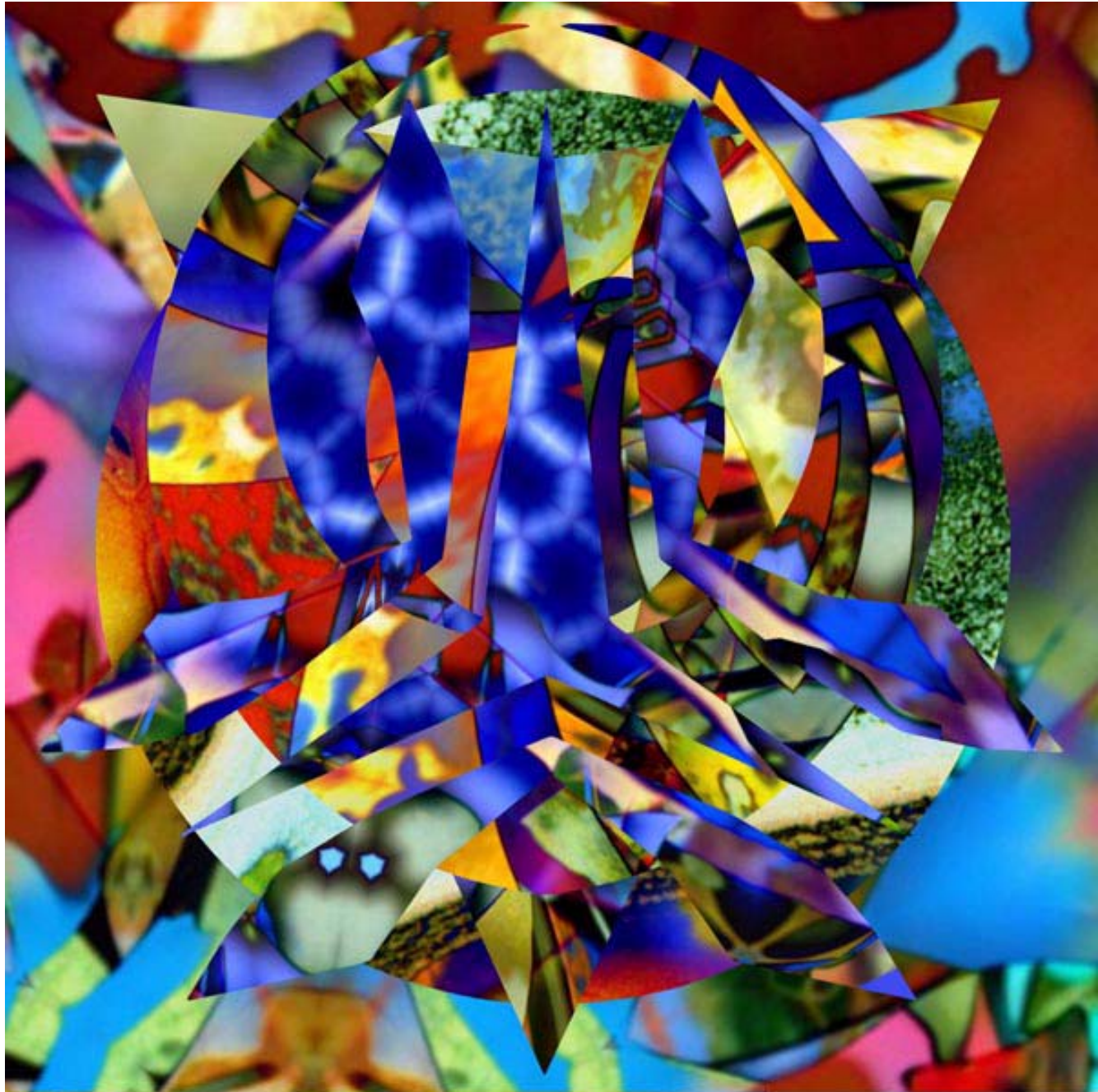
M-2004-05-27a-2



M-2004-12-17-1-000



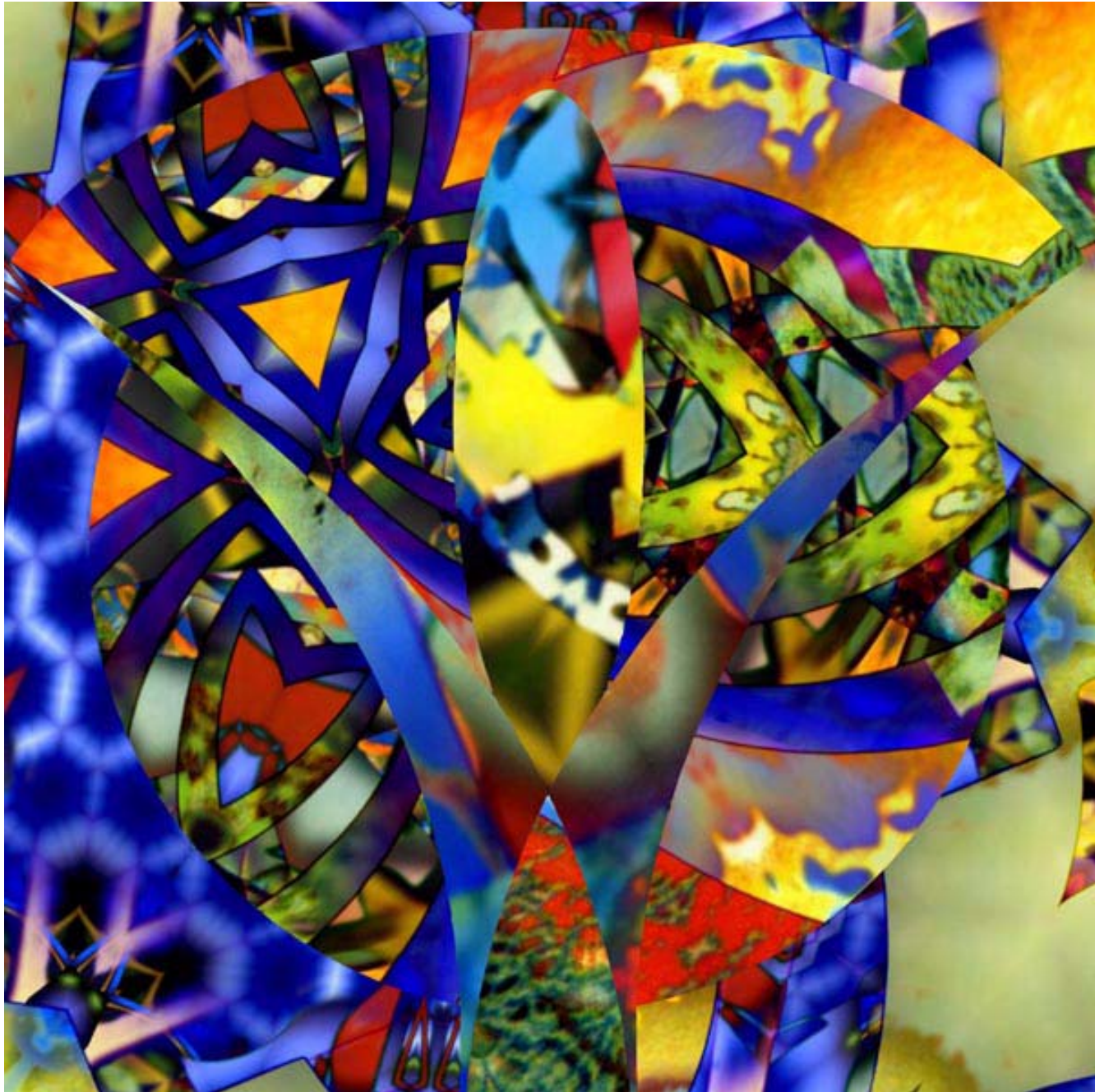
M-2004-12-27-2a-046



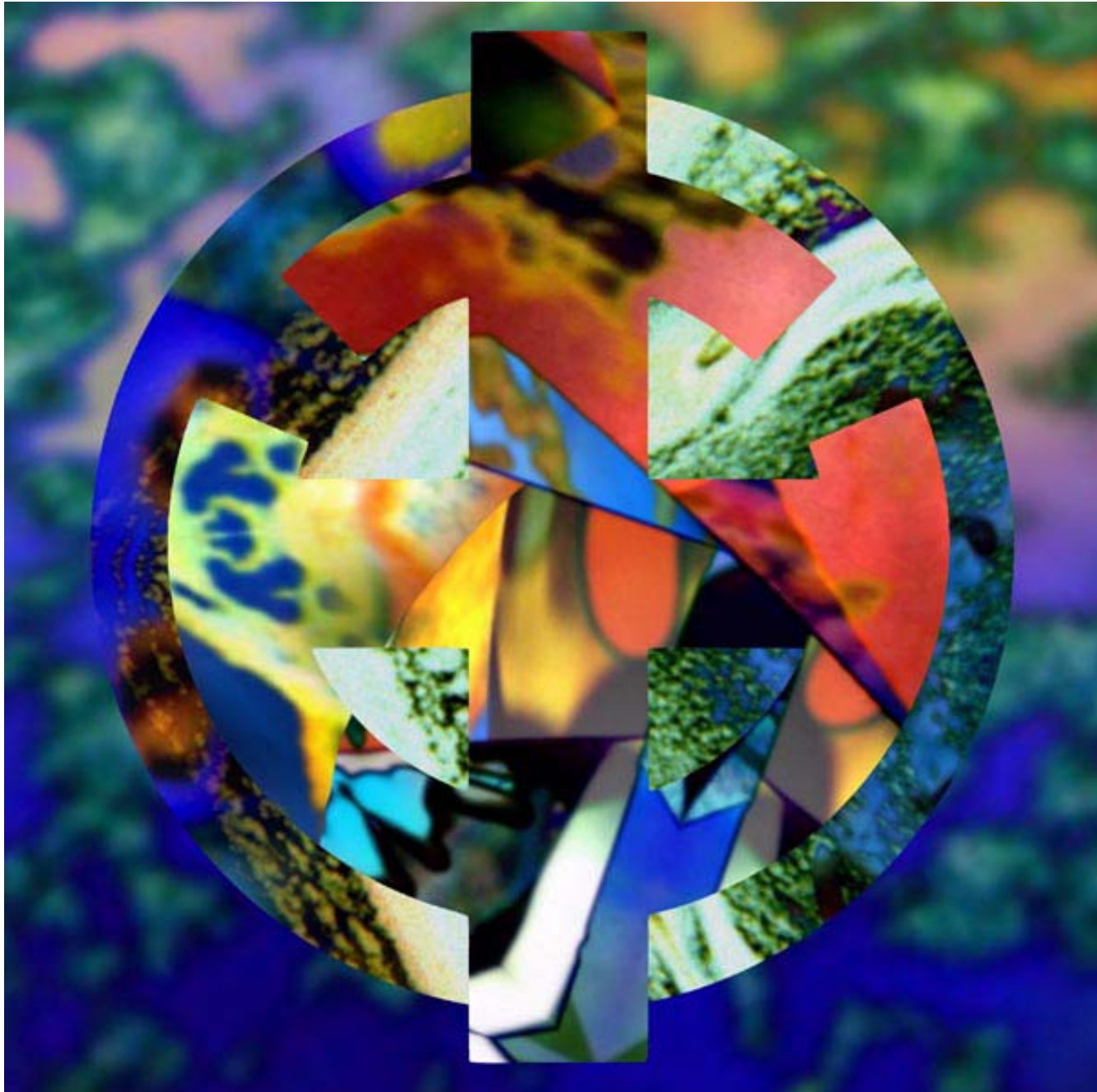
M04-05-08b-1-026



M05-06-11-2-020



M05-06-19-1-020



M05-07-01-5-006



M05-07-03-2-005

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 1

Evolutionäre Kunst definiert sich über Methoden zur Erzeugung von Kunstwerken, die stil- und materialunabhängig sich an die Prozesse anlehnen, die bei der Evolution von biologischen Organismen zu finden sind. Dabei können jedoch Freiheitsgrade genutzt werden, die biologischen Systemen in ähnlicher Weise nicht offenstehen, da diese durch ihre Implementation-sconstraints (DNA, Proteine, ...) beschränkt sind.

Definiert wird die evolutionäre Kunst über den evolutionären Kunstprozess: Ausgehend von einer Anzahl von Motiven (Population von Individuen) werden Variationen (Nachkommen) dieser Motive durch Duplikation, Mutation und Rekombination (Reproduktions-Operatoren) erzeugt, die durch den Künstler bewertet werden (Fitneß-Ermittlung). Aus der Menge der Eltern- und Nachkommen-Motive werden entsprechend der Bewertung einige ausgewählt (Selektion zur Übernahme), welche die nachfolgende Generation bilden, die einer weiteren Evolution unterliegen. Motive, die in die nachfolgende Generation nicht aufgenommen werden, können als Ausgangspunkt für spätere Evolutionsprozesse gespeichert werden ("lebende Fossilien").

Eine Vorgehensweise soll auch als evolutionäre Kunst bezeichnet werden, wenn neben dem evolutionären Prozessprozess andere Prozesse integriert sind, die beispielsweise einen klassischen Kunstprozess umfassen. Dies gilt insbesondere für die Fälle, bei denen der Künstler Nachkommen-Motive einer Nachbearbeitung unterzieht, die im Rahmen der evolutionären Algorithmen den Charakter einer lokalen Optimierung besitzen. Auf diese Weise verändert sich der Verfahrensablauf, sodaß Nachkommen auf der Basis einer Vorbewertung einer "Selektion zur Nachbearbeitung" unterworfen werden. Im weiteren können

alle nachbearbeiteten Individuen direkt übernommen werden, oder der regulären "Selektion zur Übernahme in die Nachfolgepopulation" unterworfen werden.

Der Kern dieses Evolutionsprozesses ist somit die kontinuierliche Weiterentwicklung von Motiven unter den Bewertungs- und Selektionskriterien eines Künstlers, der somit eher die Rolle eines Züchters von Motiven übernimmt. Durch die evolutionäre Kunst gelangt man zu einer Integration des Kunstschaffens in einen natürlichen Prozess anstatt die Trennung von Natur und Kultur zu zelebrieren.

Andererseits steht ein solches evolutionäres Szenario im krassen Gegensatz zu dem gängigen Konzept eines singulären Kunstwerkes und dem Mythos einer *Creatio ex nihilo*, d.h. einer Erschaffung eines Kunstwerkes durch einen voraussetzungslosen kreativen Akt des Künstlers. Solche Mythen, die sich aus vorwissenschaftlicher Betrachtung der Kreativität erhalten haben, wurden im Kontext der Kognitionswissenschaft falsifiziert, und sind somit nicht geeignet, als Basis für eine Erklärung des Kunstschaffens und einer integrativen neuen Kunsttheorie verwendet zu werden.

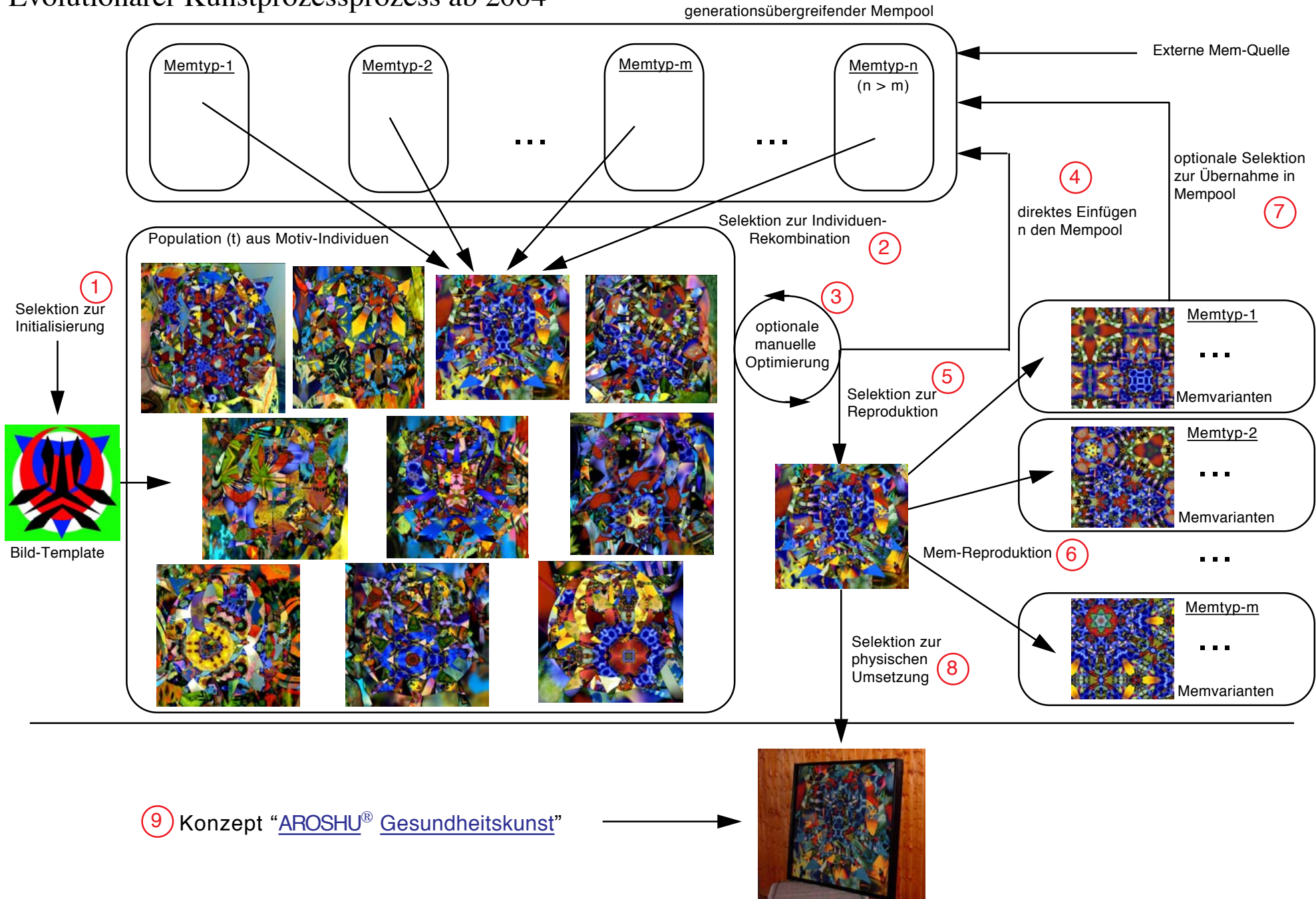
Die Aufgaben des Künstlers innerhalb eines evolutionären Kunstprozesses umfassen neben der Bewertung weitere Bereiche, wie das Aufstellen von Reproduktionsplänen, durch die geregelt werden, welche Motive rekombinieren dürfen, und wie die Nachkommen konkret durch die Reproduktions-Operatoren erzeugt werden. Wie oben bereits angedeutet, können auch Nachbearbeitungs-Operationen zu den Aufgaben des Künstlers im Rahmen des Gesamtverfahrens einer evolutionären Kunst gehören.

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 2

Doch insbesondere die Erzeugung von Varianten ist eine stereotype Tätigkeit, die ebensogut automatisiert werden kann. In diesem Rahmen spielt der Computer eine herausragende Rolle, da digital vorliegende Motiv-Individuen beliebig kopiert und variiert werden können. Die computerunterstützte, evolutionäre Kunst nutzt diese Eigenschaften, um Motiv-Generationen in vertretbaren Zeiträumen zu erzeugen, und dem Künstler somit die Grundlage für seine Bewertungs- und Selektionstätigkeit zu liefern.

Handelt es sich um nicht-geometrische Motive, so ist eine Automatisierung der evolutionären Reproduktion notwendige Voraussetzung für die evolutionäre Kunst, da ansonsten unverträglich lange Zeiträume für die Erzeugung einer Population neuer Motive benötigt würden. Die eigentliche, mentale Tätigkeit der Kunsterzeugung, d.h. die Bewertung durch den Künstler, würde in den Hintergrund gegenüber dem handwerklichen Erzeugen neuer Varianten treten.

Evolutionärer Kunstprozessprozess ab 2004



Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 3

Abstract

Bis 2004 wurde ein evolutionäres Verfahren entwickelt und verwendet, das sich eng an den Ablauf konventioneller Evolutionärer Algorithmen orientiert: Gegeben ist eine Population von Bildindividuen, welche abstrakte Pixelbilder entsprechen, die entweder aus einem nicht-evolutionären Kunstprozess (Selbstorganisierende Malerei) stammen, oder aus anderen Evolutionsläufen. Nachkommen werden durch Rekombination und Mutation erzeugt, wobei Rekombination zwischen zwei Bildindividuen als Austausch von Bildteilen verstanden wird. Vom Künstler definierte "Regions-of-interest" (ROIs) spielen dabei eine große Rolle, die bestimmen, welche Teile in jedem Fall vererbt werden sollen. Zusätzliche Variation (Mutation) wird eingeführt, indem auf die vererbten Regionen Bildbearbeitungsoperationen mit zufälligen Parametern angewendet werden, im einfachsten Fall RST-Transformationen (Rotation, Skalierung, Translation). Aus der sich ergebenden Menge aus Eltern und Nachkommen wird durch den Künstler eine Teilmenge selektiert, welche die Nachfolgepopulation bildet.

Ab 2004 wurde ein eigenständiges, komplexeres evolutionäres Verfahren entwickelt, das eine gewisse Analogie zu einer multisexuellen Rekombination bei Viren besitzt, wobei die Gene aus einem Genpool stammen, der alle jemals vorhandenen Spezies umfasst. Es wird zudem mit dem Begriff des Mems (mentale und kulturelle Analogie zum Begriff des Gens) in Form des Motivmems bei der Beschreibung des Verfahrens gearbeitet.

Ein wichtiger Baustein des Verfahrens ist die Verwendung einer Grundidee des genetic load (Born (1978)): Gene aus der Evolutionsgeschichte der Population bzw.

einer Spezies zu konservieren, um sie später eventuell wieder zu nutzen. Diese Gene werden jedoch nicht in die Struktur der Individuen integriert, sondern es wird ein generationsübergreifender Pool von Motiven (Mem-pool) gebildet, der für die Rekombination verwendet wird.

Ein zweiter Baustein ist die Verwendung eines Bild-Templates in Analogie zu einem Genom. Ein Genom ist gekennzeichnet durch eine bestimmte Anzahl und die Position von Genen, was in dem Verfahren durch eine Anzahl von Masken und deren Position zueinander umgesetzt wird. Die Bild-Individuen werden durch eine Rekombination von Elementen aus dem generationsübergreifenden Motivpool erzeugt, indem der Inhalt einer Maske durch den Inhalt des ausgewählten Motives ersetzt wird, wobei das Bild vorher einer RST-Transformation mit zufälligen Parametern (innerhalb vorgegebener Constraints) unterzogen wird.

Es findet zudem kein Generationswechsel von Bildindividuen statt, sondern es wird eine Analogie zu sporen- oder fruchtbildenden Spezies implementiert. Ausschnitte ausgewählter Bildindividuen werden mathematischen Transformationen unterworfen (momentan einigen Symmetriegruppen der Ebene), wodurch Motivmeme entstehen (Sporen-Analogie), die in den generationsübergreifenden Mempool eingefügt werden. Diese Motivmeme können in der nächsten Generation wieder Teil von Bildindividuen werden.

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 4

Generationsübergreifender Mempoool

Gegeben ist ein generationsübergreifender Motivpool mit einer großen Anzahl von Pixelbildern. Die Verwendung von Pixelbildern differenziert meine Evolutionsprozesse von allen anderen, die Funktionen verwenden, welche als Bilder visualisiert werden können. Aus diesem Grunde wurde vor einigen Jahren der Begriff "datenbasierte" Evolution im Gegensatz zur "funktionsbasierten" eingeführt.

Die Pixelbilder stammen entweder aus nicht-evolutionären Prozessen wie der Selbstorganisierenden Malerei (externe Quellen in Abb. 1) oder sie stammen aus voran gegangenen Evolutionsläufen. Der Anteil der Bilder, die aus vorherigen Evolutionsläufen stammen, wächst dabei kontinuierlich, da ich die Beschäftigung mit Selbstorganisierender Malerei jetzt als abgeschlossene Phase in meiner künstlerischen Entwicklung sehe.

Der Motivpool ist strukturiert in verschiedene Motivklassen (Memtyp-1, ... -m), entsprechend der Herkunft und dem Erzeugungsmechanismus der Motive.

Die Idee eines generationsübergreifenden Motiv- oder mempool wurde aus der Hauptidee des Genetic Load (Born (1978)) entwickelt: Erhalte Gene aus der Geschichte der Evolution einer Population oder Spezies um sie möglicherweise später wieder zu nutzen. Born hat diese Gene in die Genstruktur der Individuen integriert aber in der vorliegenden Methode wurden diese Meme in einem globalen Pool externalisiert, wo sie für den Zweck der Rekombination genutzt werden.

Eine solche Instanz besitzt keine unmittelbare biologische Analogie, da sie nicht nur die Gene eines Öko-

systems, sondern die gesamte Geschichte eines solchen Ökosystems repräsentiert.

1) Initialisierung durch Festlegung eines Bild-Templates

Ein wichtiger Baustein ist die Verwendung eines Bild-Templates in Analogie zu einem Genom. Ein Genom ist gekennzeichnet durch eine bestimmte Anzahl und die Position von Genen, was in dem Verfahren durch eine Anzahl von Masken und deren Position zueinander umgesetzt wird. Jeder Maske ist jeweils ein eigener Layer zugeordnet.

Die Masken werden durch den Künstler erzeugt, und sind gekennzeichnet durch sein Interesse an der Beziehung von Symmetrie und Symmetriebrechung. Da eines meiner Interessen in der Beziehung von Symmetrie und Symmetriebrechung liegt, werden meist Bild-Templates verwendet, die eine bestimmte Symmetrie besitzen (zumeist Spiegelsymmetrie bezüglich der Bildmittelachse, d.h. Rechts-Links-Symmetrie).

Die Bild-Individuen werden durch eine Rekombination von Elementen aus dem generationsübergreifenden Motivpool erzeugt, indem der Inhalt einer Maske durch den Inhalt des ausgewählten Motives ersetzt wird.

2) Rekombination von Bild-Individuen

Die Erzeugung von Individuen in einer Population wird durchgeführt, indem die Bild-Templates im Rahmen einer Rekombinations-Strategie durch Motive aus dem Mempoool ersetzt werden. Dabei sind eine Vielzahl von Rekombinations-Strategien möglich, die festlegen,

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 5

welche Memtypen für ein Bild-Template zugelassen werden dürfen.

Eine große Flexibilität ergibt sich, wenn die Bild-Templates durch Pfade definiert sind, in Kombination mit der Möglichkeit, die Motive aus dem Mempool zunächst einer RST-Transformation (Rotation-Skalierung-Translation) zu unterziehen, bevor sie auf das Template angewendet werden.

Die Rekombinationsoperation besitzt jedoch eine gewisse Ähnlichkeit zur multisexuellen Rekombination bei Viren, wobei der Genpool aus der Menge aller je existierenden Individuen und Spezies besteht.

3) Optionale manuelle Optimierung

Nach der Erzeugung einer Individuen-Population können einzelne Individuen optional optimiert werden, indem für ausgewählte Templates andere Motive aus dem Mempool ausgewählt werden.

Werden die oben angedeuteten Pfade und RST-Transformationen verwendet, so wird trotz der Verwendung von Constraints bezüglich der Parameter der Transformationen ein bestimmter Anteil von Individuen mit Defekten erzeugt, bei denen Motive den betreffenden Pfad nicht vollständig überdeckt. Solche Defekte können ebenfalls manuell optimiert werden, oder die entsprechenden Individuen werden insbesondere bei größeren Defekten in der nachfolgenden Selektion zur Reproduktion nicht weiter verwendet.

4) Direktes Einfügen in den Motivpool

Optimierte Individuen bzw. die zur Reproduktion selektiert wurden (siehe 5)) können direkt in den Motivpool übernommen werden, wobei hierfür ein eigener Memtyp geschaffen wurde.

5) Selektion zur Reproduktion

Aus der Population wird eine feste oder variable Anzahl von Individuen ausgewählt, die den ästhetischen Vorstellungen des Künstlers besonders entsprechen.

6) Mem-Reproduktion

Ein besonderer Aspekt des vorliegenden evolutionären Verfahrens besteht darin, dass eine Form von Reproduktion verwendet wird, die eine Analogie zu sporen- oder fruchtbildenden Spezies darstellt. Im konkreten Fall werden Bildoperationen auf zufällig ausgewählte Bildausschnitte der selektierten Individuen angewendet, um Memvarianten zu erzeugen. Entsprechend meinem Interesse an Symmetrie und Symmetriebrechung kommen momentan vor allem ausgewählte mathematische Symmetrieoperationen (zweidimensionale Symmetriegruppen) zum Einsatz. Je nach der Art der Operation entstehen verschiedene Memtypen, die ihrerseits in den Mempool eingeordnet werden können.

Weiterentwicklungen des Gesamtverfahrens werden insbesondere auf diesen Reproduktionsteil fokussiert sein, indem zusätzliche Bildoperationen eingeführt werden, um andere Typen von Memen zu erzeugen, die zusätzliche Klassen im Mempool bilden werden.

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 6

7) Optionale Selektion zur Übernahme in den Mempoool

Bei dieser optionalen Selektionsoperation können die Memvarianten klassifiziert werden, ob sie bestimmten ästhetischen Anforderungen genügen, die durch den Künstler gesetzt werden. Da diese Memvarianten jedoch nicht als eigenständige Motive außerhalb des Evolutionsprozesses in Erscheinung treten werden, ist eine Selektion an dieser Stelle nicht zwingend notwendig. Zum einen hat die Erfahrung gezeigt, dass aus Individuen, die den ästhetischen Vorgaben genügen, in den meisten Fällen Memvarianten durch die verwendeten Bildoperationen erzeugt werden, die ebenfalls diesen ästhetischen Vorgaben genügen. Zum anderen soll in dem Mempoool eine möglichst hohe Diversität herrschen, sodass auch solche Varianten zugelassen werden sollen, die nur in bestimmten Bildausschnitten interessante Strukturen aufweisen, da uninteressante Bereiche bei der Rekombination ausgeschnitten werden können. Dementsprechend wird momentan auf diese Selektionsoperation verzichtet.

8) Selektion zur physischen Umsetzung

Die Selektion zur physischen Umsetzung von Motiven ist kein Bestandteil des evolutionären Verfahrens, sondern Teil des übergeordneten künstlerischen Prozesses. Hierbei wird nicht nur entschieden, welches Individuum physisch erzeugt werden soll, sondern auch alle sonstigen Aspekte der physischen Umsetzung, d.h. Format, Materialien, Druckverfahren, eventuell Auflagenhöhe.

9) Konzept "AROSHU® Gesundheitskunst"

Die Integration der evolutionären Kunstwerke in das Konzept der AROSHU®-Gesundheitskunst ist Teil eines Prozesses, der bezüglich des künstlerischen Prozesses noch übergeordneter ist.

Generationswechsel

In evolutionären Verfahren, die sich enger an das biologische Vorbild halten, kommt es nach der Reproduktion der Individuen und deren Selektion zu einem Generationswechsel, bei dem die Nachkommen oder eine Mischung als Mitgliedern der Vorgängerpopulation und Nachkommen die Nachfolgeneration bilden.

Im vorliegenden Verfahren überleben jedoch keine Individuen im engeren Sinne, d.h. keine Bildindividuen, sondern nur deren Memvarianten. Dies besitzt eine biologische Analogie zu Spezies, die Fruchtkörper, Sporen o.ä. bilden, wie z.B. einjährige Pflanzen. Diese produzieren Fruchtkörper, die keine morphologische Ähnlichkeit mit den Elternpflanzen besitzen. Nach der Bildung der Fruchtkörper sterben die Elternpflanzen ab, und durch morphologische Transformationen werden aus den Fruchtkörpern eigene Pflanzen. In einer solchen Analogie entsprechen die Elternpflanzen den Bildindividuen, die Fruchtkörper den Memvarianten, und die morphologischen Transformationsprozesse entsprechen den mathematischen Symmetrieoperationen.

Die einfachste Strategie der Generationsfolge in dem vorliegenden Verfahren besteht darin, die Initialisierungs-Mem-Struktur wieder zu verwenden, mit dem Unterschied, dass die Bild-Templates nun durch Meme ersetzt werden können, die aus der bzw. den Vorgänger-

Ebene 2: Methodenentwicklung im Bereich Evolutionärer Kunst - 7

generationen stammen können. Andere Strategien können den Anteil der Meme einschränken, die nicht durch die vorliegende Initialisierungs-Mem-Struktur erzeugt wurde. Im Hinblick auf eine möglichst große Diversität, erscheint das einfache Verfahren ohne Einschränkungen jedoch sinnvoller.

Hardwareanforderungen

Der kontinuierliche Aufbau eines generationsübergreifenden Motivpool mit großen Pixelbildern stellt wesentlich höhere Anforderungen an die zugrunde liegende Hardware als der Einsatz funktionsbasierter Evolutionsmethoden, da die Funktionen viel weniger Harddisk Speicher benötigen. Gegenwärtig wird ein Terrabyte Festplattensystem verwendet, das in kurzen Zeitabschnitten erweitert werden muss. Es ist geplant, dass in 4 - 5 Jahren eine Computerfarm mit 6 Rechner eingesetzt wird, um eine Balance zwischen dem Rekombinationsprozess von Bildindividuen und den unterschiedlichen Typen von Memreproduktionen zu erzeugen. In diesem Stadium wird der Motivpool um mehr als 10 TB an (komprimierten) Bildmemen pro Jahr wachsen.

Analogie zu kognitiven Strukturen

Eine andere Analogie ergibt sich aus der Verwendung des Begriffes "Mem" im Kontext der menschlichen Zivilisation, da für Meme der Mensch bzw. sein mentales System eine Art Ökosystem ist, in dem es um Ressourcen mit anderen Memen konkurriert, und sich vermehren, rekombinieren oder sonstig variieren kann. Erst durch eine Form von Handlung des Menschen wie der sprachlichen Kommunikation tritt ein Mem aus diesem System wieder aus und kann sich

möglicherweise in anderen Systemen verbreiten, wenn es durch eine Perzeption in ein anderes mentales Ökosystem gelangt.

Dabei ist zwischen der Repräsentationsform des Mems im mentalen System und in einer externalisierten Form, die durch eine Handlung erzeugt wird, deutlich zu unterscheiden. Dies entspricht in dem vorliegenden Verfahren dem Unterschied zwischen einem Bild-Individuum in einer Population und den Memvarianten, die durch die mathematischen Symmetrieoperationen erzeugt werden.

Treibt man die Analogie zwischen einem mentalen System bzw. einem Gedächtnis und dem vorliegenden Verfahren weiter, so entspricht der Mempool einem Langzeitgedächtnis und die momentan erzeugte Population mit Bild-Individuen einem Arbeitsgedächtnis. Die Rekombination entspricht dann dem Aufrufen von Gedächtnisinhalten aus dem Langzeitgedächtnis, die im Arbeitsgedächtnis zu komplexeren Strukturen zusammengesetzt werden, den Bild-Individuen. Dies entspricht der Überlegung, dass komplexe Ideen aus einer Struktur von einfacheren Memen bestehen.

Ebene 3: Gesundheitskunst - 1: Differenzierung des Kunstkonzeptes Gesundheitskunst

Die Einführung des Konzeptes der Gesundheitskunst war zunächst eine pragmatische: Kunstwerke sollten eine intendierte und objektiv quantifizierbare Wirkung auf Faktoren besitzen, welche die Gesundheit positiv beeinflussen.

Weitergehende Analysen zeigten jedoch, dass sich dieses Konzept von anderen Ansätzen zur Beschreibung von Wirkung und Nutzen von Kunstwerken unterscheidet: Alle bisherigen Ansätze zur Beschreibung von Wirkung von Kunstwerken verwenden die Psyche des Rezipienten als Zwischenebene, die zunächst verändert wird. D.h. Kunstwerke besitzen zunächst eine perzeptive Wirkung, welche mentale Zustände/Modelle verändert. In Folge dieser mentalen Veränderungen kommt es zu einer Veränderung des Verhaltens des betrachteten Subjektes bzw. von dessen Subsystemen, die ihrerseits eine Wirkung auf physische und soziale Strukturen ausübt.

Das klassische Beispiel hierfür ist die Kunstproduktion selbst: Ein Künstler nimmt ein Kunstwerk eines anderen Künstlers wahr, was zu einer Veränderung seiner mentalen Modelle führt. Dies kann das gesamte Spektrum von Zustimmung bis zu Ablehnung umfassen. Unabhängig davon kann es zu einer kunstimmanenten Wirkung kommen, indem er als Reaktion seine eigene Kunst, die er unmittelbar nach dem perzeptiven Ereignis erzeugt, verändert, sodass insgesamt Kunst als iterativer Prozess von Rezeption und Reaktion eines Netzwerkes vieler beteiligter Künstler gesehen werden kann. Es existieren in der Kunstgeschichte viele Beispiele für diesen Wirkungstyp, etwa die Rezeption afrikanischer Kunst Anfang des 20'ten Jahrhunderts, die zum Kubismus geführt hat.

Der gleiche Wirkmechanismus über die Psyche eines Rezipienten kann bei Religiöser Kunst und Politischer Kunst gesehen werden. Hierbei werden durch die Veränderung der mentalen Modelle vieler Menschen soziale Strukturen und in deren Folge Teile der physischen Welt verändert. Um beispielsweise zu größeren Veränderungen in der physischen Umwelt wie zu einer Pyramide

zu gelangen, müssen viele Menschen die gleichen mentalen Modelle besitzen, entsprechend denen sie handeln. Diese mentalen Modelle müssen jedoch zunächst vermittelt werden, wobei historisch neue Entwicklungen nicht durch familiäre Erziehung erklärbar sind. Hier spielt die Vermittlung durch Kultobjekte, die aus westlicher Perspektive als Kunstobjekte interpretiert werden, eine wesentliche Rolle.

Im Rahmen der Kunsttherapie findet dieser Wirkmechanismus ebenfalls seine Anwendung, indem durch die Perzeption fremder bzw. eigener visueller Werke eine Veränderung mentaler Modelle eintreten kann. Mit Hilfe bildgebender Verfahren innerhalb der Neurologie ist es seit kurzem möglich, Effekte einer Psychotherapie in einem veränderten Funktions- bzw. Aktivierungsmuster auf der neurologischen Ebene zu beobachten, d.h. man kann die Wirkung einer Therapie beobachten. Die Wirkung lässt sich jedoch nicht nur auf neurologischer Ebene objektiv nachprüfen, sondern auch bezüglich anderer Subsysteme des Körpers wie Immunsystem, Hormonsystem, Blutkreislauf u.a. Die damit angesprochenen Disziplinen sind Psychoneuroimmunologie und Psychosomatik.

Demgegenüber besitzt die Gesundheitskomponente der Gesundheitskunst keine Wirkung auf die Psyche, die dann den Körper beeinflusst. Es handelt sich um eine objektiv quantifizierbare Wirkung auf Faktoren, welche die Gesundheit beeinflussen. Potenzielle Faktoren, welche die Gesundheit beeinflussen sind zum einen interne Faktoren wie Genom, Proteom und die Psyche, zum anderen externe Faktoren wie Umweltfaktoren. Während sich das Genom Beeinflussungen (durch somatische Genterapie) noch weitgehend entzieht, basieren die Wirkungen der meisten Medikamente auf der Interaktion mit dem Proteom, d.h. das Proteom lässt sich beeinflussen, auch wenn in der heutigen Medizin individuelle Faktoren des Proteoms einzelner Patienten nicht berücksichtigt werden können.

Ebene 3: Gesundheitskunst - 2

Die Psyche lässt sich ebenfalls beeinflussen, doch sind Psychotherapien mit einem großen Zeitaufwand und viel persönlicher Arbeit verbunden, wobei der Zusammenhang zwischen Intervention und Wirkung nicht in dem Maße deterministisch geklärt ist, wie in der Medizin.

Als externe Faktoren werden Umweltfaktoren betrachtet, zu denen u.a. Nahrung, Wasser, und Luft gezählt werden. Die Vielzahl anderer, in der Ökologie betrachteten Umweltfaktoren, wie z.B. Nahrungskonkurrenten, spielen bei dieser Betrachtung keine Rolle.

Da Kunstwerke in der Regel von Luft umgeben sind, sollen sich die weiteren Betrachtungen auch darauf beschränken, wobei zwischen Innen- und Außenraumluft unterschieden werden kann. Da sich die bisherigen künstlerischen Arbeiten auf Tafelbilder beschränken, können die weiteren Betrachtungen wiederum auf den Bereich der Innenräume eingeschränkt werden, d.h. es geht um die Qualität der Innenraumluft und ihre Wirkung auf die Gesundheit der Menschen, die in diesen Innenräumen leben und arbeiten. Dies ist deswegen von großer Bedeutung, da ein Erwachsener in den Industriestaaten sich durchschnittlich 20 Stunden pro Tag in Innenräumen aufhält.

Die Bestimmung der Eigenschaften von Innenraumluft wird von drei Klassen von Faktoren bestimmt: physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren. Zu den physikalischen Faktoren gehören Temperatur, Luftfeuchte, Luftwechselrate, Beleuchtung, Schallquellen, Ionen und elektromagnetische Felder. Zu den chemischen Faktoren werden Partikel und Stäube, Aerosole, Dämpfe, Gase und Gerüche gezählt. Zu den biologischen Faktoren, welche die Innenraumluft beeinflussen werden das Vorhandensein von Sporen und (Schimmel-)Pilzen gezählt, sowie das Vorliegen von Bakterien, Viren, Pollen, Epithelien und Ausscheidungen von Lebewesen.

Die vorliegenden Arbeiten bezüglich der Gesundheitskomponente der Gesundheitskunst beschäftigt sich mit chemischen Faktoren und hierbei mit den Luftschadstoffen Gasen, Dämpfen und Gerüche.

Die grundsätzliche Idee der AROSHU[®] Gesundheitskunst besteht nun darin, Absorbermaterialien in Kunstwerke derart zu integrieren, dass Luftschadstoffe neutralisiert bzw. gebunden werden können. Es stellt sich somit die Frage der Auswahl eines oder mehrerer Absorbermaterialien, wobei die Wahl auf geeignete proteinbasierte Absorber gefallen ist. Die Wirkungsidee dieser Absorberklasse besteht darin, Luftschadstoffe mit den Aminosäuren des Absorbermaterials reagieren zu lassen, bevor die Schadstoffe in den menschlichen Körper gelangen, und dort mit den dortigen Aminosäuren toxisch zu reagieren. Die Wahl auf diese Absorberklasse ist zum einen gefällt worden, da sie eine Vielzahl von Luftschadstoffen nachweislich neutralisieren bzw. binden können (Details hierzu im ausführlichen Anhang). Zum anderen wird diese Absorberklasse aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, was der so erzeugten Gesundheitskunst auch einen zusätzlichen ökologischen Aspekt verleiht.

Die Reaktion der Luftschadstoffe mit dem Absorbermaterial ist eine Oberflächenreaktion, d.h. je größer die Oberfläche bei einer optimalen Luftzufuhr, desto schneller ist die Neutralisation bzw. Bindung der Schadstoffe. Teil des AROSHU[®] Konzeptes ist eine spezielle Aufhängung des Absorbermaterials, durch das ein Vielfaches (bis fast das Fünffache) der Bildfläche als Absorberfläche zur Verfügung steht. Dadurch können flexibel individuelle Lösungen für die unterschiedlichen Raumvolumen und zur Verfügung stehenden Wandflächen angeboten werden.

Ebene 3: Gesundheitskunst - 3: Visionen für Künstler und Kunstbetrieb

Am Anfang der Entwicklung des Konzeptes der AROSHU® Gesundheitskunst stand die enge Integration von Absorbermaterial in Kunstwerke. Durch die Trennung der Komponenten Kunst und Gesundheit steht die Idee der Gesundheitskunst nun jedem Künstler offen. Dies wird durch die Herstellung von Multiples wie AROSHU®-Bilderrahmen, -Nachrüstsets und -Keilrahmen unterstützt. Das Konzept der Gesundheitskunst wird somit zu einer wachsenden Sozialsulptur, die künstlerische, ökologische, ökonomische und gesundheitliche Aspekte kombiniert, und somit direkte Analogien zu der Sozialsulptur “7000 Eichen” (www.7000eichen.org) von Joseph Beuys aufweist.

Mit der Verbreitung des Konzeptes der Gesundheitskunst ist eine Vision verbunden, welche aus der Perspektive des einzelnen Künstlers und aus der Perspektive des Kunstbetriebes gesehen werden kann.

Einzelkünstler

Für den einzelnen Künstler bietet das Konzept der Gesundheitskunst die Möglichkeit, ein Verkaufsargument einzubringen, das über das subjektive Gefallen hinaus geht. Durch die Entwicklung des Konzeptes der Gesundheitskunst wurde somit das Erwerbsmotiv “Gesundheit” in die Kunst eingeführt.

Aus der Verkaufs- und der Kunstpsychologie können eine Reihe von Erwerbsmotiven für Kunstwerke neben dem subjektiven Gefallen (ästhetische Belohnung) hergeleitet werden, doch gelten diese in den meisten konkreten Fällen nur sehr eingeschränkt. Zudem hat sich die zeitgenössische Kunst seit den 70’er Jahren des 20’ten Jahrhundert während vieler Trends von der visuellen Ästhetik abgewendet, sodass selbst die ästhetische Belohnung, die über Jahrhunderte das Haupterwerbsmotiv war, nicht mehr uneingeschränkt anwendbar ist.

Allgemein gilt, dass zu wenige Menschen sich für Gegenwarts-kunst derart intensiv interessieren, dass sie bereit wären, diese auch zu kaufen. Demgegenüber interessieren sich jedoch fast alle Menschen für ihre Gesundheit und die Gesundheit ihrer Familie. Indem Künstler das Verkaufsargument “Gesundheit” nutzen, sprechen sie so einen sehr viel größeren Interessentenkreis an, als dies mit den sonstigen Erwerbsmotiven für Kunst alleine möglich wäre. Zudem werden Schichten angesprochen, die normalerweise keinen direkten Zugang zu Kunst besitzen.

Die Erweiterung ihrer Kunstwerke in Gesundheitskunst ist somit insbesondere eine Chancen für freischaffende Künstler, die wirklich auf den Verkauf angewiesen sind. Dies gilt insbesondere, da keine Kompromisse bezüglich Inhalt und Form von Bildern notwendig sind, weil AROSHU-Bilderrahmen, -Nachrüstsets und -Keilrahmen die volle Bandbreite an künstlerischem Schaffen im Bezug auf das Tafelbild und Reliefs ermöglichen.

Kunstbetrieb

Aus der Perspektive des Kunstbetriebes besitzt Gesundheitskunst das Potenzial Ressourcen aus dem immer größer werdenden Gesundheitsmarkt in die Produktion aktueller Kunst umzuleiten, was im Kunstbereich enorm positive Effekte bewirken wird. Dadurch können Künstler eine Vielzahl von Projekten und Werke realisieren, die anderweitig nicht entstanden wären.

Ebene 3: Gesundheitskunst - 4: Hintergrund

Gefährdung durch Luftschadstoffe in Innenräumen

Luftschadstoffe in Innenräumen sind ein großes Problem, da nahezu jede Wohnung und jeder Arbeitsplatz davon betroffen sind, weil aus Möbeln, Teppichen, Farben, Wand- und Deckenverkleidungen, sowie aus Elektrogeräten wie Computern und Druckern eine Vielzahl von gefährlichen Schadstoffen wie flüchtige organische Verbindungen (VOCs) ausgasen. In der Innenraumluft von Wohnungen und Büros können regelmäßig mehr als 2500 gesundheitsschädliche Stoffe nachgewiesen werden.

Viele Millionen Deutsche leiden unter umweltmedizinischen Beschwerden wie Allergien, Überempfindlichkeit gegen Chemikalien und dem Sick-Building-Syndrome, das durch die Zusammenwirkung verschiedener Umweltchemikalien entsteht. Die Lebensqualität der Betroffenen ist meist über viele Jahre erheblich gemindert und eine Dauerbelastung kann zu chronischen Erkrankungen des Immun-, Hormon- und Nervensystems führen und Krebs auslösen.

Die Problematik der Luftschadstoffe in Innenräumen nimmt zum einen durch die wachsende Anzahl verwendeter Chemikalien in Produkten ständig zu. Zum anderen führten Verbesserungen im Bereich der Energieeinsparung (zum Beispiel Wärmeschutzverordnung) zu einer deutlichen Reduzierung der Luftwechselrate, wodurch sich die Luftschadstoffe in Innenräumen anreichern. Nach offiziellen Angaben überschreiten in Deutschland mehr als 10% der Räume den Grenzwert für Formaldehyd und bezüglich der Gesamtbelastung an Aldehyden dürften es schätzungsweise mehr als 20% sein.

Naturprodukte verlagern nur das Problem

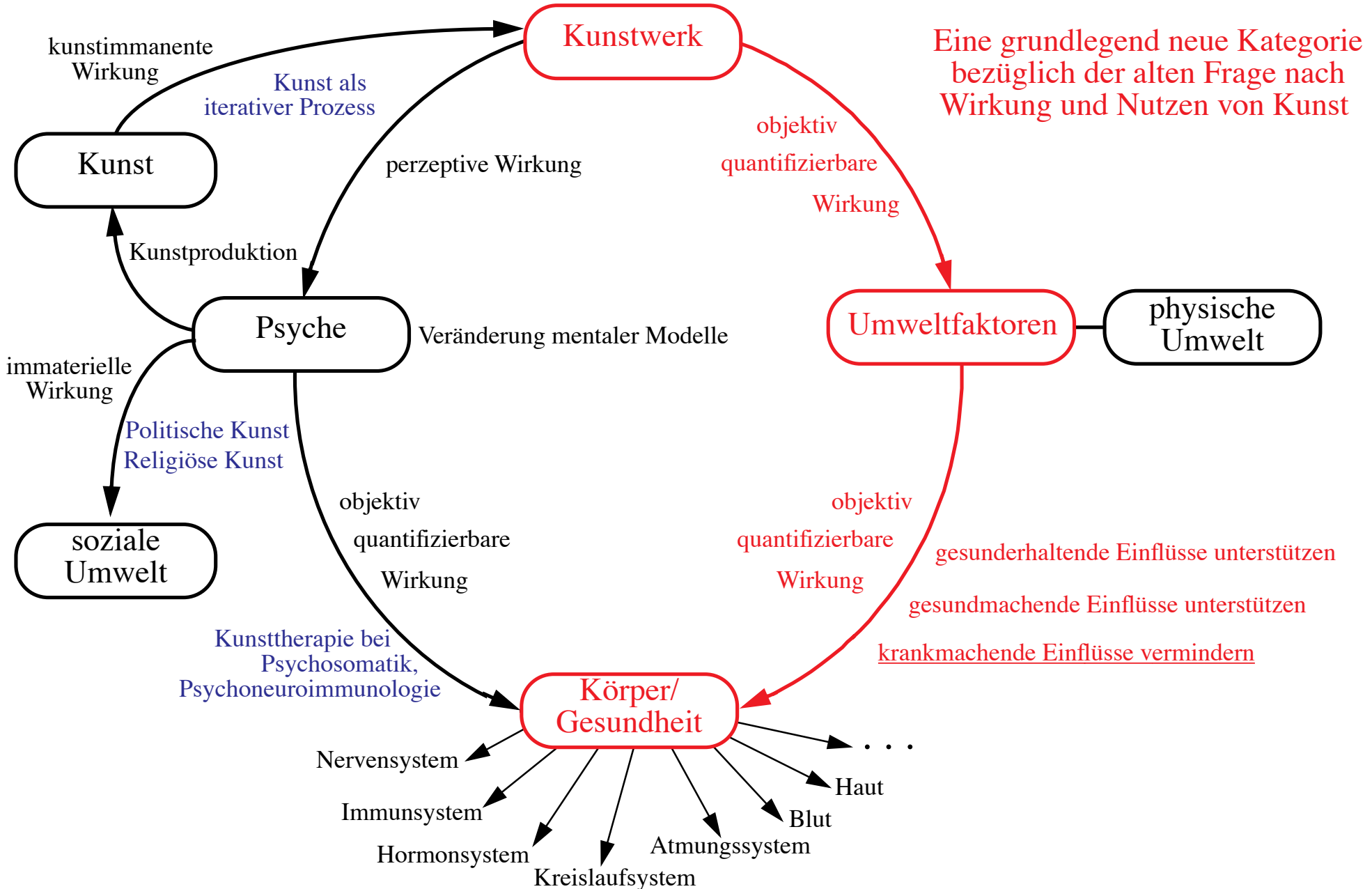
Auch die Verwendung von sogenannten Naturprodukten verlagert diese Problematik nur, da z.B. bei der Zersetzung von leinölbasierten Produkten (Farben, Linoleum,...) ebenfalls schädliche Stoffe wie Aldehyde entstehen und ausgasen. In den letzten 15

Jahren hat sich durch den Einsatz dieser Naturprodukte das Spektrum der flüchtigen organischen Verbindungen von Alkanen, Aromaten und chlorierte Kohlenwasserstoffe hin zu Terpenen und polaren Verbindungen wie Aldehyden, Alkoholen, Glykolderivaten, Estern und Ketone verschoben.

Nachgewiesene Wirkung

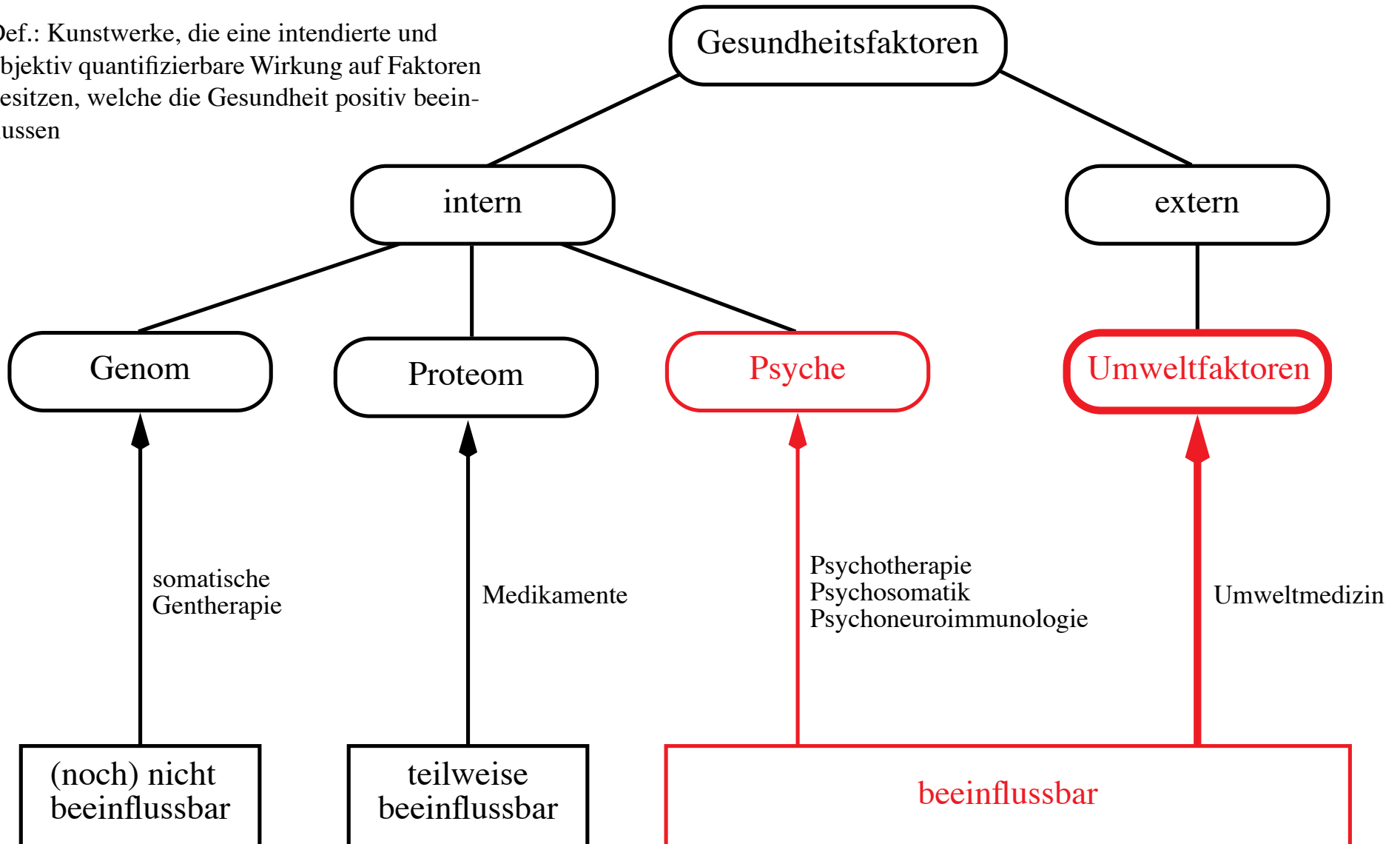
Die Wirksamkeit des Absorbermaterials, welches in AROSHU® Gesundheitskunst und AROSHU® Bildrahmen integriert ist, wurde von verschiedenen Forschungseinrichtungen wie dem DW-Institut an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Universität Aachen sowie dem eco Umweltinstitut in Köln in empirischen Tests wissenschaftlich bestätigt. Siehe Anhänge zur Darstellung welche Schadstoffe neutralisiert bzw. gebunden werden.

Ebene 3: Gesundheitskunst - 5

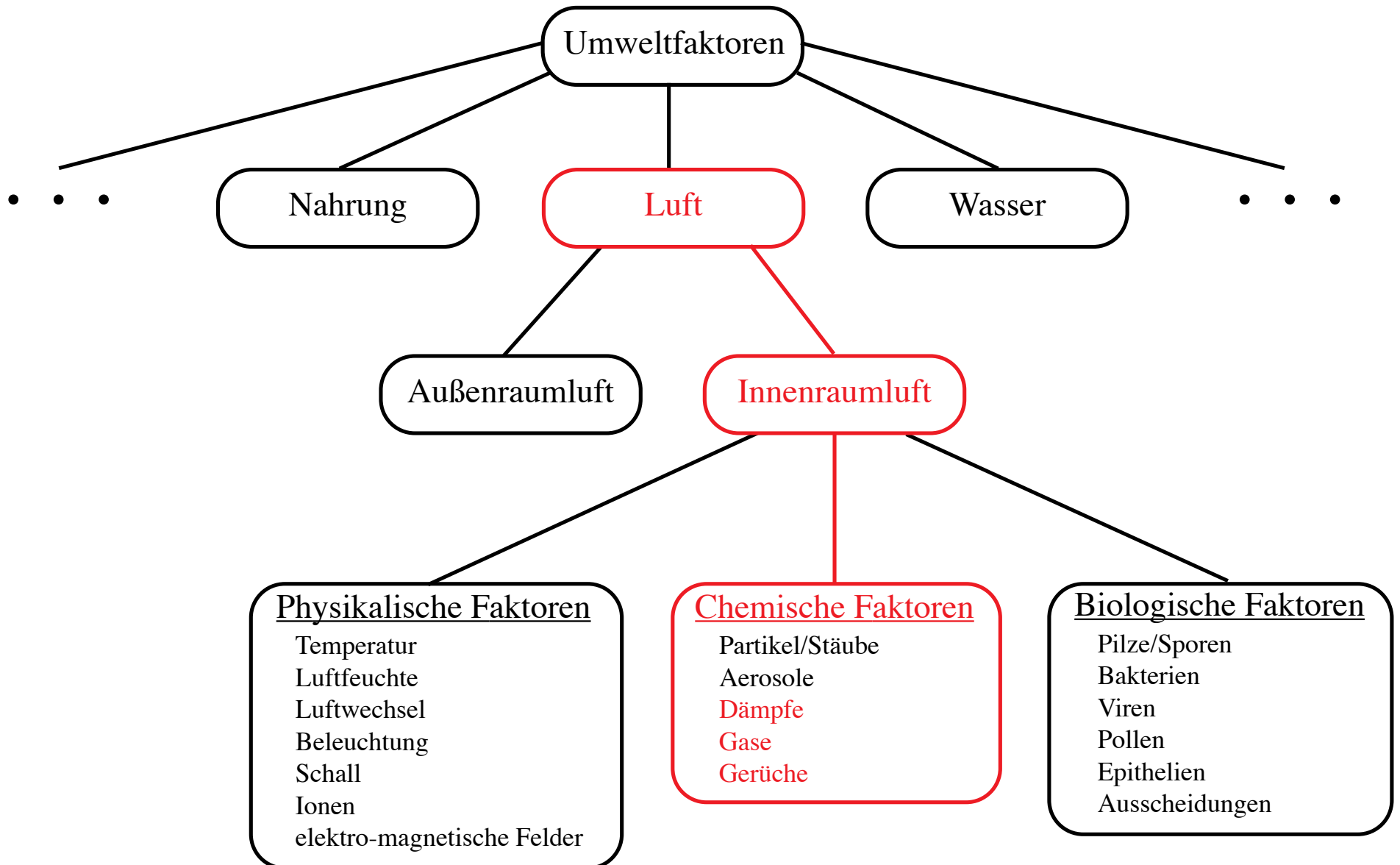


Herleitung des AROSHU-Konzeptes aus der allgemeinen Definition der Gesundheitskunst-1

Def.: Kunstwerke, die eine intendierte und objektiv quantifizierbare Wirkung auf Faktoren besitzen, welche die Gesundheit positiv beeinflussen

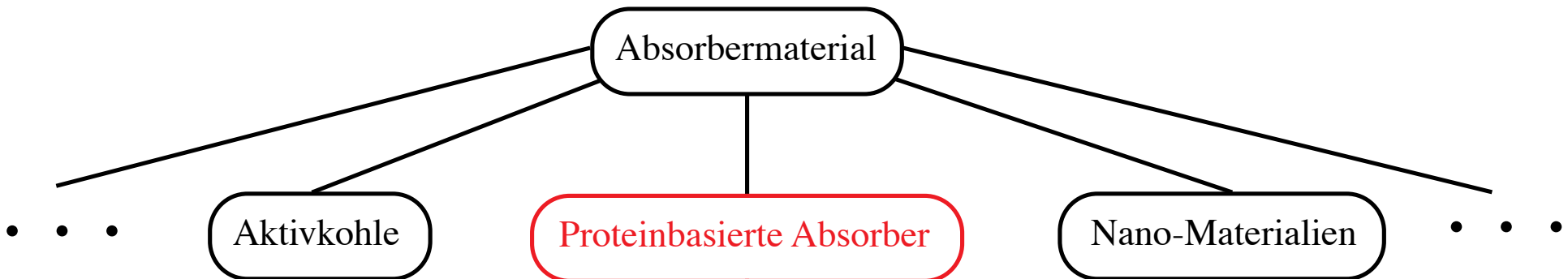


Herleitung des AROSHU-Konzeptes aus der allgemeinen Definition der Gesundheitskunst-2



Herleitung des AROSHU-Konzeptes aus der allgemeinen Definition der Gesundheitskunst-3

Integration von Absorbermaterialien in Kunstwerke,
um Luftschadstoffe (wie Dämpfe, Gase, Gerüche) zu
neutralisieren bzw. zu binden



Luftschadstoffe sollen mit Proteinen (d.h. Aminosäuren) eines geeigneten Absorbers reagieren, bevor sie in den menschlichen Körper gelangen und dort mit körpereigenen Proteinen toxisch reagieren können.

Neutralisation durch Proteinabsorber

- Aldehyde

Methanal (Formaldehyd)
Propanal (Propionaldehyd)
Pentanal (Amylaldehyd)
Hexanal (Hexanaldehyd)
Octanal (Octylaldehyd)
Decanal (Decylaldehyd)
Proprenal (Acrylaldehyd)
Glyoxal (Oxalaldehyd)

Ethanal (Acetaldehyd)
Butanal (Butyraldehyd)
Phenylmethanal (Benzaldehyd)
Heptanal (Heptylaldehyd)
Nonanal (Nonylaldehyd)
Furfural (Furaldehyd)
Butenal (Crotonaldehyd)
Pentandial (Glutardialdehyd)

- Isocyanate

- Nitrosamine

- Styrol

- Schwefeloxide (Neutralisation & Bindung)

- Stickoxide (Neutralisation & Bindung)

Bindung durch Proteinabsorber

- Amine

- Alkane

- Aromate wie Toluol, Xylol, Kresol

- Ester

- Phenole

- Terpene

- Schwefeloxide

- Stickoxide

AROSHU-4 Bilderrahmen in Seitenansicht

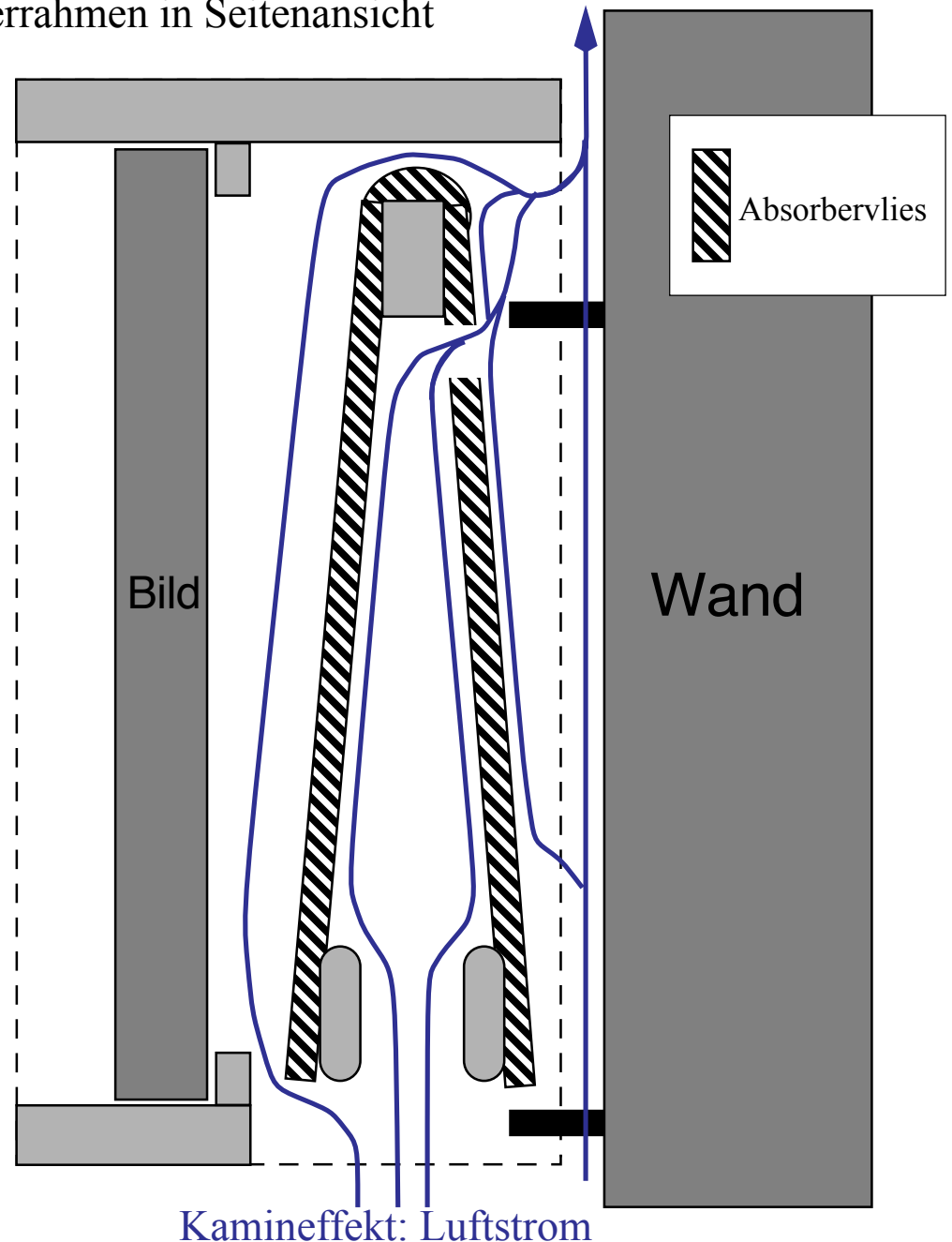
Reaktionsgeschwindigkeit von Luftschadstoffen ist abhängig von der Oberfläche des Absorbiermaterials

Faustregel

1m² Vlies kann bei optimalem Luftkontakt 20m³ Raumvolumen entgasen

AROSHU-Konzept mit spezieller Aufhängung des Vlieses: AROSHU-4 liefert fast 4fache Absorberoberfläche im Vergleich zur Bildfläche

=> Flexible, individuelle Lösungen für unterschiedliche Raumvolumen und Wandflächen



Zusammenfassung der gesundheitlichen Vorteile von AROSHU-Gesundheitskunst 1/2

- Eine **Vielzahl** von Luftschadstoffen können neutralisiert bzw. gebunden werden.
- **Unmittelbare Verringerung** der Luftschadstoffe direkt nach dem Aufhängen eines Bildes
- Schadstoffabsorption **über Jahrzehnte** (prognostiziert nach Prüfkammerversuchen)
- Flexible, **individuelle Lösungen** für unterschiedliche Raumgrößen und Wandflächen
- Verwendung zur **Sanierung** und zur **Prävention**
- **Einfache Installation** ohne großflächige Decken- oder Wandarbeiten
- **Schnelle Installation** z.B. durch zwei Wand- oder Deckenschrauben
- **Saubere Installation** ohne viel Schmutz
- **Keine teuren Arbeitsschutzmaßnahmen** notwendig
- Keine **bauphysikalischen** Veränderungen notwendig

Zusammenfassung der gesundheitlichen Vorteile von AROSHU-Gesundheitskunst 2/2

- Dauerhaftere Lösung im **Vergleich zur Versiegelung** von Schadstoffquellen, da Versiegelungsanstriche altern und porös werden können
- Einfache **Entsorgung** des Absorbermaterials durch fachgerechte Kompostierung
- **Kostengünstiger** als Totalsanierung
- **In den meisten Fällen kostengünstiger** als Installation von Wand- oder Deckeninstallation in Abhängigkeit von **Handwerkerkosten**
- **Ästhetisch** ansprechendere Lösungen im Vergleich zu steril wirkenden Wand- oder Deckeninstallationen

Anwendungsfelder für AROSHU-Gesundheitskunst

- **Gesundheitlich sensible** Bereiche: Praxen, Kliniken, Pflegeeinrichtungen, Altenheime, Kindergärten, Schulen, ...
- **Büroräume** mit Elektrogeräten: Computer, Drucker, Monitore
- **Wohnräume** mit Elektrogeräten
- Wohn- und Arbeitsräume von **Allergikern** (Ausnahme: Naturfaserallergiker)
- Wohn- und Arbeitsräume mit **Aldehydproblemen** (> 10 % der deutschen Haushalte überschreiten dauerhaft den Formaldehydgrenzwert von 0,1 ppm; Aldehydgesamtbelastung > 20% (?))
- **Aufenthaltsräume, Warteräume**
- **Seminarräume**
- **Hotellerie**
- **Gastronomie**
- **Raucherbereiche** (Wohnungen, ...)

Anhang: Detaillierte Darstellung von Wohngiften, die von Proteinabsorber neutralisiert/gebunden werden können

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Alkane</u> (B)		
<u>Amine</u> (B)		
<u>Aromate</u> (B)		
<u>Butanal</u> (Butyraldehyd)	Bau- und <u>Holzwerkstoffe</u>	Bei Inhalation brennendes Gefühl, <u>Husten</u> , <u>Hals</u> beschwerden; <u>Hautrötung</u> , <u>Augen</u> reizung
<u>Butenal</u> (Crotonaldehyd)	Verbrennungsanlagen, Abgase, <u>Tabakrauch</u> , erhitzte Öle, Lebensmitteln (z.B. Rotwein mit zweiter Fermentation)	stark reizend auf <u>Schleimhaut</u> der <u>Augen</u> und <u>Atmungsorgane</u> , Giftig beim Einatmen. Glottisödem, <u>Nierenschäden</u> , <u>Krebs</u>
<u>Decanal</u> (Decylaldehyd)	Farben, Lacke	<u>Erbrechen</u> , <u>Magen</u> beschwerden, <u>Übelkeit</u> , <u>Husten</u> , <u>Atemnot</u>
<u>Ester</u> (B)		

Stoffe bzw. Stoffklassen, die gebunden werden, sind gekennzeichnet mit

(B)

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Ethanal</u> (Acetaldehyd)	Farben, Herstellung von Parfüm, Polyesterharzen und Färbemitteln. Verwendung in Gummi-, Papier- und Gerbeindustrie, Konservierungsmittel, Geschmacksstoff, Gelatinehärtung, Treibstoffbeimischung	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u> , <u>Krebsverdacht</u>
<u>Formaldehyd</u> (Methanal)	<u>Desinfektionsmittel</u> , Haushaltsreinigungsmittel, Spanplatten, Lacke, Klebstoffe, Klebefolien, Faserplatten, <u>Farben</u> , <u>Lösungsmittel</u> , Schaumstoffe, Tapeten, Medikamente, Filzstoffe, <u>Textilien</u>	<u>Kopfschmerzen</u> , <u>Schlafstörungen</u> , <u>Gedächtnisschwund</u> , <u>Erbgutschädigung</u> , <u>Augen-</u> und <u>Schleimhautreizung</u> , <u>Übelkeit</u> , <u>Atemwegserkrankungen</u> , <u>Hautausschlag</u> , <u>Allergien</u> , <u>Krebsverdacht</u> , <u>Verhaltensstörungen</u> (<u>Nervosität</u> , <u>Depression</u> , <u>Aggressivität</u>)
<u>Furfural</u> (Furaldehyd)	<u>Kunstharzherstellung</u> , <u>Korkbehandlung</u>	Schädigung der <u>Augen</u> , <u>Hautreizungen</u> , <u>Lungenödem</u> , <u>Nervenschädigung</u> , <u>Lähmung</u>
<u>Glyoxal</u> (Oxalaldehyd)	Oberflächen <u>desinfektionslösungen</u>	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>
<u>Heptanal</u> (Heptylaldehyd)	Farben, Lacke	<u>Augenreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u> , Reizung des <u>Verdauungstraktes</u> , <u>Hautreizungen</u>
<u>Hexanal</u> (Hexanaldehyd)	Anstrichmittel, <u>Linoleum</u>	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Isocyanate</u>	Baustoffe, Herstellung von Kunststoffen (Polyurethane)	<u>Augenreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u> , Schädigung der Lungenbläschen, <u>Allergien</u> , <u>Asthma</u> ("I.-Asthma"), starke neurotoxische Wirkung auf das periphere <u>Nervensystem</u> , Verdacht auf <u>mutagene Wirkung</u> , Verdacht auf <u>Krebs</u>
<u>Kresol</u> (B)		
<u>Nitrosamine</u>	<u>Zigarettenrauch</u> , Bohröle und Schneidöle der metallverarbeitenden Industrie, Kosmetika, Arzneimitteln, Nahrungsmittel	<u>Krebs</u>
<u>Nonanal</u> (Nonylaldehyd)	Arzneimittel, Duftstoff	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>
<u>Octanal</u> (Octylaldehyd)	Farben, Lacke	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>
<u>Pentachlorphenol (PCP)</u>	<u>Holzschutzmittel</u> , <u>Anstrichfarben</u> zur <u>Pilzbekämpfung</u> , Tapeten, Klebstoffe, Lacke, <u>Farben</u> , <u>Textilien</u> , Teppiche	<u>Leberzirrhose</u> , <u>Knochenmarksschwund</u> , <u>Kopfschmerzen</u> , <u>Übelkeit</u> , <u>Erbrechen</u> , <u>Akne</u> , <u>Nierenschäden</u> , <u>Blutkrankheiten</u> , <u>Nervensystemschädigung</u>
<u>Pentanal</u> (Amylaldehyd)	Aromen	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Pentandial</u> (Gutardialdehyd)	Oberflächen <u>desinfektions</u> lösungen	Schädigung der <u>Augen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Sensibilisierung durch <u>Haut</u> kontakt, Hautallergien, Asthma
<u>Phenol</u> (B)	Schaumstoffe, <u>Kunstharze</u> , Farbstoffe, Leime, Imprägniermittel, <u>Desinfektionsmittel</u> , <u>Teer</u> , <u>Teerpappe</u>	<u>haut</u> ätzende Wirkung, Störung von Kreislauf und <u>Nervensystem</u> , <u>Nieren</u> - und <u>Leber</u> -schäden, Verdacht auf <u>Krebs</u> , <u>mutergene Wirkung</u>
<u>Phenole</u> (B)	<u>Lösungsmittel</u> , Herstellung von Antioxidantien, <u>Phenolharze</u> , Weichmacher, mit Beschränkungen in <u>Desinfektionsmittel</u> , Seifen und Kosmetika	<u>Haut</u> ,ätzung; <u>Schleimhaut</u> reizungen, Atemlähmung, Delirien, Herzstillstand; bei chronischer Exposition über die Atemluft Störung des <u>Nervensystems</u> , Schädigung der <u>Nieren</u> ; chronischer <u>Haut</u> kontakt führt zur Kontaktdermatitis.
<u>Phenylmethanal</u> (Benzaldehyd)	Lacke, Oberflächenbehandlungen	<u>Haut</u> entfettung, <u>Haut</u> entzündung, Allergieauslösend, <u>Augen</u> reizungen <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u> , Reizung des <u>Verdauungstraktes</u> , Verdacht auf <u>Krebs</u> , Störung des <u>Nervensystems</u> , Schädigung von <u>Leber</u> und <u>Nieren</u> , Schwindel, <u>Kopfschmerzen</u> , Benommenheit, Bewusstlosigkeit, Hirnfunktionsstörungen

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Propanal</u> (Propionaldehyd)	Duftstoffe	<u>Augenreizungen</u> , <u>Hautreizungen</u> , Reizung der <u>Atmungsorgane</u>
<u>Propenal</u> (Acrolein, Acrylaldehyd)	<u>Tabakrauch</u> , Autoabgase, Abbauprodukt von Fettsäuren, wenn Speisefette zu stark erhitzt werden	Verursacht <u>DNS-Brüche</u> und hemmt die <u>DNS-Reparatur</u> , <u>mutergene Wirkung</u> , Verdacht auf <u>Krebs</u>
<u>Schwefeloxide</u>	Verbrennungsprozesse	
<u>Stickoxide</u> insbes. <u>Stickstoffdioxid</u> (NO ₂)	Laserdrucker, Verbrennungsanlagen, Garagen, Kamine, Gasherde, <u>Tabakrauch</u>	erhöhte <u>Atemwegsinfektionsrate</u> , <u>Lungenödem</u> , Bronchialverengung
<u>Styrol</u> (Styren)	Polystyrol-Kunststoffe, Klebstoffe, Isoliermaterialien	<u>Kopfschmerzen</u> , <u>Müdigkeit</u> , <u>Depression</u> , <u>Verhaltensstörungen</u> , <u>Sehstörung</u> , <u>mutagene Wirkung</u>
<u>Terpene</u> (B)	Holz	
<u>Toluol</u> (Toluen) (B)	<u>Lösungsmittel</u> für Lacke, <u>Farben</u> , <u>Harze</u> , Öle, Polituren, Nitroverbindungen, Reinigungsmittel, Anstrichmittel	<u>Schleimhautreizungen</u> , <u>Übelkeit</u> , Erregungszustände, <u>Kopfschmerzen</u> , Benommenheit, <u>Hautausschlag</u> , <u>Atemstörungen</u> , Schädigung von <u>Leber</u> und <u>Nieren</u> , Störung des <u>Nervensystems</u>

Substanz	Quelle	gesundheitliche Wirkungen
<u>Xylol</u> (Xylen) B	Kleber, <u>Farben</u> , Lacke, <u>Lösungsmittel</u> , Reinigungsmittel, <u>Schädlingsbekämpfungsmittel</u>	<u>Kopfschmerzen</u> , <u>Erbrechen</u> , Reizung der <u>Atemwege</u> und der <u>Augen</u> , <u>Verhaltensstörun-</u> <u>gen</u> , Störungen von <u>Herz</u> , <u>Leber</u> , <u>Nieren</u> und <u>Nervensystem</u>