

Jo Niemeyer: **20 Steps around the Globe...**



Navigation

mit Leer-, Pfeil-, Bildauf- Bildab-tasten oder Mouse-Tasten. ►

Systemvoraussetzungen

PC: Windows 95/WinXX und NT, Pentium ab 100
min. 32 MB RAM, CD-ROM Laufwerk

Acrobat Reader

MAC: System 8 oder höher, CD-ROM Laufwerk

Das Programm **Acrobat-Reader** befindet sich auf
dieser CD.

Jo Niemeyer: **20 Steps around the Globe...**



Kurzbeschreibung des Projekts
Mit Fotos



**20 Punkte - ein Land-Art Projekt von
Jo Niemeyer**
*Von Ulrich Grevsmühl
mit einem Beitrag von Eugen Gomringer*



Deutsche Fassung

**20 Punkte - ein Land-Art Projekt von
Jo Niemeyer**
*Von Ulrich Grevsmühl
mit einem Beitrag von Eugen Gomringer*



English Version

Fotos/Photographs



Kunst und Mathematik... Beispiele



20 steps around the globe... (Kurzbeschreibung)

ein Land-Art Projekt
von Jo Niemeyer
1997

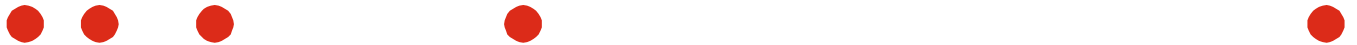


The first steps...
Ropinsalmi/Lapland/Finland
Position 68°40'06"N 21°36'21"E

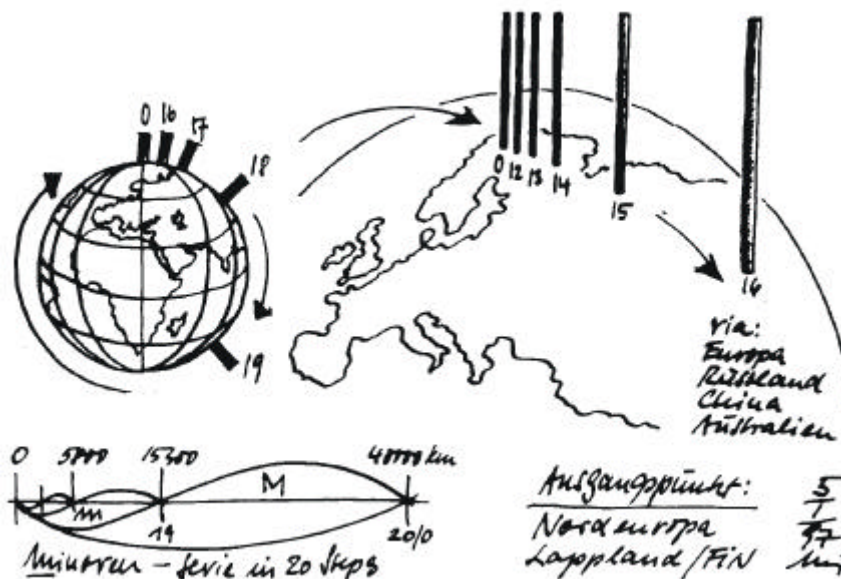
3

Ein Land-Art Projekt von Jo Niemeyer in Form einer Installation von 20 Elementen aus Edelstahl rund um den Globus. An präzise berechneten Orten in verschiedenen Ländern und Kontinenten.

Auf einer Route des Erdumfanges, die systematisch und exakt in 20 Punkte unterteilt ist; gemäss dem „**Goldenen Schnitt**“ dessen Proportionen der Inbegriff für Harmonie und Ästhetik in den weiträumigen Bereichen Kunst und Natur ist. Und dies nicht erst seit den klassischen Perioden in Ägypten oder Griechenland. Auch teilt diese System nicht nur die Leinwände der Künstler oder den Grundriss bedeutender antiker Bauwerke. Es ist zeitlos. Universell. Von der Kunst zur Wissenschaft, Biologie, Physik, Astronomie, Religion - bis hin zu unserer Erde selbst.



Das Konzept: Oben sind fünf Punkte aufgezeichnet und in proportionalen Entfernungen angeordnet. Der Abstand vom ersten zum zweiten Punkt beträgt genau 0,974 cm. Die Serie entwickelt sich zu einer dynamischen, logarithmischen Progression. Um nur weitere 20 Punkte stetig fortgesetzt - **bei gleichem Masstab (!)** wie hier aufgezeichnet, erreicht diese Serie eine Strecke von exakt 40023 km, beziehungsweise führt uns rund um unseren Globus zurück zum Ausgangspunkt.





Temple of Poseidon
Harmonic proportions

Die Route: Startpunkt ist Ropinsalmi im Finnischen Lapp-land nahe der schwedischen Grenze und nördlich des Polarkreises. (Die erste Säule teilt nicht nur die Erde an diesem Punkt, oder die Zelle von Leben. Auch das kleinste Atom in seinem Grundstadium kann weiter geteilt werden - Mikrokosmos). Die Route verläuft weiter in einem Winkel von 74.54° in nordöstliche Richtung in 10 Schritten, welche der Mensch noch mit Auge sehen kann, eventuell auch noch den 11. Punkt. Punkt 12 befindet sich immer noch auf finnischem Territorium. Punkt 13 und 14 liegt im Distrikt von Kautokeino/Norwegen; Punkt 15 in Russland bei Pitkajarvi und den Shuort-Bergen. Punkt 16 erreicht die Barents Sea und Punkt 17 das südwestliche Gebiet der Stadt Noryj Urengoj/Sibirien.

Punkt 18 Baotour/Inner-Mongolei/China, sehr nahe der Grossen Chinesischen Mauer und am Gelben Fluss. Punkt 19 erreicht den südlichen Teil Australiens, Wilsons Promontory N.P. ca. 60 km südlich von Melbourne. Weiter, wo sich der letzte mit dem ersten Schritt vereinigt (Anfang und Ende werden eins!), verläuft die Route über die Antarktis, Südamerika über den Nordatlantik und letztlich zurück über Schweden zum Punkt 20, dem Startpunkt in Ropinsalmi/Finnland. Die Reise ist vollzogen - oder nur ein Anzeichen für die Endlosigkeit unseres Universums - Makrokosmos.

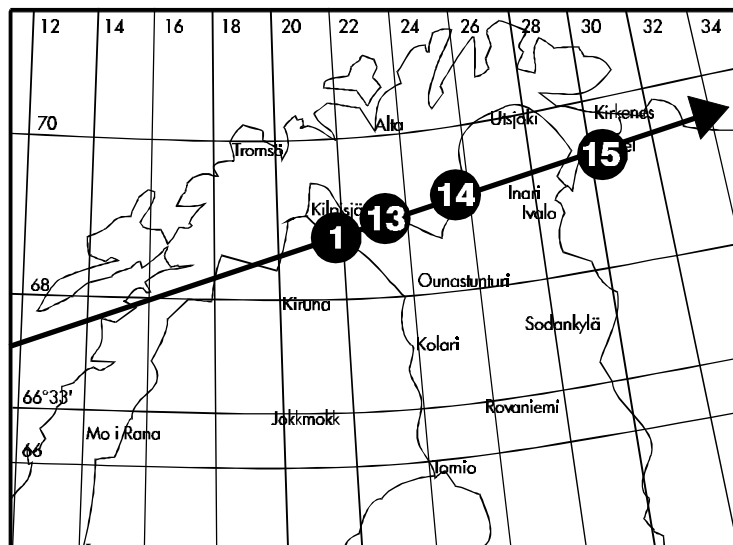
Eine mythologische Reise, die beides ist: Ein Abenteuer und eine interdisziplinäre Expedition in das Niemandsland zwischen den Grenzen von Wissenschaft, Kunst, Philosophie und Religion... Gebiete, die vom heutigen Menschen allzusehr vernachlässigt werden. Nur weil das, was man in ihnen finden kann, nicht so leicht fassbar ist. In einer Zeit, die nicht nur durch den Triumph der Technik, sondern gleichermaßen auch durch Angst und Verzweiflung geprägt ist, erscheint gerade unsere Erde selbst als das wohl am besten geeignete Objekt, Raum und Zeit visuell erfahrbar zu machen; Entfernungen nicht nur auf unserer Erde sondern auch im Mikro- sowie im Makrokosmos in konkreten Formen darzustellen. - Eine Wiederentdeckung von Zeichen und Ordnungssystemen, deren Teil wir selbst sind.



Via Asien - Australien - Die Antarktis - Südamerika - Europa...

Positionen

1-12	Ropinsalmi Lappland	Finland	0-18 km
13	Kautokeino District	Norway	47 km
14	Anarjokka	Norway	124 km
15	Pitkajarvi/Nickel	Russia	325 km
16	The Barents Sea	Int. Water	851 km
17	Noryj Urengoj Siberia	Russia	2.229 km
18	Baotou Inner/Mongolia	China	5.837 km
19	Westernport Bay	Australia	15.282 km



Positionen in Nord-Europa

Datenberechnung

Dataname:	Route Europe-Asia-Australia
Starting point:	Ropinsalmi/Finland
Latitude:	68° 40' 0.00" N
Longitude:	21° 36' 0.00" E
Angle:	74.54°
Direction:	Melbourne/Australia
Latitude:	38° 15' 0.00" S
Longitude:	145° 18' 0.00" E
Dist. Direction:	15267.242 km

Point	Latitude	Longitude	Region of position	Distance
1	68° 40' 0.00" N	21° 36' 0.04" E	Ropinsalmi/FIN	0,458m
2	68° 40' 0.01" N	21° 36' 0.10" E	Lapland/FIN	1,198m
3	68° 40' 0.03" N	21° 36' 0.27" E	Lapland/FIN	3,137m
4	68° 40' 0.07" N	21° 36' 0.70" E	Lapland/FIN	8,214m
5	68° 40' 0.19" N	21° 36' 1.85" E	Lapland/FIN	21,505m
6	68° 40' 0.49" N	21° 36' 4.83" E	Lapland/FIN	56,300m
7	68° 40' 1.27" N	21° 36' 12.65" E	Lapland/FIN	147,397m
8	68° 40' 3.33" N	21° 36' 33.12" E	Lapland/FIN	385,883m
9	68° 40' 8.71" N	21° 37' 26.71" E	Lapland/FIN	1010,256m
10	68° 40' 22.79" N	21° 39' 47.05" E	Lapland/FIN	2644,883m
11	68° 40' 59.49" N	21° 45' 54.70" E	Lapland/FIN	6924,395m
12	68° 42' 34.50" N	22° 1' 58.79" E	Lapland/FIN	18128,301m
13	68° 46' 36.01" N	22° 44' 13.47" E	Kautoke/NOR	47460,508m
14	68° 56' 17.96" N	24° 35' 58.95" E	Kautoke/NOR	124253,22m
15	69° 15' 46.59" N	29° 35' 24.03" E	Pitkajar/RUS	325299,16m
16	69° 24' 17.38" N	43° 1' 49.86" E	Barent Sea/INT	851644,26m
17	65° 15' 36.20" N	73° 47' 21.79" E	Noryj Ur/RUS	2229633,6m
18	40° 4' 2.76" N	109° 46' 37.80" E	Baotou/CHINA	5837256,6m
19	38° 24' 54.50" S	145° 24' 18.71" E	Wilson/AUS	15282136,0m
20	68° 40' 0.00" N	21° 36' 0.00" E	Ropinsalmi/FIN	40009152,0m

Computer Program by Jörg Pfeiffer



Point 19
Australia 38°24'54"S 145°24'18"E

In 20 Schritten um die Erde

Eine interdisziplinäre
Expedition von Jo Niemeyer

Von Hermann Pfeiffer

Die Welt, in der wir leben, schickt die Gegenwart in die Vergangenheit. An diesem Kreislauf hat der in Schluchsee lebende Jo Niemeyer in seiner Weise teil. Kunst ist ihm Medium. Die populärste Maßeinheit erhebt er zur Lebensphilosophie: Der Goldene Schnitt führt zum Bild - zum Aufbruch "Around the globe".

Seßhaft war dieser, 1946 geborene, im südlichen Hochschwarzwald lebende Globetrotter noch nie. Sein Radius verlief schon in jungen Jahren in alle Himmelsrichtungen. Die Auseinandersetzungen mit den grafischen Techniken waren für ihn Mitte der sechziger Jahre Sprungbrett, den Gesetzen der visuellen Gestaltung ein Studium zu widmen. Die skandinavischen Länder mit ihren damals wegweisenden Formprinzipien dienten ihm als Vorbild. Allen voran Finnland, von wo auch seine Frau Tuula stammt. Am Institut für Industrielles Design "Ateneum" in Helsinki hat er sich didaktisch den Kontext zwischen gestern und heute erarbeitet, Stilmerkmalen der Epochen nachgespürt, der Auseinandersetzung mit Architektur einen Sonderplatz eingeräumt und die Grundlagen für seine eigenen konstruktiven, konkreten Konzepte gelegt.

Jo Niemeyer ist ein Analytiker. Er ist ständig auf der Suche, Zeit und Raum in seiner Weise festzuschreiben. Schon vor einem Vierteljahrhundert nutzte er den Kalender, um die bildnerischen Zeitzeichen in Maß und Strecke zu dokumentieren. Eine Gewichtung, die auch in den Farben Gelb, Rot und Blau, eingebettet in weißes oder schwarzes Umfeld, einhergeht. Sein Dogma - in Malerei und Druckgrafik tausendfach praktiziert - heißt "Goldener Schnitt". Eine Maßbezeichnung für eine stetige Teilung, die schon in der Antike ihre Formel hatte: "Eine Strecke oder Fläche ist im Goldenen Schnitt geteilt, wenn sich der kleinere Abschnitt (Minor) zum größeren (Major) verhält, wie der größere (Major) zum Ganzen (Minor + Major)."

Mit dieser Gesetzmäßigkeit zu leben - die Natur liefert allüberall die klassischen Beispiele - und vor allem visuell und visionär umzugehen, nimmt Niemeyer für sich in Anspruch. Das Objekt "Modulon" hat er in den überlieferten Proportionen als 16 teiliges Kunstobjekt konzipiert, das seit 1984 im Modern Art Museum in New York zur Sammlung gehört.

Maßverhältnisse im kleinen und großen - der Aufbruch in die Welt des Goldenen Schnitts erfährt mit dem Projekt "20 Punkte - ein Landesart Projekt" eine neue Dimension. Die Idee zu diesem weltumspannenden Vorhaben entstand 1988 in Finnland. Ein Jahr später nimmt das Konzept Konturen an. 1990 erfolgt die geodätische Ausarbeitung unter der wissenschaftlichen Beratung von Dr. Ulrich Grevsmühl (Hinterzarten). Im Winter 1991 schreiten Tuula und Jo Niemeyer zusammen mit Ulrich Grevsmühl zur Tat: Auf dem schneebedeckten Feldberg entsteht eine erste Installation von 10 Elementen, die später der Begleiter Grevsmühl in dem gleichnamigen Buchtitel* wie folgt beschreibt: "Erst der visuelle Eindruck der Punktserie auf dem Zeichenblatt, das tatsächliche, konkrete und physische Erleben der Stangenserie in der Landschaft, das Verfolgen der gesetzten Punkte auf Landkarten und auf dem Globus machen ein Begreifen der Gesetzmäßigkeit der Serie möglich. Ich sehe und staunend begreife ich."

**) Ulrich Grevsmühl: 20 Punkte - ein Land-Art Projekt von Jo Niemeyer 88 Seiten, Edition Partanen, Schluchsee, 1993*

Stangenwald im Schwarzwald, im Takt des Goldenen Schnitts in den Boden gerammt, die imaginäre Linie um den Erball ist in den ersten zehn Stationen sichtbar, um dann bei Kilometer 7 den Bereich des 1493 m hohen Bergs in Richtung 78° zu verlassen. Grenzüberschreitend weist der 15. Punkt östlich von München in die Niedere Tatra, nach Donezk (Ukraine), nach Leh/Ladakh (Kleintibet), um in Australien im Großen Artesischen Becken bei Punkt 19 in einem Sprung den Weg zum Ausgangs- und Endpunkt linear zu überwinden.

Auch das Museum für Konkrete Kunst in Ingolstadt zeigte 1993 eine Installation von Niemeyer. Mit ersten Eckmarken; Pflöcke schlagen; Stelen, die aus der Enge des Kunstraumes das Maß unseres Planeten schrittweise unterteilen. Der Aufbruch, von Niemeyer in der zweiten, oft in der dritten Ebene vollzogen - man denke an seine Kunst am Bau bei der Luftansa, bei Projekten und Objekten im Hause Bosch, bei Audi, in der Schweiz - wird zum Manifest. Zum Machbaren all dessen, was sonst vor Ort bei anderen zur Performance stagniert. Seine Weitsicht entlang von geografischer Länge und Breite ist spektakulär; sie ist statisch wie auch dynamisch. Seine Kunst, in schlanker Form ins Erdreich positioniert, ist still. Der Wirbel mit irgendwelchen, vom Winde verwehten Ideen findet nicht statt. In sich gekehrt, auf eigene physische und psychische Kräfte vertrauend, zieht Jo Niemeyer seine Bahn. Was in den letzten Jahren über eine konkrete Theorie mit Ablegern in der praktischen Umsetzung nicht hinaus kam, beginnt in diesen Wochen im Frühjahr 1997 in ein neues Stadium einzuschwenken. Dem Land seiner Wertschätzung, seit jeher mit dem Norden von Skandinavien verbunden, rückt er auf die

Pelle: Die Punkte 1-15 seines Projekts stehen für Lappland, wobei Punkt 1 an der Grenze Schweden/Finnland den Ausgang bildet. Der Kurs steht fest, im Computer nachvollzogen, auf den Landkarten sorgfältig ausgeforscht, so daß der bevorstehende Weg durch die Tundra, wo Samen, und Rentiere einen Teil ihres Lebensraums wissen, in Gang kommt.

Niemeyer ist allein auf Tour. Im Gelände, in unberührter Wildnis, angewiesen auf seine Ratio, auf seinen unbändigen Willen, die einzelnen Stationen zu manifestieren. Als Einzelgänger, als Künstler, als Abenteurer in Sachen Kunst, die er in Stelen aus Edelstahl in den jungfräulichen Boden pflanzt. Auf eigene Kräfte muß er bauen und dem Diktat des errechneten Verlaufs seiner aufgeteilten Kunstbahn folgen. mit jedem Punkt entfernt er sich mehr vom Ausgang seines ersten Standpunkts. Seine Idee vom Goldenen Schnitt, im länderübergreifenden Minor und Major, muß 40 000 km in mehr oder weniger gewaltigen Sprüngen den Erdball umkreisen.

Das Vorhaben, das der Wanderer zwischen Kunst und Kontinent etabliert, verläßt nach den Stationen 13 und 14, nach 325 km, den norwegischen Boden und hält in Punkt 15 im russischen Norden noch einmal Station, bevor die Barentsee das von Niemeyer präparierte Element 16 tief unten im Meeresgrund umspült. Die Route sucht sich dann am Rande der Wüste Gobi, in China und in Australien ihre Fortsetzung, um über die Antarktis, über Südamerika zurück den Startpunkt anzupeilen.

All diese Punkte vor Ort zu entdecken, hat sich der Initiator auferlegt. Im Lauf dieses Jahres will er mit seiner Kunst-Tour Kontur und Vollzug melden. Peter Volkwein, der Leiter des Museums für Konkrete Kunst (Ingolstadt), zu diesem Projekt: "Nun hinterläßt diese Kunst, in diesem Sinne zum ersten Mal ihre Spuren und das mit Hilfe ihrer klassischen Mittel der Proportionen. Neben den ästhetischen Aspekten weist dieses globale Kunstwerk aber noch auf die Problematik von Natur und Evolution hin. Jo Niemeyer wird mit diesem Land-Art Projekt einen Markstein in der Konkreten Kunst setzen, an dem die Kunstgeschichte nicht vorbeigehen kann."

In einer Zeit, in der die größten Entfernungen auf unserer Erde immer leichter und komfortabler zu überwinden sind, hat sich Jo Niemeyer gerade deshalb vorgenommen, die ersten 15 Punkte, die auf europäischem Gebiet und nördlich des Polarkreises liegen, zu Fuß, auf Ski oder Schneeschuhen und mit mitgeführtem Materialschlitten zurückzulegen. Ein Abschnitt, den Jo Niemeyer möglichst genau entlang der errechneten Strecke mit Übernachtung im Zelt angeht. Raum und Zeit werden erfahrbar. Dabei ist das Ehepaar Niemeyer als Team auf diese expeditionsmäßige Ausführung ihres Projektes auf sich

gestellt - erprobt aus früheren gemeinsamen Unternehmungen in Nordamerika, China und mehrmalige Herausforderungen im Himalaya.

Inzwischen hält Tuula Niemeyer im Basislager (VW-Bus) mit den gängigen Kommunikationseinrichtungen Stellung. Sie hat teil an den Aufgaben, um mit den Behörden in den in Anspruch genommenen Regionen Kontakte zu knüpfen und Erlaubnis zu direkter Überquerung von Landesgrenzen zu registrieren. Die Entfernung zwischen fahrbarem Hauptlager und Jo Niemeyer als Kundschafter kann auf der norwegischen und russischen Seite mehrere hundert Kilometer betragen.

Um alle Positionen dieser Kunst-Reise über Kartentisch, Kartenmaterial und Kompaß hinaus abzusichern, stehen Berechnungen im PC und Navigationshilfen durch Satellitenverbindung (GPS) zur Orientierungshilfe parat. Trotzdem kann moderne Technik bisher unbegangene Wege über Berg und Tal nicht überbrücken. Der Konzeptkünstler ist zunächst auf seine Findigkeit, auf seine Physis angewiesen, um in einem ersten Durchgang Spuren zu legen.

Die endgültige Fixierung der Punkte einschließlich möglicher Korrekturen kann so oder so erst im Sommer stattfinden: Was dann mit schlanken, über fünf Meter hohen Stelen in den Himmel ragt, in der jeweiligen Landessprache Niemeyers erdumspannende Idee in Kurzfassung erklärt, braucht eine feste Verankerung.

Die vor fast zehn Jahren entwickelte Theorie über das Land-Art Projekt nimmt Gestalt an. Allen Maßeinheiten auf dem Papier zum Trotz, allen nicht-verbalen Modellen in der bildenden Kunst entgegen - die Zeichen von Niemeyer ziehen Kreise. Sein seitheriger Bildercodex findet eine Ablösung im Environment.

Karin Thomas schreibt in "Kunst-Praxis heute" (Verlag DuMont Schauberg, Köln 1972): "Das Environment will nicht mehr Abbild einer realen Erscheinung sein, sondern mit seiner Raumsituation selbst eine Realität setzen, die den Betrachter zu einer geistigen Reaktion herausfordert."

Dem Zugang von Niemeyers Kunst in der Natur sind Grenzen gesetzt. Nur wenige können in der Abgeschlossenheit der nördlichen Hemisphäre dieser erdumspannenden Schau folgen. Die Medien haben stellvertretend den Platz des Betrachters einzunehmen, um zu rezeptieren, was sich in der Aktionskunst Jo Niemeyers zu einer kosmischen Schau ausweitet.

März 1997

Hermann Pfeiffer

Literatur/Referenzen

Alvar Aalto Museum Jyväskylä 1984 Katalog Dietmar Guderian, Mathematik in der Kunst der letzten 30 Jahre, Ludwigshafen 1988 Hermann Pfeiffer, Texte 1973-1997 Ulrich Grevsmühl: 20 Punkte - ein Land-Art Projekt von Jo Niemeyer, Documentation, 1993 Eugen Gomringer: »Concrete Art develops beyond its boundaries« 1992

Dokumentation: Das Projekt wird dokumentiert in Form von Text, Bild, Film.

md: In 20 Schritten um die Erde 2/1998

swissair gazette: 20 (Artful) Steps Around the World 9/1998

Wissenschaftliche Beratung: Ulrich Grevsmühl

Computer Programme

für die geodätischen Berechnungen:

Ulrich Grevsmühl, Hinterzarten R. Krzyzaniak, Freiburg Jörg Pfeiffer, Reutlingen, Dr. Jürgen Freund, Ahlen

Photo 2



- ▲ The first visible points...
- ▶ Different view by movement of the spectator...
- ▼ Looking back from point 7 towards the “Arjahåive Mountains” in Sweden



Photo 5



“Steps” seen in a Kindergarten in Nickel/Russia



“Steps...” In the arctic region of Scandinavia

Photo 3

1. Elements
2. Starting area
3. Transport to point 14 in Norway
4. Setting element 12

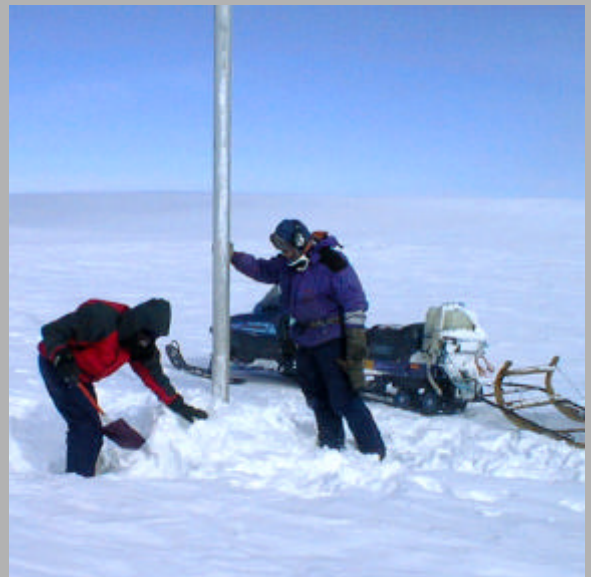


Photo 4



On the way... The first 15 steps (325 km)
on foot and ski



... sledge-transport

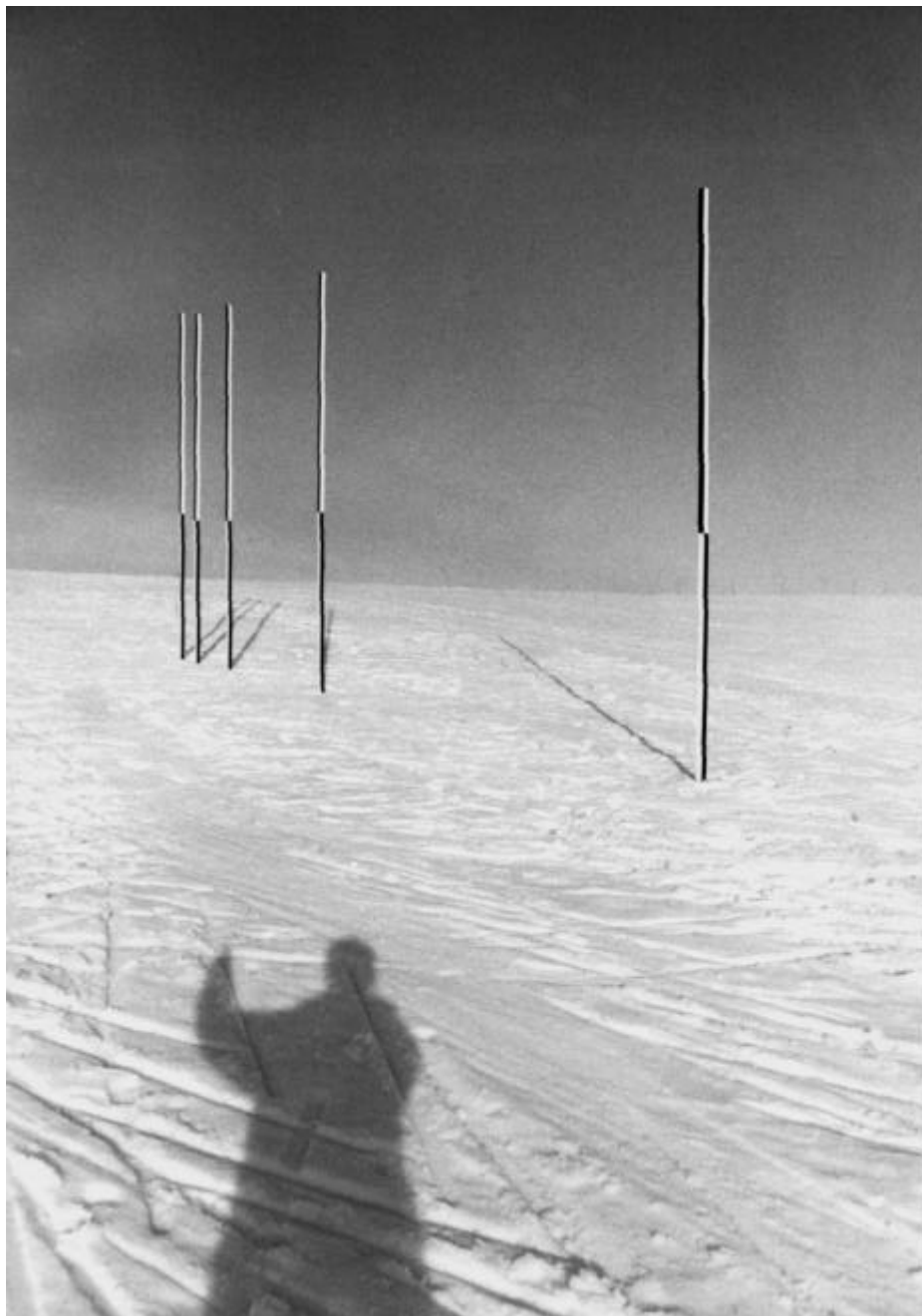


"Campsite" in Norway

Ulrich Grevsmühl

20 Punkte - 20 Steps
ein Land-Art Projekt von Jo Niemeyer

Mit einem Beitrag von Eugen Gomringer



Edition Partanen, Schluchsee

Inhalt

Vorwort	5
Die Erde - ein Kunstobjekt <i>Ulrich Grevsmühl</i>	8
Die Konkrete Kunst wächst über sich hinaus <i>Eugen Gomringer</i>	12
20 Punkte - 20 Steps: Eine Reise um die Welt <i>Ulrich Grevsmühl</i>	15
1. In 20 Steps um die Erde	15
2. Grundlage des Projekts: Der Goldene Schnitt	17
3. Goldener Winkel und geodätische Berechnungen	20
4. Der goldene Winkel in der Phyllotaxis	23
5. Makro- und Mikrokosmos	27
6. Beginn der Durchführung und Ausblick	29
Literatur	11 u. 32
Photos	30-32
Biographie Jo Niemeyer	32
Biographie Ulrich Grevsmühl	33

Gesamtproduktion: Edition Partanen, Birkenweg 6, D-79859 Schluchsee
Idee und künstlerische Konzeption des Projekts: Jo Niemeyer
Wissenschaftliche Konzeption: Ulrich Grevsmühl
Übersetzung: Ulrich Grevsmühl
Umschlaggestaltung: JO Niemeyer
Layout Hermann Pfeiffer
Photographie: Michael Büchner, JO und Tuula Niemeyer
Satz: Fotosetz Fritz Keppler, Reutlingen
Druck: Druckerei Koch, Reutlingen
Serigraphien (Handdrucke zwischen 5.28/29) und Skizzen (S.IO, 11, 2Z 29):
Jo Niemeyer
Papier ikonofix matt, 150 g/m² Inhaltl, 200 g/m² (Serigraphien),
300 g/m² (Umschlag) der Zanders Feinpapiere AG, Bergisch-Gladbach
©Copyright bei Edition Partanen und bei den Autoren, 1993

Alle Rechte vorbehalten. Printed in Germany



Ansicht der ersten sieben stetig verlaufenden Stangen rund um den Erdball. Die Installation fand auf dem Feldberg Im südlichen Hochschwarzwald im Winter 1991 statt.

Vorwort

In einer Zeit, in der Spezialisierung gleichzeitig Isolierung bedeutet, mag es überraschen, daß eine künstlerische Idee zu einem fächerübergreifenden und viele Fächer einschließenden Projekt erwächst. Das vorliegende Buch beschreibt die künstlerischen und wissenschaftlichen Grundlagen des Projekts 20 Punkte - 20 Steps von Jo Niemeyer und gibt einen Einblick in die Anfangsphase der Durchführung.

Zahlreiche, über ein Jahr sich erstreckende Zusammenreffen zwischen Jo Niemeyer, seiner Frau Tuula und dem Autor waren erforderlich, um dieses Projekt zu planen und durchzuführen. Viele der in den Texten ausgeführten Ideen und Gedanken wurden dabei angesprochen oder diskutiert. Gleichzeitig ist dieses Projekt ein Beispiel für eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen einem Künstler und einem Naturwissenschaftler.

Auf der Suche nach neuen Möglichkeiten, den Raum und die Zeit visuell erfahrbar zu machen, wurde auf ein klassisches Werkzeug, den Goldenen Schnitt, zurückgegriffen, um Entfernungen auf der Erde, im Mikro- und Makrokosmos in konkreten Formen darzustellen.

Dahinter steht bei der Betrachtung unserer äußeren und inneren Welt das Anliegen, der Flut negativer Einflüsse und Spannungen, denen der heutige Mensch ausgesetzt ist, Gegenkräfte zu schaffen, die zum Punkt der harmonischen Mitte führen könnten: Menschliches Tun und Sein entfaltet sich zum »Kunstwerk« und damit zum Gleichnis der Harmonie.

Ulrich Grevsmühl Jo Niemeyer

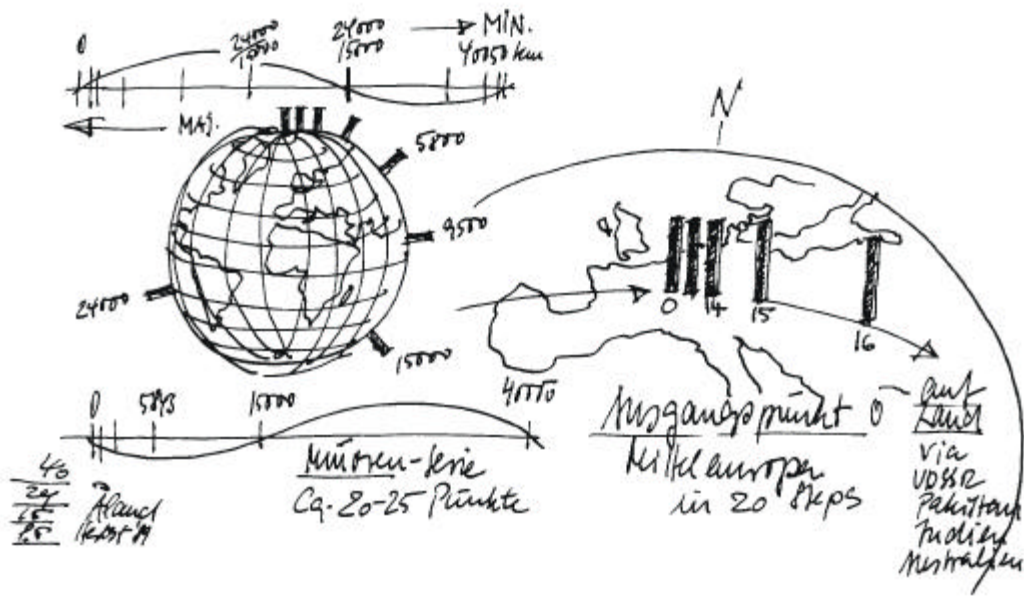


»Nur die Götter wissen es!«, war stets die Antwort von Sherpa Nurbu, wenn ich ihn nach Länge und Dauer zu unserem nächsten Ziel fragte. Oder er machte mich auf Glück oder Unglück aufmerksam, oder daß wir auch eventuell noch umkehren können. Ich hatte längst aufgegeben, ihn weiter nach seinen »Maßstäben« zu befragen...

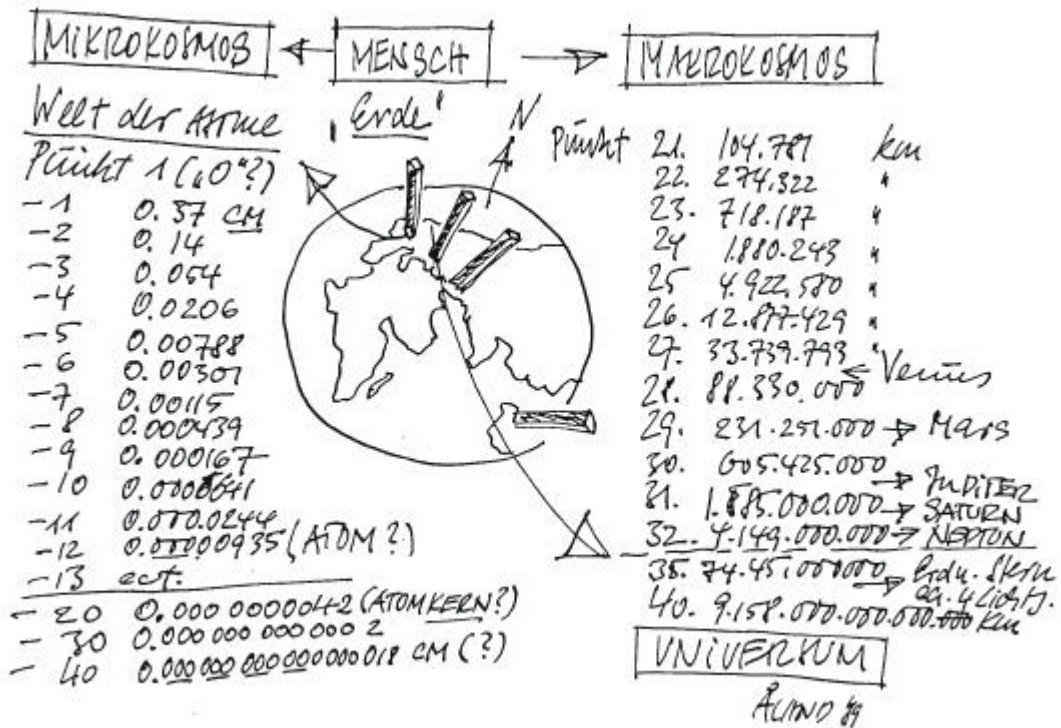
Inzwischen ist es spät geworden. Schneefall setzt ein. Der Pfad wird unübersichtlicher. Und immer noch kein Anzeichen der Siedlung Chunkung. Trotzdem gehen wir weiter. Langsam beginne ich, zu begreifen...

Jo Niemeyer

(Tagebucheintrag 31.3.1988, Solo Khumbu/Nepal)



Erste Entwurfskizzen von Jo Niemeyer aus dem Jahr 1989



Skizze Åland 1989

Ulrich Grevsmühl

Die Erde - ein Kunstobjekt

Land-Art, Environmental-Art und Earth-Art sind Begriffe, die eine neue Richtung in den Erscheinungsformen der bildenden Kunst im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts charakterisieren. Auf der Suche nach alternativen Formen der Visualisierung hat diese Kunstrichtung das Land, die Landschaft oder auch die gesamte Erde in ihren Werken miteinbezogen, wobei Land im Sinne der ursprünglichen und unberührten Natur gesehen wird. Es ist Kunst, die losgelöst von störenden Einflüssen der Zivilisation den Betrachter in der Einsamkeit der Natur zu unverhofften Erfahrungen und lang vergessenen Geheimnissen führt.

Land-Art ist auf dem europäischen Kontinent eine Rarität. Die meisten Arbeiten wurden von englischen, amerikanischen oder australischen Künstlern angefertigt und finden sich in den Weiten Nordamerikas und Australiens, in entlegenen Gebieten Irlands oder der britischen Inseln. Der amerikanische 'Verpackungskünstler' Christo ließ beispielsweise im Herbst 1991 für sein Projekt *The umbrellas* 1340 gelbe Schirme in einem ausgetrockneten Tal bei Bakersfield in Kalifornien und 1340 blaue Schirme in einigen Reisfeldern der Präfektur Ibaraki unweit von Tokio aufstellen, um eine symbolische Brücke über den Pazifik zu schlagen und auf die Unterschiede der Kulturen hinzuweisen. Walter de Maria installierte sein *Lightningfield* in der Wüste von New Mexico, um den Zuschauer das Phänomen Gewitter in der Natur erfahren zu lassen. Der Engländer Richard Long begab sich auf kreisförmige, spiralförmige und geradlinige Wanderungen und legte Ringe, Kreise und gerade Linien aus Holz, Stein und Pflanzen in Dartmoor in England, im schottischen Hochland, in der bolivischen Hochebene, in Alaska und in vielen anderen entlegenen Orten der Erde. Natürlich liefern diese Gegenden mit ihrer geringen Bevölkerungsdichte die Voraussetzung für solche Werke, aber ausschlaggebender für des Entstehen ist vielmehr der künstlerische Drang, der diese Künstler zu den entferntesten Orten aufbrechen läßt, um solche Werke zu schaffen.

Die Landschaft gehört neben dem Menschen zu den ältesten Themen der bildenden Kunst überhaupt. Formale Bezüge der heutigen Land-Art lassen sich daher bis in die Landschaftsmalerei der Romantik zurückverfolgen, denken wir etwa an die berühmten Gemälde eines Caspar David Friedrichs. Aber während bis zum Ende des 19. Jahrhunderts die Landschaften hauptsächlich im Atelier und aus der Erinnerung heraus gemalt wurden, trat mit William Turner eine grundlegende Einstellungsänderung gegenüber der Natur ein. Turner setzte sich bewußt den Naturelementen aus, um seine Eindrücke aus erster Hand festhalten zu können und begriff damit Landschaft, Natur und Wetter zum ersten Mal als Dynamik eines

Geschehens, das dem Betrachter näher gebracht werden sollte. Mit dieser Einstellung setzte sich die Folgezeit, insbesondere der Impressionismus, in vielfältiger Weise auseinander. Land-Art ist die konsequente Weiterentwicklung dieser Haltung. Sie bricht mit der seit alters her gültigen Trinität von Malerei, Graphik und Skulptur und stellt das Ereignis in der Landschaft und Natur heraus, indem sie den Betrachter physisch mit in das Geschehen einbezieht und ihn damit zu einer direkten und unmittelbaren Visualisierung führt.

Das Land-Art Projekt *20 Punkte - 20 Steps* von Jo Niemeyer wendet die auf dem Goldenen Schnitt basierende harmonische Teilung einer Strecke auf den Erdumfang und auf den dabei entstehenden Minoren wiederholt an, wobei die Teilungspunkte durch Stangen auf der Erdoberfläche markiert werden. Durch die Teilungsvorschrift entsteht eine Folge von Stangen mit zunehmenden Abständen, die in geradliniger Weise die ganze Erdkugel umspannt und den Betrachter zu einer Reise um die Welt auffordert.

Reisen dieser Art sind, zumindest in der Vorstellung, in Wissenschaft und Kunst nichts neues. Naturwissenschaftler sind es gewohnt, sowohl sehr große als auch sehr kleine Zahlen mit Hilfe der Schreibweise der Zehnerpotenzen in Kurzform auszudrücken. Philip und Phylis Morrison haben dies in ihrem Buch ZEHN^{HOCH}: *Dimensionen zwischen Quarks und Galaxien* eindrucksvoll als visuelle Reise durch den Mikro- und Makrokosmos dargestellt. Ebenso haben sich viele Künstler mit dem Problem der Visualisierung geometrischer Folgen und Reihen auseinander gesetzt. Rune Miels zum Beispiel griff die *Schachlegende vom Weizenkorn* auf. Auf das erste Feld wird ein Korn, auf das zweite zwei Körner, auf das dritte vier Körner, usw gelegt. Auf jedes Feld doppelt so viele Körner wie auf das vorhergehende. Um die entstehende Folge der Zweierpotenzen von 0 bis 63 einsehbar und verstehbar zu machen, wurde das Problem auf zwei Dimensionen reduziert und jedes Korn durch eine winzige Quadratfläche dargestellt. Die Visualisierung des Problems der Verdopplung vollzieht sich dann auf dem Papier, dem Grundriß des Kölner Doms, dem Stadtplan Kölns sowie der Landkarte Europas. Analogien zu den Punkten und Stangen in Niemeyer's Projekt treten hier zu Tage und, obgleich Miels Folge mit dem 64. Feld endet, bei dem ganz Europa mit Körnern bedeckt ist, könnte man die Frage stellen: Wieviele Weizenkörner würde man benötigen, um die gesamte Erdoberfläche Körner zu bedecken?

Die beiden genannten Beispiele sind nur Reisen im Kopf des Betrachters, hypothetisch also. Jo Niemeyer's Reise um die Erde ist im Gegensatz dazu als Land-Art real und nachvollziehbar. Durch Anwendung eines auf den Goldenen Schnitt bezogenes systematisch-konstruktives Vorgehens und Verwendung des Erdumfangs als Einheitsstrecke der Teilung schlägt Niemeyer den Bogen von der Geometrie der Griechen zu der Land-Art

unserer Tage. Insbesondere bedeutet die Vermessung der gesamten Erde die wohl konsequenteste Fortsetzung dieser Kunst auf dem Weg zu einer totalen Visualisierung.

Wie der Autor in seinem folgenden Beitrag aufzeigt, liegt dem Projekt *20 Punkte - 20 Steps* als grundlegende Größe der Goldenen Winkel, das heißt die Teilung des Vollkreises im Goldenen Schnitt, und nicht die harmonische Teilung des Erdumfangs zugrunde. Diese Einsicht führt zu dem auf dem Goldenen Winkel beruhenden, schraubigen Anordnungsprinzip der Blätter in der Botanik, das durch die Phyllotaxis beschrieben wird. Der spiralige Aufbau ist in den Blatt- und Blütenstellungen der Pflanzenwelt weit verbreitet und hat viele Künstler begeistert. Der holländische Künstler Sjoerd Buisman, zum Beispiel, hat dieses Prinzip in zahlreichen seiner Skulpturen und Zeichnungen verwendet und viele der verborgenen Eigenschaften dadurch sichtbar und bewußt gemacht. Obgleich seine Arbeiten überwiegend auf einem Grundprinzip der lebenden Natur basieren, so ist wegen des gleichen zugrunde liegenden mathematischen Konzepts der komplementäre Charakter zu Niemeyer's geographischem Land-Art Projekt unverkennbar.

Land-Art ist ausgesprochen physikalisch. Raum und Zeit sind wesentliche Komponenten des Werkes und werden durch den Standort und die Bewegung des Betrachters im visuellen Erlebnis aktiviert. Der Ort der Installation oder des Geschehens, seine geographische Lage, seine Topographie, seine geologische und botanische Beschaffenheit tragen genauso entscheidend zum visuellen Eindruck des Werkes bei wie der Zeitpunkt und die Zeitdauer des Erlebens, sowie die vorhandenen Licht- und Wetterverhältnisse. Die visuelle Wahrnehmung der Minoren-Folge in Niemeyer's Projekt als Folge schwarzer Punkte auf dem Papier ist völlig andersartig als der Eindruck derselben mathematischen Folge, dargestellt durch fünfmeter lange Stangen in der Natur. Momentaner Standort und Geschwindigkeit des Betrachters bestimmen entscheidend den visuellen Eindruck der Stangen, ihrer Abstände und das Verhältnis derselben.

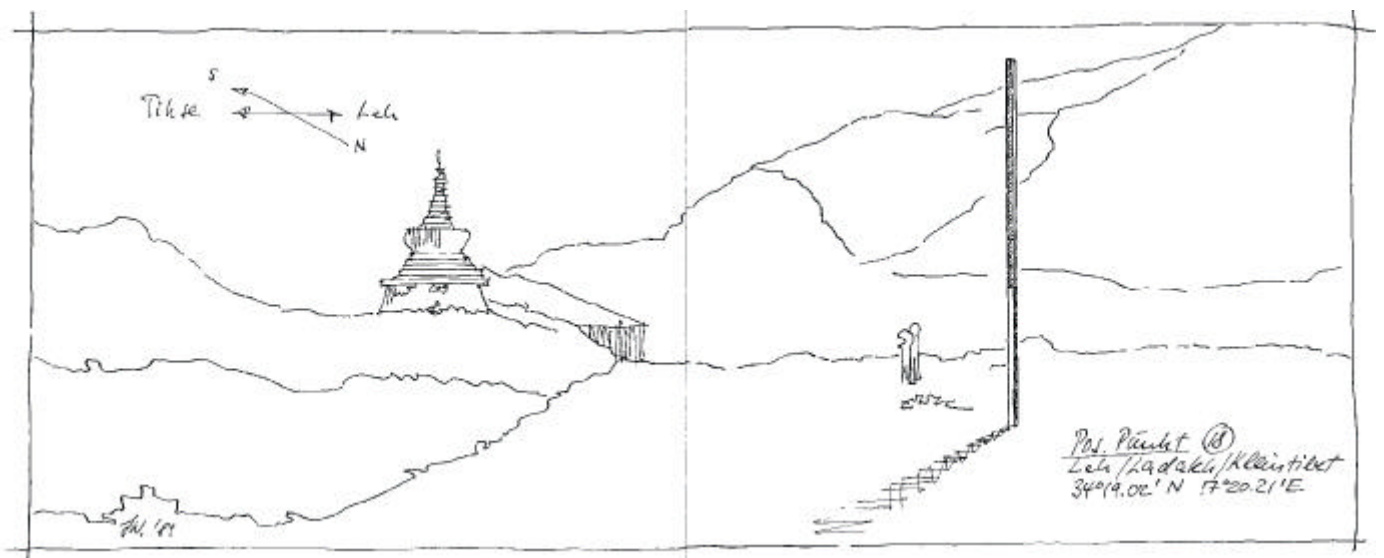
Zum einen können die Stangen als physikalische Einzelobjekte wahrgenommen werden, dessen wechselseitig schwarz-weiße Einfärbungen verschiedene, von den Lichtverhältnissen und der Umgebung abhängige optische Eindrücke hinterlassen, wie zum Beispiel eine scheinbare Versetzung der Stangenteile an der Grenzlinie der schwarzen und weißen Flächen. Zum andern werden die Stangen als zusammengehörige Elemente einer linearen Anordnung gesehen und sowohl die tatsächlichen Abstände zwischen ihnen als auch das Verhältnis dieser Abstände wahrgenommen. Interessant sind wieder für den Betrachter die sich scheinbar verändernden Abstände zwischen den Stangen je nach Standort des Betrachters. Nur wenn der Betrachter weit entfernt von der Stangenreihe und orthogonal dazu steht, werden etwa die gleichen mathematischen Proportionen wie bei der Punkteserie

auf dem Papier erfahren. Dagegen sieht der Betrachter fast gleiche Abstände zwischen den entfernter liegenden Stangen, wenn er sich in der Nähe des Anfangspunktes befindet und in Fortsetzungsrichtung der Serie blickt.

Land-Art ist so vergänglich wie die Natur selbst. Die Stangen in Jo Niemeyer's Projekt standen in der anfänglichen Phase genau vier Tage lang auf dem Feldberg, die aufgespannten Schirme von Christo drei Wochen lang. Die von Richard Long aus Holz oder Stein gelegten Kreise und Ringe bleiben so lange bestehen bis Witterung und Vegetation sie unkenntlich gemacht haben und hinterlassen im Grunde nur vergängliche Spuren. Aber Vergänglichkeit ist nicht ein Ausdruck von geringerem Wert oder von Wenigkeit. Vielmehr finden die Arbeiten Ähnlichkeit mit dem menschlichen Dasein, werden dadurch sozusagen menschlicher. Vergänglichkeit wird somit zum Ausdruck der Einmaligkeit.

Literatur

- Sjoerd Buisman, Kunstvereniging Diepenheim, Diepenheim 1990
 - , recente beelden en tekeningen, Museum Waterland, Purmerend 1991
 Fuchs R H, Richard Long, London/New York 1986
 Kipphoff P, Zwischen Himmel und Erde: Der Weg der Landschaftskunst vom Abbild zur Gestaltung der Natur, DIE ZEIT, 26.9.1991, 65-66
 Miels R, 2⁶⁴-1: Die Schachlegende vom Weizenkorn, Köln 1980
 Morrison P/ Morrison P/ Studio von C und R Eames, ZEHN ^{HOCH}: Dimensionen zwischen Quarks und Galaxien, Heidelberg 1984



Skizze: Position in Leh/Ladakh

Eugen Gomringer:

Die Konkrete Kunst wächst über sich hinaus.

Die Konkrete Kunst hat sich seit ihren Anfängen im doppelten Sinn als universal verstanden: als gesamthaft wie auch als »die ganze Welt umfassend«. Und es war schon immer vorgesehen, das universale Selbstverständnis im letzteren Sinne nicht nur durch weltweit organisierte Einzelmanifestationen stattfinden zu lassen. Dass die jüngste Phase dieser Jahrhundertkunst sich auf diesem Weg befindet, dazu mehrten sich die Zeichen: Sie wächst nicht nur innerlich, theoretisch über sich hinaus, sondern auch im umfassenden Sinne, sichtbare Zeichen setzend. Dazu gehören Arbeiten wie die von Hartmut Böhm, dessen Progression gegen Unendlich aus zwei Teilen bestehen: aus den sichtbaren, realen Zeichen und dem weit größeren Teil der imaginären Projektionen. Dazu gehören die sich weit in den Raum fortgesetzt vorzustellenden Plastiken von Helmut Bruch, gestaltet nach der Fibonacci-Reihe. Dazu gehören aber auch die neuen Medien, deren Construct-Charakter der Konkreten Kunst mindestens nicht unvertraut ist.

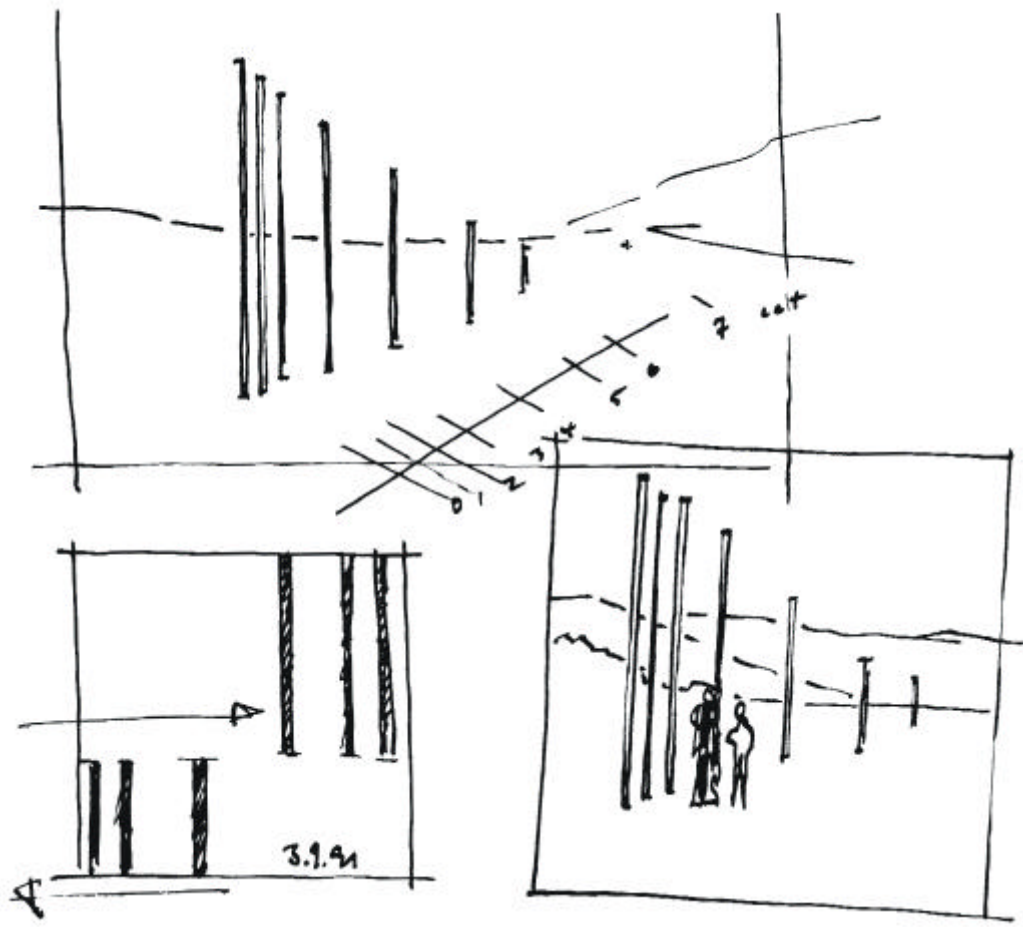
Noch nie dürfte jedoch ein Projekt wie das der 20 Schritte von Jo Niemeyer so überzeugend die Möglichkeiten der Konkreten Kunst, weltumspannende sichtbare Tatsächlichkeit zu gestalten, demonstriert haben. Zwar befindet sich das Projekt noch im Anfangs-, im Nukleus-Stadium, doch ist die Materialisierung wohl mehr eine Frage der Zeit als der technischen Durchführbarkeit. Denn dem Projekt von Niemeyer ist die Eleganz der Einfachheit eigen, wie sie nur im Spielraum der Konkreten Kunst anzutreffen ist. Das Projekt, wissenschaftlich verwirklicht durch Ulrich Grevsmühl, fasziniert durch Einfachheit und Größe - Größe der erdumspannenden Sicht, aber auch der inneren Sicht, welche der äußeren zweifellos voranging. Es braucht einen weiten und tiefen Atem - und vielleicht den Glauben eines Columbus - um sich die Erde in Gestalt und Form, ausgehend von einem Stück Papier, durch die Anwendung des Goldenen Schnitts neu anzueignen.

Andererseits geht damit die Kunst zum ersten Mal und mit ihrem klassischen Mittel der Proportion einen Weg, den Kommunikation und Technik längst unternommen haben. Die ebenfalls aufsehenerregenden Unternehmungen von Christo, dem Verpackungskünstler, wirken dagegen nur als punktuelle Manifestationen. Die 20 Schritte um die Erde, unternommen nach den proportionalen Weiterungen des goldenen Schnitts, sind nicht allein ein ästhetisches

Unternehmen, sondern weisen mehr noch auf Natur und Evolution hin.

Jo Niemeyer arbeitet besonders mit diesem Projekt in einer Größenordnung, welche den Pionieren der Konkreten Kunst, allen voran Kandinsky vorgeschwebt hat, die sie sich jedoch in ihrer Zeitgenossenschaft nicht zu Ende denken konnten, deren Realität sie der Ingenieurkunst überlassen mußten. Niemeyer beweist darüber hinaus, daß die Unkenrufe vieler Jahre, welche der Konkreten Kunst und dem Konstruktivismus immer wieder das Ende voraussagten, nur der Uneinsichtigkeit oberflächlicher Betrachter entspringen konnten, die sich mehr an Messeneuheiten, als an grundlegenden, jedoch verborgenen Entwicklungslinien orientierten. Eine andere Frage ist jedoch die der Verlagerung von Schwerpunkten solcher Entwicklungslinien. Es kann nicht jedem Künstler der Konkreten Kunst gelingen, den Blick von seiner Atelierarbeit über seine Stadt, sein Land rund um die Erde zu schicken. Ein Künstler wie Niemeyer, der der Natur, zumal der finnischen Natur zugetan ist, mag hier im richtigen Moment, zu einer wichtigen Stunde der Entwicklung der Konkreten Kunst einen Markstein setzen.

Ist es nicht eine dieser Kunst würdige Aufgabe, an die Proportionalität in der Welt und auf der Erde zu erinnern?



Skizze 3.9.91

Ulrich Grevsmühl

20 Punkte - 20 Steps: Eine Reise um die Welt

1. In 20 Steps um die Erde

Vor einiger Zeit stellte mir der Konstruktivist Jo Niemeyer folgende Überlegung vor:

Teile den Erdumfang im Goldenen Schnitt. Teile danach die kleinere der beiden Teilstrecken, den sogenannten Minor, ebenfalls im Goldenen Schnitt und wiederhole den Teilungsprozeß für den jeweils neu entstehenden Minor bis zu Entfernungen von einigen wenigen Zentimetern. Markiere jeden Teilungspunkt durch eine Stange auf der Erdoberfläche oder durch einen Punkt auf dem Zeichenpapier.

Durch diesen Algorithmus entstehen auf der Erdoberfläche eine Reihe von Stangen, deren Abstände zunehmend kleiner werden und schließlich auf dem Papier in folgende Punkteserie übergehen:



Jo Niemeyer formuliert seine Idee nun so:

Schau dir diese Serie mit fünf Punkten an. Kannst du dir vorstellen, daß man bei - gleichbleibendem Maßstab - die Erde in nur 20 weiteren Sprüngen umrunden kann, also eine Entfernung von rund 40 000 km zurücklegt, um wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren?

In der Tat steht die erste Stange außerhalb des Papiers rund 45 cm weit vom linken abgebildeten Punkt dieser Seite entfernt, die weiteren bei rund 1.2 m, 3.1 m, 8.2 m, 22 m, 56 m, 147 m, 386 m, 1 km, 3 km, 7 km, 18 km, 47 km, 124 km, 325 km, 852 km, 2 230 km, 5 837 km und 15 282 km. Die 20. Stange führt schließlich nach einer vollen Erdumrundung von rund 40 000 km zum Ausgangspunkt der Serie zurück.

Wählt man beispielsweise den Feldberggipfel im südlichen Schwarzwald als Ausgangspunkt der Serie und umrundet die Erde in süd-östlicher Richtung bei einem gleichbleibenden Winkel von 78° bezüglich des Meridians des Feldbergs, so führen die Punkte der Serie über Neustadt im Schwarzwald, den nordöstlichen Hegau, den östlichen Bodenseeraum, das Allgäu, Budapest, der Halbinsel Kertsch am Schwarzen Meer, der Ortschaft Leh in Ladakh/Kashmir und über den Südostteil von Australien zurück zum Feldberg.

Die Entfernungen der Punkte in der Serie werden durch die Länge des Erdumfangs und durch die Art der Teilung festgelegt. Als beidseitig unendliche Serie läßt sie sich sowohl links durch zunehmend kleiner werdende als auch rechts durch zunehmend größer werdende Abstände zwischen den Punkten

fortsetzen. Aber während links die Serie dadurch eine Begrenzung erfährt, daß die Punkte gegen den Ausgangspunkt der Serie konvergieren, ist sie nach rechts hin unbegrenzt, da die Abstände über alle Grenzen wachsen können.

Der Folge der Entfernungen liegt nicht eine einfache lineare Gesetzmäßigkeit zugrunde. Auf der Suche nach Anhaltspunkten sehen wir zwar, daß ein Zahlenwert der Serie nicht ganz das Dreifache seines kleineren Vorgängers ist. Dennoch trägt dieser Einblick nur ein Stück weit zum Begreifen der Zahlenfolge bei. Die Zahlenwerte werden für uns ab einem gewissen Punkt unfaßbar groß bzw. klein. Die Zahlen entgleiten unserer Vorstellung und auch die Beziehungen zwischen ihnen sagt dann nichts mehr aus.

An dieser Stelle liefern uns die konventionellen Maßeinheiten der Längenmessung einen wichtigen Erfahrungsrahmen. Die Übergänge von Zentimeter zu Meter und weiter zu Kilometer vollziehen zunächst die Längendimensionen unserer erfahrbaren Welt nach und präzisiert damit unser Vorstellungsvermögen. Wir meinen, uns wenigstens einen Teil der Entfernungen vorstellen zu können, merken aber dann, daß wenn wir den Rahmen unserer alltäglichen Erfahrungswelt verlassen, bald an die Grenzen unserer Vorstellungskraft gelangen. Das Problem an sich bleibt für uns unfaßbar und abstrakt.

Erst der visuelle Eindruck der Punkteserie auf dem Zeichenblatt, das tatsächliche, konkrete und physische Erleben der Stangenserie in der Landschaft, das Verfolgen der gesetzten Punkte auf Landkarten und auf dem Globus macht ein Begreifen der Gesetzmäßigkeit der Serie möglich. Ich sehe und staunend begreife ich.

Die Idee der auf den Goldenen Schnitt beruhenden Punkte- und Stangenserie war für

Jo Niemeyer und mich so faszinierend, daß daraus ein gemeinsames Land-Art Projekt entstand, in dem verschiedene Aspekte des Problems erkundet wurden. Insbesondere beschäftigten wir uns mit folgenden grundlegenden Fragefeldern:

- Formen zur Visualisierung verschiedener, auf den Goldenen Schnitt beruhender Serien im Rahmen des Land-Art Projekts. Ausgestaltung der Stangen unter Einbezug grundlegender Gesetzmäßigkeiten der Wahrnehmung.
- Mathematische Formulierung des Problems, geodätische Berechnungen und Erstellung der Computer-Software zur exakten Lokation der Stangen.
- Auswahl geeigneter Routen um die Erde unter Berücksichtigung der geographischen, politischen und kulturellen Gegebenheiten.
- Erkundung und Dokumentation der Zusammenhänge des mathematischen Problems der Serie mit bekannten Strukturen in der belebten und unbelebten Natur.
- Philosophische Überlegungen zum Erdumfang als willkürlich eingeführtes Maß und zum Goldenen Schnitt als Instrument der Messung. Betrachtungen der Beziehungen des Menschen zu den Größenordnungen des Makro- und Mikrokosmos und zur Proportion.

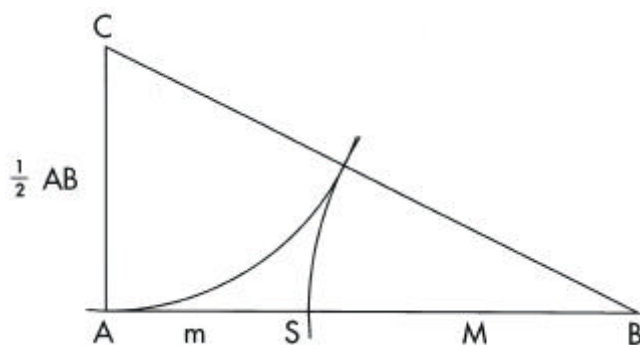
In den folgenden Kapiteln wird ein kurzer Überblick über das Land-Art Projekt gegeben, bei dem auf einige dieser Punkte näher eingegangen wird.

2. Grundlage des Projekts: Der Goldene Schnitt

Der Goldene Schnitt gilt schon seit der Antike als Inbegriff von Harmonie und Schönheit und als Maß für harmonische Proportionen in Natur und Kunst. Grundlegend hierfür ist die Tatsache, daß sowohl die Erforschung der Maßbeziehungen in Systemen der belebten und unbelebten Natur als auch das Studium der Strukturgesetze in der Musik, Malerei, Plastik und Architektur zu der Einsicht geführt haben, daß die Strukturen der Systeme auf rationalen und irrationalen Zahlenverhältnissen beruhen.

Eines der frühesten und zugleich eindrucksvollsten Beispiele für die Verbindung von Ordnung und Schönheit finden sich in den rationalen Zahlenverhältnissen der musischen Harmonien, deren Entdeckung der griechischen Schule der Pythagoreer zugeschrieben wird. Bei der Analyse der Längenverhältnisse schwingender Saiten konnten diese Forscher feststellen, daß die Tonintervalle durch einfache ganzzahlige Längenproportionen entstehen. Am Pentagramm, dem regelmäßigen Sternenfünfeck, entdeckten sie schließlich die Maßverhältnisse der stetigen Teilung, wobei die darauf beruhende Bezeichnung *Goldener Schnitt* sich allerdings erst viel später, nämlich im 19. Jahrhundert durchsetzte (vgl. z.B. Hagenmaier).

Der Goldene Schnitt ist eine besondere Maßbeziehung, die auf einer doppelten Proportion beruht. Eine Strecke ist nach dem Goldenen Schnitt geteilt, wenn sich die ganze Länge zum größten Abschnitt verhält wie der größte Abschnitt zum kleineren.



Man sagt auch, die Strecke AB wird durch den Punkt S im Goldenen Schnitt geteilt.

Das Verhältnis $AB : SB$ bzw. $SB : AS$ heißt *Goldenes Verhältnis*. Der kleinere Abschnitt

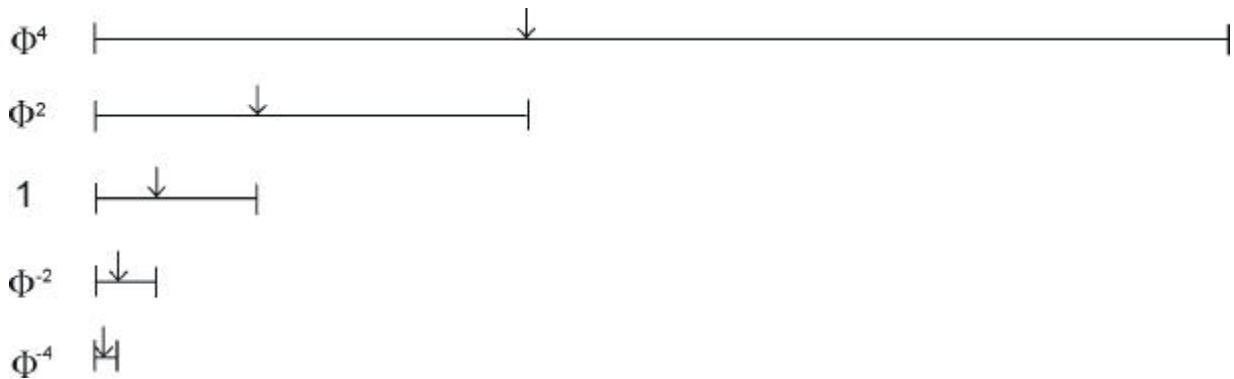
AS wird als *Minor m*, der größere Abschnitt SB als *Major M* bezeichnet. Der Zahlenwert des Goldenen Verhältnisses $M : m$ ist gegeben durch die irrationale *Goldene Zahl* $\phi = 1.618\ 033\ 988\ \dots$

Bei der Konstruktion des Goldenen Schnitts einer Strecke können prinzipiell zwei Vorgehensweisen unterschieden werden. Die Konstruktion des *inneren Goldenen Schnitts* bestimmt den Punkt S, der die gegebene Strecke AB im

Goldenen Schnitt teilt. Umgekehrt ist bei der Konstruktion des *äußeren Goldenen Schnitts* der Minor m bzw. der Major M gegeben, und man bestimmt den jeweils fehlenden Endpunkt der Strecke AB derart, daß der Punkt S die Strecke AB im Goldenen Schnitt teilt (vgl. Beutelspacher/Petri S.20-25).

Serien mit unendlich vielen Teilungen erhält man, wenn die beiden Konstruktionsmethoden wiederholt angewendet werden. Die *Minoren-Serie* entsteht durch wiederholte Anwendung des inneren und äußeren Goldenen Schnitts auf den jeweils neu sich ergebenden Minor. Ausgehend von der Strecke AB mit der Länge 1 liefert der innere Goldene Schnitt die absteigenden Glieder, der äußere Goldene Schnitt die aufsteigenden Glieder der Minoren-Folge:

$$\dots\Phi^{-6}, \Phi^{-4}, \Phi^{-2}, 1, \Phi^2, \Phi^4, \Phi^6, \dots$$

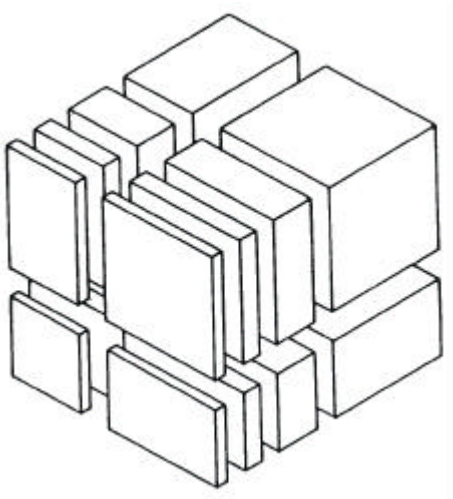


In entsprechender Weise entsteht die *Majoren-Serie* aus dem Anfangsglieder 1 und aus allen Majoren, die sich bei der wiederholten Anwendung des inneren und äußeren Goldenen Schnitts ergeben:

$$\dots\Phi^{-3}, \Phi^{-2}, \Phi^{-1}, 1, \Phi^1, \Phi^2, \Phi^3, \dots$$

Man erkennt, daß die Elemente der Minoren-Folge mit jedem zweiten Glied der Majoren-Folge identisch sind.

Jo Niemeyer hat sich in seiner künstlerischen Arbeit intensiv und in vielfältiger Weise mit dem Goldenen Schnitt und der Visualisierung der damit zusammenhängenden mathematischen Gesetzmäßigkeiten auseinandergesetzt (Grevsmühl). Als Beispiel soll hier sein Objekt *Modulon* genannt werden, ein auf dem Goldenen Schnitt basierender Satz mit 16 Bausteinen, die das Proportionensystem beim kreativen und konstruktiven Spiel enaktiv erfahrbar werden lassen.



"modulon"

Ein auf der Ordnung des Goldenen Schnittes in Quader zerlegter Würfel.

In seinen Arbeiten finden sich häufig Teile und Anwendungen der Majoren- und Minoren-Serien. Die unterschiedlichen Bildungsgesetze dieser Folgen spiegeln sich in deren Visualisierungen wider. Die Majoren-Folge ist eine sogenannte Lucas-Folge, das heißt, jedes Glied ist gleich der Summe seiner beiden kleineren Vorgänger. Anders ausgedrückt: Berechnet man die Entfernungen zwischen benachbarten Punkten der Majoren-Folge, so erhält man wiederum dieselbe Majoren-Folge.

Bei der Wahrnehmung einer linearen Punkteserie werden zuerst die Abstände zwischen benachbarten Punkten erfaßt, bevor die Beziehungen zu anderen Punkten und zur gesamten Folge gesehen werden. Die visuelle Darstellung der Majoren-Folge liefert uns daher über die Wahrnehmung benachbarter Punkte die einzelnen Elemente der Majoren-Serie.

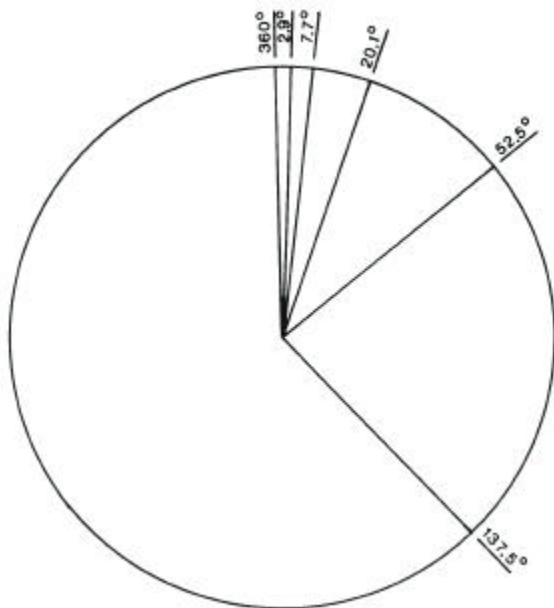
Im Fall der Minoren-Folge liegt ein derartiger Zusammenhang nicht vor. Es wurde gesagt, daß die Elemente der Minoren-Folge mit jedem zweiten Glied der Majoren-Folge identisch sind. Alle restlichen Elemente der Majoren-Folge erhält man aus den Entfernungen benachbarter Punkte, die sich aus den Differenzen aufeinander folgender Glieder der Minoren-Folge berechnen lassen.

Aufgrund der angeführten Gesetzmäßigkeiten liegt die Vermutung nahe, daß die visuelle Darstellung der Majoren-Serie für den Betrachter interessanter erscheint, da das Bildungsgesetz dieser Folge einsichtiger und damit begreifbarer ist. Visuelle Untersuchungen durch Jo Niemeyer zeigen jedoch, daß die Minoren-Serie wesentlich dynamischer wirkt als die Majoren-Serie, was zweifellos darauf zurückzuführen ist, daß die Minoren-Serie nicht die berechenbare Durchschaubarkeit der Majoren-Serie aufweist. Dies ist auch der Grund, weshalb in diesem Land-Art Projekt die Minoren-Serie verwendet wird.

3. Goldener Winkel und geodätische Berechnungen

Der in der Einleitung zitierte Algorithmus zur Bestimmung der Punkteserie der Minoren-Serie reicht nicht aus, um damit geodätische Berechnungen in der Praxis auszuführen. Bei der mathematischen Formulierung des Problems muß insbesondere berücksichtigt werden, daß jede Route um die Erde ein *natürliches Fraktal* (fractus, lat: aufgeschlossen) ist: Der Erdumfang wird aufgrund der Topographie der Erde zunehmend länger, je feiner der Maßstab gewählt wird, mit dem wir messen, während die eingeschlossene Fläche begrenzt und endlich bleibt. Während die Objekte der Euklidischen Geometrie bei immer näherer Betrachtung die Tendenz zur Linearisierung aufweisen, behalten Objekte der sogenannten Fraktalen Geometrie ihre Rauheit und ihren Aufbau im wesentlichen unverändert bei, wenn fortlaufende Ausschnittsvergrößerungen angefertigt werden.

Aus diesem Sachverhalt folgt, daß der tatsächliche Umfang der Erde im Prinzip ungeeignet ist, das Problem für geodätische Berechnungen mathematisch exakt zu formulieren. Vielmehr muß ein vom Erdumfang unabhängiges Lösungsverfahren gesucht werden. Die Winkelteilung des Vollkreises bietet hier einen Ausweg. Die Anwendung des Goldenen Schnitts auf den im Gradmaß gegebenen Vollkreis liefert den *Goldenen Winkel* $\alpha = 137.507\ 764\ 050 \dots^\circ$. Wiederholte Anwendung des Goldenen Schnitts auf den bei jeder Teilung neu entstehenden Minor liefert die ansteigenden Glieder der Minoren-Serie im Gradmaß.



Diese Überlegungen legten es nahe, unter Verwendung elementarer Beziehungen der sphärischen Trigonometrie ein Computerprogramm zu entwickeln, mit dem sich für jeden beliebigen Ausgangspunkt auf der Erde und für jede beliebige Richtung die geographische Breite und Länge eines jeden Punktes der Minoren-Serie zwischen Entfernungen von wenigen Zentimetern bis zu einer vollen Erdumrundung berechnen lassen. Hierbei ist zu beachten, daß stets solche Routen um die Erde gewählt werden, die sich aus Schnitten durch den Erdmittelpunkt, sogenannten Großkreisen, ergeben.

Von den theoretisch unendlich vielen Routen sind nur solche für eine Realisierung interessant, bei denen die Positionen aller Stangen auf Land verlaufen. Wählt man den Feldberggipfel als Ausgangspunkt und einen Schnitt mit 78° in nord-östlicher Richtung, so entsteht folgende Punktfolge, die entlang der zuvor beschriebenen Route verläuft:

Ausgangspunkt der Minoren-Serie (geograph. Breite / Länge) / <i>starting point of minors series (latitude / longitude):</i>		Feldberg 47° 52' 28.0920"N / 8° 0' 17.6400"E (Schwarzwald)				
Richtung des Großkreises / <i>direction of great circle:</i>		78° S-E				
Stange <i>rod</i>	Punkt <i>point</i>	Entfernungswinkel <i>angle of distance</i>	geograph. Breite <i>latitude</i>	geograph. Länge <i>longitude</i>	mittlere Entfernung <i>mean distance</i>	Region des Standorts <i>region of position</i>
1	-19	0,0000041°	47°52'28.0951"N	8°00'17.6616"E	0,458 m	Feldberg (D)
2	-18	0,0000108°	47°52'28.1001"N	8°00'17.6966"E	1,198 m	Feldberg (D)
3	-17	0,0000282°	47°52'28.1131"N	8°00'17.7882"E	3,137 m	Feldberg (D)
4	-16	0,0000739°	47°52'28.1473"N	8°00'18.0280"E	8,214 m	Feldberg (D)
5	-15	0,0001935°	47°52'28.2368"N	8°00'18.6558"E	21,505 m	Feldberg (D)
6	-14	0,0005066°	47°52'28.4712"N	8°00'20.2994"E	56,300 m	Feldberg (D)
7	-13	0,0013262°	47°52'29.0846"N	8°00'24.6025"E	147,394 m	Feldberg (D)
8	-12	0,0034722°	47°52'30.6904"N	8°00'35.8683"E	385,883 m	Feldberg (D)
9	-11	0,0090902°	47°52'34.8931"N	8°01'05.3634"E	1 010,256 m	Feldberg (D)
10	-10	0,0237985°	47°52'45.8859"N	8°02'22.5890"E	2 644,883 m	Feldberg (D)
11	-09	0,0623053°	47°53'14.5973"N	8°05'44.8111"E	6 924,395 m	Hinterzarten (D)
12	-08	0,1631174°	47°54'29.2974"N	8°14'34.5295"E	18 128,301 m	Titisee-Neustadt (D)
13	-07	0,4270469°	47°57'41.6546"N	8°37'43.3455"E	47 460,508 m	Donaueschingen (D)
14	-06	1,1180232°	48°05'43.1357"N	9°38'32.6170"E	124 253,22 m	Oberschwaben (D)
15	-05	2,9270228°	48°24'10.1391"N	12°19'10.7662"E	325 299,16 m	östlich von München (D)
16	-04	7,6630451°	48°54'27.1028"N	19°27'03.3436"E	851 644,26 m	Niedere Tatra (CS)
17	-03	20,0621124°	48°07'02.1088"N	38°10'38.2996"E	2 229 633,6 m	Donezk/Ukraine (GUS)
18	-02	52,5232922°	34°11'24.0728"N	77°47'46.9202"E	5 837 256,6 m	Leh/Ladakh/Kaschmir (IND)
19	-01	137,5077641°	26°54'58.3258"N	140°11'16.9155"E	15 282 136 m	Großes Art. Becken (AUS)
20	00	360,0000000°	47°52'28.0920"N	8°00'17.6400"E	40 009 152 m	Feldberg (D)

Die Berechnungen der Positionen der Punkte liefern exakte Angaben für die geographischen Längen und Breiten. Es ist jedoch zu beachten, daß die Angaben für die Entfernungen nur Näherungswerte sind, da sie auf dem über die Pole verlaufenden Erdumfang des Geoids basieren. Weiterhin erscheinen aufgrund der für die Weltkarte verwendeten Projektion die Punkte der Serie nicht auf einer geraden Verbindungslinie.



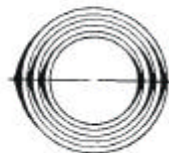
Die betrachtete Punkteserie im eingangs zitierten Algorithmus entsteht durch wiederholte Anwendung des Goldenen Schnitts auf den Erdumfang. Die Länge des Erdumfangs ist daher das Maß zur Festlegung der tatsächlichen Entfernungen zwischen den Punkten. Demzufolge entstehen bei einem anderen zugrunde gelegten Maß andere Entfernungen. Wesentlich für die Wahrnehmung und zum Begreifen des Bildungsgesetzes sind jedoch nur die Proportionen zwischen den Entfernungen. Jo Niemeyer sagt: *Es gibt kein Maß - es kann nur die Proportion existieren.* Die Formulierung des Problems mit Hilfe des Winkels führt aus diesem Dilemma, da es nicht nur unabhängig vom Erdradius ist sondern auch von der tatsächlichen Gestalt und Form der Erde.

4. Der Goldene Winkel in der Phyllotaxis

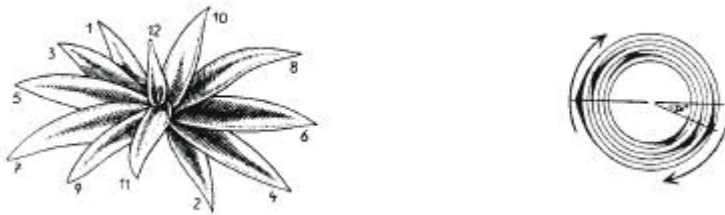
Alle Bestrebungen der Vergangenheit den Goldenen Schnitt in den Abmessungen des menschlichen Körpers, der Pflanzen und Tiere nachzuweisen, werden heute aufgrund der großen Streubreite der Meßwerte und der Unschärfe vieler Aussagen mit wissenschaftlicher Vorsicht und Skepsis behandelt. Zu den wissenschaftlich gesicherten Fällen aus der belebten Natur, bei denen der Goldene Schnitt vorkommt, gehört vor allem die *Phyllotaxis*, auf die im folgenden kurz eingegangen werden soll. Als Beispiele aus der unbelebten Natur können zum einen die quasiperiodischen Bewegungsformen mechanischer Systeme genannt werden und dabei insbesondere die Planetenbewegungen, die mit dem Goldenen Schnitt als Frequenzverhältnis die größtmögliche Stabilität gegenüber störenden Einflüssen aufweisen. Zum andern findet sich der Goldene Schnitt in den erst 1984 entdeckten Quasikristallen mit fünfzähliger Symmetrieachse (vgl. auch Richter/Scholz).

Die Phyllotaxis ist die Lehre von der Anordnung der Blätter im Pflanzenreich und liefert eindrucksvolle Beispiele für das Auftreten sowohl rationaler wie auch irrationaler Proportionen, wobei die verschiedenen Formen der Blattstellung sowohl longitudinale als auch laterale Symmetrien aufweisen. Vegetative Sprossen mit *wirteliger (quirlicher)* Blattstellung, wie wir sie beim Klee, Flieder und Tannwedel finden, sind beispielsweise dadurch charakterisiert, daß zwei oder mehr Blattorgane an einem Knoten sitzen. Die Winkel zwischen aufeinander folgenden Blättern sind daher Teiler von 360° und ausgesprochen rational.

Im Gegensatz zur wirteliger Blattstellung unterscheidet sich die schraubige (*dispergierte*) Blattstellung dadurch, daß an jedem Knoten nur ein Blatt steht. Hier sind die Blätter allseitig in schraubenförmiger Anordnung versetzt um den Stengel verteilt. Dabei schließt jedes Blatt mit dem vorausgehenden einen bestimmten, gewöhnlich konstanten, sogenannten *Divergenzwinkel* ein. Im einfachsten Fall findet man Sprossen mit *zweizeiliger (disticher)* Blattstellung, bei der die Blattorgane wechselständig entlang der Sproßachse in nur zwei einander gegenüberstehenden Längszeilen angeordnet sind. Die Divergenz nimmt bei dieser Blattstellung, wie sie zum Beispiel bei den Monocotylen auftritt, einen Winkel von 180° ein, weshalb man auch von *Orthodistichie* spricht. Die Blattfolge kann in diesem Fall mit den aufeinander folgenden Ausschlägen eines Pendels verglichen werden (Troll S.59-60).



Bei vielen zweizeilig beblätterten Monocotylen ist jedoch eine auffällige Tendenz zur Schraubung zu beobachten, die auf eine allmähliche Drehung der Pendelachse zurückzuführen ist. Die Blattanlagen am Vegetationspunkt treten hier in zwei gleichsinnig gewundenen Schraubenzeilen hervor, was auch als *Spirodistichie* bezeichnet wird (Troll S.59-60).



In der Blattstellungslehre wird üblicherweise nicht der Zahlenwert des Winkels sondern die Divergenz in Bruchteilen des Kreisumfangs angegeben. Der Zähler des Divergenzbruchs wird aus der Anzahl der Umläufe gebildet, die erforderlich sind, um auf das nächstfolgende Blatt derselben Geradzeile zu stoßen. Der Nenner gibt die Anzahl der dazwischenliegenden Blätter an.

Die empirisch ermittelten Divergenzbrüche sind gegeben durch die sogenannte *Schimper-Braunsche Hauptreihe*

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34} \quad \frac{21}{55} \quad \frac{34}{89} \quad \dots$$

Zähler und Nenner der aufeinanderfolgenden Brüche beruhen auf der Fibonacci-Folge mit den Anfangsgliedern 0 und 1, bei der sich jedes Glied aus der Summe der beiden unmittelbar vorausgehenden Zahlen ergibt:

$$0 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 5 \quad 8 \quad 13 \quad 21 \quad \dots$$

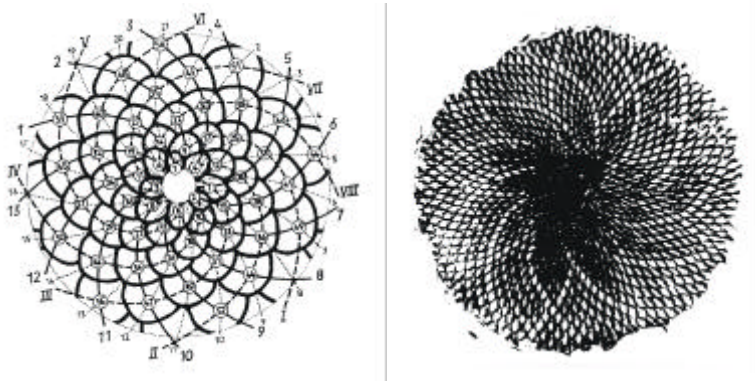
Für jeden Divergenzbruch läßt sich ein Divergenzwinkel als Produkt aus Divergenzbruch mal 360° berechnen. Dabei ist festzustellen, daß sich der Divergenzwinkel mit steigender Divergenz dem Goldenen Winkel $\approx 137,5^\circ$ annähert.

Um bei einer dispergierenden Blattstellung zwei aufeinanderfolgende Blätter miteinander zur Deckung zu bringen, muß also eine schraubige Bewegung um den Betrag des jeweiligen Divergenzwinkels ausgeführt werden. Alle Blattorgane können entsprechend ihrer Entstehungsfolge mit einer Schraubenlinie verbunden werden, wobei die Drehrichtung dieser sogenannten genetischen Spirale in den meisten Fällen zufällig ist. Die Abbildung zeigt die Laubrosette des

Weidewegerichs in der Aufsicht und das dazugehörige Grundrißdiagramm mit $3/8$ -Divergenz (Troll S.60).



Eine genauere Analyse der Winkelabstände zwischen den Blattanlagen an den Sproßachsen hat in neuerer Zeit ergeben, daß die höheren Divergenzen wie $2/5$, $3/8$, $5/13$, usw. in Wirklichkeit gar nicht vorkommen. Beispielsweise sollte bei einer $3/8$ -Divergenz das neunte Blatt über dem ersten, das zehnte über dem zweiten, usw. zu stehen kommen, so daß die Blätter acht Geradzeilen, sogenannte *Orthostichen* bilden. Alle höheren Divergenzen lassen sich vielmehr auf den Goldenen Winkel zurückführen, durch dessen Irrationalität ein neu angelegtes Blatt theoretisch niemals genau über ein bereits früher angelegtes zu stehen kommt, wodurch der Lichteinfall optimal ausgenutzt wird. Dies hat zur Folge, daß mit zunehmender Zahl der Anlagen und Umdrehungen eine Anzahl nach rechts und nach links geschwungener Schrägzeilen, sogenannter *Parastichen*, sichtbar werden. Sehr ausgeprägt und deutlich ist dies beispielsweise bei den Coniferenzapfen (vgl. linke Abb.), bei der Ananasfrucht und bei den Blütenständen der Compositen wie Sonnenblumen (vgl. rechte Abb.), Disteln, Löwenzahn, Margariten und Gänseblümchen, wo die aneinandergrenzenden Blattorgane eine breite Berührungsfläche aufweisen (Strasburger et al S.141-142).

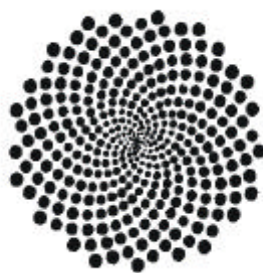


Weiterhin kann innerhalb der Entwicklung einzelner Pflanzen häufig beobachtet werden, wie verschiedene Divergenzen der Schimper-Braunschen Hauptreihe nacheinander auftreten und ineinander übergehen. Welche Divergenz letztlich beobachtet wird, ist im wesentlichen von der Art der Kontakte zwischen den jüngeren und älteren Blattanlagen abhängig, die als Funktion der Größenrelation zwischen den Blattanlagen und dem Umfang des Vegetationskegels die Anzahl der möglichen Parastichen bestimmt.

Die Strukturen der Blattanordnungen können durch computergenerierte Grafiken untersucht werden. Zur Simulation des Aufbauprinzips der schraubigen Blattstellung werden die Polarkoordinaten einer Blüte rekursiv aus denen der vorangegangenen Blüte berechnet, indem Radius und Divergenzwinkel jeweils um den gleichen Betrag zunehmen. Die folgenden drei Computer-Grafiken zeigen Blütenböden mit Divergenzwinkel von 136.5° , 137.5° , 138.0° (von links nach rechts). Dabei zeigt sich, daß nur wenn der Wert des Divergenzwinkels den des Goldenen Winkels erreicht, sowohl nach rechts als auch nach links geschwungene Parastichen auftreten (Richter/Scholz S.191).



136.5°



137.5°



138.0°

5. Makro- und Mikrokosmos

Der griechische Philosoph Protagoras aus der Schule der Sophisten bekannte sich im 5. Jahrhundert v. Chr. mit dem Grundsatz *Der Mensch ist das Maß aller Dinge* zu einem ausgesprochenen Subjektivismus und Relativismus (vgl. z.B. Geyer). Der Mensch als erkennendes Subjekt ist bestimmend für den Erkenntnisgegenstand, nicht umgekehrt. Der Erkenntnisvorgang beruht einzig und allein auf der sinnlichen Wahrnehmung. Entfernungen und Abmessungen erscheinen einem Betrachter somit als groß bzw. als klein, wenn die Abmessungen groß bzw. klein sind im Vergleich zu seinen menschlichen Maßstäben.

Die in der Umwelt auftretenden Längen in Form von Entfernungen, Abständen, Strecken, usw werden durch die Angabe von Maßeinheiten und Maßzahlen beschrieben. Geometrische Folgen eignen sich hierbei als Instrumente des Vergleichs, um Beziehungen zwischen den Längen wie auch zwischen den verschiedenen Längeneinheiten herzustellen. Naturwissenschaftler sind es gewohnt, mit auf die Maßeinheit des Meters bezogenen Zehnerpotenzen sowohl die größten als auch die kleinsten Zahlen und Größenordnungen in prägnanter Schlichtheit darzustellen.

Die Minoren-Serie, obgleich keine geometrische Folge, bietet hierzu eine Alternative. Es ist interessant, die Längenrelationen im Makro- und Mikrokosmos mittels der Maßeinheit des Erdumfangs und der Teilung im Goldenen Schnitt zu erleben. Setzt man die Minoren-Serie durch wiederholte Teilung des Erdumfangs im äußeren und inneren Goldenen Schnitt in geradliniger Weise fort, so begeben wir uns auf eine vorgestellte Exkursion in die Welten großer bzw. kleiner Größenordnungen. Im folgenden werden einige markante Stadien dieser Reise durch den Makro- und Mikrokosmos angedeutet.

Bezeichnet man den Endpunkt des Erdumfangs mit 00 (vgl. Tabelle auf Seite xx), so liefert uns Punkt 01 eine aus Erdumfang und ersten äußeren Major bestehende Gesamtstrecke von rund 100 000 Kilometer Länge, was ungefähr einem Viertel der Entfernung zwischen Erde und Mond entspricht. Mit den nächsten vier Punkten wächst die Länge der Gesamtstrecke auf ungefähr Zweidrittel, das Doppelte, das Fünffache und das Dreizehnfache des Mondabstandes von der Erde und erreicht mit Punkt 05 fast genau 5 Millionen Kilometer.

Die Punkte 08 bis 13 führen uns in die Größenordnungen unseres Sonnensystems. Die mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne beträgt rund 150 Millionen Kilometer und wird als astronomische Einheit bezeichnet. Punkt 08 entspricht mit rund 88 Millionen Kilometer Gesamtstrecke ungefähr einer halben astronomischen Einheit, was etwas kleiner ist als der Abstand der Venus von der Sonne. Der Abstand zwischen dem 8. und 9. Punkt beträgt fast genau eine astronomische Einheit. Der Punkt 09 liefert somit mit rund 1.5 astronomischen Einheiten den Abstand des Mars von der Sonne, entsprechend Punkt 11 mit 11 astronomischen Einheiten den Abstand des Saturns und Punkt 12 mit 28 astronomischen Einheiten den Abstand des Neptuns von der Sonne. Mit Punkt 13 verlassen wir bei 73 astronomischen Einheiten oder 10 Millionen Kilometern unser Sonnensystem.

Mit dem 20. Punkt haben wir auf unserer Exkursion durch das Universum eine Strecke von fast exakt einem Lichtjahr oder rund 10 Billionen Kilometer bewältigt. Ein Lichtjahr ist die Entfernung, die das Licht im Weltall in einem Jahr zurücklegt.

Bis zum 32. Punkt bewegen wir uns in den Längenmaßstäben unserer Spiralgalaxie, der Milchstraße. Beispielsweise entspricht Punkt 24 der Entfernung zum Fixstern Capella im Sternbild des Fuhrmanns, Punkt 30 mit 15 000 Lichtjahren der Dicke und Punkt 32 mit 100 000 Lichtjahren dem Durchmesser der Milchstraße.

Im nächsten Schritt verlassen wir unsere Milchstraße und gelangen mit Punkt 35 bei fast 2 Millionen Lichtjahren zur Andromedagalaxie. Mit dem 44. Punkt stoßen wir bei 10 Milliarden Lichtjahren schließlich zur fernsten Galaxie vor und haben damit die momentane Grenze des expandierenden Universums erreicht.

Wir beginnen eine Reise in den Mikrokosmos, wenn die Teilung des Erdumfangs im inneren Goldenen Schnitt über die Punkte -20 bis -24 der Minoren-Serie hinaus rückwärts fortgesetzt wird. Diese Punkte sind als Folge fünf kleiner schwarzer Kreise eingangs auf Seite dargestellt. Punkt -23, der zweite Kreis von links, ist rund 10 Millimeter von dem linken, nicht eingezeichneten Ende des Erdumfangs entfernt, das gleichzeitig den Startpunkt der Serie darstellt. Der ganz linke Punkt -24 entspricht einem Abstand von rund 4 Millimeter vom Ausgangspunkt. Alle weiter links liegenden Punkte sind nicht eingezeichnet, da sie aufgrund der Ausdehnung der Kreise mit Punkt -24 überlappen würden.

Die Punkte -25 bis -27 ergeben Entfernungen zwischen 1.4 und 0.2 Millimeter, die beispielsweise mit der Größe eines Einzellers oder eines Salzkörnchens vergleichbar und für uns ohne Hilfsmittel gerade noch sichtbar sind. Zum Erkennen der Entfernungen der nächsten Schritte benötigen wir jedoch eine Lupe oder ein Mikroskop. Die Punkte -28 bis -31 entsprechen mit Abständen zwischen 80 und 4 Mikrometer einer Größenordnung, in der sich die meisten Zellen befinden. Zum Beispiel besitzen die roten und weißen Blutkörperchen, aber auch die meisten Zellen einen Durchmesser von 5 bis 10 Mikrometer. Bei menschlichen oder tierischen Zellen enthält der Kern die Erbsubstanz DNS, dessen mehrere Mikrometer langen Fadenmoleküle sich in kompakt aufgespuler Form in den Chromosomen befinden.

Mit dem 38. bis 42. Schritt in den Mikrokosmos erreichen wir bei rund 50 bis 1 Angström Größenordnungen atomaren Ausmaßes. Beispielsweise besitzt das kleinste Atom, das Wasserstoffatom im Grundzustand, einen Durchmesser von rund 1 Angström, was einer Entfernung von 10 Millionstel Millimeter entspricht.

Der Bereich der Punkte -52 bis -54 kennzeichnet mit 7 bis 1 Hunderttausendstel Angström den Durchmesser der Atomkerne. Der Durchmesser des Atomkerns des Wasserstoffs, aber auch der Kernbausteine Proton und Neutron, beträgt ziemlich genau 1 Billionstel Millimeter.

Mit dem 60. Schritt dringen wir schließlich zu den Teilchen vor, die derzeit als die elementarsten und kleinsten Elemente beim Aufbau der Materie gelten, den Leptonen und den Quarks. Es existieren drei Familien der Leptonen, bestehend aus Elektron, Myon und Tau und drei Neutrinos, sowie drei Familien der Quarks, die mit up-down, charm-strange, bottom-top bezeichnet werden. Für die Radien dieser Teilchen wurde experimentell als obere Grenze 1 Billiardstel Millimeter ermittelt. Beispielsweise findet man im Innern von Protonen und Neutronen drei Quarks, die durch die Feldquanten der starken Kraft, auch Gluonen genannt, gebunden werden (Schopper).

Beim Studium des Aufbaus der Materie fand man konsekutiv immer kleinere Bausteine. Hier stellt sich unmittelbar die Frage, ob Materie immer weiter unterteilt werden kann oder ob es eine prinzipielle Grenze gibt. Denn finden wir letzte

Bausteine mit endlicher Ausdehnung, dann ist auch zu erwarten, daß diese weiter geteilt werden können. Die experimentelle Evidenz erteilt jedoch dem naiven materialistischen Teilchenbild eine Absage. Zum Beispiel ist es bisher nicht gelungen ist, Quarks als freie Teilchen zu erzeugen. Quarks müssen vielmehr als eine besondere Anregung eines fundamentalen Kraftfeldes, als ein komplexer Zustand angesehen werden, so daß auch keine exakte Angaben über Längenausdehnungen gemacht werden können.

6. Beginn der Durchführung und Ausblick

Die konkreten Vorbereitungsarbeiten zum Aufstellen der ersten Stangen begannen im Februar 1991. Auf der Suche nach einem geeigneten Standort fiel nach Besprechungen mit dem Bürgermeister der Gemeinde Feldberg und dem Naturschutzbeauftragten unsere Wahl auf den 1493 Meter hohen Feldberg im Schwarzwald. Jo Niemeyer und seine Frau Tuula erstellten mehrere fünfmeter lange Holzstangen mit quadratischem Profil, deren Längen im Goldenen Schnitt geteilt und die auftretenden Flächen wechselseitig schwarz-weiß eingefärbt wurden. Im März stellte die Gemeinde ein Raupenfahrzeug zum Transport des Helferteams, der Stangen und der Vermessungsgeräte auf den zu dieser Zeit teilweise noch schneebedeckten Feldberggipfel zur Verfügung. An vier aufeinander folgenden Tagen wurden die ersten acht Stangen sowie der Startpunkt (Stange 20) der Serie in verschiedenen Richtungen aufgestellt und photographisch und durch Videoaufzeichnungen festgehalten.

Die vorangehenden Betrachtungen haben gezeigt, daß sich der Goldene Winkel und die auf ihn basierende Minoren-Serie als grundlegendes Prinzip im spiralischen Aufbau der Blatt- und Blütenstellungen findet. Der Goldene Schnitt hat in vielen Kulturen, vor allem der westlichen Welt, als harmonische Proportion den Sinn des Menschen für Ästhetik entscheidend beeinflußt und geprägt. Es liegt daher nahe, dieses Prinzip in einem interkulturellen und interdisziplinären Land-Art Projekt den modernen Menschen erfahren, erleben und begreifen zu lassen. In einem Zeitalter, in dem das Interesse der Menschheit aufgrund der Sorge um den Erhalt der Umwelt und der Lebensbedingungen auf die gesamte Erde gerichtet ist und in dem es nicht zuletzt durch die Technik möglich gemacht wurde, auch die größten Entfernungen auf der Erde immer leichter und komfortabler zu überwinden, erscheint der Erdball als das geeignete Objekt zur Realisation dieser Idee. Wir meinen, damit einen guten Anfang gemacht zu haben.

Literatur

- Beutelspacher A / Petri B, Der Goldene Schnitt, Zürich 1989
Geyer C-F, Einführung in die Philosophie der Antike, Darmstadt 1978
Grevsmühl U, Mathematics and Modern Art: Measures and Measurements, Mathematics Teaching 125, 38-45, 1988. Der Beitrag erschien als Teil einer Reihe zum Thema Mathematics and Modern Art in Mathematics Teaching 118, 1987 und 122-128, 1988-1989
Hagenmaier O, Der Goldene Schnitt, München 1977
Richter P H / Scholz H-J, Der Goldene Schnitt in der Natur - Harmonische Proportionen und die Evolution, in: Küppers B-O (Hrsg.), Ordnung aus dem Chaos, München 1987
Schopper H, Auf der Suche nach den Grundelementen der Materie, Phys. Bl. 44 (1988) Nr. 8, 319-324
Strasburger E / Noll F / Schenck H / Schimper A F W (Begr.), Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, Stuttgart 1983
Troll W, Allgemeine Botanik, Stuttgart 1959



Gebiet der Installationspunkte
1 und 7 bis 10.

Feldberg/Schwarzwald, Position
47°52'20"N 8°00'17"

Die Punkte 2 bis 6 lassen sich maß-
stäblich hier nicht darstellen.

(Luftbild 1:10000 Nr.8114 Flug 110/91
vom 31.8.91 vom Landesvermessungs-
amt Baden-Württemberg)





Biographie

Jo Niemeyer - 1946 in Alf geboren; 1961 Ausbildung im graphischen Beruf; 1966 Studium (visuelle Gestaltung und Architektur) am Institut für Industrielles Design »«Ateneum»« in Helsinki. 1975 erste Arbeiten im Bereich Industriedesign, Grafik, Architektur und Innenraumgestaltung. Einzel- und Gruppenausstellungen in Skandinavien, Italien, Schweiz, Israel, Frankreich, USA, Japan, Argentinien etc.

1979 Forschungsprojekt »Proportionen - unsere Umwelt«
 1983-86 Lehrtätigkeit an der Finnischen Kunstakademie in Helsinki

Arbeiten in privaten und öffentlichen Sammlungen des In- und Auslandes, u. a. Sammlung der Stadt Jyväskylä/Finnland; Die Neue Sammlung, Staatliches Museum für angewandte Kunst, München; Universität von Tel Aviv, Pecs/Ungarn; Sammlung des Museums für Konkrete Kunst, Ingolstadt; Stiftung für konkrete Kunst in Reutlingen

Auszeichnungen und Preise für Design- und Architekturprojekte, u. a. Bronzemedaille 1985 und 1986 für Graphik-Kalender,

1991 Silbermedaille sowie 1992 Goldmedaille in Tokyo und Osaka

Wichtigste Ausstellungen (Auszug):

1980 Galerie von Bartha, Basel; Galerie Bossin, Berlin

1981 Kunsthalle Waaghaus, Winterthur/Schweiz

1982 Museum Villa Malpensata Lugano/Schweiz

1983 Galerie Artek Helsinki

1984 Alvar Aalto Museum, Jyväskylä/Finnland

1985 Galerie Langhoff, Kolding/Dänemark

1986 Wilhelm-Hack-Museum, Ludwigshafen/BRD »Von Zwei Quadraten«

1987 dito »Mathematik in der Kunst«; Galerie St. Olof, Norrköping/Schweden

1988 »Null-Dimension« in Wroclaw/Polen

1989 »arte sistematico y constructivo actual« in Madrid/

Spanien; Alvar Aalto Museum, Jyväskylä und Ålands Konstmuseum/Finnland und

1990 im Kunsthaus Hamburg »vertikal - diagonal - horizontal«

1991 Stadt. Museum Göttingen/BRD

1992 Galerie Pohlhammer, Steyerl(tm)sterreich; World Trade Center, Dubai/U.A.E. etc.

Kunst am Bau und Architekturprojekte: Wandgestaltung im Schulungszentrum der Deutschen Lufthansa AG; Großplastik »Utsjoki« im Betriebsgelände der Firma Bosch, Reutlingen; Zelt-dach-Konstruktion in Dietikon/Schweiz;

Design: 1981 »Modul 618«; 1984 Beleuchtungskörper »Tubo«

1986 »Porsche 936«

1976 Film: Gottfried Sello: »Künstler Heute«, Hessischer Rundfunk

Bibliographie (Auszug): Hermann Pfeiffer »Modul und Design«

in Graphik 10/1983; Jim Wichmann »JO Niemeyer« in arkkitehti

3/1983; Petrad Bosetti »Entdeckt« in Art 4/81; Markku Valkonen

»Harmonian arkkitehti« HS 3/83; Dietmar Guderian »«Mathema-

tik in der Kunst der letzten dreißig Jahre« 1987; Andrea Edel

»Proportion und Weltansicht« Das Kunstwerk 5/88

Biographie

Dr. Ulrich Grevsmühl

Studium der Physik an den Universitäten Stuttgart und Liverpool/UK

Verleihung des Florey European Studentship durch das Queen's College, Oxford/UK

Promotion in Theoretischer Physik und pädagogisches Zweitstudium an der Universität Oxford/UK

behtätigkeit als Gymnasiallehrer

Hochschullehrer im Fach Mathematik an der Pädagogischen Hochschule Freiburg

Breites Spektrum an Forschungsaktivitäten mit zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen in Atomphysik, angewandter Mathematik, Didaktik der Mathematik und Psychologie des Mathematiklernens

Besondere Forschungsinteressen an interdisziplinären Problemstellungen, insbesondere an Formen und Mechanismen der Kommunikation und der Visualisierung im fächerverbindenden Unterricht

Ausstellungen und Workshops zum Thema Mathematik und moderne Kunst

Dank

Mein Dank gilt in erster Linie Jo und Tuula Niemeyer für Anregungen und Vorschläge im Rahmen der Diskussion und Realisierung des Projekts.

Fachkundige Hinweise erhielt ich auch von dem Biologen Eberhard Braun und dem Geographen Herbert Wetzler, beide Kollegen des Autors an der Pädagogischen Hochschule Freiburg.

Eine besondere Anerkennung an der Arbeit Jo Niemeyers kommt in dem Beitrag des bekannten Kunsthistorikers Eugen Gomringer zum Ausdruck, dessen Würdigung dem Projekt einen richtungsweisenden Platz innerhalb der Konkreten Kunst einräumt.

Die zeitlich begrenzte Aufstellung der ersten acht Stangen ermöglichte die Gemeinde Feldberg im Hochschwarzwald mit besonderem Engagement durch Bürgermeister Dieter Kainz.

Meiner Frau Jacqueline danke ich für die Verbesserungsvorschläge bei der Durchsicht des Manuskripts.

Ulrich Grevsmühl

20 Steps around the globe...



Land-Art Project by Jo Niemeyer



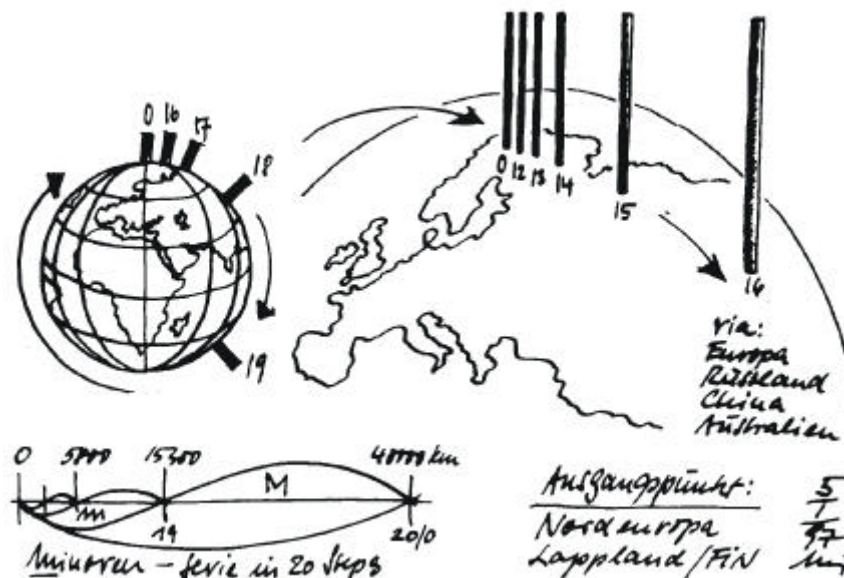
20 steps around the globe... <i>(synopsis/ short summary)</i>	4
The Earth - a work of art <i>By Ulrich Grevsmühl</i>	9
Concrete Art develops beyond its boundaries <i>By Eugen Gomringer</i>	13
20 points – 20 steps: a journey around the world <i>written by Ulrich Grevsmühl</i>	15
1. <i>In 20 steps around the earth</i>	15
2. <i>Basis of the project: the golden section</i>	17
3. <i>Golden angle and geodetic calculations</i>	20
4. <i>The golden angle in phyllotaxis</i>	22
5. <i>Macro and micro cosmos</i>	26
6. <i>Getting started and outlook</i>	29
 <i>Literature References</i>	12
	30
 <i>Photographs</i>	30

20 steps around the globe... *(synopsis/ short summary)*

A Land-Art Project in form of an installation of 20 elements (Steel columns) around the globe. At precisely calculated locations in different countries and continents. On a route of the earth's circumference, which is systematically and exactly divided and proportioned in 20 steps according to the »Golden Section«, a geometry of art and life. Space and time are essential components of this project and are activated in the visual event by the location and movement of the spectator.



The Concept: Above are printed five dots. The distance from the first to the second dot is exactly 0,974... cm. The series is growing up in a logarithmic, mathematical progression. Each point is related to one another. Keeping this scale constant and **in the same size** - in only further 20 steps (twenty!), this series reaches a distance of exactly 40009,152 km and takes us once around the earth, in order to return to the starting point.



The »Golden Section« is the key of this project.

A mathematical formula ($\frac{1}{2}\sqrt{5}-1 = 0,6180339\dots$), known to man as the essence of harmony and beauty and as a measure for harmonically proportions in art and nature not only since the great classical periods in Egypt or Greece.



Temple of Poseidon
Harmonic proportions

A Mythological Journey on searching for alternative forms of visualisation that is both, a rediscovery and an interdisciplinary, intercultural expedition into the secrets of an universal order, and how it impact us from every facet of art, philosophy, science and nature, behaviourism, evolution and live - to our planet itself - of which we are a part...

The Route: Starting point is in Ropinsalmi in Finnish Lapland on the border to Sweden and north of the Arctic Circle (the first column does not only pierces the earth at this point, but the cell of life or for instance the smallest atom in it's ground state which can be divided further - micro cosmos). The route continues further in an angle of 74.54° in north-easterly direction with 10 steps, which man could see with his naked eyes and possibly point 11. Point 12 is situated on the Finnish side. Point 13 and 14 in the Kautokeino District of Lapland/ Norway. Point 15 is located in Russia, near Pitkajarvi on the Mountain Shuort. Point 16 reaches The Barents Sea. Point 17 the area Southwest of the town Noryj Urengoj/ Siberia/Russia. Point 18 Baotou/Inner-Mongolia/ China, very close to the Great Wall. Point 19 reaches the southern part of Australia, 60 km south of Melbourne. Further over the Antarctica, where the first and the last steps fuse, (birth and death become one), over South-America and lastly over Sweden back to the starting point 20 in Ropinsalmi in Finland. The journey is complete. (A indication of a limitless universe - Macrocosms)

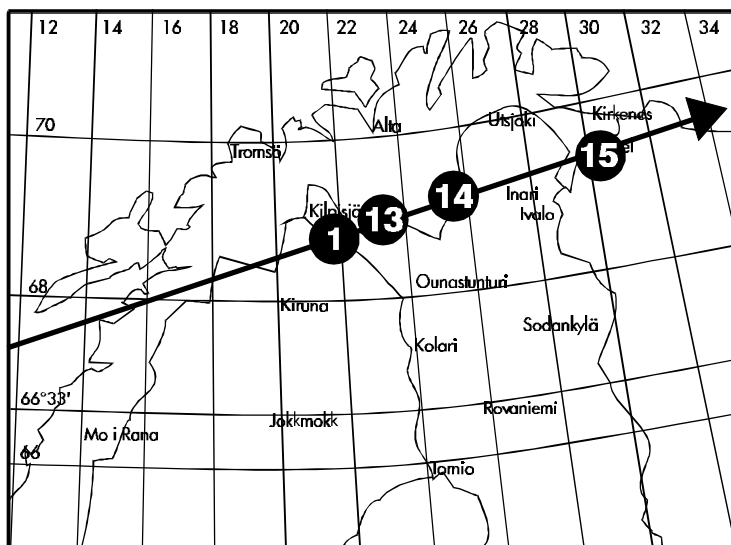


Via Asia - Australia - Antarctica - Southamerica - Europe

Positions

1-12	Ropinsalmi Lapland	Finland	0-18 km
13	Kautokeino District	Norway	47 km
14	Anarjokka	Norway	124 km
15	Pitkajarvi/Nickel	Russia	325 km
16	The Barents Sea	Int. Water	851 km
17	Noryj Urengoj Siberia	Russia	2.229 km
18	Baotou Inner/Mongolia	China	5.837 km
19	Westernport Bay	Australia	15.282 km





Positions in Northern Europe

Data calculation

Dataname:	Route Europe-Asia-Australia
Starting point:	Ropinsalmi/Finland
Latitude:	68° 40' 0.00" N
Longitude:	21° 36' 0.00" E
Angle:	74.54°
Direction:	Melbourne/Australia
Latitude:	38° 15' 0.00" S
Longitude:	145° 18' 0.00" E
Dist. Direction:	15267.242 km

Point	Latitude	Longitude	Region of position	Distance
1	68° 40' 0.00" N	21° 36' 0.04" E	Ropinsalmi/FIN	0,458m
2	68° 40' 0.01" N	21° 36' 0.10" E	Lapland/FIN	1,198m
3	68° 40' 0.03" N	21° 36' 0.27" E	Lapland/FIN	3,137m
4	68° 40' 0.07" N	21° 36' 0.70" E	Lapland/FIN	8,214m
5	68° 40' 0.19" N	21° 36' 1.85" E	Lapland/FIN	21,505m
6	68° 40' 0.49" N	21° 36' 4.83" E	Lapland/FIN	56,300m
7	68° 40' 1.27" N	21° 36' 12.65" E	Lapland/FIN	147,397m
8	68° 40' 3.33" N	21° 36' 33.12" E	Lapland/FIN	385,883m
9	68° 40' 8.71" N	21° 37' 26.71" E	Lapland/FIN	1010,256m
10	68° 40' 22.79" N	21° 39' 47.05" E	Lapland/FIN	2644,883m
11	68° 40' 59.49" N	21° 45' 54.70" E	Lapland/FIN	6924,395m
12	68° 42' 34.50" N	22° 1' 58.79" E	Lapland/FIN	18128,301m
13	68° 46' 36.01" N	22° 44' 13.47" E	Kautoke/NOR	47460,508m
14	68° 56' 17.96" N	24° 35' 58.95" E	Kautoke/NOR	124253,22m
15	69° 15' 46.59" N	29° 35' 24.03" E	Pitkajar/RUS	325299,16m
16	69° 24' 17.38" N	43° 1' 49.86" E	Barent Sea/INT	851644,26m
17	65° 15' 36.20" N	73° 47' 21.79" E	Noryj Ur/RUS	2229633,6m
18	40° 4' 2.76" N	109° 46' 37.80" E	Baotou/CHINA	5837256,6m
19	38° 24' 54.50" S	145° 24' 18.71" E	Wilson/AUS	15282136,0m
20	68° 40' 0.00" N	21° 36' 0.00" E	Ropinsalmi/FIN	40009152,0m

Computer Program by Jörg Pfeiffer



The first steps...
Ropinsalmi/Lapland/Finland
Position 68°40'06"N 21°36'21"E



Point 19
Australia 38°24'54"S 145°24'18"E

The Earth - a work of art

By Ulrich Grevsmühl

Land-art, environmental-art and earth-art are notions that characterize a new direction in the phenomena of fine arts in the last third of the 20th century. Searching for alternative forms of visualisation this direction in art has involved the land, the landscape or even the whole earth where land is seen in the sense of the original and untouched nature. It is art that, freed from the disturbing influences of civilisation, leads the spectator in the solitude of nature to unexpected experiences and long forgotten mysteries.

Land-art is rare on the European continent. Most works have been created by English, American or Australian artists and can be found in the vastness of North America and Australia, in remote regions of Ireland or the British Isles. The American 'parceling-up' artist Christo, for instance, organised a project called *The umbrellas* in autumn 1991. 1340 yellow umbrellas were put up in a dried-out valley near Bakersfield in California and 1340 blue umbrellas in the rice fields of Ibaraki not far from Tokyo in order to throw a symbolic bridge across the Pacific and to draw attention to the different cultures. Walter de Maria installed his *Lightningfield* in the desert of New Mexico to allow the spectator to experience lightning in nature. The Englishman Richard Long went on circular, spiral and rectilinear walks and laid basic forms like rings, circles and straight lines out of wood, stone and plants in Dartmoor England, in the Scottish Highlands, in the Bolivian High Plane, in Alaska and in many other remote places of the earth. These regions provide of course the conditions for such works but more decisive for their creation is the artistic impetus which sets these artists on their way to the most distant places in order to create such works.

Apart from man landscape is actually one of the oldest themes in fine arts. Formal references of today's land-art can therefore be traced back to the landscape studies of the Romantics, a renowned example of which is Caspar David Friedrich. Until the end of the 19th century the landscapes were mainly painted in the studio and by memory. A fundamental change in attitude towards nature took place with William Turner. Turner consciously exposed himself to the elements of nature, enabling him to receive his impressions from first hand. He for the first time understood landscape, nature and weather as the dynamics of a happening which had to be brought closer to the spectator. The subsequent times, especially Impressionism, carried this change in atti-

tude further in many ways. Land-art is the consequent continuation of this change in attitude. It abandons the trinity of painting, graphics and sculptures, which has been valid since olden times, and emphasizes the event in landscape and nature by involving the spectator physically in the happening, thus leading him to a direct and immediate visualisation.

In the land-art project *20 points - 20 steps* by Jo Niemeyer the harmonious division of a line segment, which is based on the golden section, is applied to the circumference of the earth and repeated with each newly formed minor. The division points are then marked by rods on the earth surface. The procedure of division leads to a series of rods with increasing distances which span the whole globe and invite the spectator to a journey around the world.

Journeys of this kind are, at least in the imagination, nothing new in art or science. Scientists are used to expressing very large numbers as well as very small ones in short terms with the help of the notation of powers of ten. Philip and Phylis Morrison have shown this in their impressive book *Powers of ten: dimensions between quarks and galaxies* by a visual journey through micro and macro cosmos. Many artists have also dealt with the problem of visualisation of geometrical sequences and series. Rune Miels, for example, took up the *Legend of the grains of wheat on the chess board*. On the first square one grain is placed, on the second two grains, on the third four grains, and so on. On every field double the amount of grains as on the preceding one. In order to visualise the resulting sequence of powers of two from 0 to 63 and make it understandable, the problem was reduced to two dimensions where each grain was represented by a tiny quadratic area. The visualisation of the problem of doubling is carried out first on paper, then on the ground-plan of the cathedral of Cologne, then the plan of the city of Cologne and finally on the map of Europe. Analogies to the points and rods of Niemeyer's project become obvious and although Miels' sequence ends with the 64th field where the whole of Europe is covered with grains, one could ask how many grains of wheat would be necessary to cover the total surface of the earth.

The two examples are only journeys in the head of the spectator and therefore hypothetical. In contrast to this Jo Niemeyer's journey around the earth is real and can actually be carried out. By application of a systematic-constructive procedure based on the golden section and employing the circumference of the earth as a unit of length, Niemeyer bridges the gap between the geometry of the

Greeks to the land-art of our days. In particular, the measuring of the whole earth is probably the most consequent continuation of this art in direction towards a total visualisation.

The author has shown in his proceeding article that the underlying principle of the project *20 points - 20 steps* is the golden angle, that is the division of the angles of the full circle by means of the golden section, and not the harmonious division of the circumference of the earth itself. This insight leads to the spiral principle of arrangement of leaves in botany which is described as phyllotaxis. The helicoid arrangement of leaves in the plant world is quite common and has inspired many artists. The Dutch artist Sjoerd Buisman, for example, has extensively used this principle in many of his sculptures and drawings which brings to light many of its hidden features. Although his works are mostly based on a fundamental principle which is found in living nature, the complementary character to Niemeyer's geographical land-art project is apparent as the same mathematical concept is underlying to both works.

Land-art is really physical. Space and time are essential components of the work and are activated in the visual event by the location and movement of the spectator. The place of the installation or the happening, its geographical position, its topography, its geological and botanic conditions all contribute to the visual impression of the work in the same decisive way as the point of time, the time interval of the happening as well as the light and weather conditions. The visual perception of the minors series in Niemeyer's project as a sequence of black dots on paper is totally different to the impression of the same mathematical sequence, represented by a line of rods in nature. Instant location and speed of the spectator are crucial to the visual impression of the rods, of the distances between them and the ratios of those distances.

On the one hand the rods can be perceived as single physical objects, the occurring areas of which are coloured alternately black and white and produce different optical impressions as, for example, the apparent displacement of parts of the rod on the boarder between the black and white areas. On the other hand the rods can be seen as elements belonging to the same linear arrangement where the actual distances between them as well as the ratios of those distances are perceived. It is interesting for the spectator to notice the apparently changing distances between the rods depending on the position of the spectator. Only when the spectator is far away from the line of rods and orthogonal to it, about the same mathematical proportions are experi-

enced as on paper. However, the spectator will perceive distances of nearly the same lengths between those rods which are placed further away if he or she is situated near the starting point of the series and looks in the direction of propagation of the series.

Land-art is as transitory as nature itself. The rods in Jo Niemeyer's project stood in the initial phase for just four days, Christo's umbrellas for three weeks. The circles and rings out of wood or stone which Richard Long laid will stay until weather and vegetation have made them unrecognizable and will in fact leave behind only passing traces. But transiency is not an expression of value. Rather the works resemble the human existence and become so to speak more human. Consequently, transiency becomes an expression for uniqueness.

References

- Sjoerd Buisman, Kunstvereniging Diepenheim, Diepenheim 1990
-, recente beelden en tekeningen, Museum Waterland, Purmerend 1991
Fuchs R H. Richard Long, London/New York 1986
Kipphoff P, Zwischen Himmel und Erde: Der Weg der Landschaftskunst vom Abbild zur Gestaltung der Natur, DIE ZEIT, 26.9.1991, 65-66
Miels R, 2⁶⁴-1: Die Schachlegende vom Weizenkorn, Köln 1980
Morrison P/ Morrison P/ Studio von C und R Eames, ZEHN^{HOCH}: Dimensionen zwischen Quarks und Galaxien, Heidelberg 1984

Concrete Art develops beyond its boundaries

By Eugen Gomringer

From the beginning Concrete Art has seen itself as universal in a double sense: as being entire as well as embracing the whole world. And it was always intended that in the latter sense the universal self-understanding was not only to be taken place by world-wide organised individual manifestations but by performing actual universal formations. There is an increase of signs showing that the latest phase of this century art is on its way: it is not only developing within and theoretically beyond itself but in a comprehensive sense as well, making visible signs. Belonging to this are works like the ones of Hartmut Böhm whose Progressions via infinity consist of two parts: the visible real signs and the far bigger part of imaginative projections. Belonging to this are the sculptures of Helmut Bruch, formed by the Fibonacci-Series, which one has to imagine that they continue far into space. Belonging to this as well are the new media, the constructive character of which is at least not unfamiliar to Concrete Art.

However, there has not been a project before like the 20 steps by Jo Niemeyer which has demonstrated so convincingly the possibilities of Concrete Art to form world-wide, visible actualities. The project is undoubtedly in its nucleus stage, but its materialisation is surely more a question of time than one of technical feasibility. For in Niemeyer's project the elegance of simplicity takes its part and which can only be found in the free play of Concrete Art. The project, scientifically realised by Ulrich Grevsmühl, inspires by its simplicity and magnitude - the magnitude of the earth-embracing vision but also the inner vision which no doubt proceeds the outer one. One needs to take a far and deep breath - and perhaps the belief of Columbus - to acquire afresh the shape and form of the earth, starting from a piece of paper by application of the Golden Section. On the other hand, for the first time and with its classical means of proportion art follows a path which communication and technique have undertaken long ago. In contrast to this the also spectacular enterprises of Christo, the »parceling-up« artist, have the effect of only punctual manifestations. The 20 steps around the earth, undertaken by the proportional extensions of the golden section, are only an aesthetic enterprise but point more to nature and evolution.

Particularly in this point Jo Niemeyer works in an order of magnitude which the pioneers of Concrete Art, above all Kandinsky, had in mind and which they, however, could not develop to the end in their times but had to leave its realisa-

tion to the art of engineering. Furthermore, Niemeyer proves that the voices of doom over many years which predicted time and again the end of Concrete Art and of Constructivism could only spring from the unjudiciousness of superficial spectators which orientated themselves more on innovations of exhibitions rather than on fundamental but hidden lines of development. The other question, however, is the one of shift in centres of gravity of such lines of development. Not every concrete artist can succeed in directing his view from his work in the studio via his town, his country and around the earth. An artist like Niemeyer who is attracted to nature, in particular to Finish nature, is to place here a landmark just at the right moment which is an important hour in the development of Concrete Art.

Is it not a task worthy of this art to remind us of proportionality in the world and on this earth?

(translated by Ulrich Grevsmühl)

**20 points – 20 steps:
a journey around the world**

written by Ulrich Grevsmühl

1. In 20 steps around the earth

Some time ago the artist and constructivist Jo Niemeyer presented me with the following consideration:

Divide the circumference of the earth by employing the golden section. Then divide the smaller one of the two line segments, which is called the minor, again by the golden section and repeat this process of division for each newly generated minor until its length is reduced to a few centimetres. Mark each of the dividing points by a rod on the earth surface or by a point on the drawing paper

By repeated application of this algorithm a series of rods are generated on the earth surface with distances becoming increasingly smaller and being finally concluded on paper by the following series of dots:



Jo Niemeyer now formulates his idea in the following way:

Look at this series of five dots. Can you imagine that - keeping the scale constant - one can go around the earth once in only 20 further steps, i.e. that one journeys a distance of about 40 000 km in order to return to the starting point?

Indeed the first rod outside of the paper is about 45 cm away from the dot depicted on the left of this page, the further ones are at about 1.2 m, 3.1 m, 8.2 m, 22 m, 56 m, 147 m, 386 m, 1 km, 3 km, 7 km, 18 km, 47 km, 124 km, 325 km, 852 km, 2 230 km, 5 837 km and 15 282 km. The 20th rod finally leads back to the starting point of the series completing the circle of about 40 000 km around the earth.

If one chooses for instance the peak of the Feldberg mountain in the southern part of the Black Forest as a starting point for the series and proceeds going around the earth in a north-easterly direction with a constant angle of 78° measured from the meridian of the Feldberg, the points of the series pass through Hinterzarten and Titisee-Neustadt in the Black Forest, the north-eastern part of the Hegau region in Southern Germany, the region east of the Lake of Constance, the the Baar region near the source of the river Danube, Oberschwaben, Bavaria, Czech, the Ukraine,

Ladakh/Kashmir and via South Australia back to the Feldberg.

The distances between the points in the series are determined by the length of the circumference of the earth and by the type of division. The series can be continued indefinitely in both directions by decreasing or increasing distances between the points, respectively. But whereas on the left the series is limited by the fact that the points converge towards the starting point of the series, the series on the right is unlimited as the distances can grow indefinitely beyond all limits.

The sequence of distances is not based on a simple linear relationship. Looking for clues we might find that a numerical value of the series is not quite triple that of its smaller predecessor. Still this insight contributes only to a partial understanding of the number series. At a certain point the numerical values become incomprehensibly large or small. The numerical values slip our imagination and then the relationships between them have no meaning any more.

At this point the standard units in the measurement of length provides us with an important frame of experience. In the transitions from centimetre to metre and further to kilometre we retrace the dimensions of length of our world according to our experiences and by doing this we condense our imagination. We think we are able to imagine at least part of the distances but soon find that when leaving the realm of our daily world of experiences we reach the limits of our imagination. The problem as such remains incomprehensible and abstract.

Only the visual impression of the series of points on the drawing paper, the actual, concrete and physical experience of the series of rods in the landscape, the following up of the plotted points on maps and on the globe aids comprehension of the relationships within the series. I see and with amazement I comprehend.

The idea of the series of points and rods based on the golden section was for

Jo Niemeyer and myself so fascinating that a common land-art project was set up in which several aspects of the problem were investigated. In particular we dealt with the following fundamental questions:

- Forms of visualisation of various series based on the golden section as part of the land-art project. Formation of the rods by taking into account the basic laws of perception.
- Mathematical formulation of the problem, geodetic calculations and design of the computer software for the exact location of the rods.
- Selection of suitable routes around the earth by taking account of the geographical, political and cultural circumstances.
- Investigation and documentation of the connections between the mathematical problem of the series and known structures in animated and inanimated nature.

- Philosophical considerations of the circumference of the earth as an arbitrarily introduced measure and of the golden section as an instrument of measurement. Consideration of the relationships of man to the orders of magnitude of macro und micro cosmos and to proportion.

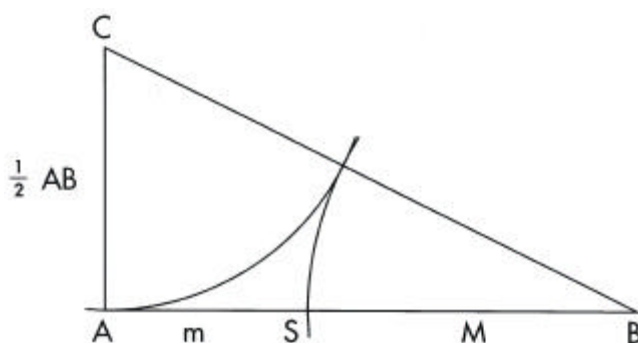
In the following chapters a short survey of the land-art project is given in which some of these points are discussed in more detail.

2. Basis of the project: the golden section

The golden section is known to man as the essence of harmony and beauty and as a measure for harmonic proportions in nature and art since the antiquity. Fundamental to this is the fact that the research of the relationships between measurements in systems in living and dead nature as well as the study of the laws of structure in music, painting, sculpture and architecture has lead to the insight that the structures of systems are based on rational and irrational number proportions.

One of the earliest and at the same time most impressive examples of the connection between order and beauty may be found in the rational number proportions of the harmonies in music which are thought to have been discovered by the Greek school of Pythagoreans. When analysing the proportions of lengths of oscillating chords these researchers found that the sound intervals are generated by simple proportions based on whole numbers. Studying the pentagram, which is a regular star-pentagon, they finally discovered the proportions of harmonious division, but the notation *golden section* was not used until the 19th century (see e.g. Hagenmaier).

The golden section is a special relationship between measures which is based on a double proportion. A line segment is divided according to the golden section when the whole length is related to the larger part as the larger part to the smaller one.

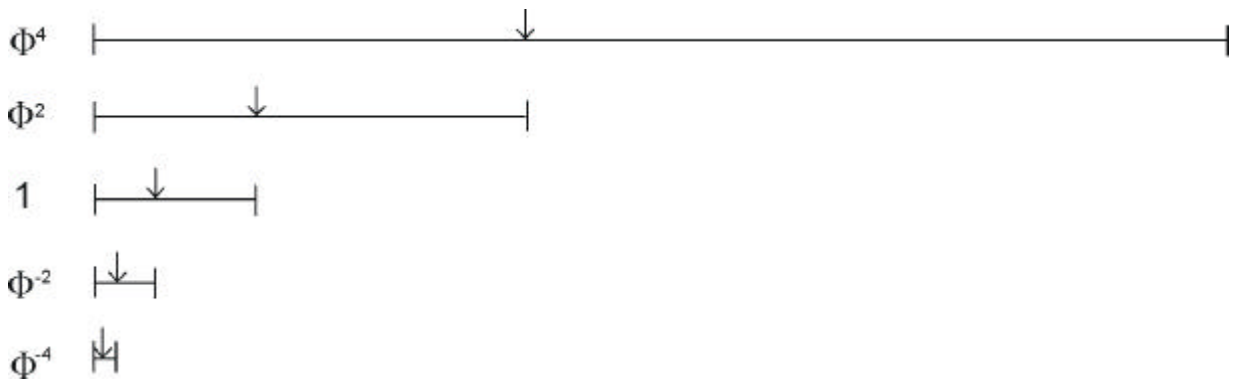


One says that a line segment AB has been divided at point S by the golden section. The ratio $AB : SB$ or $SB : AS$ is called the *golden ratio*. The smaller section AS is called the *minor m*, the larger section SB the *major M*. The numerical value of the golden ratio $M : m$ is given by the irrational *golden number* $\Phi = 1.618\ 033\ 988\ \dots$

In the geometric construction of the golden section of a line segment one can by principle distinguish two approaches. The construction of the inner golden section determines the point S which subdivides a given line segment AB in the golden ratio. Vice versa, when constructing the outer golden section the minor m or the major M are given and one determines in each case the missing endpoint of the line segment AB in such a way that the point S divides the line segment AB in the golden ratio (see Beutelspacher/Petri p.20-25).

Series with infinitely many divisions are obtained when the two construction methods are repeatedly carried out. The minors series is generated by repeated application of the inner and outer golden section to each newly formed minor. Starting with a line segment AB of length 1 the inner golden section supplies the decreasing elements, the outer golden section the increasing elements of the minors sequence:

$$\dots\Phi^{-6}, \Phi^{-4}, \Phi^{-2}, 1, \Phi^2, \Phi^4, \Phi^6, \dots$$

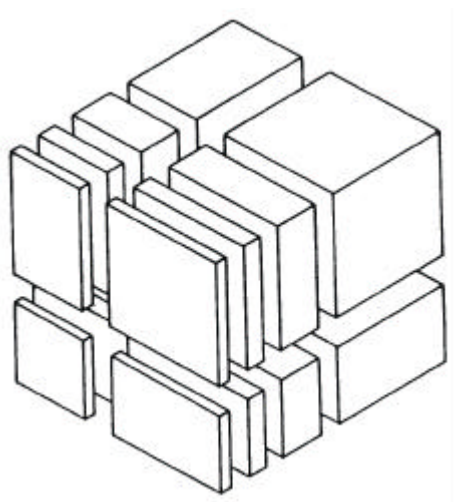


Analogously, the *majors series* is obtained by the starting element 1 and by all the majors which occur in the repeated application of the inner and outer golden section:

$$\dots\Phi^{-3}, \Phi^{-2}, \Phi^{-1}, 1, \Phi^1, \Phi^2, \Phi^3, \dots$$

One can see that the elements of the minors sequence are identical with every second element of the majors sequence.

In his work as an artist Jo Niemeyer has extensively and in various ways dealt with the golden section and the visualisation of the mathematical relationships connected with it (Grevsmühl). His object "*modulon*" is an example of this where a set of 16 building blocks based on the golden ratio is used to experience the proportional system in creative and constructive play.



"modulon" blocks of seven different »Golden Section« masses by J.N.

His works often reveal parts and applications of the majors and minors series. The different laws of formation of these sequences are mirrored in their visualisation. The majors series is a so-called Lucas series, i.e. that each element is equal to the sum of its two smaller predecessors. In other words, when the distances between neighbouring points of the majors sequence are calculated, one obtains again the same majors sequence.

When perceiving the linear sequence of points the distances between neighbouring points are grasped before relationships to other points and to the whole sequence are seen. Therefore, the visual presentation of the majors sequence provides us via the perception of neighbouring points with the individual elements of the majors series.

In the case of the minors sequence such a connection does not exist. It was said that the elements of the minors sequence are identical to every second element of the majors sequence. All remaining elements of the majors sequence are obtained from the distances of neighbouring

points which can be calculated as the differences of proceeding elements of the minors sequence.

As a consequence of the principles stated above one might assume that the visual presentation of the majors series is more interesting for an observer as the law of formation of this sequence is more easily perceptible and therefore more easily to understand. Visual investigations by Jo Niemeyer have shown however that the minors series appears much more dynamic than the majors series which has its reason no doubt in the fact that the minors series does not have the calculable transparency of the major series. It is because of this reason that the minors series is being used in this land-art project.

3. Golden angle and geodetic calculations

The algorithm cited in the introduction for calculating the points of the minors series is not sufficient to carry out geodetic calculations in practice. For the mathematical formulation of the problem one has to take into account that every route around the earth is a *natural fractal*. Because of the topography the circumference of the earth increases as the scale by which we measure becomes smaller, whereas the enclosed area remains limited and finite. Whereas the objects of Euclidian geometry show the tendency of linearisation when observed more closely, objects of the so-called fractal geometry keep their roughness and structure and remain essentially unchanged when successive enlargements of sections are made.

Due to these facts the actual circumference of the earth is in principle not suitable for a mathematically exact formulation of the problem. Therefore a method independent of the circumference of the earth has to be found. The division of angles of the full circle proves to be a solution. Applying the golden section to the full circle, given in degrees as the unit of angular measurement, yields the *golden angle* $\phi = 137.507\ 764\ 050 \dots^\circ$. Repeated application of the golden section to each newly generated minor in the division process provides the increasing elements of the minors series in degrees.

As a consequence of the above considerations a computer program was developed by applying elementary relationships of spherical trigonometry where for any starting point on the earth and any direction the latitude and longitude of every point of the minors series can be calculated for distances between a few centimeters and up to a complete circling of the earth. Taking this into account we choose the routes around the earth which are the result of the so-called great circles, i.e. cuts through the centre of the earth.

Ausgangspunkt der Minoren-Serie (geograph. Breite / Länge) / starting point of minors series (latitude / longitude):							Feldberg 47° 52' 28.0920"N / 8° 0' 17.6400"E (Schwarzwald)
Richtung des Großkreises / direction of great circle:							78° S-E
Stange rod	Punkt point	Entfernungswinkel angle of distance	geograph. Breite latitude	geograph. Länge longitude	mittlere Entfernung mean distance	Region des Standorts region of position	
1	-19	0,0000041°	47°52'28.0951"N	8°00'17.6616"E	0,458 m	Feldberg (D)	
2	-18	0,0000108°	47°52'28.1001"N	8°00'17.6966"E	1,198 m	Feldberg (D)	
3	-17	0,0000282°	47°52'28.1131"N	8°00'17.7882"E	3,137 m	Feldberg (D)	
4	-16	0,0000739°	47°52'28.1473"N	8°00'18.0280"E	8,214 m	Feldberg (D)	
5	-15	0,0001935°	47°52'28.2368"N	8°00'18.6558"E	21,505 m	Feldberg (D)	
6	-14	0,0005066°	47°52'28.4712"N	8°00'20.2994"E	56,300 m	Feldberg (D)	
7	-13	0,0013262°	47°52'29.0846"N	8°00'24.6025"E	147,394 m	Feldberg (D)	
8	-12	0,0034722°	47°52'30.6904"N	8°00'35.8683"E	385,883 m	Feldberg (D)	
9	-11	0,0090902°	47°52'34.8931"N	8°01'05.3634"E	1 010,256 m	Feldberg (D)	
10	-10	0,0237985°	47°52'45.8859"N	8°02'22.5890"E	2 644,883 m	Feldberg (D)	
11	-09	0,0623053°	47°53'14.5973"N	8°05'44.8111"E	6 924,395 m	Hinterzarten (D)	
12	-08	0,1631174°	47°54'29.2974"N	8°14'34.5295"E	18 128,301 m	Titisee-Neustadt (D)	
13	-07	0,4270469°	47°57'41.6546"N	8°37'43.3455"E	47 460,508 m	Donauschingen (D)	
14	-06	1,1180232°	48°05'43.1357"N	9°38'32.6170"E	124 253,22 m	Oberschwaben (D)	
15	-05	2,9270228°	48°24'10.1391"N	12°19'10.7662"E	325 299,16 m	östlich von München (D)	
16	-04	7,6630451°	48°54'27.1028"N	19°27'03.3436"E	851 644,26 m	Niedere Tatra (CS)	
17	-03	20,0621124°	48°07'02.1088"N	38°10'38.2996"E	2 229 633,6 m	Donezk/Ukraine (GUS)	
18	-02	52,5232922°	34°11'24.0728"N	77°47'46.9202"E	5 837 256,6 m	Leh/Ladakh/Kaschmir (IND)	
19	-01	137,5077641°	26°54'58.3258"N	140°11'16.9155"E	15 282 136 m	Großes Art. Becken (AUS)	
20	00	360,0000000°	47°52'28.0920"N	8°00'17.6400"E	40 009 152 m	Feldberg (D)	

table A

From the theoretically infinite numbers of routes only the ones where the positions of all the rods are situated on land are interesting for further pursuit. If one chooses the peak of the Feldberg mountain as a starting point and a cut of 78° in north-easterly direction, the series of points are generated which follow the route described above.

The calculations of the positions of the points provide exact values for latitudes and longitudes. However, one has to take into account that the values for the distances are only approximations as they are based on an idealised sphere of the earth with a mean value for the earth radius. Furthermore, as a result of the projection used for the map of the world the points of the series do not appear in a straight line.



Map B

The series of points considered in the algorithm quoted in the introduction is generated by repeated application of the golden section to the circumference of the earth. The length of the circumference of the earth is therefore the measure for determining the actual distances between the points. Consequently, by using a different measure other distances would be generated. However, only the proportions between the distances are essential for the perception and the understanding of the laws of formation. Jo Niemeyer says: *There is no measure - only the proportion exists.* Formulating the problem with the help of the angle leads out of this dilemma as it is not only independent of the radius of the earth but also of the actual shape and form of the earth.

4. The golden angle in phyllotaxis

All efforts of the past to trace the golden section in the measurements of human bodies, of plants and animals are considered today with scientific caution and scepticism. One of the few scientifically proven cases where the golden section occurs in living nature is *phyllotaxis* which shall briefly be outlined in this chapter. In dead nature examples include on the one

hand the quasi-periodical movements of mechanical systems like the movements of the planets which with the golden section as the proportions of frequencies

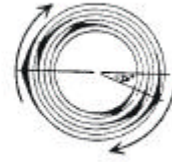
show the possibly biggest stability against perturbations. Another example for the golden section is found in quasi-crystals with a five-fold symmetry axis which were first discovered in 1984 (see Richter/Scholz).

Phyllotaxis is the teaching of the arrangement of leaves in the plant kingdom and provides impressive examples for the occurrence of rational as well as irrational proportions where the different forms of positioning the leaves have longitudinal and lateral symmetries. Vegetative shoots with *whorled (verticillated)* positions of the leaves as found in clover, lilac and the frond of the fir-tree, are for instance characterised by two or more leaves situated on one node. The angle between two successive leaves are therefore factors of 360° and truly rational.

In contrast to the whorled arrangement of leaves the *helicoid* arrangement differs in such a way that each node carries only one leaf. Here the leaves are all distributed in helicoid arrangement around the stem. Between each leaf and its predecessor there is a certain, usually constant angle which is known as the *angle of divergence*. In the simplest case one finds shoots with a *distichous* arrangement of leaves where the leaves are arranged alternatively alongside the shoot axis in only two lines facing each other. For this arrangement of leaves the divergence takes an angle of 180° , as it occurs for instance in the monocots, and is therefore called *orthodistichy*. In this case the leaf succession can be compared with the successive deflections of a pendulum (Troll p.59-60).



For many monocots with distichous arrangement of leaves, however, a striking tendency towards a spiral movement can be observed and which can be traced back to a gradual turning of the pendulum axis. The leaf primordia at the growing points occur here in two screw-like lines wound in the same direction which is also called *spirodistichy* (Troll p.59-60).



In phyllotaxis it is not customary to express the angle in terms of a numerical value but to state the divergence as part of the circumference of the circle. The numerator of the fraction of divergence is found by the number of circulations which are necessary in order to reach the next following leaf in the same straight line above. The denominator states the number of leaves in between.

The empirically found fractions of divergence are obtained by the so-called *Schimper-Braun main series*

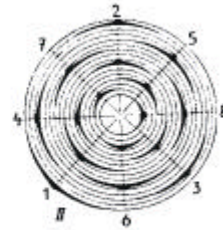
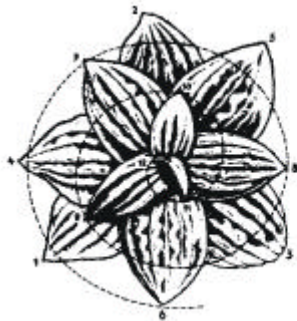
$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34} \quad \frac{21}{55} \quad \frac{34}{89} \quad \dots$$

Nominator and denominator of successive fractions are based on the Fibonacci series with the starting elements 0 and 1 where each element is a result of the sum of the two immediately preceding numbers:

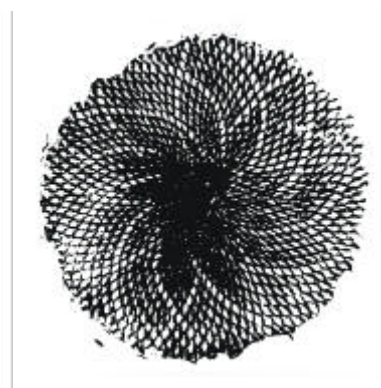
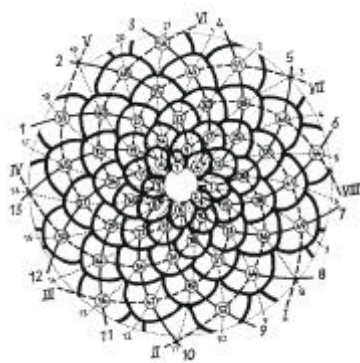
$$0 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 5 \quad 8 \quad 13 \quad 21 \quad \dots$$

For each of the fractions of divergence an angle of divergence can be calculated as a product of the fraction of divergence times 360° . One then finds that with increasing divergence, the angle of divergence approaches the golden angle Φ_m .

For a helicoid arrangement two successive leaves can therefore be made to coincide by carrying out a spiral movement according to the respective angle of divergence. All leaves can be linked according to their genetic succession by a spiral where the direction of rotation of this so-called *genetic helix* is in most cases arbitrary. The figure shows the leaf rosette of a greater plantain or ratstail viewed from above and the corresponding diagrammatic plan with a divergence of $3/8$ (Troll p.60).

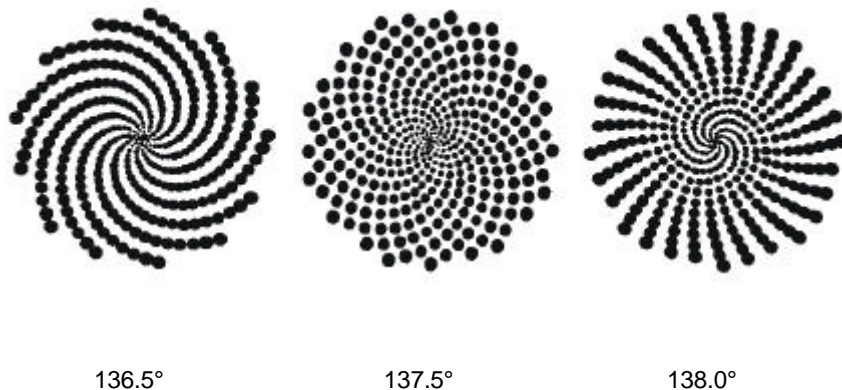


In recent times a more precise analysis of the angles between the leaf primordia on the stem axes has shown that the higher divergences like $2/5$, $3/8$, $5/13$, etc. do not occur in reality. For example, for a divergence of $3/8$ the ninth leaf should be positioned above the first, the tenth above the second, and so on so that the leaves form eight straight lines, so-called *orthostichies*. All higher divergences can be traced back to the golden section where, because of its irrationality, a newly formed leaf is theoretically never exactly situated above an already existing one by which optimal use is made of the incidence of light. Consequently, with the numbers of primordia and of circulations increasing a number of oblique lines curved to the right and to the left, so-called *parastichies*, become visible. This for instance becomes clear in the fir-cone (see left fig.), the pineapple and the inflorescences of composites like sunflower (see right fig.), thistle, dandelion, margarite and daisy where the adjacent leaf organs exhibit a broad contact area (Strasburger et al p.141-142).



Furthermore, within the development of individual plants one can frequently observe how various divergencies of the Schimper-Braun main series occur one after the other and overlap each other. Which of the divergencies is finally being observed is essentially dependent on the type of contacts between the younger and older leaf primordia which as a function of the relative size of the leaves and of the circumference of the vegetative cone determine the number of possible parastichies.

The structures of leaf arrangements can be investigated by computer generated graphics. In order to simulate the generative principle of the spiral positioning of the leaves the polar coordinates of a blossom are recursively being calculated by the preceding blossom where radius and angle of divergence increase by the same amount, respectively. The following three computer graphics show three receptacles with angles of divergence of 136.5° , 137.5° , 138.0° (from left to right). This reveals that parastichies curved to the right as well as to the left occur only when the value of angle of divergence reaches the golden angle (Richter/Scholz p.191).



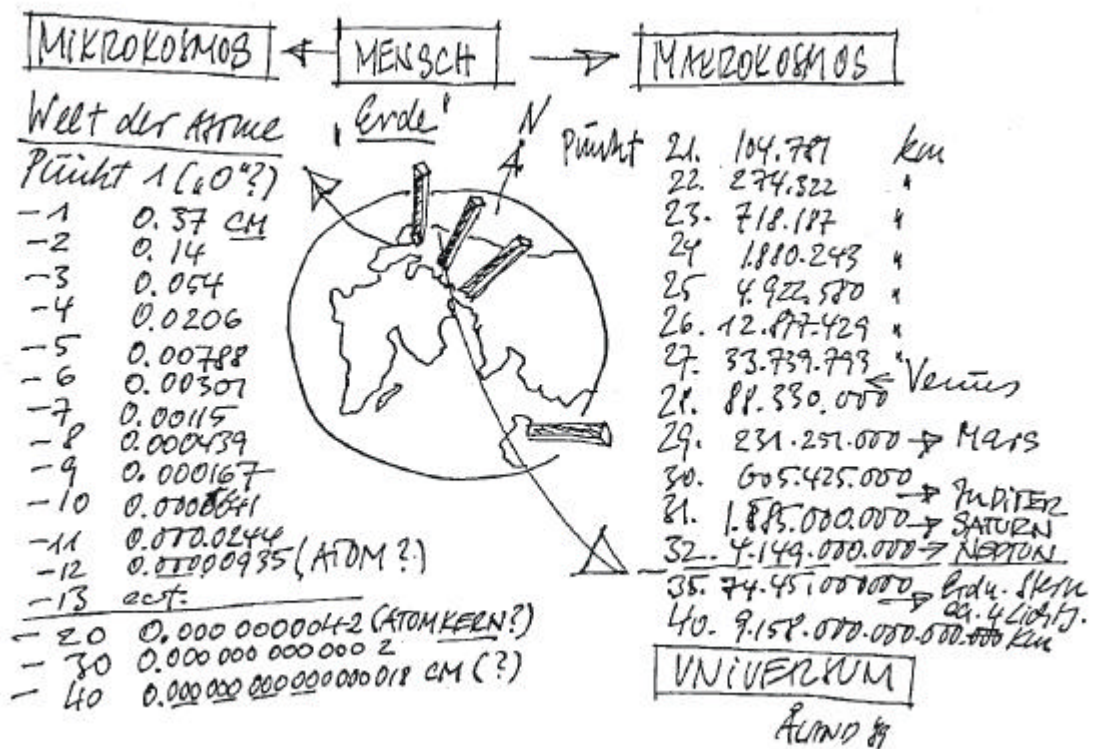
5. Macro and micro cosmos

In the 5th century B.C. the Greek philosopher Protagoras from the school of Sophists was led by the maxim *Man is the measure of all things* to a direct subjectivism and relativism (see e.g. Geyer). Man as the realising subject determines the object of the cognition, not vice versa. The process of cognition is solely based on the sensory part of perception. This is why distances and sizes appear to a spectator as large or small if the sizes are large or small compared to her or his human measures.

The lengths that occur in our environment in form of distances, sizes, line segments, etc are specified by the units of measure and by the numbers relating the lengths to these units. Geometrical series are suitable as instruments of comparison in order to establish relationships between lengths and between the different units of length. Scientists are used to

represent in compact simplicity the largest as well as the smallest numbers and orders of magnitude by powers of ten, based on the meter as the unit of measure.

The minors series, although not a geometrical series, offers here an alternative. It is interesting to experience the relationships of length in the macro and micro cosmos by means of the circumference of the Earth as the unit of measure and its division in the golden section. If one continues the minors series by repeatedly dividing the circumference of the Earth in the outer and inner golden section in a linear way, we set out on an imagined excursion in the worlds of large or small orders of magnitude. In the following some prominent stages of this journey through the macro and micro cosmos are indicated.



Macro and micro cosmos... Sketch by Jo Niemeyer

If one denotes the end-point of the circumference with 00 (see table A page 13), point 01 provides us with a total line segment which consists of the circumference of the Earth and the first outer major and has a length of nearly 100 000 kilometers, corresponding to about a quarter of the distance between Earth and Moon. With the next four points the length of the line segment increases to about two-thirds, the double, the five-fold and the thirteen-fold of the distance of the Moon from the Earth and reaches with point 05 nearly exactly 5 million kilometers.

Points 08 to 13 lead us to orders of magnitude of our solar system. The mean distance between Earth and Sun is about 150 million kilome-

ters and is called the astronomic unit. Point 08 corresponds with a total line segment of nearly 88 million kilometers to about half an astronomic unit which is a bit smaller than the distance between Venus and Sun. The distance between the 8th and 9th point amounts to nearly exactly one astronomic unit. Point 09 therefore provides with about 1.5 astronomic units the distance between Mars and Sun, correspondingly point 11 with 11 astronomic units the distance between Saturn and Sun and point 12 with 28 astronomic units the distance of Neptune to the Sun. With the 13th step we leave our solar system at 73 astronomic units or 10 million kilometers.

With the 20th point we have travelled on our excursion through the universe a line segment of nearly exactly one light year or about 10 billion kilometers. One light year is the distance which light travels in space in one year. Up to the 32nd point we move in the orders of magnitude of our spiral galaxy, the Milky Way. Point 24, for instance, corresponds to the distance of the star Capella, point 30 with 15 000 light years to the depth of the Milky Way and point 32 with 100 000 light years to its diameter.

In our next step we leave the Milky Way and arrive with point 35 at the Andromeda galaxy nearly 2 million light years away. With the 44th point we finally advance at 10 milliards light years to the most distant galaxy and reach the momentary limit of the expanding universe.

We start a journey in the micro cosmos when the division of the circumference in the inner golden section is continued backwards beyond the points -20 to -24. These points are represented on page 7 by a sequence of five small red circles. Point -23, which is the second circle from the left, is about 10 millimeters away from the left end of the circumference which has not been drawn and which represents at the same time the starting point of the series. Point -24 on the far left corresponds to a distance of about 4 millimeters from the starting point. All points which are further left would overlap with point -24 due to the extension of the circles if they had been drawn.

Points -25 to -27 provide distances between 1.4 and 0.2 millimeters, which are for instance comparable with the sizes of a unicellular organism or a grain of salt and just visible to the naked eye. In order to see the distances created during the next steps we need, however, a lens or a microscope. Points -28 to -31 correspond to distances between 80 and 4 micrometers and are in an order of magnitude, in which most cells can be found. For instance the red and white blood corpuscles and also most cells have a diameter of 5 to 10 micrometers. In human or animal cells the nucleus contains the DNS, the thready molecules of which are several micrometers long and wound up within the chromosomes.

With the 38th to the 42nd step in the micro cosmos we reach atomic orders of magnitude at about 50 to 1 angstrom. The smallest atom, for instance, the hydrogen atom in its ground state, has a diameter of about one angstrom which corresponds to a distance of 10 millionth of a millimeter.

Points -52 to -54 compare with 7 to 1 hundred thousandth of an angstrom, thus coming in the range of diameters of the atomic cores. The diameter of the atomic core of hydrogen as well as of single nucleons like

the proton or the neutron is given almost exactly by 1 billionth of a millimeter.

With the 60th step we finally advance to those particles, which are regarded at the moment as the most elementary and smallest elements in the structure of matter, the leptons and the quarks. There exist three families of leptons, consisting of electron, myon, tau and three neutrinos, and three families of quarks which are denoted by up-down, charm-strange, bottom-top. For the radii of these particles an upper limit of 1 billiardth of a millimeter was experimentally determined. For instance, the inside of protons or neutrons consist of three quarks which are bound by gluons, the field quanta of the strong force (Schopper).

When investigating the structure of matter one consecutively found smaller and smaller building elements. The immediate question here is if matter can be divided further and further or if there is a limit by principle. Since if we find last building elements with finite extensions, then it has also to be expected that these can be divided further. The experimental evidence contradicts however the naive materialistic partical concept. For instance, one has not succeeded to produce quarks as free particles. Quarks have to be seen rather as a special excitement of a fundamental field force, as a complex state, and because of that no exact specifications of size can be given.

6. Getting started and outlook

The preceding considerations have shown that the golden angle and the minors series, on which it is based, are found to be the fundamental principle in the helicoid arrangement of leaves and blossoms. The golden section, or harmonic proportion, has crucially influenced and formed man's sense for aesthetics in many cultures, particularly in the western world. It is therefore natural that this principle should be experienced and made accessible and conceivable for modern man in an intercultural and interdisciplinarian land-art project. In a time and age when, as a result of the care for the preservation of our environment and living conditions, man's interest is directed towards the whole of the earth and in which it has been made technically possible that even the largest distances on the earth can be overcome more easily and more comfortably, the ball of the earth appears to be the suitable object to realise this idea.

Ulrich Grevsmühl

References

- Beutelspacher A / Petri B, *Der Goldene Schnitt*, Zürich 1989
- Geyer C-F, *Einführung in die Philosophie der Antike*, Darmstadt 1978
- Grevsmühl U, *Mathematics and Modern Art: Measures and Measurements*, *Mathematics Teaching* 125, 38-45, 1988. The article appeared as part of a series of articles on *Mathematics and Modern Art* in *Mathematics Teaching* 118, 1987 and 122-128, 1988-1989
- Hagenmaier O, *Der Goldene Schnitt*, München 1977
- Jo Niemeyer, *Alvar Aalto Museo*, Jyväskylä, 1984
- Richter P H / Scholz H-J, *Der Goldene Schnitt in der Natur - Harmonische Proportionen und die Evolution*, in: Küppers B-O (eds.), *Ordnung aus dem Chaos*, München 1987
- Schopper H, *Auf der Suche nach den Grundelementen der Materie*, *Phys. Bl.* 44 (1988) Nr. 8, 319-324
- Strasburger E / Noll F / Schenck H / Schimper A F W, *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*, Stuttgart 1983
- Troll W, *Allgemeine Botanik*, Stuttgart 1959

Photo 2



▲ The first visible points...

▶ Different view by movement of the spectator...

▼ Looking back from point 7 towards the “Arjahåive Mountains” in Sweden



Photo 5



“Steps” seen in a Kindergarten in Nickel/Russia



“Steps...” In the arctic region of Scandinavia

Photo 3

1. Elements
2. Starting area
3. Transport to point 14 in Norway
4. Setting element 12

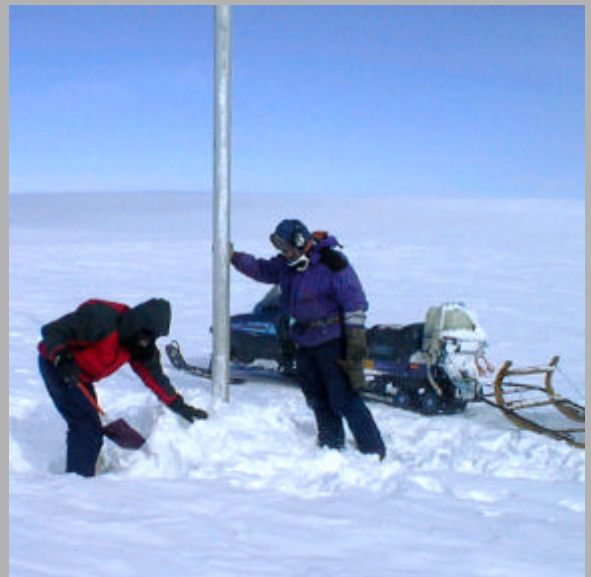


Photo 4



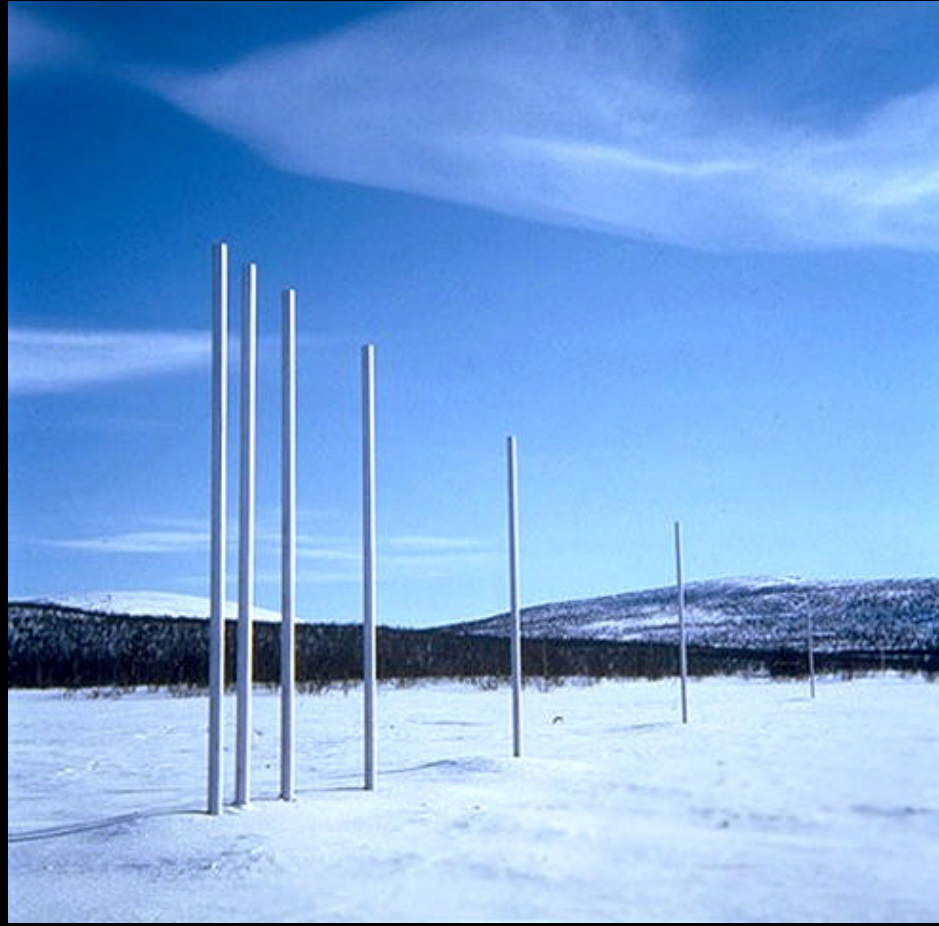
On the way... The first 15 steps (325 km)
on foot and ski



... sledge-transport



"Campsite" in Norway











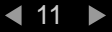












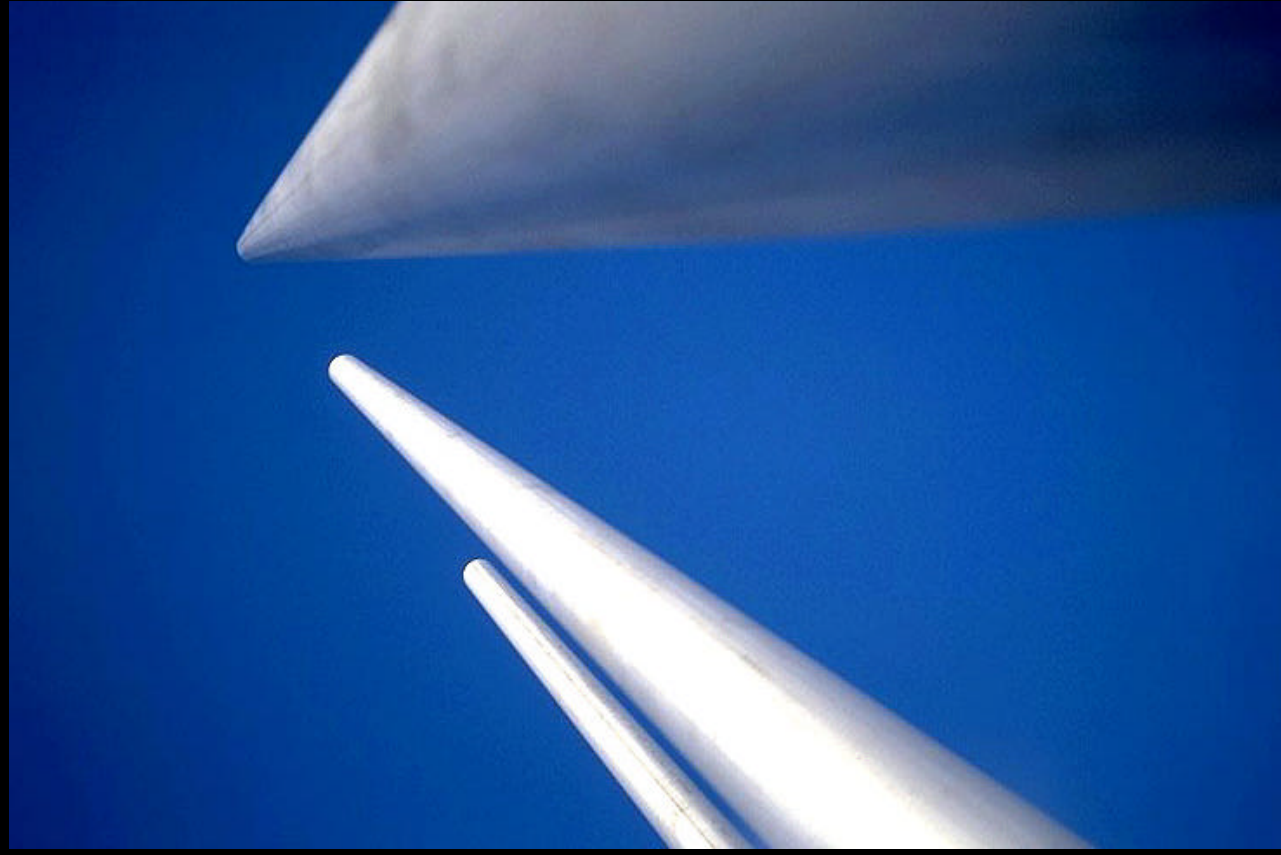








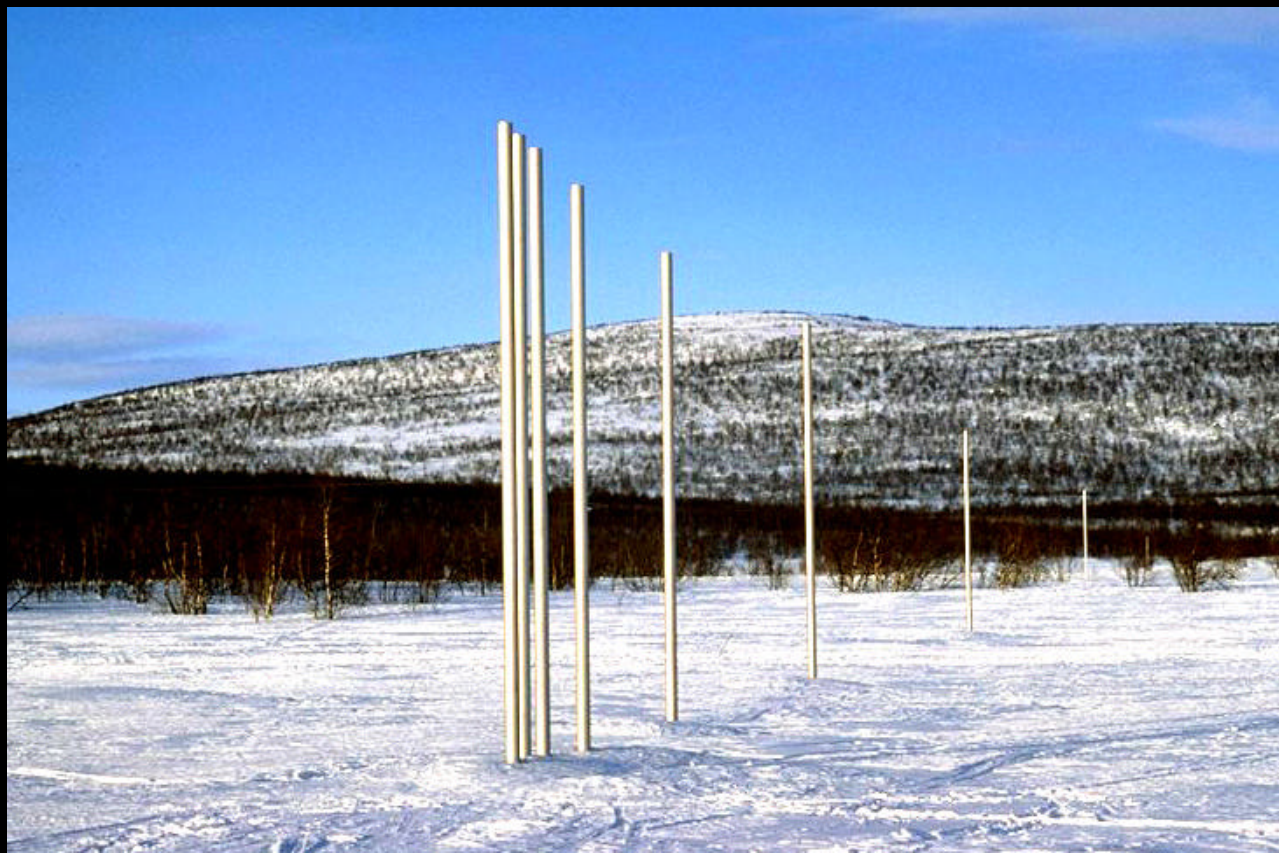
































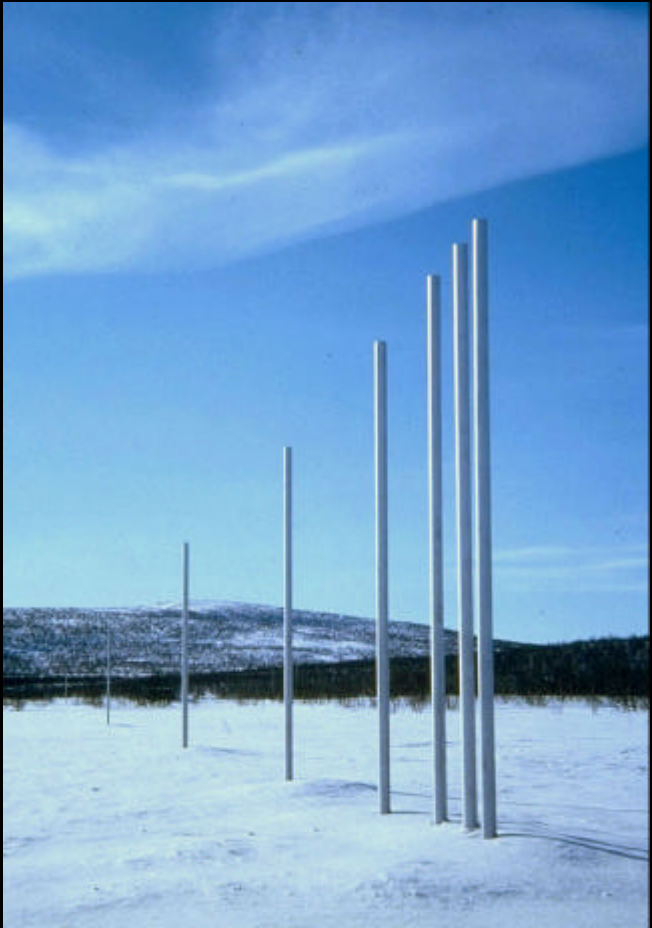








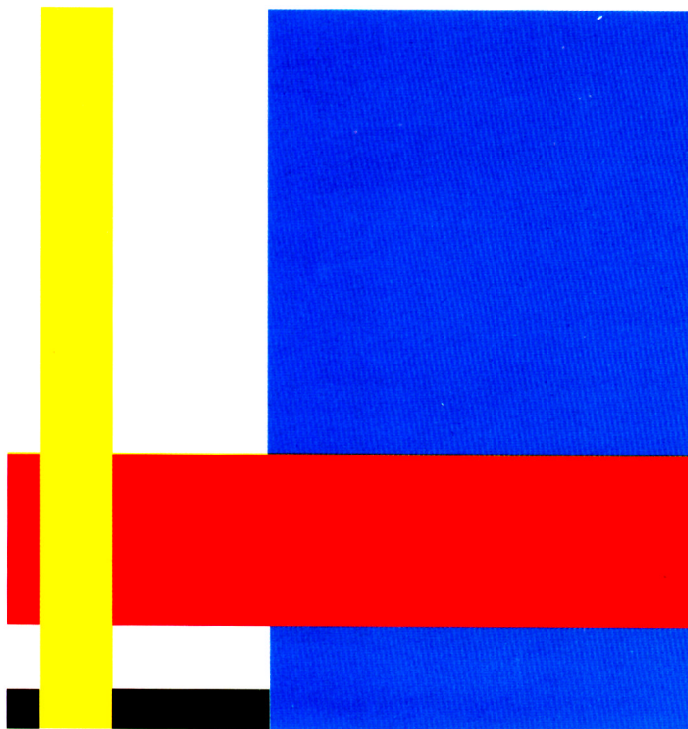




alle rechte bei den künstlern und autoren
all rights reserved

KOMPOSITION

Der Goldene Schnitt



Jo Niemeyer: *Utsjoki*, 1980–1983. Acryl auf Leinwand auf Holz, 50×50 cm. Privatbesitz.

Maler verteilen die Elemente auf ihren Bildern in der Regel nicht gedankenlos, sondern legen ihnen ein bestimmtes Gerüst zugrunde: die »Komposition« (lat., Anordnung). Durch solche Maßnahmen kann bereits vor dem eigentlichen Malvorgang bestimmt werden, welche Wirkung einem Bild zukommen soll.

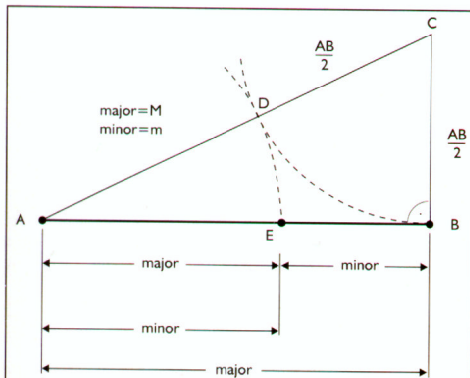
Die einfachsten Mittel sind halbierende Linien, ob nun parallel zu den Seitenrändern oder diagonal. Auch Dreiecks- und Kreiskompositionen sind oft zu finden. Eines der ältesten Mittel der Komposi-

tion ist der »Goldene Schnitt«, auch »Göttliche Proportion« genannt. Mit ihm versuchten Künstler schon in der Antike, ein »harmonisch« (ausgewogen) wirkendes Maßverhältnis herzustellen. Woraus besteht der Goldene Schnitt? Er ist eine Unterteilung einer Strecke oder einer Fläche, durch die zwei ungleich große Teile entstehen. Das Besondere: Der kleinere Abschnitt (lat. minor) verhält sich zum größeren (maior) wie der größere (maior) zum Ganzen (maior + minor). Dieses Phänomen wird als »stetige Teilung« bezeichnet.

Wo findet sich der Goldene Schnitt? Er ist zum einen in der Natur enthalten, etwa im Wuchs der Pflanzen oder im Aufbau von Mineralien. Zum anderen gibt es ihn auch in von Menschen hergestellten Dingen. Auf ihm beruht z. B. das Verhältnis von Breite zu Höhe bei Türen, Hausfassaden oder Bucheinbänden.

Wie läßt sich der Goldene Schnitt herstellen? Auf rechnerischem Wege ist er nicht exakt zu ermitteln. Man kann ihm mit der »Fibonacci-Reihe« (benannt nach einem Mathematiker um 1200) zwar nahekommen, doch geben auch die hohen Zahlen nur Annäherungswerte wieder. Bei der Fibonacci-Reihe wird die jeweils vorangehende Zahl mit der folgenden addiert, diese wiederum mit der nächsten usw.: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 . . .

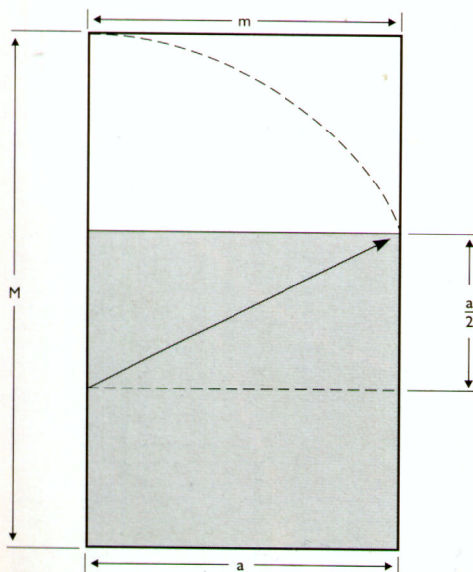
Der Goldene Schnitt läßt sich gefühlsmäßig setzen (etwa bei 3 : 5 oder 5 : 8). Genau bestimmen aber läßt er sich nur durch Konstruktion. Zwei verbreitete Methoden sind rechts wiedergegeben.



$\overline{EB} : \overline{AE} = \overline{AE} : \overline{AB}$

Konstruktion des Goldenen Schnitts auf einer Strecke AB:

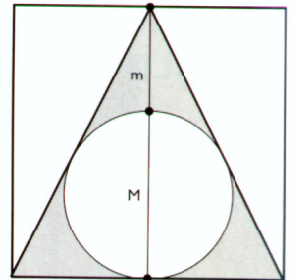
1. Über Punkt B wird senkrecht zur Strecke AB die Strecke BC mit der Länge $1/2$ AB errichtet.
2. Um Punkt C wird ein Kreisbogen geschlagen, mit $r = BC$.
3. Durch den Schnittpunkt des Kreisbogens mit der Geraden AC ergibt sich Punkt D.
4. Um Punkt A wird ein Kreisbogen geschlagen, mit $r = AD$.
5. Der Kreisbogen schneidet die Strecke AB in Punkt E im Verhältnis des Goldenen Schnitts.



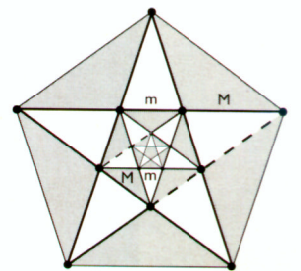
Entwicklung eines Goldenen Rechtecks aus einem Quadrat.



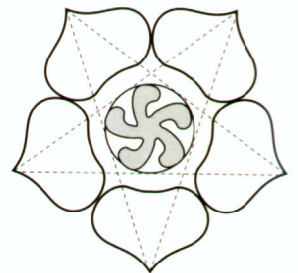
Halbierende (Symmetrieachse), Dreieckskomposition und Goldener Schnitt. Raffael: Sixtinsche Madonna, 1513/14. Ölfarben auf Leinwand, 256 x 196 cm. Gemäldegalerie, Dresden.



Maßverhältnisse zwischen Kreis, Dreieck, Quadrat



Pentagramm



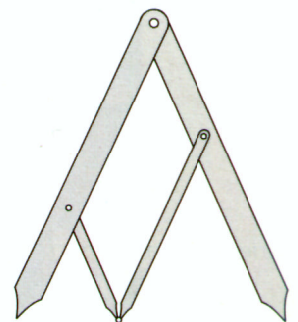
Der Goldene Schnitt bei der Glockenblume

Anregungen zum Gespräch:

1. Weise den Goldenen Schnitt in deiner Umgebung nach.
2. Finde den Goldenen Schnitt bei Leonardos Abendmahl (S. 14).
3. Wieviele Goldene Schnitte enthält das Bild von Jo Niemeyer auf der Seite links? Nach welchem Prinzip sind sie verteilt?

Anregungen zum Gestalten:

1. Entwickle ein Pentagramm aus der Konstruktion des Goldenen Schnitts.
2. Unterteile ein Papier durch wiederholte Goldene Schnitte und fülle die entstandenen Rechtecke farbig aus. Benutze eventuell einen selbstgebauten Goldenen Zirkel.



Goldener Zirkel



Von der magischen Zahl
über das endlose Band
zum Computerprogramm

Mathematik in der Kunst der letzten dreißig Jahre

Ludwigshafen 1987

Der Goldene Schnitt und die FIBONACCI-Folge

Unter dem Goldenen Schnitt – der von den Griechen bekannten harmonischen Teilung einer Strecke AB – versteht man eine Teilung derart, daß sich die kürzere Teilstrecke (der Minor) zur längeren (dem Major) verhält wie die längere zur ganzen Strecke. Bild 1.2 zeigt eine einfache Konstruktionsmethode: Man trägt an einem Ende der Strecke AB die halbe Strecke so an, daß sich ein rechtwinkliges Dreieck mit der neuen Ecke C ergibt. Dann schlägt man um C einen Kreis durch A. Dieser Kreis schneidet die Strecke BC in einem Punkt D. Man schlägt nun einen Kreis um B, der durch D geht. Der Schnittpunkt E ist dann der Teilungspunkt (der Teilungsfaktor ist etwa 0,618):

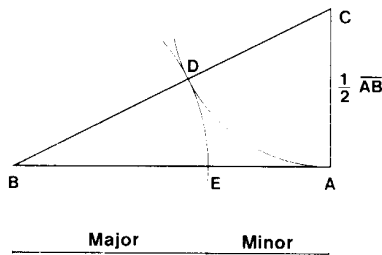


Bild 1.2
 Goldener Schnitt – Harmonische Teilung einer Strecke

Jo NIEMEYER arbeitet seit langem an Visualisierungen des Goldenen Schnitts, der im Mittelalter sowohl bei den Bildformaten als auch im Bildaufbau eine wesentliche Rolle spielte und bis in die heutige vor allem gegenständliche Malerei überliefert ist. NIEMEYER malt nicht Bilder, deren wesentliche Inhalte er dann an durch den Goldenen Schnitt bestimmten Stellen auf der Bildfläche plazierte, sondern NIEMEYER versucht das Verhältnis des Goldenen Schnitts an sich darzustellen; eine Entwicklung, wie wir sie bereits bei den reinen Zahlenbildern und bei den Date-Paintings antrafen. Bei den ausgestellten Arbeiten ist der Goldene Schnitt jeweils direkt erfahrbar:

Der liegende Holzstab ist längs, der stehende Holzstab quer nach dem Goldenen Schnitt in einen schwarzen und einen weißen Teil zerlegt (Kat.-Nr. 1.14). Bei der „Proportion Schwarz/Weiß“ verhält sich die Seitenlänge des kleinen zu der des großen Quadrats wie die des großen Quadrats zur Gesamtlänge des Kunstwerks (Kat.-Nr. 1.13).

Es gibt eine Zahlenfolge, die bereits seit dem frühen Mittelalter immer wieder im Zusammenhang mit künstlerischen Problemen auftaucht: Die berühmte FIBONACCI Folge des Leonardo von Pisa (1180 – 1250):

1	
1	
2	
3	
5	
8	
13	
21	
34	
55	
89	
144	
233	
377	
610	
987	
1597	
2584	
4181	
6765	
10946	
17711	
28657	
46368	
75025	
• • • • •	

Bild 1.3
 Die Folge der FIBONACCI-Zahlen

Jedes Glied der Folge ist Summe der beiden vorhergehenden (ab 2). Diese Gesetzmäßigkeit treffen wir übrigens auch bei vielen in der Natur ungestört ablaufenden Prozessen an, z. B. bei der Entwicklung von Populationen, etwa der Nachkommenschaft eines einzelnen Kaninchenpaares oder bei der Ausdehnung einer Epidemie usw. Der mathematische Zusammenhang zwischen der so einfach zu bildenden

MATHEMATICS AND MODERN ART: MEASURES AND MEASUREMENTS

Ulrich Grevsmühl

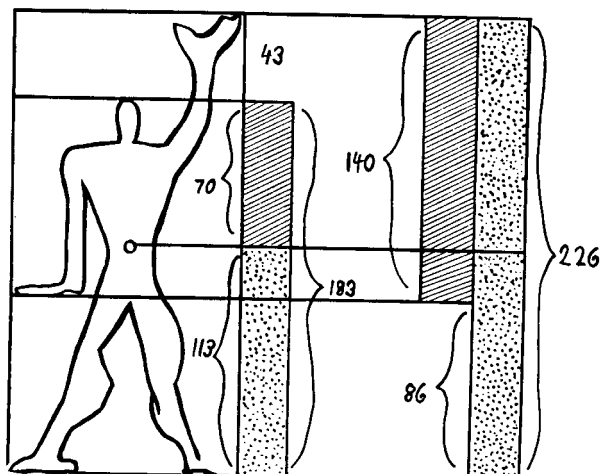
Ever since man has created works of art, the act of measuring has been significant to the work itself. In sculpture, for instance, the basic elements are form and space and the lines and planes which describe these show certain proportions and a rhythmic organisation. We may therefore ask ourselves: does visual harmony and our sense of design depend on the mathematical orders, as taught by the classics, and thus on tradition, or are they related via optical interference to a certain structure in our brains in an analogous way to musical harmony based on well-defined frequency changes of sound?

The extent to which our sense of design is formed by tradition is difficult to assess. The relationships become more obvious when one thinks of basic forms like the circle, the square and the isosceles triangle which have played a significant role in the development of design and technology. Equally important in all cultures is the use of repetitive forms and patterns like the zigzag bands, the circular and sinuous patterns. It is well known that these forms and patterns can have a marked physical effect on people ranging from interest and stimulation on the one hand to frustration and boredom on the other. It therefore appears that significant forms and symbols may have a common human origin.

It must also be a basic human need and drive that many cultures have been engaged in an intensive search for harmony, beauty, symmetry and proportionality and to express these by the means of number. In the past several systems of proportions have been used which are based on the ratio of whole numbers, the square root of 2 or the famous golden number ϕ (≈ 1.618), where lengths and ratios of lengths were employed for modular co-ordination in the architectural design. *Leonardo da Vinci*, for instance, measured the proportions of the human figure which then served as a model for the ideal relationships of the parts of a design to the whole. [1]

This idea was taken up again in our century by *Le Corbusier* who was led by the conviction that man and world form an inseparable unity. Man is part of nature in the same way as all man-made things are part of man. Taking important proportions of the human body (his prototype of a standardised human

body is a '6 foot detective' – 183cm tall), he has found (approximate) golden section ratios in 86:140 and 70:113. Both ratios serve as a basis for two independent Fibonacci series: ...43, 70, 113, 183, ... and ...54, 86, 140, 226, ...



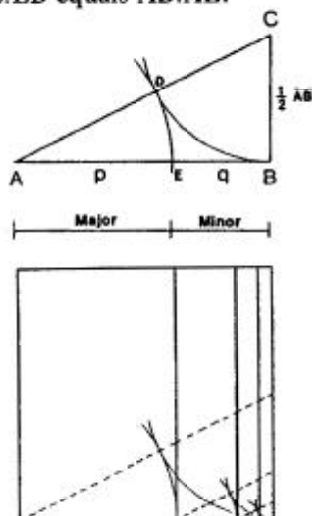
Le Corbusier was convinced that his modulator forms a suitable set of normalised units for a proportional system [2]. But although the golden section ratio has also been traced in the forms and structures of many plants and animals and although psychological tests indicate that a rectangle with the sides in the golden section ratio appears most pleasing to our eyes, one must realize that *Le Corbusier*'s system and the mathematical systems of the classics are basically arbitrary. Unlike musical relationships they do not have a physical analogy and we might regard them as examples of good proportion only as a result of familiarity or taste of our Western culture.

The works of the following five artists all deal with the concepts of measure and measurements and may be used in or outside the classroom as problem-solving tasks and investigations.

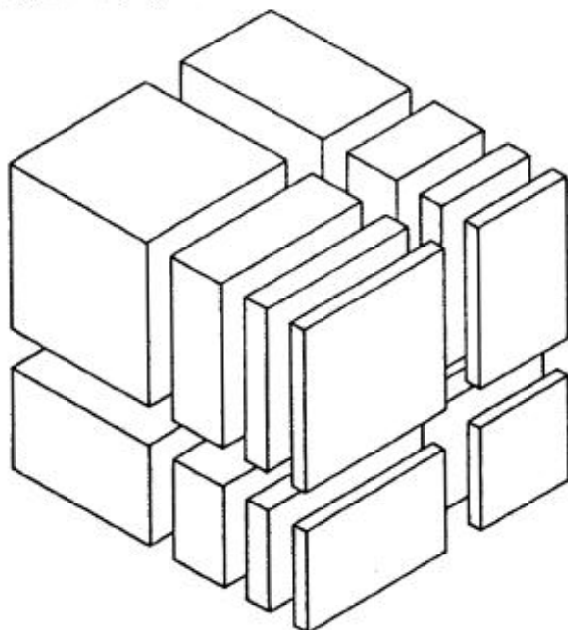
JO NIEMEYER

Born in Alf, 1946. Lives in Schluchsee/Black Forest and Finland.

In the spirit and tradition of the famous Bauhaus movement, the systematic constructivist Jo Niemeyer resumes many of the original ideas of the artists at the beginning of this century and develops and investigates them further. His paintings, drawings, prints and sculptures reveal a great sense for proportion, for harmony of order, for systems and for design. The basis for many of his investigations is the *golden section* of ancient times which divides a line segment AB at a point E so that the ration AE:EB equals AB:AE.



Niemeyer applies the golden section to various forms in one, two and three dimensions and generates infinite geometric series by repeated partitions. In particular, he invented a toy called *modulon* by dividing a cube into 16 building blocks according to the golden section ratio which may be used for imaginative play and constructions.



Activity 13: Golden section ratios.

- i) In the diagram opposite AB is taken as unit. Show that AE equals $(-1+\sqrt{5})/2$, the so-called *major p*, and EB equals $(3-\sqrt{5})/2$, which is the *minor q*.
- ii) Applying the golden section to the minor q as a new unit, the new major is equal to pq and the new minor to q^2 . Repeat this procedure for the next few minors and write down the algebraic expressions. Show that this procedure generates two infinite geometric series. Find the sum for the first n major where n is a natural number.

Activity 14: Golden section of a rectangle.

Jo Niemeyer: *untitled (silk screen print, 7.1*14.9cm, 1984)* [12] (see double spread).

This picture shows a rectangle in four different 'states'. The golden section has been applied to the longer side of the rectangle in its initial state and to the shorter side in its final state and divides the rectangle into two parts, coloured black and red. The two intermediate states are formed by tilting the rectangle by an angle of 30° and 60° , respectively. Show that for each of these states the parts with the same colour have the same area.

Activity 15: Golden section of two rectangles of equal areas.

Jo Niemeyer: *untitled (silk screen print, 5.7*14.9cm, 1984)* [12] (see double spread).

Niemeyer's work shows a rectangle and a square of equal size which are subdivided into a small (red) square and three (black and red) rectangles. A subdivided part in one of the figures has the same area as the one in the other one with opposite colour. The rectangle and square are both part of the two larger rectangles (overlapping part omitted in the picture) and where in each case the larger sides have been divided according to the golden section. For the given side of the larger rectangle (including the overlapping part) calculate the lengths of all the other sides and show that the depicted shapes are the only solution to the problem. ■

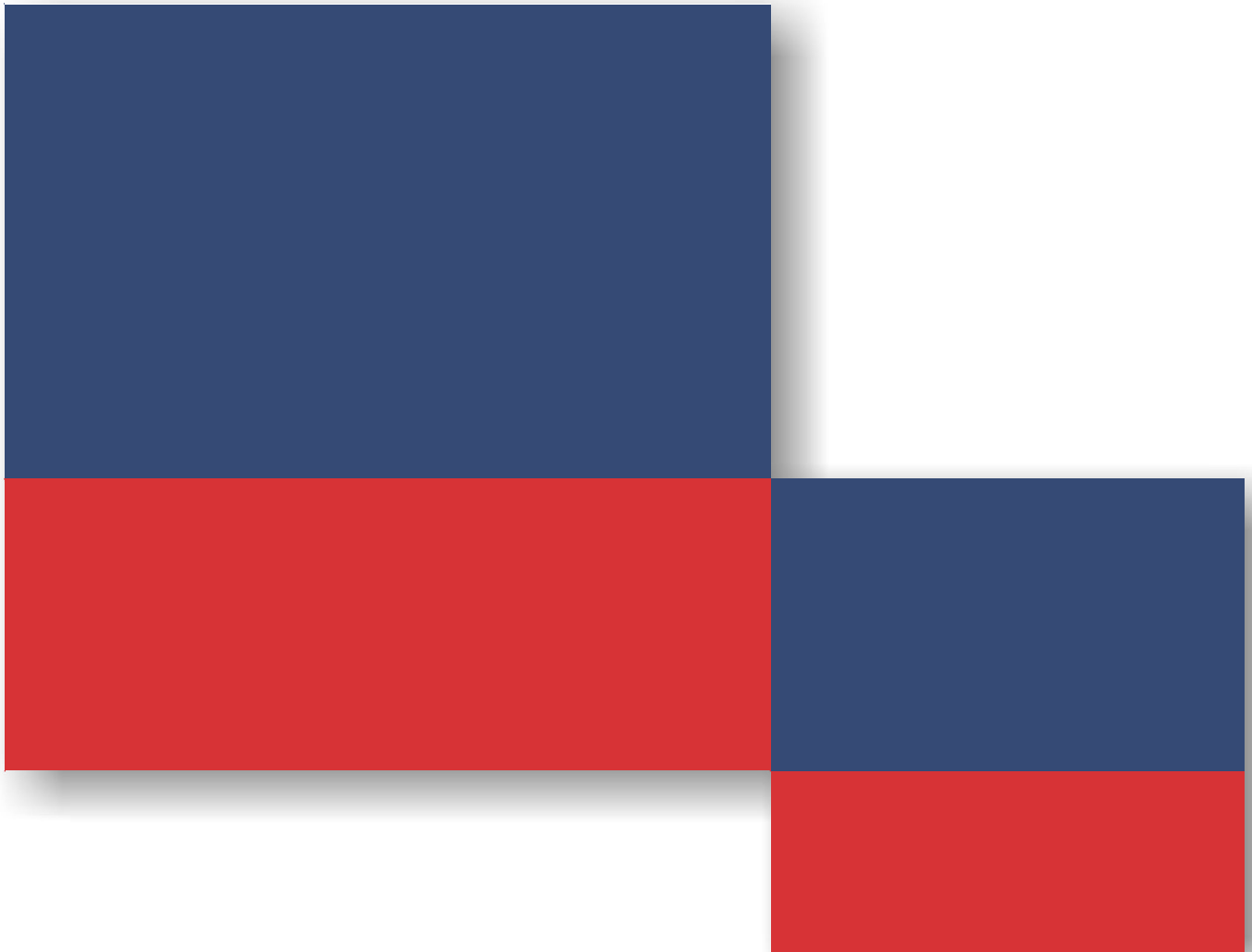
Pädagogische Hochschule Freiburg, West Germany

Acknowledgements: I am indebted to R Long, J Niemeyer, S Tebby, T Ulrichs and G Woodley for their collaboration.

References

- 1 L March, P Stedman, *The geometry of environment*, Riba, London 1971
- 2 Le Corbusier, *Le modulor, essai sur une mesure harmonique à l'échelle humaine, applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*. Ed de l'Architecture d'Aujourd'hui, 1951
- 3 Timm Ulrichs, *Retrospektive 1960-1975*, Braunschweig, 1976
- 4 Timm Ulrichs, *Kunstpreis der NORD/LB 1983*, Hannover, 1984
- 5 R Long, *Statements*, 1980
- 6 R H Fuchs, *Richard Long*, Thames and Hudson, London, and The Solomon R Guggenheim Foundation, New York, 1986
- 7 G Woodley, *Notes of a committed object-maker fascinated by the immaterial*, London, 1986
- 8 B Hatton, *Squaring the circle*, Building design, May 22, pgs 26-27, 1987
- 9 U Grevsmühl, *Mathematics and modern art: number investigations*, MT124, pp 34-39, 1988
- 10 S Tebby, *Geometric mosaics: an introduction*, Mosaic 7, 1982
- 11 ---, *Aspects of oblique design in Roman mosaic pavements*, 1982
- 12 Jo Niemeyer, Alvar Aalto-Museo, Jyväskylä, 1984

Aus: Ausstellung "Von Zwei Quasdraten"
Wilhelm-Hack-Museum Ludwigshafen/Rh. 1987



Jo Niemeyer

1946 Alf - lebt in Schluchsee und Finnland

Tapiola

1986

Acryl auf Leinwand

99 x 129,5 cm

Besitz des Künstlers

20 steps Dokumentation

20stepsworks

- 20steps
- Fixe PDF Teile
- Fotos bearbeitet
- Für Homepage 72 dpi
- Master Fixfertig 1000
- Scans 300 dpi
- Texte

Ausgangs **Corel** Dateien

20 steps
 AfotoAlbum
 Fotoseiten wie Rolex
 Index
 index 100 für PDF
 Seite 1+2

Textdateien aus **Text**

Deutscher Text Info
 GREV in English
 Master 1000
 (Haupttext!)
 Synopsis Deutsch

PDF Dateien

20 Punkte deutsch
 20 " " Monitor
 E Seiten 9- 72 dpi
 E Seiten 9-300 dpi
 Fotoseiten 300
 Fotoseiten 72
 Index
 Seite 1+2 Monitor 72
 Seite 1-6
 Seite 1-6
 Seiten 4-8 72 dpi
 Seiten 4-8 300 dpi

Fixe PDF Teile

im 20steps Ordner

Fotos
 index
 kurzd
 mathe30
 stepsd30
 stepse30

72 dpi Ordner

im 20steps Ordner

mathe72
 stepsd72
 stepse72
 synops

Zusammengesetzt

Master Fixfertig 1000
steps.pdf

