ZUMTOBEL GROUP
GESCHÄFTSBERICHT 2008/09 — LABORATORIEN FÜR LICHT UND NACHT
ANNUAL REPORT 2008/09 — LABORATORIES OF N[L]IGHT

R&Sie(n)
ARCHITEKT
ARCHITECT

M/M (PARIS)
GESTALTUNG
DESIGN

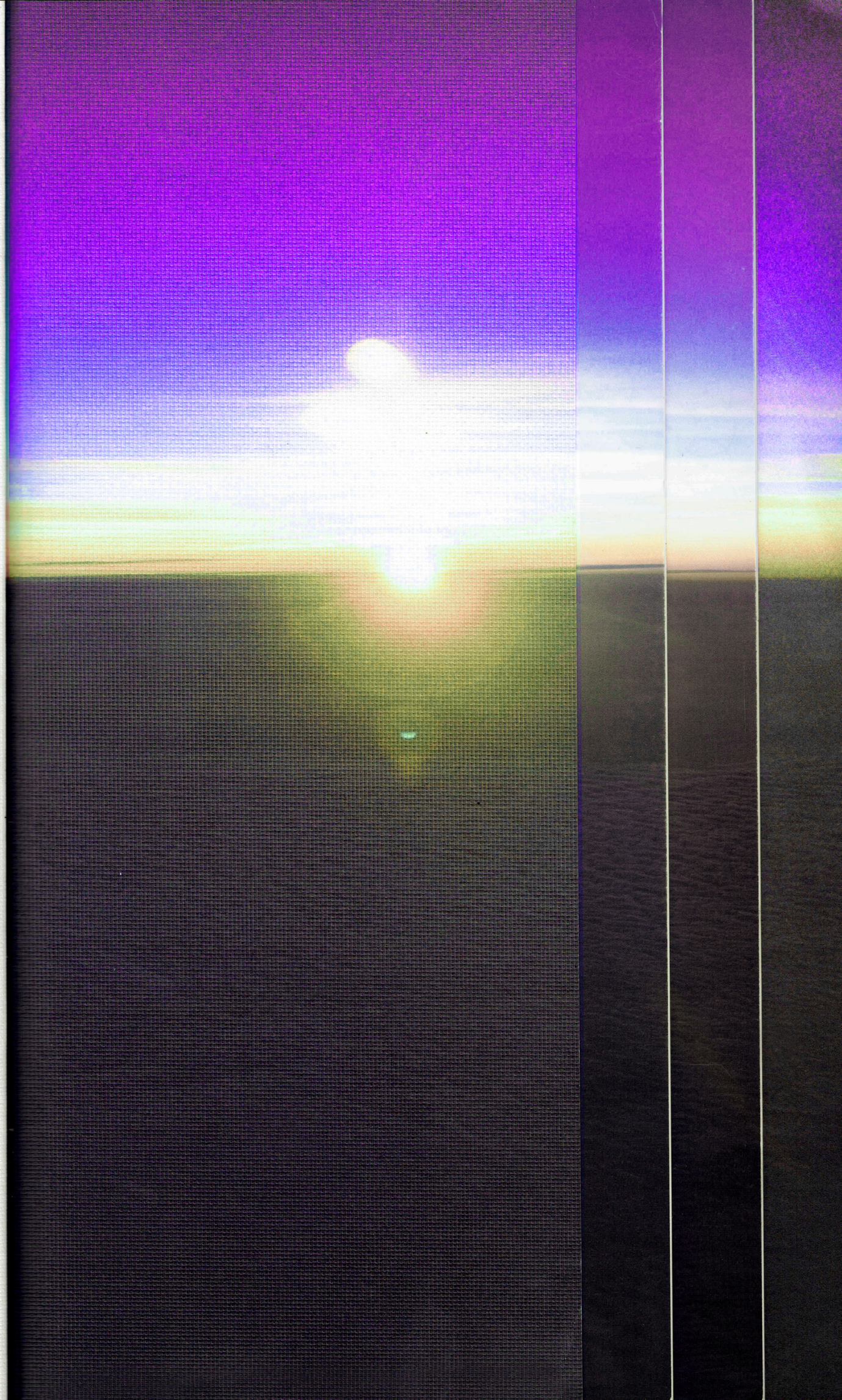
ACT
LICHTTECHNIK
LIGHT ENGINEERING

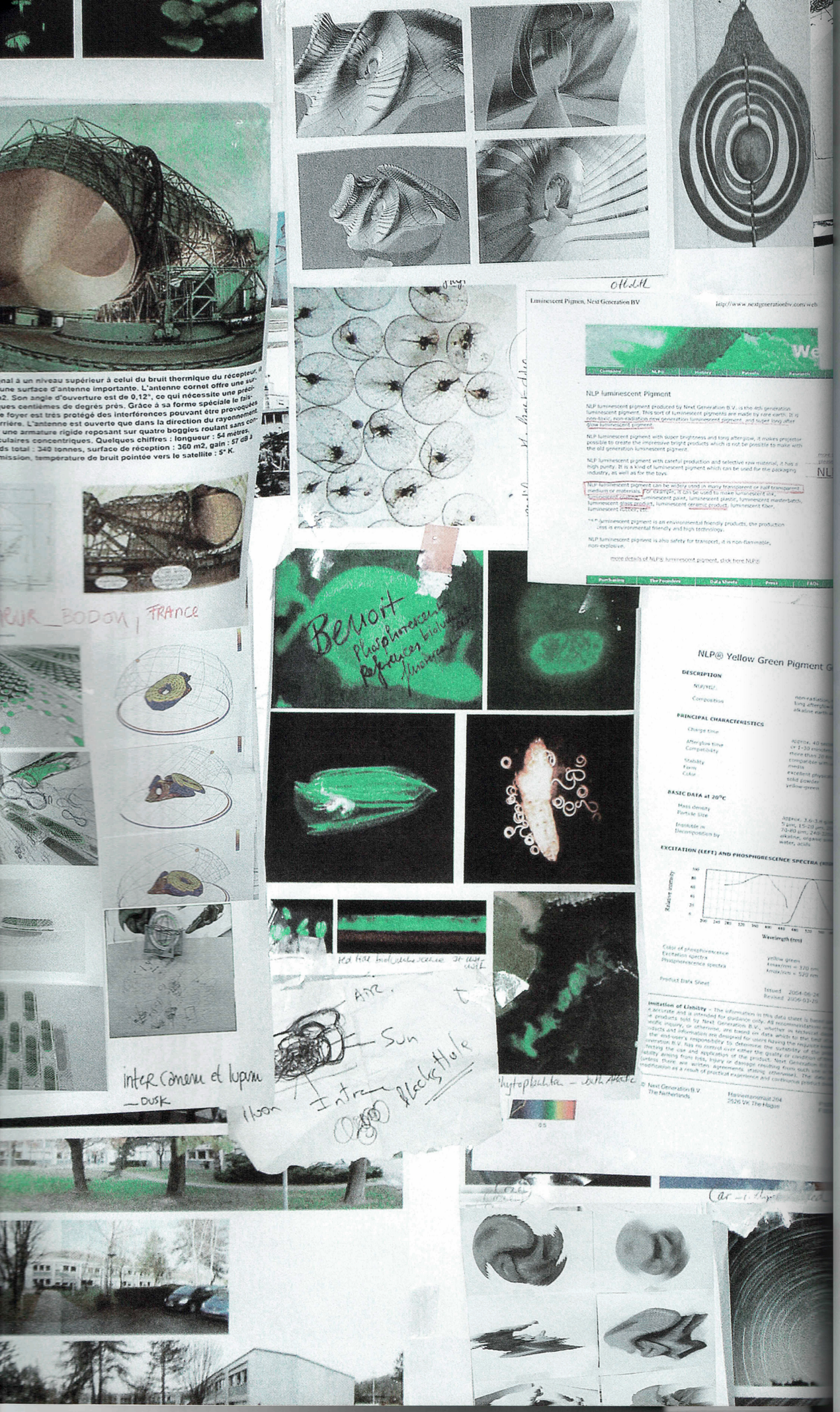
ZUMTOBEL
GROUP

GESCHÄFTS-
BERICHT
2008/09 —
LABORATORIEN
FÜR LICHT
UND NACHT

ANNUAL REPORT
2008/09 —
LABORATORIES
OF N[L]LIGHT

R&Sie(n)
M/M (PARIS)
ACT





R&Sie(n) LABORATORIEN FÜR LICHT UND NACHT
R&Sie(n) LABORATORIES OF N[L]IGHT

R&Sie(n)
FRANÇOIS ROCHE
STÉPHANIE LAVAUX
TOSHIKATSU KIUCHI
with the collaboration of
SANDRA MEIREIS
ULRIKE MARIE STEEN
HAMISH RHODES
SINA MOMTAZ

M/M (PARIS)

ACT, LIGHT ENGINEER
BENOIT LALLOZ

GLASS CRAFT MAN
PEDRO VELOSO

33 SPAZIERGANG AUF DEM MOND
WALKING ON THE MOON

35 DAS „UNSTERBLICHE“ GEBÄUDE / DIE „AUSZIEHBARE“ STRASSE
THE BUILDING “THAT NEVER DIES” / THE “STRETCHING” STREET

38 HIMMELSKOORDINATEN
CELESTIAL COORDINATES

52 CORIOLIS-STRATEGIE
CORIOLIS STRATEGY

62 KOMPONENTENLOGIK
COMPONENT LOGIC

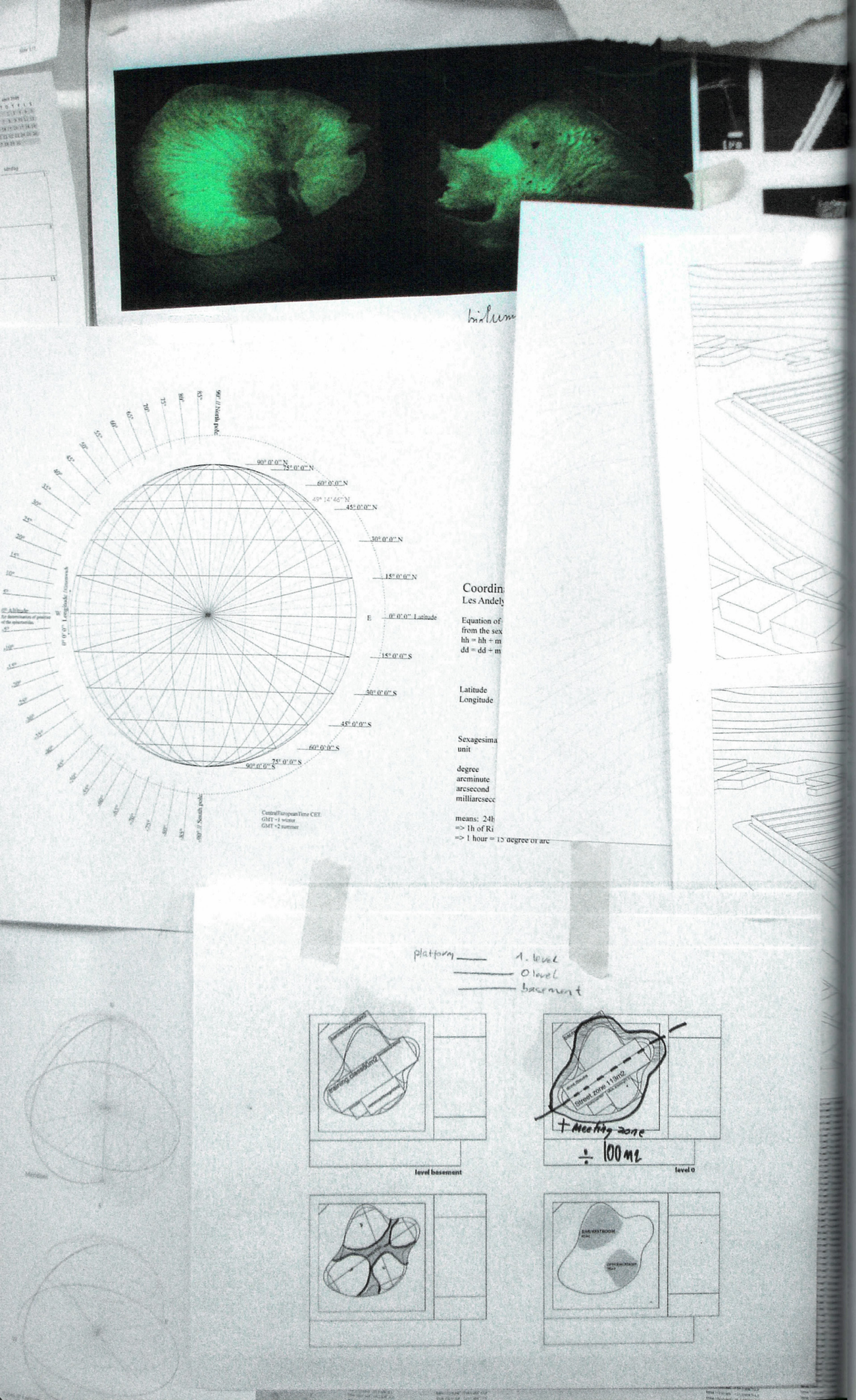
68 VERFOLGEN DES MONDES
TRACKING THE MOON

84 UNENDLICHES NACHGLÜHEN
INFINITE AFTERGLOW

104 MELATONINSCHICHTEN
MELATONIN LAYERS

110 ACADEMY OF LIGHT

136 DEFINITIONEN
DEFINITIONS



WALKING ON THE MOON

I was plugged into the shadows of the day, in the death of the sunset, *inter canem et lupum*[1]. It was in this state that I arrived in a twilight zone, located to the west of Paris, before reaching the flat horizon of the Atlantic coast, in a spot called Les Andelys.

A scientist of light phenomena, living and working in Les Andelys, had called me a week before. I perceived in his voice both childlike enthusiasm and a fear of the unknown. He was unwilling to discuss his most recent experiments over the phone, insisting instead upon a physical encounter.

From a traffic jam at the exit of Paris, to a "cats and dogs" downpour on the motorway, I arrived late, at the end of the day. As an arrival protocol, the scientist had instructed me to complete the final 200 m of my journey on foot. I observed this condition, noting as I walked the saturation of the air with moisture and the fog of Normandy.

In the car park, at a distance from the site, I noted the waxing of a surreal moon, glowing green in the night sky. Using a simple principle of blur logic, I tried to describe in my mind the unreadable silhouette emerging from the fog. At this point of blurriness, the novel by Edgar Alan Poe, THE NARRATIVE OF A. GORDON PYM OF NANTUCKET, came back to me, and specifically the unfinished end:

"March 22nd. The darkness had materially increased, relieved only by the glare of the water thrown back from the white curtain before us... Hereupon Nu-Nu stirred in the bottom of the boat; but upon touching him we found his spirit departed. And now we rushed into the embraces of the cataract, where a chasm threw itself open to receive us. But there arose in our pathway a shrouded human figure, very far larger in its proportions than any dweller among men. And the hue of the skin of the figure was of the perfect whiteness of the snow..."

In Les Andelys, this silhouette could be perceived as an afterglow sensation, as a phosphorescence of the death of daylight. In front of me I perceived a multitude of bright curves, reminiscent of long-exposure photography that transforms the stars in the night sky into staggered white threads. As I approached, these linear fireflies became a multitude of sophisticated hybrid glass components, populating the surfaces of the building like the photosynthetic derma of a plant. Wrapped by the glowing lines of the entrance, the scientist was waiting for me with a worrying, endless black corridor — a LOST HIGHWAY of David Lynch — at his back. He invited me to penetrate into the layered darkness, but with a mischievous air suggested that I should go first into the darkness, into the unknown...

The phosphorescence gradually decreased and become a lost sensation on my back. I was cautiously absorbed by the interior night, my perception switched off; the blackness became a tangible substance through which slowly, by incremental steps, some fictional twisted vision of the moon, through a deformed lens, real and unreal, reappeared as a visual whispering. I was not so astonished by my new ability to distinguish details in the dark, but was surprised that the dimmable adaptability of my metabolism had become the subject of the experiment. The multiple reflections of the moon rippling on all the boundaries of the space helped me to tame the night. Just to reassure you, I was still human, without the hairiness of a werewolf... Traversing the nadir[2] of the darkened space, we progressed towards the "circadian onion" where the darkened light conditions graduated incrementally towards an inverse condition of artificial light. At the boundary of this stratification, I arrived at the brilliant immersion zone, bathing in pure luminescent space, where the light seemed to come directly from any surface, without bulb or point source, just light as a material — as a pure substance.

I observed, almost imperceptibly, the altering state of my own physiology, as a kind of "awakening" sensation flooding my bloodstream. In this luminous atmosphere, I understood that its inhabitants functioned as vectors of the experiment, and some of them attempted to explain to me about a physiological sleeping inhibitor, activated when light encounters a natural sensor in your eyes... Without clearly understanding the scenario, I realised that many of the light room's inhabitants had begun their light experiment one month prior and why they whispered to me the name of this space like a secret: "The No-Sleeping Room" where, in the intensity of the whiteness of the organic electroluminescence, several times per day "a figure's skin appeared, and it was as the perfect whiteness of the snow..."

—

1 *between dog and wolf = twilight*
2 *point diametrically opposite the zenith*

SPAZIERGANG AUF DEM MOND

Ich wurde hineingezogen in die Schatten des zu Ende gehenden Tages, in die letzten Augenblicke des Sonnenuntergangs, *inter canem et lupum*[1]. In diesem Zustand präsentierte sich mir im Dämmerlicht die Landschaft westlich von Paris, bevor ich auf der letzten Etappe meiner Reise am flachen Horizont der Atlantikküste einen Ort namens Les Andelys erreichte.

In Les Andelys lebt und arbeitet ein Wissenschaftler, ein Spezialist für Lichtphänomene. Er hatte mich eine Woche zuvor angerufen. In seiner Stimme hatte gleichzeitig kindliche Begeisterung und die Angst vor dem Unbekannten geklungen. Er war nicht gewillt, am Telefon über seine neuesten Experimente zu sprechen und hatte stattdessen auf ein Treffen bestanden.

Nach dem üblichen Stau am Rand von Paris hatten sich auf der Autobahn die Schleusen des Himmels geöffnet, so dass ich erst spät am Tag ankam. Der Wissenschaftler hatte mir aufgetragen, die letzten 200 Meter zu Fuß zurückzulegen. Ich tat wie mir geheißen. Im Gehen sog ich die feuchte, nebelschwere Meeresluft der Normandie ein.

Vom Parkplatz aus, in einiger Entfernung vom Gelände, beobachtete ich wie ein surreal anmutender Mond grün leuchtend am Nachthimmel aufging. Mit Hilfe einer einfachen Blur-Logik versuchte ich zu beschreiben, wie die vage Silhouette aus dem Nebel auftaucht. Dabei kam mir unwillkürlich das unvollendete Ende von Edgar Allan Poes Roman DER BERICHT DES ARTHUR GORDON PYM in den Sinn:

22. März. Die Finsternis hatte sich verdichtet und wurde nur durch den Widerschein der weißen Wand auf dem Wasser ein wenig behoben... Einmal bewegte sich Nu-Nu ein wenig auf dem Boden des Bootes, zuckte, und als wir ihn anrührten, fanden wir, dass er tot war. Und dann schossen wir in einen Spalt des Kataraktes... schon öffnete sich ein Abgrund, um uns zu empfangen — doch da erhob sich auf unserer Bahn die lakenumhüllte Gestalt eines Mannes, der größer war als je ein Bewohner der Erde — und die Hautfarbe des Mannes hatte die makellose Weiße des Schnees..."

In Les Andelys war diese Silhouette als Nachglühen, als phosphoreszierende Erinnerung an das vergangene Tageslicht, wahrnehmbar. Vor mir sah ich eine Vielzahl heller Bögen, die mich an Fotografien des Nachthimmels mit langer Belichtungszeit erinnerten, die die Sterne in versetzt angeordnete weiße Fäden verwandeln. Als ich näher kam, zeigte sich, dass diese linearen Glühwürmchen in Wirklichkeit aus einer Vielzahl komplexer Hybridglaskomponenten bestanden, die sich wie die photosynthetische Haut einer Pflanze auf der Oberfläche des Gebäudes verteilten. Eingehüllt von den glühenden Linien des Eingangs erwartete mich mein Gastgeber vor einem beunruhigend endlosen schwarzen Korridor, der mich an den Film THE LOST HIGHWAY des Regisseurs David Lynch denken ließ.

Er forderte mich auf, in die vielschichtige Dunkelheit einzutreten. Sicher nicht ohne Absicht schlug er vor, dass ich als Erster in die Dunkelheit und in das Unbekannte eintreten solle. Das Nachglühen ließ allmählich nach bis es schließlich nur noch eine Erinnerung war. Langsam umfing mich die im Inneren herrschende Nacht. Meine Wahrnehmung schaltete sich aus. Die Schwärze wurde greifbar. Dann erschien schrittweise ganz langsam wieder eine fiktionale gewundene Vision des Mondes durch eine verformte Linse, gleichzeitig wirklich und unwirklich, kaum mehr als ein visuelles Flüstern. Weniger als meine neu gewonnene Fähigkeit, Einzelheiten in der Dunkelheit zu erkennen, überraschte mich die Tatsache, dass die Fähigkeit meines Stoffwechsels, sich an die veränderten Lichtverhältnisse anzupassen, zum Versuchsgegenstand geworden war. Die vielfachen Widerspiegelungen des Mondes entlang aller Grenzen des Raums halfen mir, die Nacht zu zähmen. Keine Angst: Ich war nach wie vor ein Mensch und hatte nicht etwa die Behaarung eines Werwolfs angenommen.

Wir durchquerten den Nadir[2] des verdunkelten Raums und bewegten uns in Richtung der „circadianen Zwiebel". Hier veränderte sich die Dunkelheit allmählich zum umgekehrten Zustand künstlicher Beleuchtung. Schließlich erreichte ich am Ende dieser Lichtschichten eine strahlend helle Eintauchzone, gebadet in reiner Lumineszenz. Hier schien das Licht direkt von allen Oberflächen zu kommen, ohne sichtbare Quelle, also einfach Licht als Material — als reine Substanz.

Ich beobachtete, dass sich mein physiologisches Befinden fast unmerklich veränderte. Ich spürte wie ein „Aufwach"-Gefühl meinen Blutkreislauf durchströmte. In dieser lichtdurchfluteten Atmosphäre wurde mir klar, dass die Bewohner als Vektoren eines Experiments fungierten. Einige versuchten mir zu erklären, dass ein physiologischer Schlafhemmer aktiviert wird, wenn das Licht auf einen natürlichen Sensor im Auge trifft. Zwar durchschaute ich das Szenario nicht ganz, verstand aber, dass viele der Bewohner des Lichtraums ihr Experiment schon vor einem Monat begonnen hatten. Wohl deshalb hatten sie mir den Namen dieses Ortes wie ein Geheimnis zugeflüstert: „Der Raum ohne Schlaf". Ein Raum, in dem in der intensiven Weißheit von OLEDs mehrmals am Tag „die Hautfarbe eines Mannes erschien, die die makellose Weiße des Schnees hatte..."

—

1 *zwischen Hund und Wolf = Dämmerung*
2 *Fußpunkt gegenüber dem Zenit*

LABORATORIES OF N[L]IGHT
THE BUILDING "THAT NEVER DIES"/ THE "STRETCHING" STREET

PREAMBLE

The building "that never dies" + the "stretching" street are the two elements that make up the future Thorn Academy of Light at Les Andelys, a training and research center for Thorn employees and customers. As a laboratory and Academy of Light, these two elements generate "knowledge and know-how" through experimentation with light, as well as enabling the perfect presentation of the Thorn portfolio in its diverse fields of application. The first Thorn Academy of Light (TAL) was opened this year in Spennymoor, near Newcastle, UK and both new academies will be dedicated to testing and visualising the evolution of innovation in artificial light.

THE BUILDING "THAT NEVER DIES"

This laboratory is linked to human, environmental and astronomical aspects:

◊ to human physiological aspects by studies of the minimum perception of light and adaptation to darkness, and of how, conversely, bright light intensity affects our metabolism. One key aspect here is dynamic light management with the ability to adapt the intensity and colour of the artificial light to the ever-changing natural lighting conditions throughout the day and night;

◊ to environmental aspects by a strategy of hyper-localizing the building through its ability to collect and reproduce the power of the sun in an afterglow effect;

◊ to astronomical aspects by creating a correspondence between the location of the building and its celestial position.

The development of this observatory of n[l]ight takes account of the movement of the Earth in the celestial sphere. Its geometry is derived from several parameters:

◊ its local positioning on the Les Andelys site;

◊ the Coriolis force acting on the four cardinal points of the location leading to the vortex-shaped design of the observatory, also taking account of the angular orientation of the earth;

◊ the latitude and longitude of the spherical "vault of heaven".

The building "that never dies" is dedicated both to the moon — the "aster of the night" — by tracking its position through the rotation of the building itself, and to the sun by collecting energy with phosphorescent pigments and photovoltaic cells. The afterglow will be directly influenced by the seasonal and daily intensity of the sun, and by the surfaces "touched" directly by its rays. As a result, the "glowing membrane" will be in an ongoing state of flux, day after day, night after night.

This photon energy is given off again during the twilight hours and after sunset, to create an After Death Experiment (ADE) effect, in the form of an altered state of perception in the hours of darkness. In this way, the building is affected by the two main natural sources of light: direct light from the sun, and reflected light from the moon.

ROTATION

This observatory of the n[l]ight rotates to follow the moon. Like any basic observatory system, its movement is along two axes:

◊ the ground disk on the XY axis tracks the longitude;

◊ the moon cone (as in a telescope) in the building adjusts the latitude in the plane XZ.

This observatory tracks the moon by day and by night, no matter if the sky is cloudy or not. When the moon is outside the cone of visibility, the building simply waits at the position where it will next reappear.

SUNSET AFTERGLOW

As a laboratory, the Thorn Academy of Light "resists" the darkness of the night through the multitude of glowing lines embedded in its outer surface. The development of the green phosphorescent outdoor appearance is a direct reference to the "streaking" effect produced when the night sky is photographed with long time-exposure settings.

The duration of afterglow could be extended throughout the night from dusk to dawn by altering the chemical composition of the pigments in the components. To prevent the cold hindering performance in the winter, photovoltaic cells are plugged into the components to warm them (alternatively, this can be achieved by using infrared light-emitting diodes (LEDs), or silver wire resistors printed on the glass). Obviously the power of the afterglow effect will depend on the season and the intensity of the sun's rays.

COMPONENTS

The glowing components include:

◊ a glass mould matrix;

◊ phosphorescent pigments;

◊ photovoltaic cells.

The components are distributed over 160 m^2 of outer surfaces at around seven per m^2, making a total of 1,120 units. The total surface area of PV cells embedded in the components is approximately 100 m^2. They produce 15,000 kWh per annum.

PHYSIOLOGIAL STUDIES

Adaptation to darkness

Inside, the Laboratory of N[L]ight enables experiments to be conducted into the eye's adaptation to darkness. In a dark tunnel, a glow of the intensity of moonlight (0.5 lx) is given off, providing a space in which to test the physiological minimum perceptible intensity of light, and the amount of time required to perceive an environment under those lighting conditions.

For the purpose of tests, by day the power of the sun (120,000 – 50,000 lx) can be filtered, reduced and even "switched off". By night the power of moonlight (0.5 lx) can be artificially increased.

In this way, the level of urban light intensity can be adapted to the human physiology, and the level of luminous flux reduced to decrease night-time light pollution.

The gap of light intensity between the dark adaptation phenomena and the minimum psychological level for a sensation of safety and orientation, which depends on many factors such as light quality or age-dependent personal vision, will be the main field of research in this tunnel laboratory. Specifically, tests will be conducted on the three levels that characterise visual perception: photopic, mesopic and scotopic vision.

Photopic vision occurs at high light levels and is characterised by 1) cone photoreceptors, 2) low light sensitivity, 3) high acuity and 4) color vision. Scotopic vision occurs at very low light levels and exhibits 1) use of rod photoreceptors, 2) high light sensitivity, 3) poor acuity and 4) no color vision. Mesopic vision is an interface between the two (see the DEFINITIONS section for more details).

This gradation of light to test its physiological perception is achieved through specific lenses and filters positioned on the porous interface zones of the building (hole-of-light penetration). These interface zones between indoor and outdoor could be used to occlude or intensify the outdoor light (perhaps by dynamic gradation).

OLEDs + the circadian cycle

The indoor light strategy was developed around a layered "onion" concept, in which the dark tunnel transitions, incrementally, to full artificial lightness. From the dark core tunnel of the building to the bright periphery, the lighting gradient transitions from 0.5 lx to 5,000 lx.

This project is designed to integrate the OLED (organic light-emitting diodes) research of the Zumtobel Group at Durham University and the dimmable potential of OLEDs to control a light intensity range of 0.5 lx (moon) to 5,000 lx at 460 nm.

This high intensity is bright enough to stop production of the hormone melatonin and influence the physiological circadian cycle.

Note: With the circadian rhythm in full swing, bright light will suppress melatonin production at night quite rapidly, while creating dark conditions in the daytime will not lead to production of the hormone.

LABORATORIEN FÜR LICHT UND NACHT
DAS „UNSTERBLICHE" GEBÄUDE / DIE „AUSZIEHBARE" STRASSE

VORSPANN

Das „unsterbliche" Gebäude und die „ausziehbare" Straße bilden zusammen die künftige Thorn Academy of Light in Les Andelys, ein Trainings- und Forschungszentrum für Thorn Mitarbeiter und Kunden. Als Labor und als Lichtakademie vermitteln die beiden Bauten Wissen und Know-how durch Lichtexperimente. Zudem bieten sie die ideale Plattform für die Präsentation des Thorn Portfolios in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Die erste Thorn Academy of Light wurde dieses Jahr in Spennymoor — nahe der britischen Stadt Newcastle — eröffnet. Die beiden neuen Akademien dienen der Erprobung und Veranschaulichung der innovativen Entwicklung künstlichen Lichts.

DAS „UNSTERBLICHE" GEBÄUDE

Das Labor befasst sich sowohl mit menschlichen, als auch mit Umwelt- und astronomischen Aspekten:

◊ Aspekte der menschlichen Physiologie werden in Form von Untersuchungen der Mindestlichtwahrnehmung und der Anpassung des Auges an die Dunkelheit behandelt. Andere Studien beschäftigen sich damit, welche Auswirkungen helle Lichtintensität auf unseren Stoffwechsel hat. Ein Schlüsselaspekt hier ist dynamisches Lichtmanagement und die Fähigkeit, die Intensität und Farbe des Kunstlichts an die sich ständig verändernden natürlichen Lichtverhältnisse bei Tag und bei Nacht anzupassen;

◊ Umweltaspekte spielen insofern eine Rolle als das Gebäude in einer Art Hyperlokalisation die Fähigkeit hat, seine Umgebung zu beeinflussen und dadurch in der Lage ist, Sonnenenergie zu sammeln und in einem Nachglüheffekt zu reproduzieren;

◊ Astronomische Aspekte spielen insofern hinein, als eine Korrelation geschaffen wird zwischen dem Standort des Gebäudes und seiner Himmelsposition.

Bei der Entwicklung dieses Observatoriums für Licht und Nacht wurde die Erdbewegung in der Himmelssphäre berücksichtigt. Seine Geometrie leitet sich aus verschiedenen Parametern ab:

◊ der lokalen Positionierung auf dem Gelände von Les Andelys;

◊ der Coriolis-Kraft, die sich auf die vier Kardinalpunkte des Standorts auswirkt und die für die Gestaltung des Labors in Form eines Wirbels verantwortlich ist, wobei auch die winkelmäßige Ausrichtung der Erde berücksichtigt wird;

◊ den Breiten- und Längengraden des sphärischen „Himmelsgewölbes".

Das „unsterbliche" Gebäude ist sowohl dem Mond — als einer Aster-Blume der Nacht — gewidmet, indem es dessen Position durch die Rotation des Gebäudes selbst verfolgt, als auch der Sonne, indem es mit phosphoreszierenden Pigmenten und Photovoltaik-Zellen Energie sammelt. Das Nachglühen wird direkt von der jahreszeitlichen und täglichen Intensität der Sonne und von den direkt von ihren Strahlen „berührten" Flächen beeinflusst. Dementsprechend ist die „Glühmembran" ständig im Fluss, Tag für Tag und Nacht für Nacht.

Diese Lichtenergie wird in der Dämmerung und nach Sonnenuntergang wieder abgegeben. Dadurch entsteht ein Effekt in Gestalt eines veränderten Wahrnehmungszustandes in der Dunkelheit, vergleichbar mit einem ADE-Effekt (After Death Experiment). So wirken sich die beiden wichtigsten natürlichen Lichtquellen — direktes Sonnenlicht und vom Mond reflektiertes Licht — auf das Gebäude aus.

ROTATION

Das Observatorium für Licht und Nacht folgt mit seinen Drehbewegungen dem Mond. Wie bei allen Observatorien verläuft die Bewegung entlang zweier Achsen:

◊ die Grundscheibe auf der XY-Achse verfolgt die Längengrade;

◊ der Mondkegel im Gebäude verfolgt (wie bei einem Teleskop) die Breitengrade in der XZ-Ebene.

Das Observatorium verfolgt den Mond Tag und Nacht, unabhängig davon, ob der Himmel bewölkt oder klar ist. Wenn sich der Mond außerhalb des Ausschnitts der Sichtbarkeit befindet, verharrt das Gebäude einfach in der Position, an der er das nächste Mal wieder erscheint.

NACHGLÜHEN NACH SONNENUNTERGANG

Als Labor setzt die Thorn Academy of Light der Dunkelheit der Nacht eine Fülle glühender Linien entgegen, die in die Außenhülle integriert sind. Der grüne phosphoreszierende Außeneindruck ist eine direkte Anspielung auf den Stricheffekt, der entsteht, wenn der Nachthimmel mit Langzeitbelichtung fotografiert wird.

Durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Pigmente in den Komponenten könnte die Nachglühdauer auf die ganze Nacht ausgedehnt werden. Damit das Phänomen trotz Kälte auch im Winter funktioniert, werden die Komponenten an Photovoltaik-Zellen angeschlossen, um sie zu erwärmen (alternativ kann dies auch über Infrarot-LEDs oder Heizgitter erfolgen). Die Stärke des Nachglühens hängt von der Jahreszeit und der Intensität der Sonnenbestrahlung ab.

KOMPONENTEN

Die Leuchtkomponenten sind wie folgt aufgebaut:

◊ Glasgussmatrix;

◊ phosphoreszierende Pigmente;

◊ Photovoltaik-Zellen.

Die Komponenten verteilen sich mit sieben Einheiten pro m^2 auf 160 m^2. Dies entspricht einer Gesamtzahl von 1.120. Die Gesamtfläche der in die Komponenten integrierten Photovoltaik-Zellen beträgt ca. 100 m^2. Sie produzieren 15.000 kWh pro Jahr.

PHYSIOLOGISCHE STUDIEN

Anpassung des Auges an die Dunkelheit

Im Innenbereich des Laboratoriums für Licht und Nacht finden Experimente zur Anpassung des Auges an die Dunkelheit statt. Dazu wird in einem dunklen Tunnel ein Leuchten mit der Stärke des Mondlichts (0,5 lx) abgegeben. So wird die für eine physiologische Wahrnehmung erforderliche Mindestlichtintensität getestet. Außerdem wird untersucht, wie lange es dauert bis man in der Lage ist, bei diesen Lichtverhältnissen die Umgebung zu erkennen.

Für Testzwecke kann bei Tag die Sonnenkraft (120.000 – 50.000 lx) gefiltert, vermindert und sogar „ausgeschaltet" werden. Bei Nacht kann die Intensität des Mondlichts künstlich erhöht werden. So lässt sich die Intensität des städtischen Lichtniveaus an die menschlichen Bedürfnisse anpassen. Dabei reduziert sich das Niveau des Lichtstroms und damit die nächtliche Lichtverschmutzung.

Die Untersuchungen im Tunnellabor beschäftigen sich vor allem mit dem Unterschied in der Lichtintensität zwischen den Phänomenen der Anpassung an die Dunkelheit und dem Mindestlichtniveau, das psychologisch notwendig ist, um sich sicher zu fühlen und sich orientieren zu können. Dieser Unterschied hängt von zahlreichen Faktoren wie Lichtqualität und altersabhängige Sehkraft ab. Insbesondere finden Tests auf den drei Ebenen statt, auf denen die visuelle Wahrnehmung stattfindet, nämlich photopisches, mesopisches und skotopisches Sehen.

Photopisches Sehen findet bei hoher Leuchtdichte statt. Charakteristisch hierfür sind 1) Zapfenrezeptoren, 2) geringe Lichtempfindlichkeit, 3) hohe Sehschärfe und 4) Farbsehen. Skotopisches Sehen findet bei sehr niedriger Leuchtdichte statt und ist charakterisiert durch 1) Stäbchenrezeptoren, 2) hohe Lichtempfindlichkeit, 3) geringe Sehschärfe und 4) fehlendes Farbsehen. Mesopisches Sehen schließlich ist eine Kombination aus den beiden anderen Seharten (siehe auch unter DEFINITIONEN).

Diese Lichtabstufung zur Untersuchung der physiologischen Wahrnehmung erfolgt mittels spezieller Linsen und Filter, die auf die durchlässigen Schnittstellen des Gebäudes (Lichteinfalllöcher) positioniert werden. Dieser Schnittstellenbereich zwischen Innen- und Außenbereich könnte dazu genutzt werden, das Außenlicht auszuschließen oder zu verstärken (eventuell über dynamische Abstufung).

OLEDs und circadianer Rhythmus

Zentrales Element der Lichtstrategie im Innenraum ist ein mehrlagiges „Zwiebelprinzip", bei dem der dunkle Tunnel durch Kunstlicht ganz allmählich voll beleuchtet wird. Vom dunklen Kern des Tunnels im Inneren des Gebäudes bis zur hellen Haut des Gebäudes steigt mit einem Gradienten die Beleuchtungsstärke von 0,5 lx auf 5.000 lx an.

Bei diesem Projekt werden die Ergebnisse der OLED-Forschung der Zumtobel Gruppe an der Universität Durham mit dem dimmbaren Potenzial von OLEDs verbunden, so dass das Lichtmengenspektrum von 0,5 lx (Mond) bis 5.000 lx bei 460 nm gesteuert werden kann. Diese hohe Intensität ist hell genug, um

This academy and laboratory of light will provide the opportunity to test the effects of light on the eye's adaptation to darkness and on melatonin cycles, as well as studying the physiological and psychological impacts of light.

It will also permit studies of light intensity adaptation, using light sensors to create dynamic relationships and interdependencies between indoor and outdoor conditions. And it will allow tests to be conducted to identify the optimal levels and criteria of lighting with the lowest impact on energy and highest impact on night-time visibility.

TRANSITION SEQUENCES

The new building will also facilitate studies of transition sequences:
◊ transition sequences by day: from natural outdoor light to artificial night (tunnel), to artificial daylight produced by bright OLEDs located on the indoor periphery of the building;
◊ transition sequences by night: from natural outdoor darkness with afterglow appearance, to indoor night in the darkness of the tunnel, to artificial daylight produced by bright OLEDs located on the indoor periphery of the building.

SURFACES AND INDOOR LAYOUT

The indoor ground disc area is dedicated to experimentation concerning the relationship between moonlight and eye adaptation to darkened environments, and the relationship between dimmable OLED artificial light and melatonin-based physiological effects. It also provides the setting for presentation of the Thorn indoor lighting portfolio, in the different application areas. This space is crossed by dimmable natural light (from the entrance, the moon cone, the far end of the tunnel and the top of the restaurant). All this penetration of light can be cut, filtered or totally open (by day or by night).

The courtyard is dedicated to teaching and simulation, with natural daylight in the training room.

The bar area and upper tunnel form a meeting point and welcome area for customers and employees in a stimulating lighting environment.

Upstairs
Dark tunnel: 55 m^2
Upper tunnel: 20 m^2
Entrance: 15 m^2
Event room: 40 m^2
(incl. 12 m^2 of kitchen)
Bar: 30 m^2
(incl. 10 m^2 of service area)
Stairs: 10 m^2
Closet: 7 m^2
—
TOTAL 1 = 177 m^2

Downstairs
Academy office: 35 m^2
Training room: 80 m^2
Meeting room: 115 m^2
Simulation room: 40 m^2
Workshop room: 35 m^2
Restroom + utilities: 40 m^2
Mechanical room: 25 m^2
Courtyard: 100 m^2
—
TOTAL 2 = 470 m^2
TOTAL 1+2 = 647 m^2

OTHER PARAMETERS

Glass components
◊ 1,120 units
◊ dimensions 90 x 15 cm
◊ covering an area of 160 m^2
◊ containing 100 m^2 photovoltaic (PV) cells
Using three types of component, depending on curvature.

Melatonin layers
◊ 300 m^2 interior OLED surface
◊ 60 m^2 PV cells within glass component

CALCULATION OF ENERGY EQUILIBRIUM

The observatory building is unplugged where the OLEDs (indoor) or the infra-red LEDs (phosphorescence) are concerned. The remaining power requirements will be met by PV cells on the roof of the existing Thorn production plant.

PV cells
100 m^2 surface area within the glass component, for production of 15,000 kWh per year.

OLEDs
Need 5 mA/cm^2 of energy to produce 5,000 lm/m^2 at 40 lm/W (the output required to affect the melatonin cycle). With silicium solar cells, we could obtain 50 mA/cm^2, thus 0.1 m^2 of PV output = 1 m^2 of OLED lighting. For 300 m^2 of OLEDs (indoor light surface), we need 60 m^2 of PV cells (5,000 lm/m^2 at 460 nm are equal to 10,000 lm/m^2 for daylight fluorescence).

Heating of components
We could use the other 70 percent of the 100 m^2 of PV cells for low-level heating of the outdoor glass components = 6,000 kWh per year. The power consumption of one LED (for 1/10 of the time per year) = 200 Wh per year. Thus we could integrate (6,000,000:200):1,120 units = 26 LEDs per component (the energy will be stored). This minimal heating by infrared LEDs would be used to offset the effect of cold temperatures, which can neutralise the phosphorescence. It could be used in the autumn and springtime, and sometimes in winter, when temperatures are not below zero centigrade.

Materials used in the first project
◊ Glass (components and indoor tunnel)
◊ OLEDs (organic LEDs)
◊ Steel hyper-structure (with welded PVC waterproofing)
◊ Concrete infrastructure
◊ Bio-plastic layer supporting OLED surfaces
◊ Asphalt indoor floor (and asphalt stairs)

THE "STRETCHING" STREET

The second building is dedicated to outdoor urban lighting. With the morphology of an accordion, this construction is stretchable, from an entirely open position (by night) to a closed one (by day), enabling the recreation of indoor darkness conditions for urban lighting experiments.

The building is 7 metres wide and 150 metres long. It can be thought of as a film set, where different weather conditions can be simulated (wind, snow, fog, rain, including the mirror effect from a rain-drenched street), and hostile light (e.g. the glare of oncoming headlights) could be reproduced head-on.

Two longitudinal technical galleries are located along the sides of the street, to support and facilitate substitution and variation of lighting effects and devices.

With this "box of climates" strategy, the indoor stretching street becomes the main laboratory for testing the relationship between light efficiency and light perception.

Materials used in the second project
◊ Steel structure
◊ Fabric membranes (PVC) outdoor and indoor
◊ Asphalt street and pedestrian walkways
◊ Technical walkway (on both sides)
◊ Media network for simulation (water, electricity)
◊ Climate devices (artificial snow, wind ventilators, natural fog spray machine...)

MISCELLANEOUS

Master plan
We proposed a draft master plan that re-orients the design of the parking lot and the entrance, to relate them more closely to the two new buildings.

die Produktion des Hormons Melatonin zu unterdrücken und den circadianen Rhythmus des Menschen zu beeinflussen.

Hinweis: Bei eingeschwungenem circadianen Rhythmus erfolgt die Suppression der Melatoninproduktion durch helles Licht in der Nacht recht schnell, während am Tag durch Dunkelheit keine Melatoninproduktion erreicht werden kann.

In der Akademie und im Lichtlabor können die Auswirkungen von Licht auf die Anpassung des Auges an die Dunkelheit und auf den Melantoninrhythmus untersucht werden. Tests liefern Erkenntnisse zu den physiologischen und psychologischen Auswirkungen von Licht. Außerdem kann die Anpassung an die Lichtintensität untersucht werden, wobei Lichtsensoren dynamische Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen den vorherrschenden Lichtverhältnissen im Innen- und im Außenbereich herstellen. Ebenso eröffnet sich die Möglichkeit, Tests durchzuführen, um die optimalen Beleuchtungsniveaus und -kriterien zu bestimmen, die den geringst möglichen Energieverbrauch bei höchstem Nutzen für die Nachtsicht haben.

ÜBERGANGSSEQUENZEN

Das neue Gebäude bietet sich auch für die Untersuchung von Übergangssequenzen an:
◊ Übergangssequenzen bei Tag: von natürlichem Licht im Freien zu künstlicher Nacht (Tunnel), hin zu künstlichem Tageslicht durch helle OLEDs, die an der inneren Haut des Gebäudes angebracht sind.
◊ Übergangssequenzen bei Nacht: von natürlicher Dunkelheit im Freien mit Nachglühwirkung, hin zu Nacht im Inneren des Tunnels und wieder hin zu künstlichem Tagslicht durch helle OLEDs, die an der inneren Haut des Gebäudes angebracht sind.

RÄUMLICHKEITEN UND LAGEPLAN IM INNEREN DES GEBÄUDES

Der Bereich der inneren Grundscheibe ist für Experimente zum Verhältnis zwischen Mondlicht und Anpassung des Auges an verdunkelte Umgebungen vorgesehen. Hier wird die Beziehung zwischen dimmbarem OLED-Kunstlicht und melatoninbestimmten physiologischen Auswirkungen untersucht. Neben den Experimenten wird im Innenraum das Thorn Portofolio für die Innenbeleuchtung in seinen verschiedenen Anwendungsbereichen präsentiert.

Diesen Raum durchkreuzt dimmbares natürliches Licht (vom Eingang, vom Mondkegel, vom hinteren Ende des Tunnels und von der Decke des Restaurants). Der gesamte Lichteinfall kann (bei Tag oder bei Nacht) ausgeschaltet, gefiltert oder ungehindert zugelassen werden. Im Veranstaltungsraum finden Schulungen und Simulationen statt. Im Trainingsraum herrscht natürliches Tageslicht. Der Barbereich und der Tunnel im oberen Bereich fungieren als Treffpunkt für Kunden und Mitarbeiter. Die Beleuchtung für diesen Bereich schafft ein anregendes, angenehmes Ambiente.

Obergeschoss
Dunkler Tunnel: 55 m^2
Oberer Tunnel: 20 m^2
Eingang: 15 m^2
Veranstaltungsraum: 40 m^2
(einschließlich 12 m^2 Küche)
Barbereich: 30 m^2
(einschließlich 10 m^2
Servicebereich)
Treppe: 10 m^2
Schrank: 7 m^2
—
GESAMT 1 = 177 m^2

Untergeschoss
Verwaltung der Akademie: 35 m^2
Trainingsraum: 80 m^2
Konferenzraum: 115 m^2
Simulationsraum: 40 m^2
Raum für Workshops: 35 m^2
Waschraum
und Haustechnik: 40 m^2
Mechanikraum: 25 m^2
Hof: 100 m^2
—
GESAMT 2 = 470 m^2
GESAMT 1 + 2 = 647 m^2

SONSTIGE PARAMETER

Glaskomponenten
◊ 1.120 Einheiten
◊ Abmessung 90 x 15 cm
◊ für eine Fläche von 160 m^2
◊ mit 100 m^2 Photovoltaik-Zellen
Je nach Krümmung werden drei verschiedene Komponenten verwendet.

Melatoninschichten
◊ 300 m^2 OLED-Fläche im Innenraum
◊ 60 m^2 Photovoltaik-Zellen, integriert in Glaskomponenten

BERECHNUNG DES ENERGIEÄQUILIBRIUMS

Das Observatorium ist für den Betrieb der OLEDs (Innenraum) bzw. der Infrarot-LEDs (Phosphoreszenz) unabhängig von der Stromversorgung. Der restliche Strombedarf wird über Photovoltaik-Zellen auf dem Dach des bestehenden Thorn Werks gedeckt.

Photovoltaik-Zellen
100 m^2 Fläche, integriert in die Glaskomponenten, für eine Leistung von 15.000 kWh pro Jahr.

OLEDs
Für eine Leistung von 5.000 lm/m^2 bei 40 lm/W (erforderliche Leistung, um den Melatoninrhythmus zu beeinflussen) werden 5 mA/cm^2 benötigt. Mit Silizium-Photovoltaik-Zellen könnten wir 50 mA/cm^2 und damit 0,1 m^2 PV-Leistung = 1 m^2 OLED-Beleuchtung erzielen. Für 300 m^2 OLEDs (Lichtfläche im Inneren des Gebäudes) benötigen wir 60 m^2 PV-Zellen (5.000 lm/m^2 bei 460 nm entsprechen 10.000 lm/m^2 für Tageslichtfluoreszenz).

Erwärmung der Komponenten
Die verbleibenden 70 Prozent der 100 m^2 PV-Zellen könnten wir für eine leichte Erwärmung der Glaskomponenten im Außenbereich des Gebäudes nutzen = 6.000 kWh pro Jahr. Der Energieverbrauch einer LED (für 1/10 der Zeit pro Jahr) = 200 Wh pro Jahr. Folglich könnten wir (6.000.000 : 200) : 1.120 Einheiten = 26 LEDs pro Komponente integrieren (die Energie wird gespeichert).

Diese leichte Erwärmung durch Infrarot-LEDs würde dazu genutzt werden, Kältegrade auszugleichen, die die Phosphoreszenz neutralisieren könnten. Sie könnte im Frühling und im Herbst, möglicherweise auch im Winter, eingesetzt werden, solange die Temperatur nicht unter null Grad Celcius fällt.

Beim ersten Gebäude verwendete Materialien
◊ Glas (Komponenten und innerer Tunnel)
◊ OLEDs (organische LEDs)
◊ Stahlhyperkonstruktion
(mit verschweißter PVC-Imprägnierung)
◊ Betoninfrastruktur
◊ Bioplastikschicht als Unterlage für die OLED-Flächen
◊ Asphaltboden im Innenbereich (und Asphalttreppe)

DIE „AUSZIEHBARE" STRASSE

Das zweite Gebäude ist der städtischen Außenbeleuchtung gewidmet. Die optisch an ein Akkordeon erinnernde Konstruktion ist ausziehbar und lässt sich von einer komplett offenen Position (bei Nacht) in eine geschlossene Position bringen (bei Tag). So wird im Innenraum Dunkelheit für Experimente geschaffen.

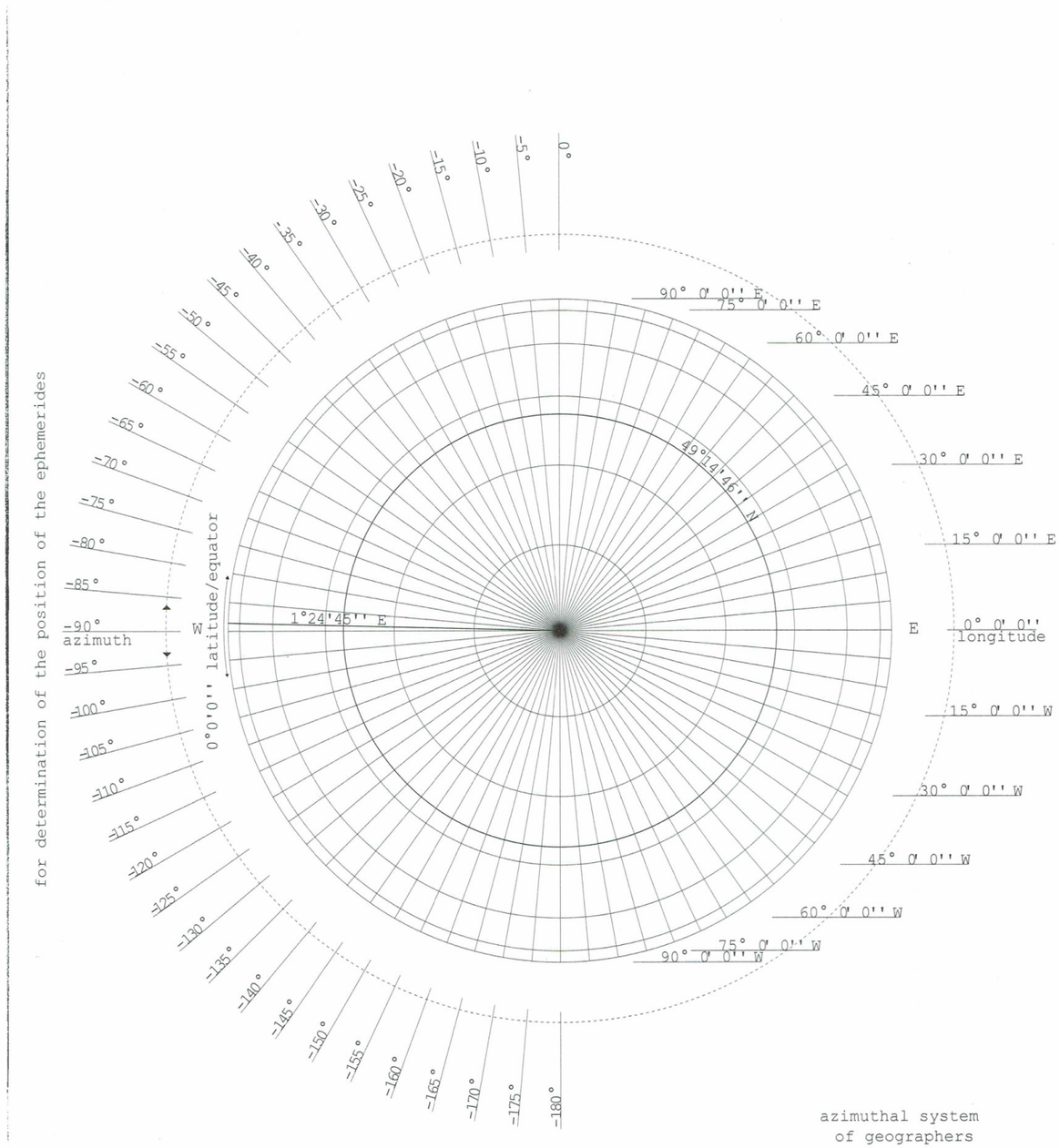
Das Gebäude ist 7 Meter breit und 150 Meter lang. Man kann es sich wie eine Filmkulisse vorstellen, wo unterschiedliche Wetterbedingungen (Wind, Schnee, Nebel, Regen, Spiegeleffekte auf regennasser Straße) und Störlicht (Blenden durch entgegenkommende Scheinwerfer) simuliert werden können. Links und rechts der Straße verlaufen zwei begleitende Technikgänge. Sie erleichtern das Austauschen und Variieren von Leuchten und Geräten.

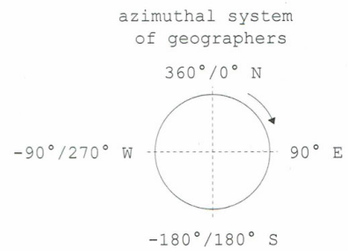
Diese „Klimabox"-Strategie im Innenraum der ausziehbaren Straße schafft ideale Bedingungen für Tests zum Verhältnis zwischen Lichteffizienz und Lichtwahrnehmung.

Beim zweiten Gebäude verwendete Materialien
◊ Stahlkonstruktion
◊ Gewebemembranen (PVC), im Innenraum und im Außenbereich
◊ Asphaltstraße und -gehwege
◊ Technikgang (auf beiden Seiten)
◊ Mediennetz für Simulationszwecke (Wasser, Strom)
◊ Klimageräte (künstlicher Schnee, Windmaschinen, Nebelsprühmaschine)

VERSCHIEDENES

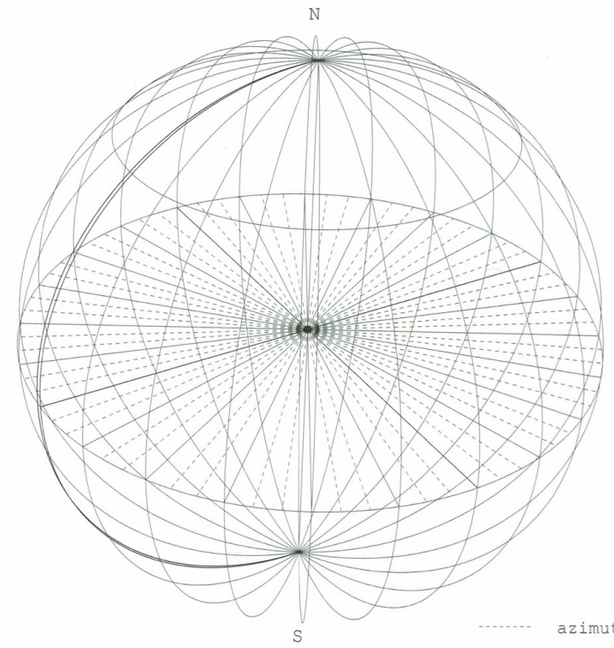
Masterplan
Wir haben den Entwurf eines Masterplans erstellt, der eine veränderte Gestaltung des Parkplatzes und des Eingangs vorsieht, so dass hier ein engerer Bezug zu den beiden neuen Gebäuden hergestellt wird.



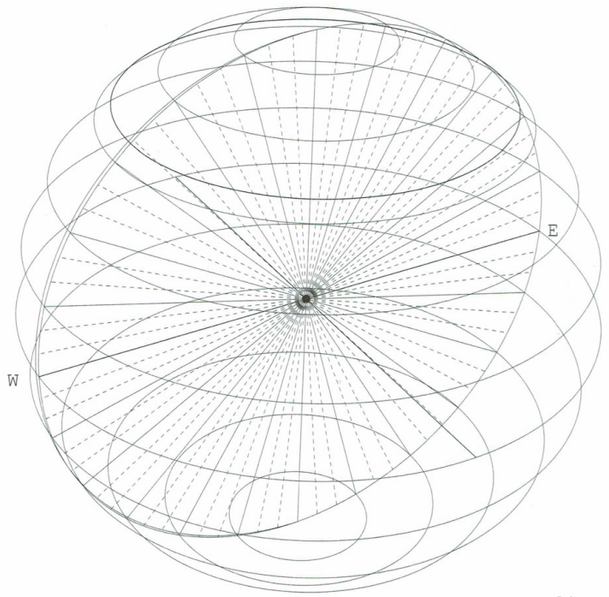


POSITIONING SYSTEM
Northern hemisphere; top view longitudes and latitudes described by angles of azimuth and altitude

POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM
Nördliche Hemisphäre; Aufsicht Längen- und Breitengrade beschrieben durch Azimut-* und Höhenwinkel
* = Winkel zwischen der Vertikalebene eines Gestirns und der Südhälfte der Meridianebene



azimuthal lines
lines of the longitudes/meridians

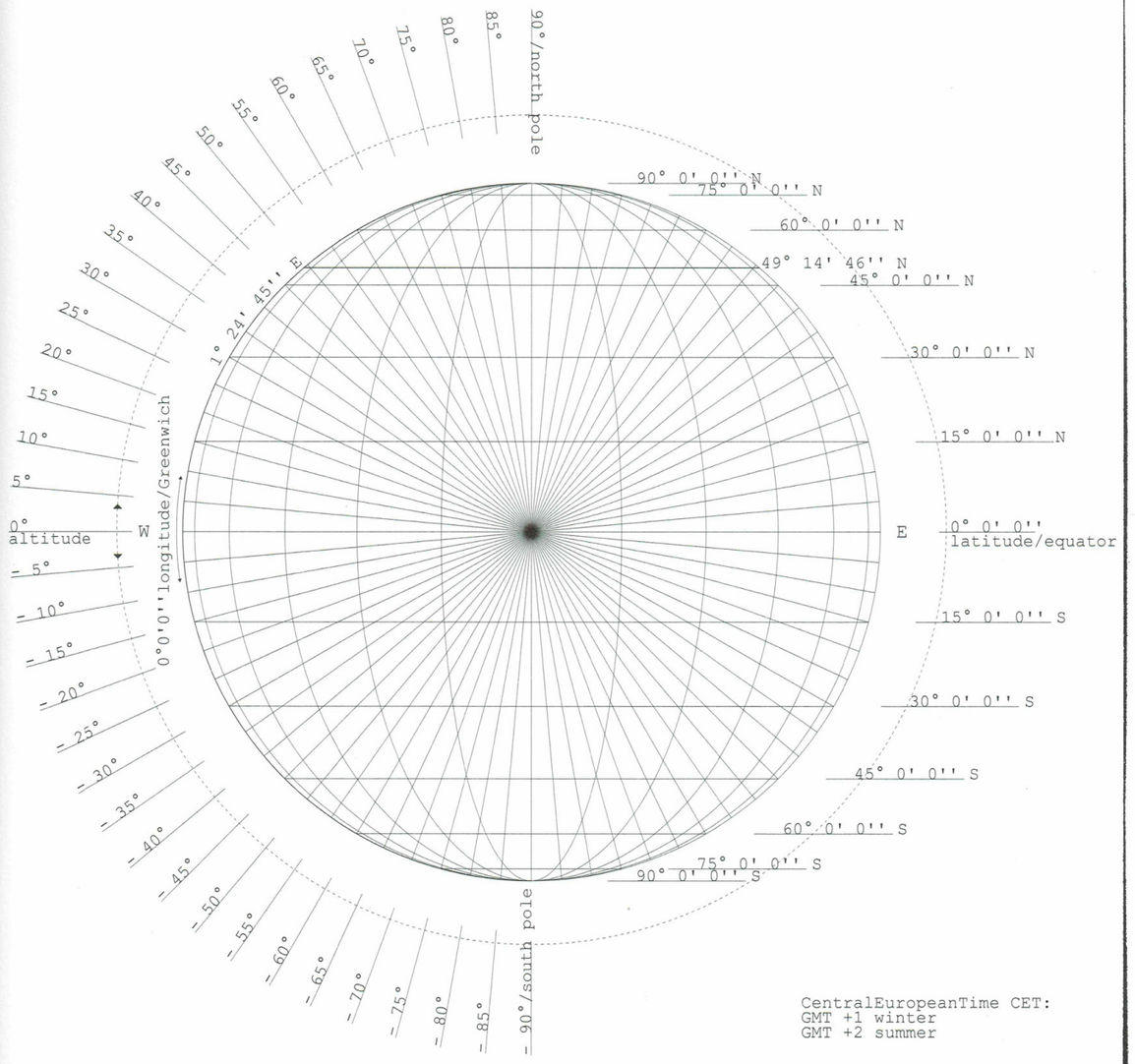


lines of the altitude
lines of the latitudes

COORDINATE SYSTEM
Lines of azimuth and altitude
in relation to longitudes and latitudes

KOORDINATENSYSTEM
Azimut- und Höhenlinien in Relation
zu Längen- und Breitengraden

for determination of the position of the ephemerides



CentralEuropeanTime CET:
GMT +1 winter
GMT +2 summer

coordinates - Les Andelys,Haute-Normandie,France

equation of conversion hh = hh + mm/60 + ss/3600
from the sexagesimal to the decimal system dd = dd + mm/60 + ss/3600

	sexagesimal		decimal
Latitude	49° 14' 46'' N	(49+0.23+0.0128)	49.2428°
Longitude	1° 24' 45'' E	(1+0.4+0.0125)	1.4125°

sexagesimal system of angular measurement

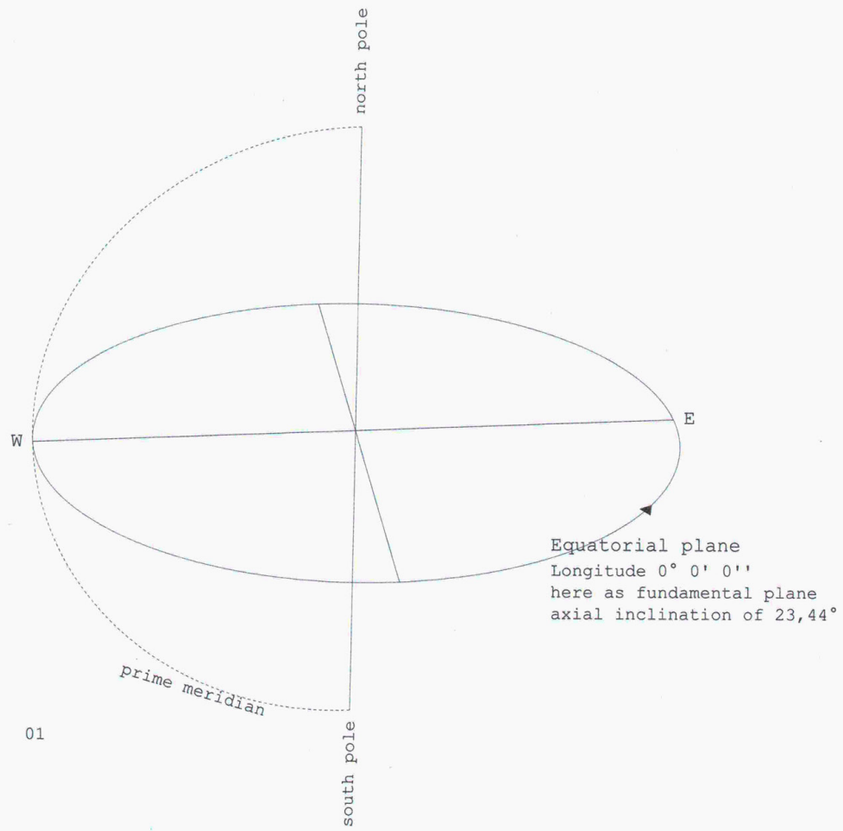
unit	value	symbol		abbreviation
degree	1/360 circle	°		deg
arcminute	1/60 deg	'	(prime)	arcmin
arcsecond	1/60arcmin	''	(doubleprime)	arcsec
milliarcsecond	1/1000arcsec			mas

means:
24h are equivalent to
a full 360° circle

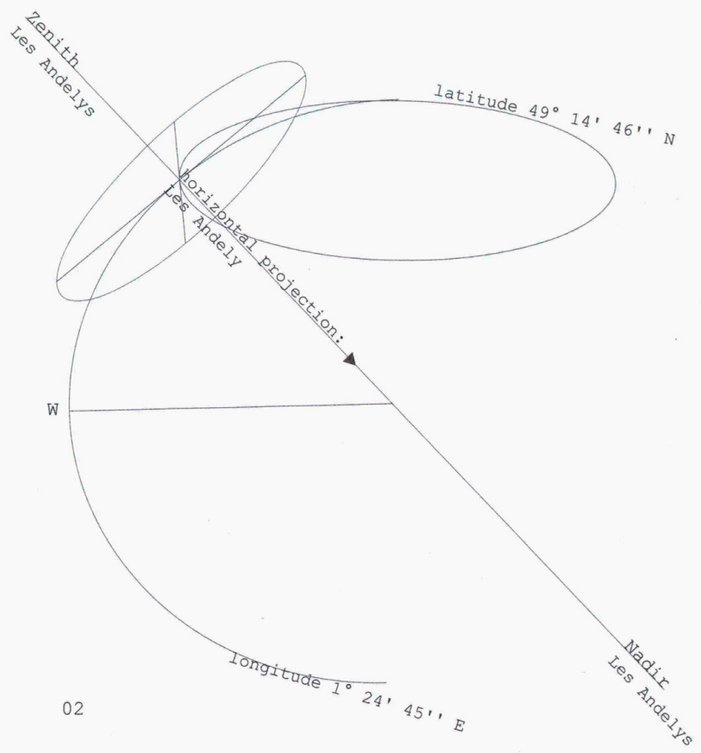
=> 1h of Right Ascension
(RA) = 1/24 of 360°
=> 1 hour = 15 degree of arc

POSITIONING SYSTEM
Western/eastern hemisphere and sexagesimal system
of angular measurement demonstrated
with the coordinates of Les Andelys, France

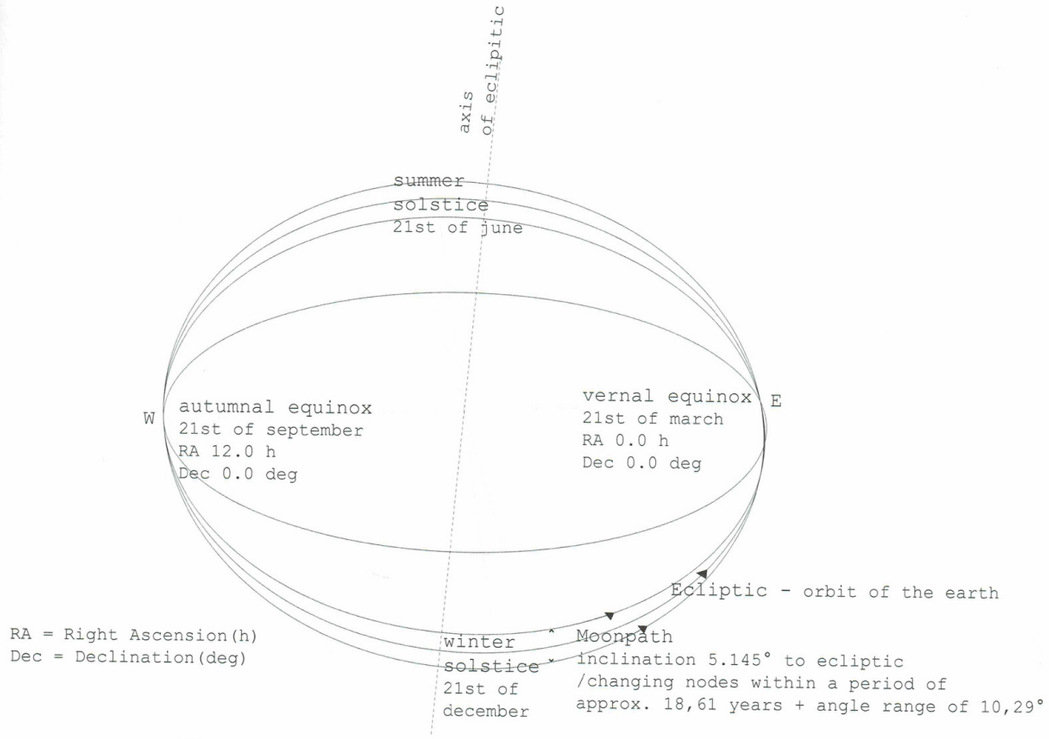
POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM
Westliche/östliche Hemisphäre und sexagesimales System
der Winkelmessung, dargestellt anhand
der Koordinaten von Les Andelys, Frankreich



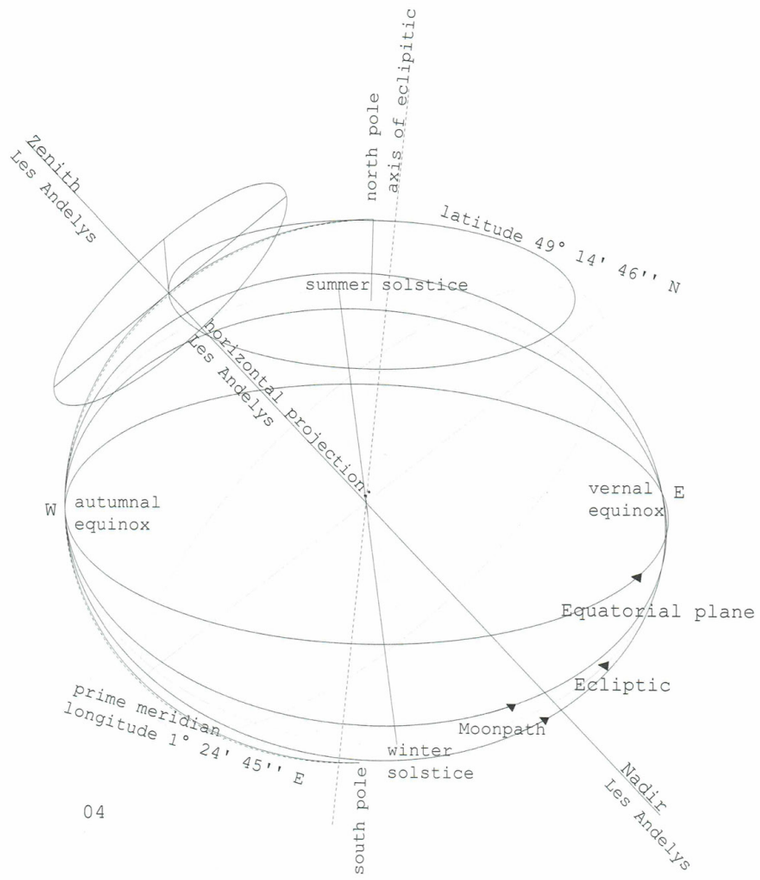
01



02



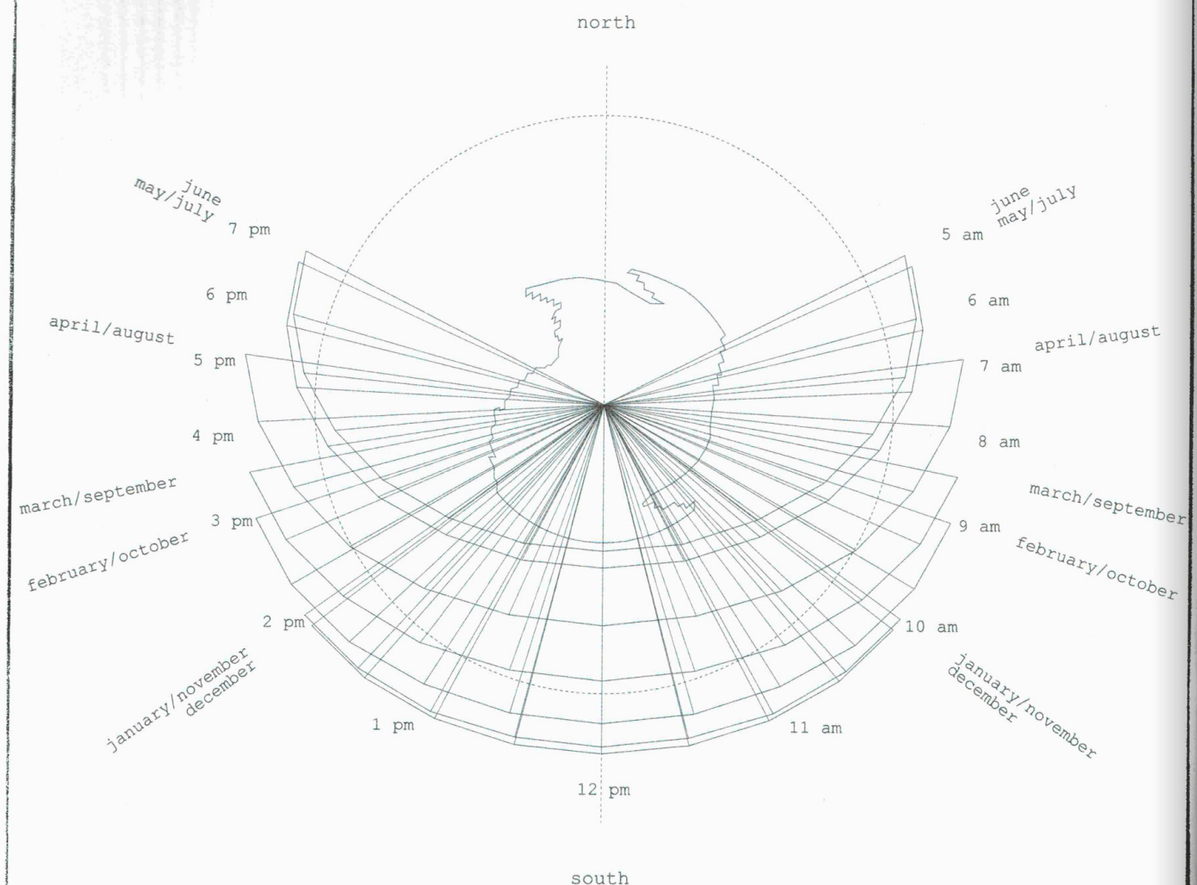
03



04

POSITIONING SYSTEM
Equatorial system and horizontal projection:
zenith and nadir of Les Andelys, France,
related to the global celestial sphere

POSITIONSBESTIMMUNGSSYSTEM
Äquatoriales System und horizontale Projektion:
Zenit und Nadir von Les Andelys, Frankreich
im Bezug zur globalen Himmelssphäre

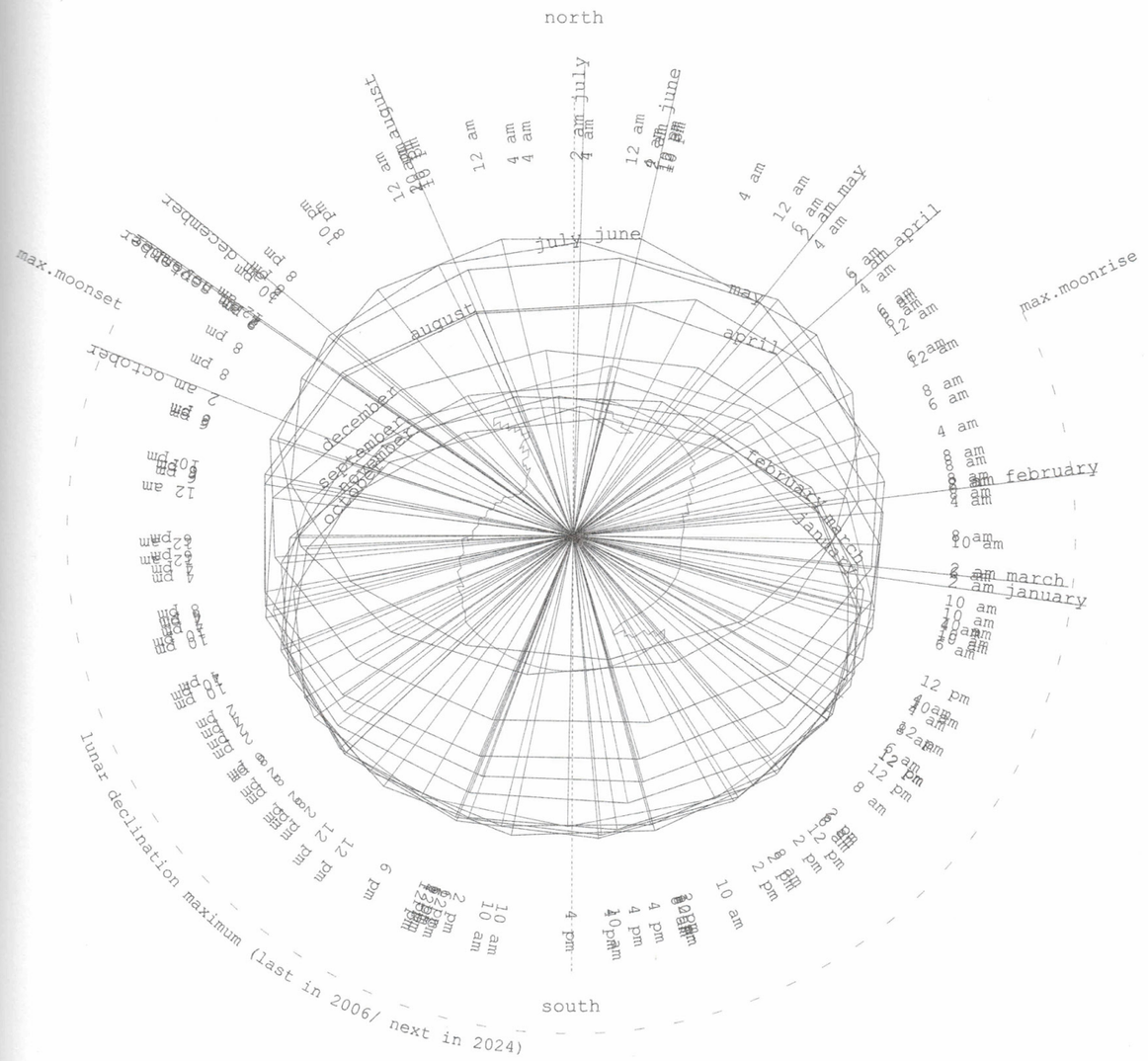


sunpath diagram
an entire year of the position of the sun in LesAndelys from sunset to sunrise

latitude	49° 14' 46'' N	49.2428°
longitude	1° 24' 45'' E	1.4125°
	sexagesimal	decimal

SUN-PATH DIAGRAM
Superimposition of the visible sun paths on the celestial sphere

SONNENVERLAUFSDIAGRAMM
Überlagerung des zu beobachtenden Sonnenverlaufs an der Himmelssphäre



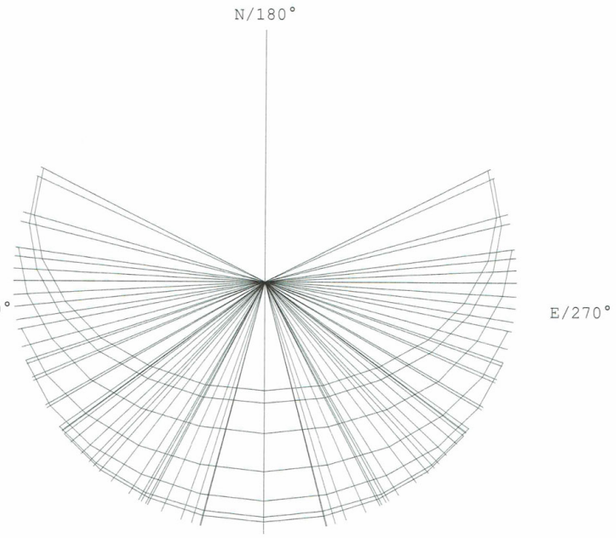
moonpath diagram 2009
the position of the moon in LesAndelys at night- and daytime at
the 21st of every month in 2009, reference hour = 2 am

in comparison to the easily predictable position of the sun on the celestial sphere
year after year,
the moon underlies different cosmic principles, its repetitive cycle is much longer.

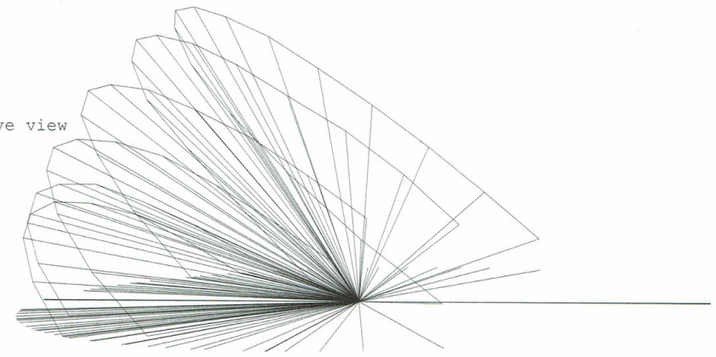
MOON-PATH DIAGRAM
Superimposition of the moon paths on the celestial sphere

MONDVERLAUFSDIAGRAMM
Überlagerung des Mondverlaufs an der Himmelssphäre

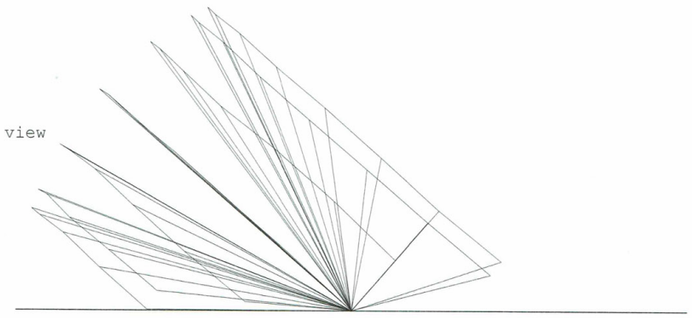
top view



perspective view



right side view



The position of the sun in Les Andelys at day hours at the 21st of every month in 2009. Azimuth and altitude define the position of the ephemerides on the celestial sphere. Here for the sun:
Azimuth for Astronomers, where N = 180° and S = 360/0°.

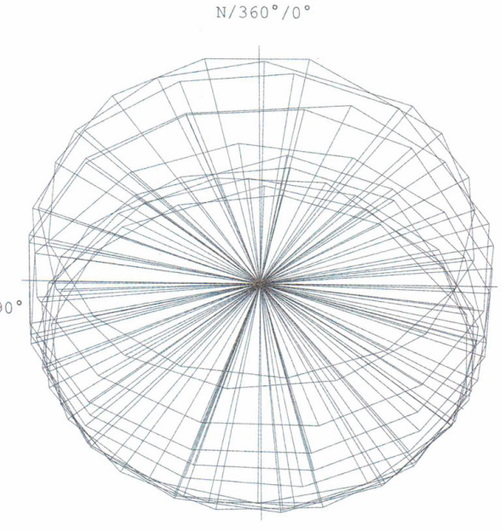
21/11/2009.	21/01/2009	8h	-54,5	3,1°
21/11/2009.	21/01/2009	9h	-42,6	10,2°
21/11/2009.	21/01/2009	10h	-29,1	16,2°
21/11/2009.	21/01/2009	11h	-14,6	20,0°
21/11/2009.	21/01/2009	12h	0	21,2°
21/11/2009.	21/01/2009	13h	+14,6	20,0°
21/11/2009.	21/01/2009	14h	+29,1	16,2°
21/11/2009.	21/01/2009	15h	+42,6	10,2°
21/11/2009.	21/01/2009	16h	+54,5	3,1°
21/12/2009	8h	-52,5	0,1°	
21/12/2009	9h	-40,8	7,3°	
21/12/2009	10h	-28,0	12,9°	
21/12/2009	11h	-14,4	16,4°	
21/12/2009	12h	0	18°	
21/12/2009	13h	+14,4	16,4°	
21/12/2009	14h	+28,0	12,9°	
21/12/2009	15h	+40,8	7,3°	
21/10/2009.	21/02/2009	7h	-71,5	1,5°
21/10/2009.	21/02/2009	8h	-59,7	9,8°
21/10/2009.	21/02/2009	9h	-46,6	18,4°
21/10/2009.	21/02/2009	10h	-32,4	24,8°
21/10/2009.	21/02/2009	11h	-16,6	28,4°
21/10/2009.	21/02/2009	12h	0	29,9°
21/10/2009.	21/02/2009	13h	+16,6	28,4°
21/10/2009.	21/02/2009	14h	+32,4	24,8°
21/10/2009.	21/02/2009	15h	+46,6	18,4°
21/10/2009.	21/02/2009	16h	+59,7	9,8°
21/10/2009.	21/02/2009	17h	+71,5	1,5°
21/03/2009.	21/09/2009	7h	-78,8	10,4°
21/03/2009.	21/09/2009	8h	-66,6	19,6°
21/03/2009.	21/09/2009	9h	-53,3	27,8°
21/03/2009.	21/09/2009	10h	-37,3	35,3°
21/03/2009.	21/09/2009	11h	19,2	39,2°
21/03/2009.	21/09/2009	12h	0	41,4°
21/03/2009.	21/09/2009	13h	+19,2	39,2°
21/03/2009.	21/09/2009	14h	+37,3	35,3°
21/03/2009.	21/09/2009	15h	+53,3	27,8°
21/03/2009.	21/09/2009	16h	+66,6	19,6°
21/03/2009.	21/09/2009	17h	+78,8	10,4°
21/04/2009.	21/08/2009	6h	-97,6	8,6°
21/04/2009.	21/08/2009	7h	-86,8	18,6°
21/04/2009.	21/08/2009	8h	-74,7	-28,7°
21/04/2009.	21/08/2009	9h	-60,4	37,4°
21/04/2009.	21/08/2009	10h	-44,0	45,2°
21/04/2009.	21/08/2009	11h	-24,0	51,0°
21/04/2009.	21/08/2009	12h	0	52,6°
21/04/2009.	21/08/2009	13h	+24,0	51,0°
21/04/2009.	21/08/2009	14h	+44,0	45,2°
21/04/2009.	21/08/2009	15h	+60,4	37,4°
21/04/2009.	21/08/2009	16h	+74,7	-28,7°
21/04/2009.	21/08/2009	17h	+86,8	18,6°
21/04/2009.	21/08/2009	18h	+97,6	8,6°
21/07/2009.	21/05/2009	5h	-114,6	5,9°
21/07/2009.	21/05/2009	6h	-103,6	15,1°
21/07/2009.	21/05/2009	7h	-52,8	24,8°
21/07/2009.	21/05/2009	8h	-81,0	34,6°
21/07/2009.	21/05/2009	9h	-67,4	44,1°
21/07/2009.	21/05/2009	10h	-50,1	52,9°
21/07/2009.	21/05/2009	11h	-27,5	58,6°
21/07/2009.	21/05/2009	12h	0	61,2°
21/07/2009.	21/05/2009	13h	+27,5	58,6°
21/07/2009.	21/05/2009	14h	+50,1	52,9°
21/07/2009.	21/05/2009	15h	+67,4	44,1°
21/07/2009.	21/05/2009	16h	+81,0	34,6°
21/07/2009.	21/05/2009	17h	+52,8	24,8°
21/07/2009.	21/05/2009	18h	+103,6	15,1°
21/07/2009.	21/05/2009	19h	+114,6	5,9°
21/06/2009	5h	-116,8	8,2°	
21/06/2009	6h	-105,8	17,3°	
21/06/2009	7h	-95,6	27,1°	
21/06/2009	8h	-84,1	37,5°	
21/06/2009	9h	-70,7	46,8°	
21/06/2009	10h	-53,5	55,7°	
21/06/2009	11h	-29,8	61,8°	
21/06/2009	12h	0	64,4°	
21/06/2009	13h	+29,8	61,8°	
21/06/2009	14h	+53,5	55,7°	
21/06/2009	15h	+70,7	46,8°	
21/06/2009	16h	+84,1	37,5°	
21/06/2009	17h	+95,6	27,1°	
21/06/2009	18h	-105,8	17,3°	
21/06/2009	19h	+116,8	8,2°	

SUN PATH IN THREE VIEWS
The position of the sun is defined by the astronomer's azimuth

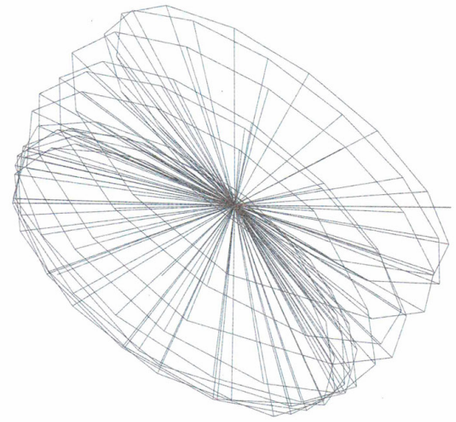
SONNENVERLAUF IN DREI ANSICHTEN
Der Stand der Sonne wird beschrieben mit dem Azimut der Astronomen

21/01/2009	2h	97,786128	-28,672269	
21/01/2009	4h	118,055424	-10,960166	
21/01/2009	6h	139,722794	3,810171	
21/01/2009	8h	164,551415	12,419731	
21/01/2009	10h	-168,723858	12,981047	
21/01/2009	12h	-143,568254	5,271868	
21/01/2009	14h	-121,688795	- 8,872411	
21/01/2009	16h	-101,717050	-26,363035	
21/01/2009	18h	- 79,821214	-45,060829	
21/01/2009	20h	- 46,388738	-61,796364	
21/01/2009	22h	14,152089	-67,373452	
21/01/2009	24h	63,297301	-55,441727	
21/02/2009	2h	82,949507	-39,323354	
21/02/2009	4h	104,288869	-20,524601	
21/02/2009	6h	124,791919	- 3,250637	
21/02/2009	8h	147,697718	10,117584	
21/02/2009	10h	174,552721	16,457996	
21/02/2009	12h	-157,827741	13,939383	
21/02/2009	14h	-132,914175	3,532488	
21/02/2009	16h	-111,208159	-12,465775	
21/02/2009	18h	- 90,142855	-30,696173	
21/02/2009	20h	- 64,291849	-48,694147	
21/02/2009	22h	- 22,319708	-61,454819	
21/02/2009	24h	33,033925	-59,327828	
21/03/2009	2h	95,896316	-25,470457	
21/03/2009	4h	116,445072	- 7,233765	
21/03/2009	6h	138,758287	8,095528	
21/03/2009	8h	164,901472	17,308933	
21/03/2009	10h	-166,552618	17,880113	
21/03/2009	12h	-139,829771	9,606751	
21/03/2009	14h	-116,802138	- 5,085589	
21/03/2009	16h	- 95,606375	-22,905437	
21/03/2009	18h	- 71,865175	-41,268287	
21/03/2009	20h	- 36,965838	-56,294827	
21/03/2009	22h	14,996041	-59,659226	
21/03/2009	24h	57,703124	-48,064724	
21/04/2009	4h	85,497849	-11,306802	
21/04/2009	6h	107,453221	7,935698	
21/04/2009	8h	132,359417	24,751210	
21/04/2009	10h	164,122399	35,321522	
21/04/2009	12h	-159,748835	35,070377	
21/04/2009	14h	-128,203513	24,227270	
21/04/2009	16h	-103,164989	7,564039	
21/04/2009	18h	- 80,599333	-11,059200	
21/04/2009	20h	- 55,623118	-28,133638	
21/04/2009	22h	- 23,516529	-38,723619	
21/04/2009	24h	14,491406	-40,732255	
21/04/2009	2h	47,914133	-30,469213	
21/05/2009	4h	74,765513	0,102114	
21/05/2009	6h	96,392912	18,753896	
21/05/2009	8h	121,652789	37,067729	
21/05/2009	10h	157,693755	49,975162	
21/05/2009	12h	-156,710927	50,287165	
21/05/2009	14h	-120,118209	37,911043	
21/05/2009	16h	- 94,382481	20,147172	
21/05/2009	18h	- 72,367562	2,008310	
21/05/2009	20h	- 49,068530	-14,357259	
21/05/2009	22h	- 21,491327	-24,824465	
21/05/2009	24h	9,388759	-26,374677	
21/05/2009	2h	38,233106	-18,344465	
21/06/2009	4h	50,027168	0,301102	
21/06/2009	6h	70,417456	16,190991	
21/06/2009	8h	90,731223	34,790937	
21/06/2009	10h	117,013104	53,209665	
21/06/2009	12h	164,154577	65,685494	
21/06/2009	14h	-136,203929	60,929918	
21/06/2009	16h	-101,925662	44,373193	
21/06/2009	18h	- 79,726505	25,637489	
21/06/2009	20h	- 59,833009	8,179121	
21/06/2009	22h	- 38,314147	- 6,010297	
21/06/2009	24	- 13,675234	-14,167155	
21/06/2009	2h	12,670773	-14,306017	
21/07/2009	4h	40,559450	- 7,307458	
21/07/2009	6h	62,463504	7,242531	
21/07/2009	8h	82,900214	24,857374	
21/07/2009	10h	106,129818	43,413719	
21/07/2009	12h	141,754041	59,004942	
21/07/2009	14h	-162,146367	62,224158	
21/07/2009	16h	-118,451421	49,562846	
21/07/2009	18h	- 92,394211	31,118052	
21/07/2009	20h	- 71,743792	12,314915	
21/07/2009	22h	- 50,746670	- 4,447528	
21/07/2009	24h	- 26,463800	-16,441340	
21/07/2009	2h	- 1,341302	-20,878600	
21/08/2009	4h	27,100010	-12,233594	
21/08/2009	6h	56,212887	-20,240778	
21/08/2009	8h	80,035788	- 3,268860	
21/08/2009	10h	102,591306	15,204686	
21/08/2009	12h	128,819919	31,823297	
21/08/2009	14h	163,416499	42,017978	
21/08/2009	16h	-157,350664	40,431540	
21/08/2009	18h	-125,093974	27,930025	
21/08/2009	20h	-100,610681	10,091418	
21/08/2009	22h	- 78,801567	- 9,224534	
21/08/2009	24h	- 54,665134	-26,874315	
21/08/2009	2h	- 23,461947	-39,212396	
21/09/2009	4h	12,114200	-56,433315	
21/09/2009	6h	54,122164	-46,459429	
21/09/2009	8h	81,979899	-29,467967	
21/09/2009	10h	104,065809	-11,090514	
21/09/2009	12h	126,208559	5,786938	
21/09/2009	14h	151,741890	17,795078	
21/09/2009	16h	-179,067924	21,921932	
21/09/2009	18h	-150,297931	16,525379	
21/09/2009	20h	-125,606091	3,671806	
21/09/2009	22h	-104,276546	-13,865488	
21/09/2009	24h	- 82,876664	-32,752544	
21/09/2009	2h	- 55,135735	-50,406226	
21/10/2009	4h	2,647550	-65,733257	
21/10/2009	6h	54,820215	-56,608916	
21/10/2009	8h	84,257332	-39,288513	
21/10/2009	10h	105,569101	-20,833224	
21/10/2009	12h	126,077188	- 4,063992	
21/10/2009	14h	149,020785	8,676237	
21/10/2009	16h	175,103752	14,381242	
21/10/2009	18h	-158,200818	11,504674	
21/10/2009	20h	-134,180729	1,215988	
21/10/2009	22h	-113,241495	-14,870167	
21/10/2009	24h	- 93,020302	-33,088478	
21/10/2009	2h	- 68,223346	-51,459350	
21/11/2009	2h	- 55,207954	-54,058133	
21/11/2009	4h	- 6,064701	-63,648789	
21/11/2009	6h	46,875100	-56,651715	
21/11/2009	8h	78,848726	-39,844235	
21/11/2009	10h	100,552060	-20,983587	
21/11/2009	12h	121,245844	- 3,231074	
21/11/2009	14h	144,392026	10,965611	
21/11/2009	16h	171,412764	18,364437	
21/11/2009	18h	-160,066487	16,743716	
21/11/2009	20h	-134,193410	6,735263	
21/11/2009	22h	-111,869466	- 9,017752	
21/11/2009	24h	- 90,599815	-27,226744	
21/12/2009	2h	- 49,797305	-44,580356	
21/12/2009	4h	- 8,427810	-53,500202	
21/12/2009	6h	36,322693	-48,483917	
21/12/2009	8h	68,228656	-33,242404	
21/12/2009	10h	91,662917	-14,431982	
21/12/2009	12h	113,401865	4,503548	
21/12/2009	14h	138,074783	20,160151	
21/12/2009	16h	168,365203	29,196865	
21/12/2009	18h	-158,597918	27,962134	
21/12/2009	20h	-129,463305	17,092826	
21/12/2009	22h	-105,422951	0,937041	
21/12/2009	24h	- 83,045159	-18,019205	

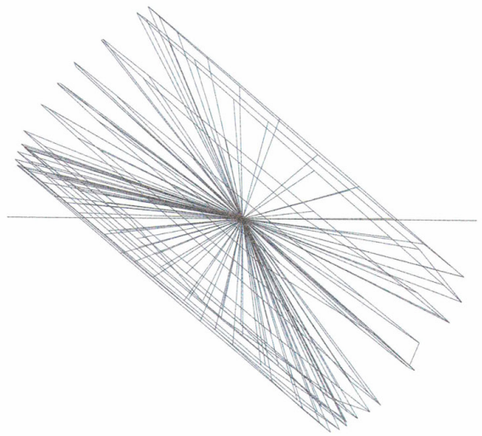
top view



perspective view



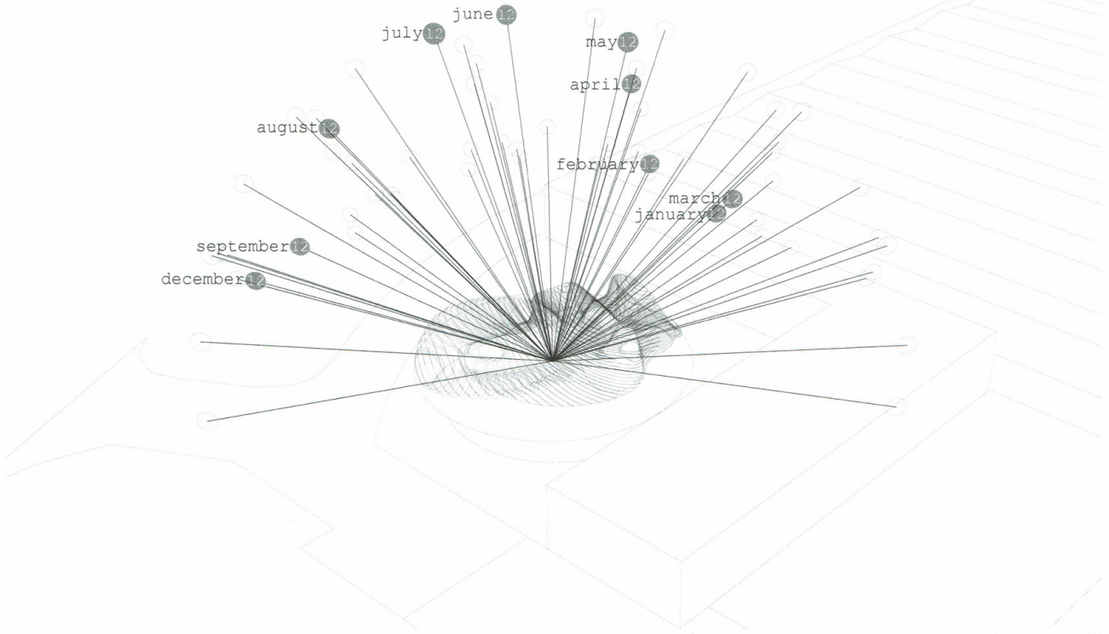
right side view



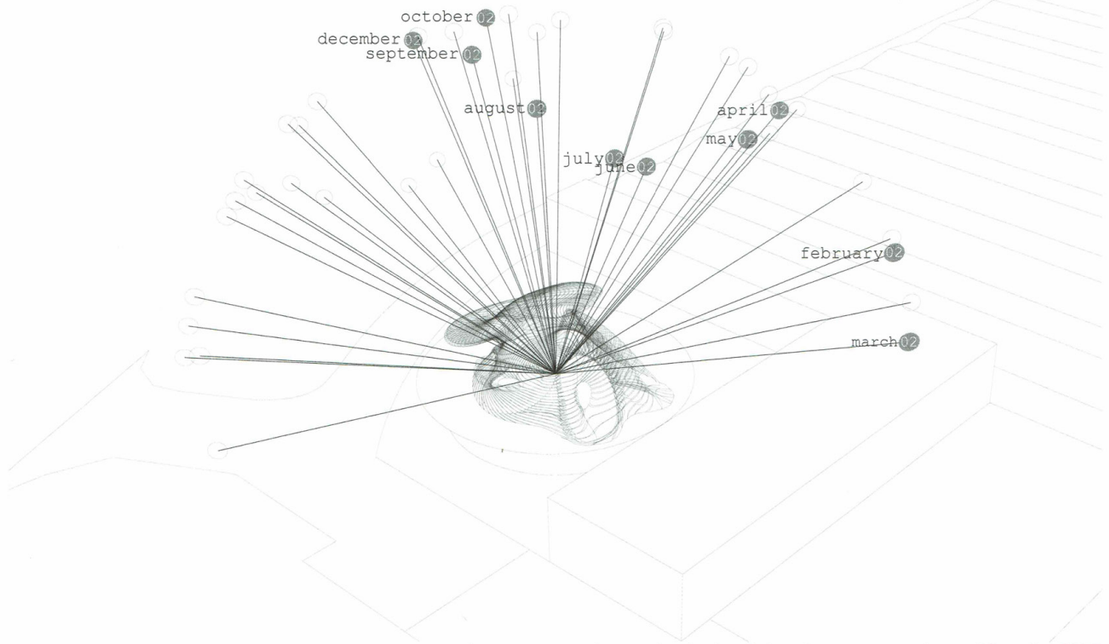
The position of the moon in Les Andelys at night and day hours the 21st of every month in 2009. Azimuth and altitude define the position of the ephemerides on the celestial sphere. Here for the moon:
Azimuth for Geographers, where N = 360°/0° and S = 180°.

MOON PATH IN THREE VIEWS
The position of the moon is defined by the geographical azimuth

MONDVERLAUF IN DREI ANSICHTEN
Der Stand des Mondes wird beschrieben mit dem Azimut der Geographen



june.east orientation/the 21st of every month at 12pm in 2009

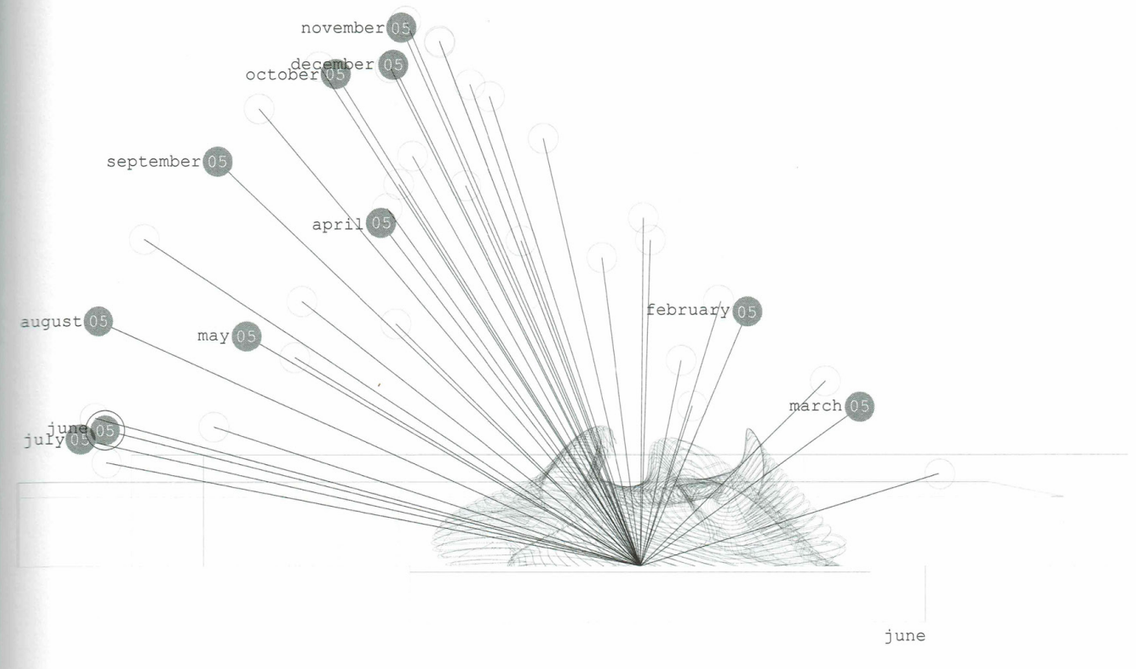


june.east orientation/ the 5th of every month at 02am in 2009

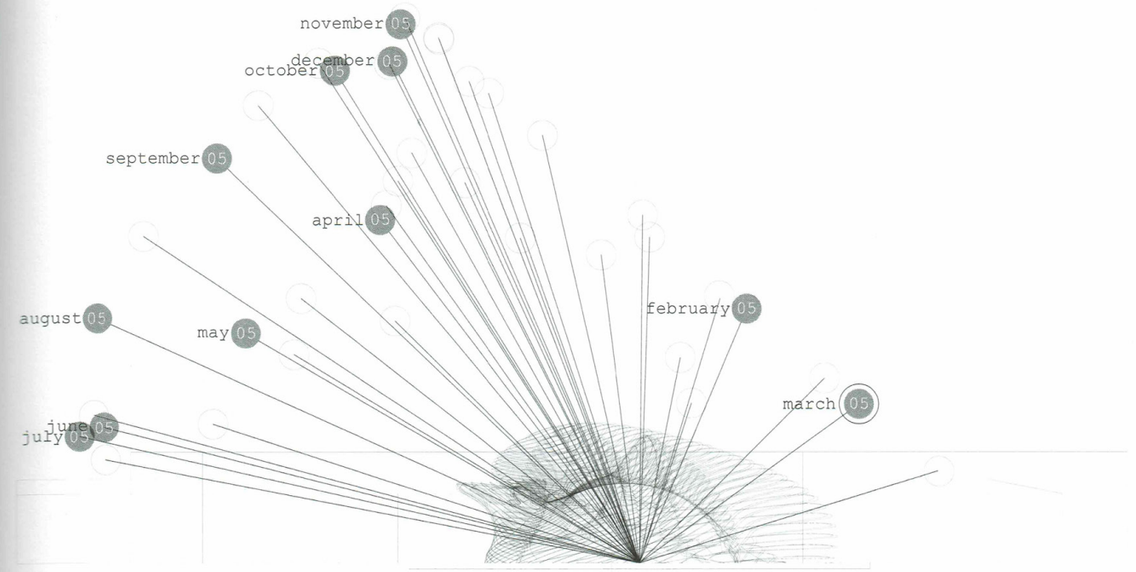
The structure tracking the moon on the 21st and the 5th in june 2009. The lines to the sphere are showing the position of the moon on the selected dates of every month in 2009.

MOON-POSITION DIAGRAM
Rotary tracking of the moon's position
on the 21st and 5th of each month

MONDSTANDSDIAGRAMM
Rotierende Positionsbestimmung, Verfolgen des Mondes
am einundzwanzigsten und am fünften Tag jedes Monats



june

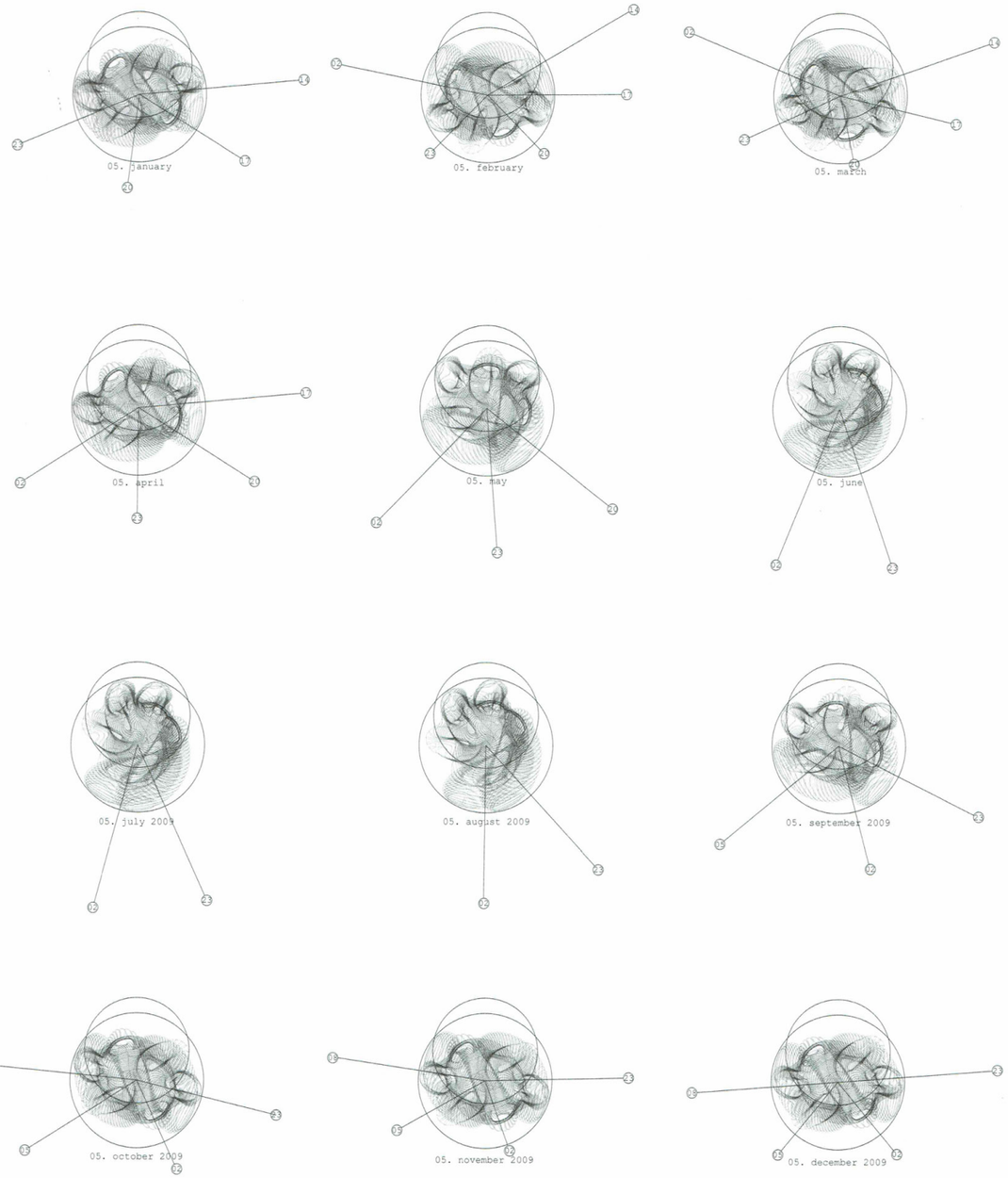


march

Rotation from march to june on the 5th in 2009

Rotary tracking of the moon's position on the 5th of each month

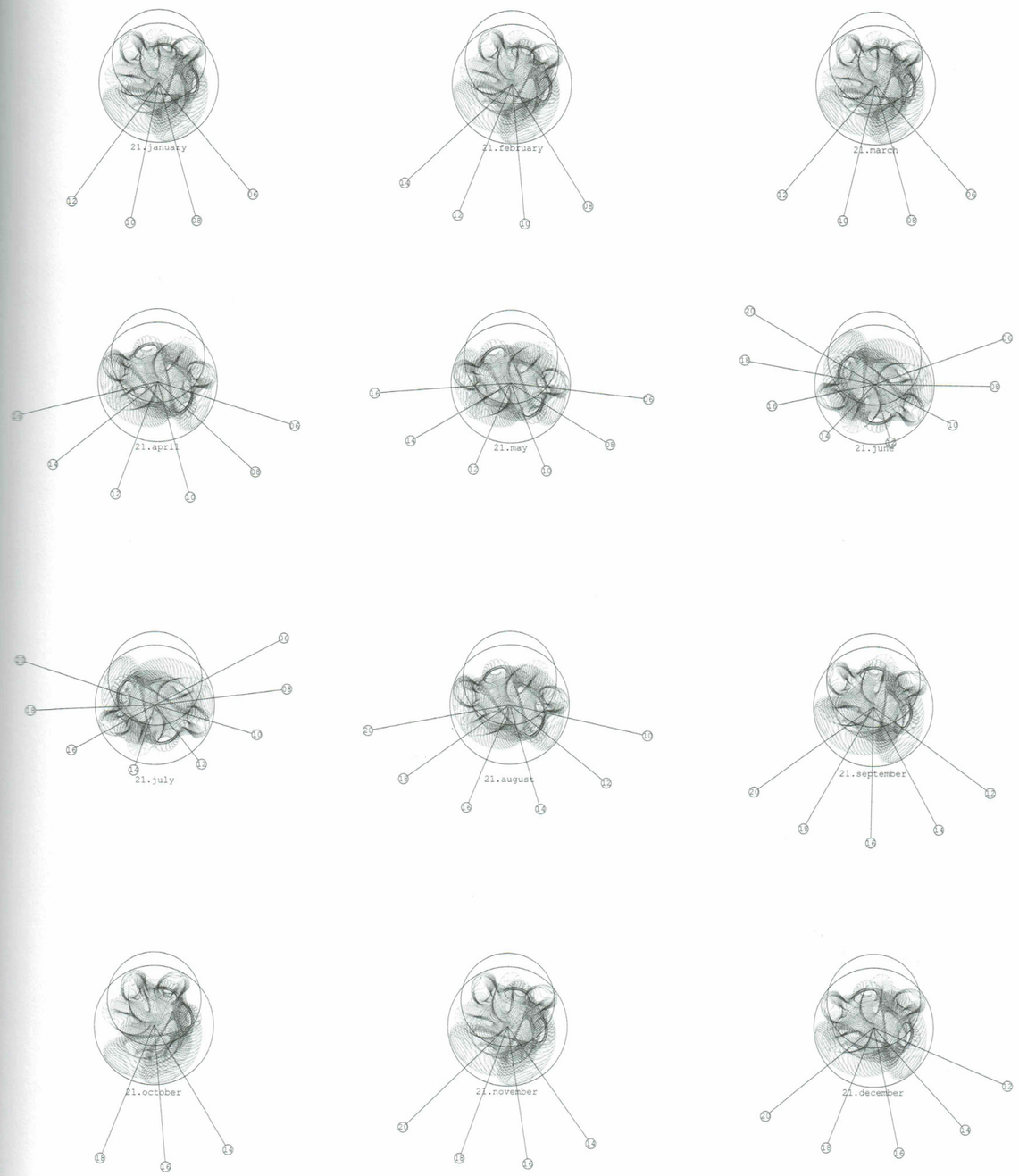
Rotierende Positionsbestimmung,
Verfolgen des Mondes am fünften Tag jedes Monats



The movement of the structure in tracking the moon from january the 5th to december the 5th in 2009. The calculations of the position of the moon is specifically for 2009. Around the 5th of every month in 2009 the structure moves in the night hours. The orbit of the moon precess with time, completing one revolution in about 18.61 years. A new revolution startet latest in 2006.

MOON-TRAJECTORY DIAGRAM
Angle of visibility of the moon in the sky on the 5th of each month

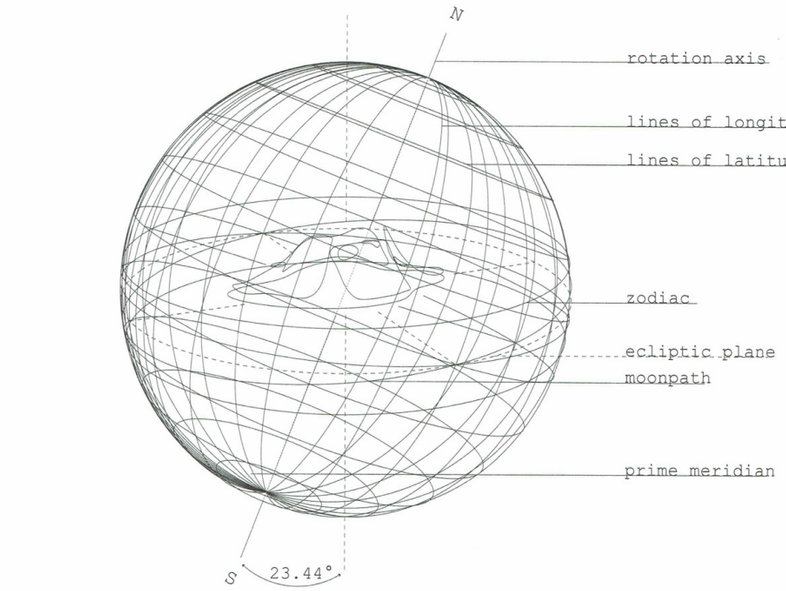
DIAGRAMM ZUR BEWEGUNGSBAHN DES MONDES
Sichtbarkeitswinkel des Mondes am Himmel
am fünften Tag jedes Monats



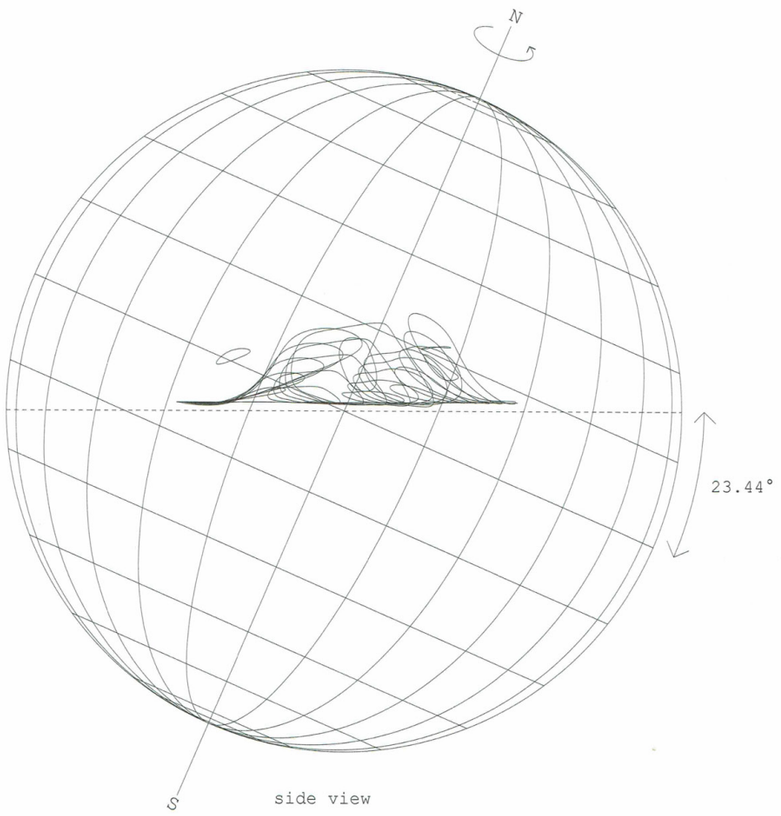
The movement of the structure in tracking the moon from january the 21st to december the 21st in 2009. The calculations of the position of the moon is specifically for 2009. Around the 21st of every month in 2009 the structure moves in the day hours. The orbit of the moon precess with time, completing one revolution in about 18.61 years. A new revolution startet latest in 2006.

Angle of visibility of the moon in the sky on the 21st of each month

Sichtbarkeitswinkel des Mondes am Himmel
am einundzwanzigsten Tag jedes Monats



perspective

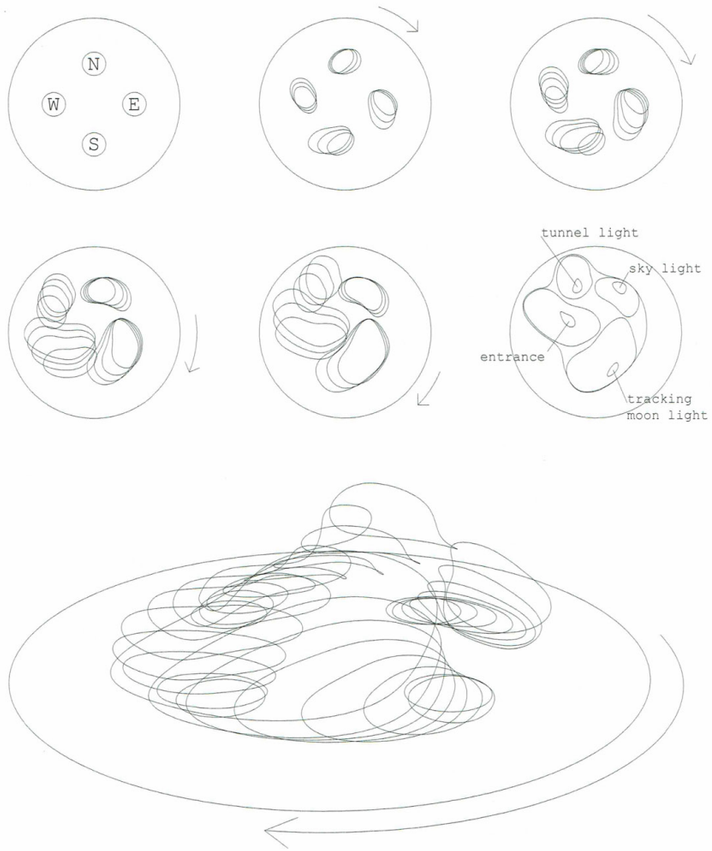


side view

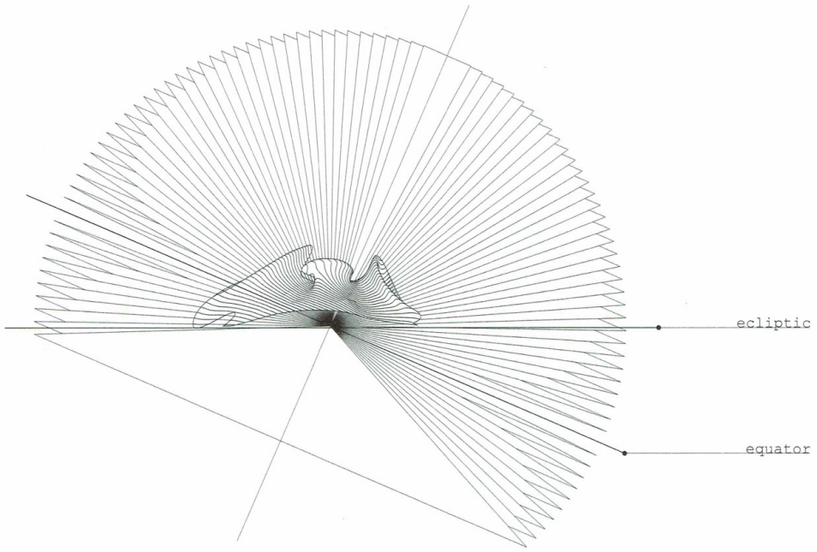
celestial coordinate system, here: the ecliptic system
= the orbit of the earth as fundamental plane
inclination of the earth's rotation axis - 23.44°

ECLIPTIC COORDINATE SYSTEM
Description of the ecliptic system,
as input to define the "Coriolis emergent shape"

EKLIPTISCHES KOORDINATENSYSTEM
Beschreibung des ekliptischen Systems,
als Input für die Beschreibung der „Coriolis-bestimmten Form"



the direction of north/south/east/west generate the cones of the structure in its asymmetric rotation



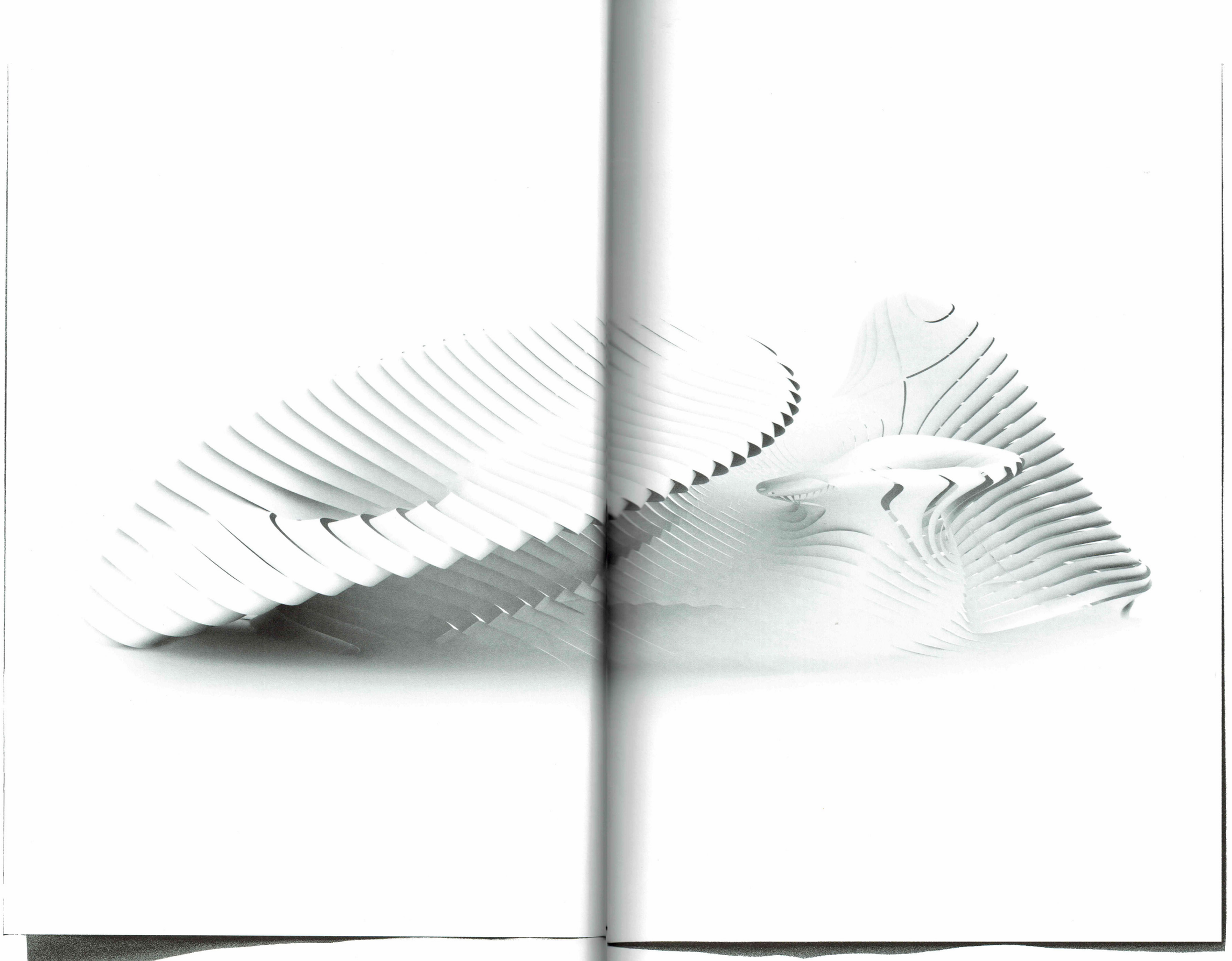
the fundamental plane of: the structure = the ecliptic
the slicing system = the equator.



1] from 4 cardinal points, in rotation by coriolis forces to a 4 conic volumetry
2] sliced with a conic slicing system including earths inclination
3] the conic slicing system is derived from the lines of the latitudes, in 2.5° steps

EMERGENCE FROM FOUR CARDINAL POINTS
Process of shaping through Coriolis forces
and spherical Boolean remanence

EMERGENZ DURCH VIER KARDINALPUNKTE
Formfindungsprozess mit Coriolis-Kraft
und sphärisch Bool'scher Remanenz



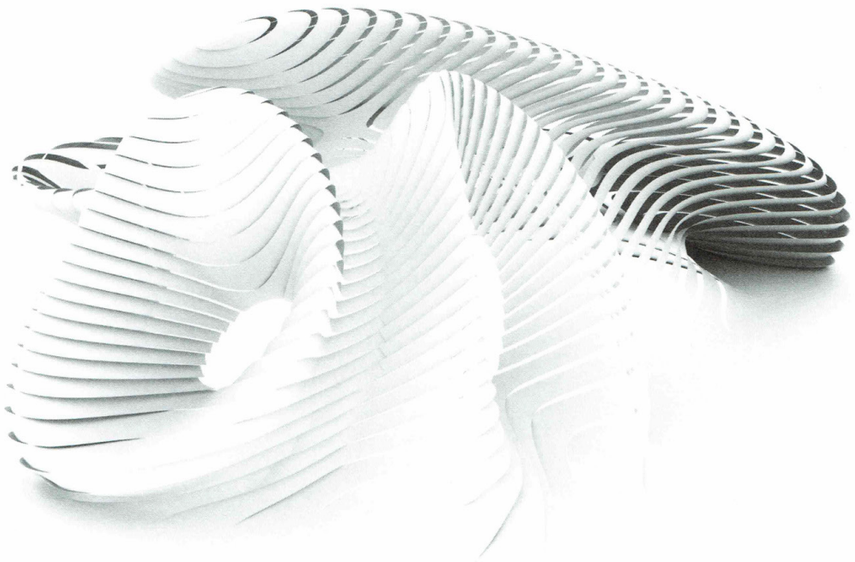
CELESTIAL IMMANENCE
Structural hypothesis

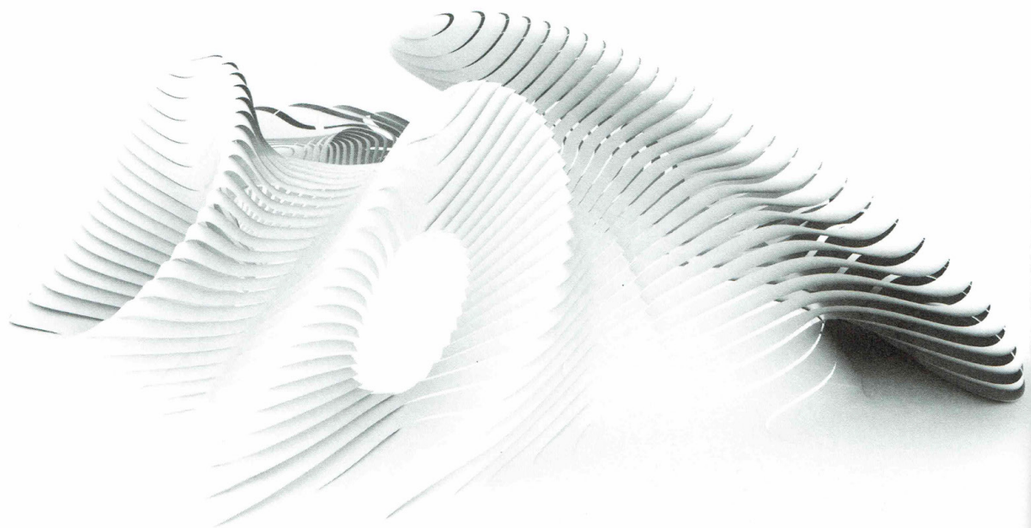
HIMMELSIMMANENZ
Strukturelle Hypothese



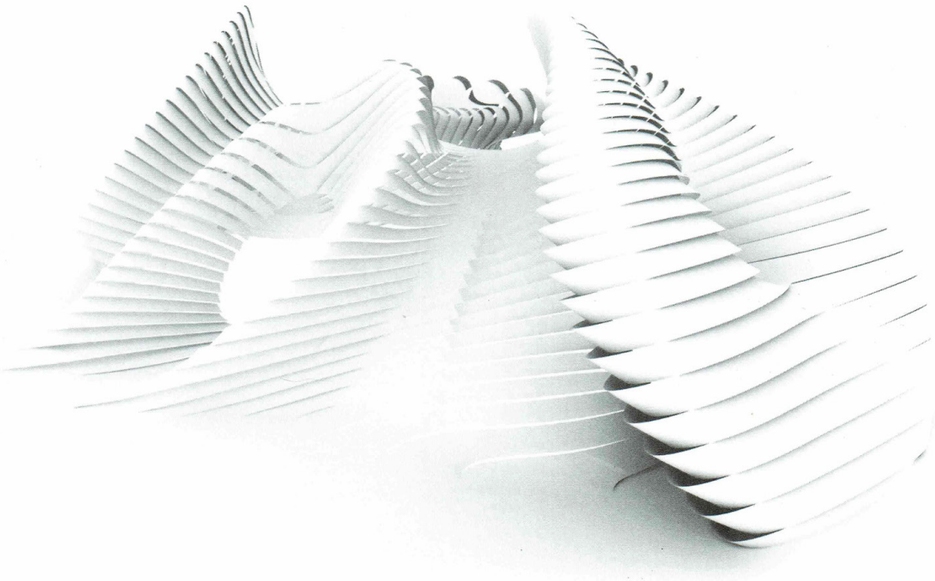
CELESTIAL IMMANENCE
Structural hypothesis

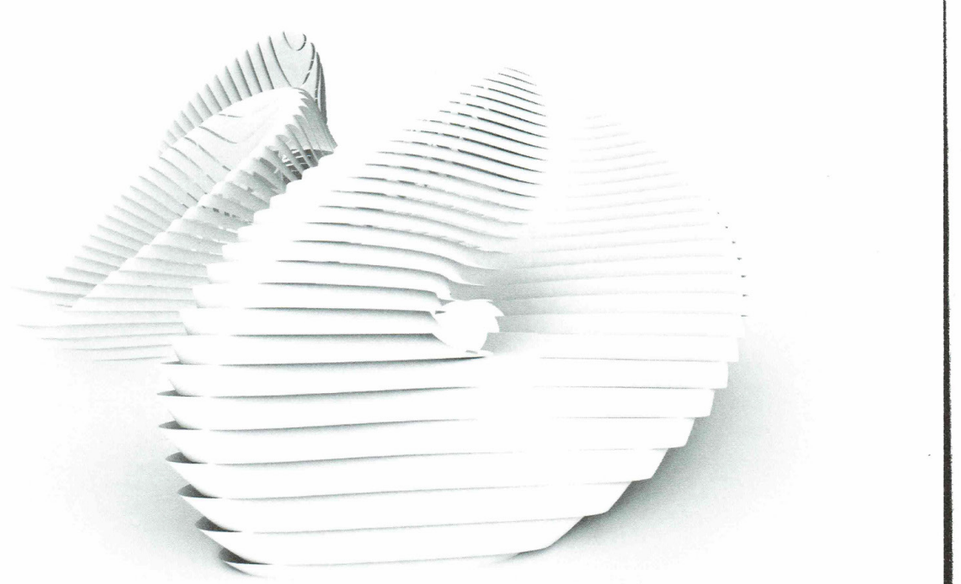
HIMMELSIMMANENZ
Strukturelle Hypothese



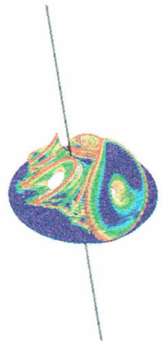


CELESTIAL IMMANENCE
Structural hypothesis

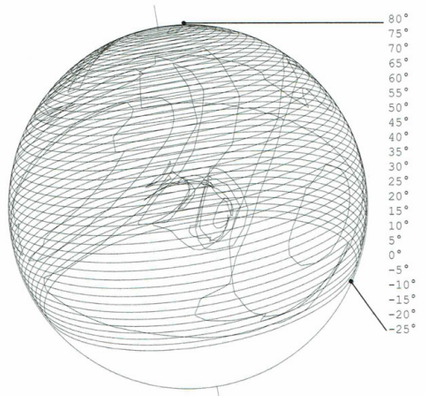




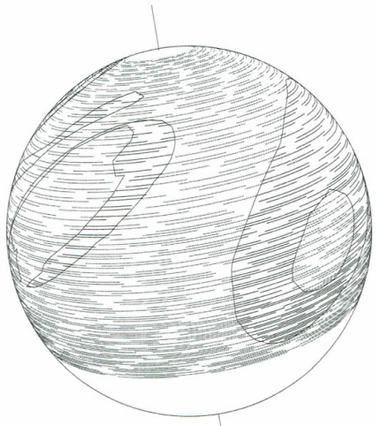
HIMMELSIMMANENZ
Strukturelle Hypothese



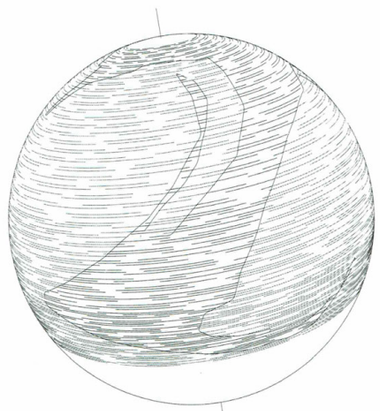
1. Surface Curvature analysed to determine suitable regions for component distribution.



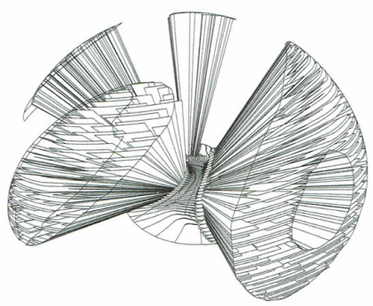
2. Surface Curvature Regions are mapped to the Ecliptic Celestial Sphere. Latitude lines are drawn every 2.5 deg.



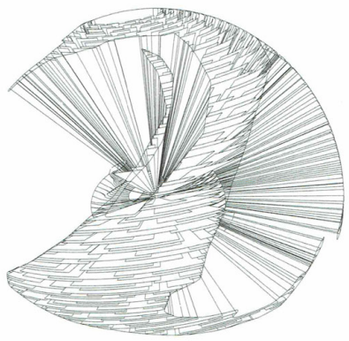
3. Component density is determined by subdividing latitude lines.



4. Maps of Surface Curvature Regions are separated two groups: protruding surfaces, and base surfaces.



5. Mapping on Celestial Sphere is transfered back to the building surface protrusions.



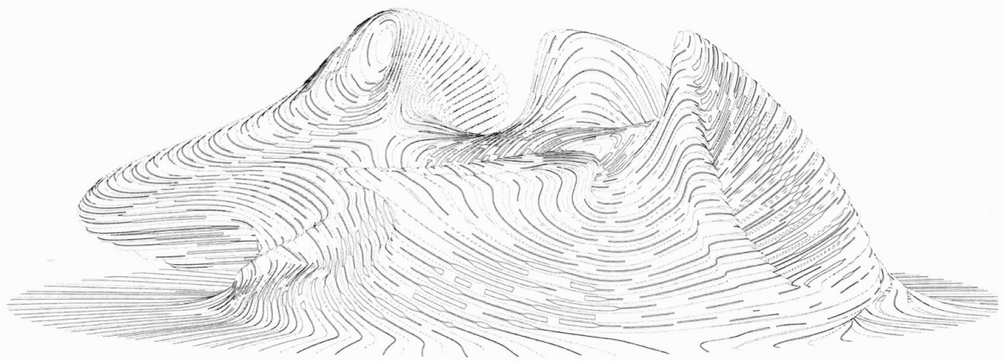
6. Mapping on Celestial Sphere is transfered back to the base building surface.

DISTRIBUTION STUDY
Process of projection in six steps

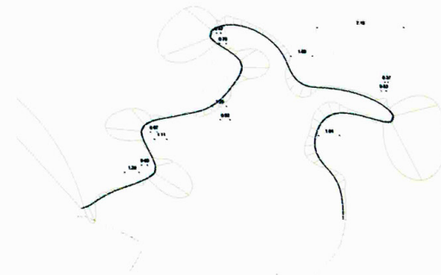
VERTEILUNGSSTUDIE
Projektionsprozess in sechs Schritten







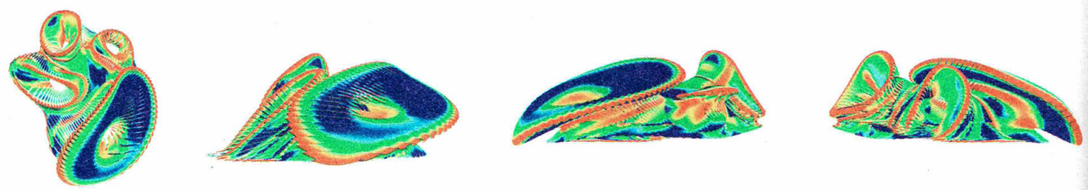




TRAJECTORIES IN THREE VIEWS
+ REMANENT STAR MOTION + CURVATURE ANALYSIS
Trajectories for component distribution
according to spherical projection

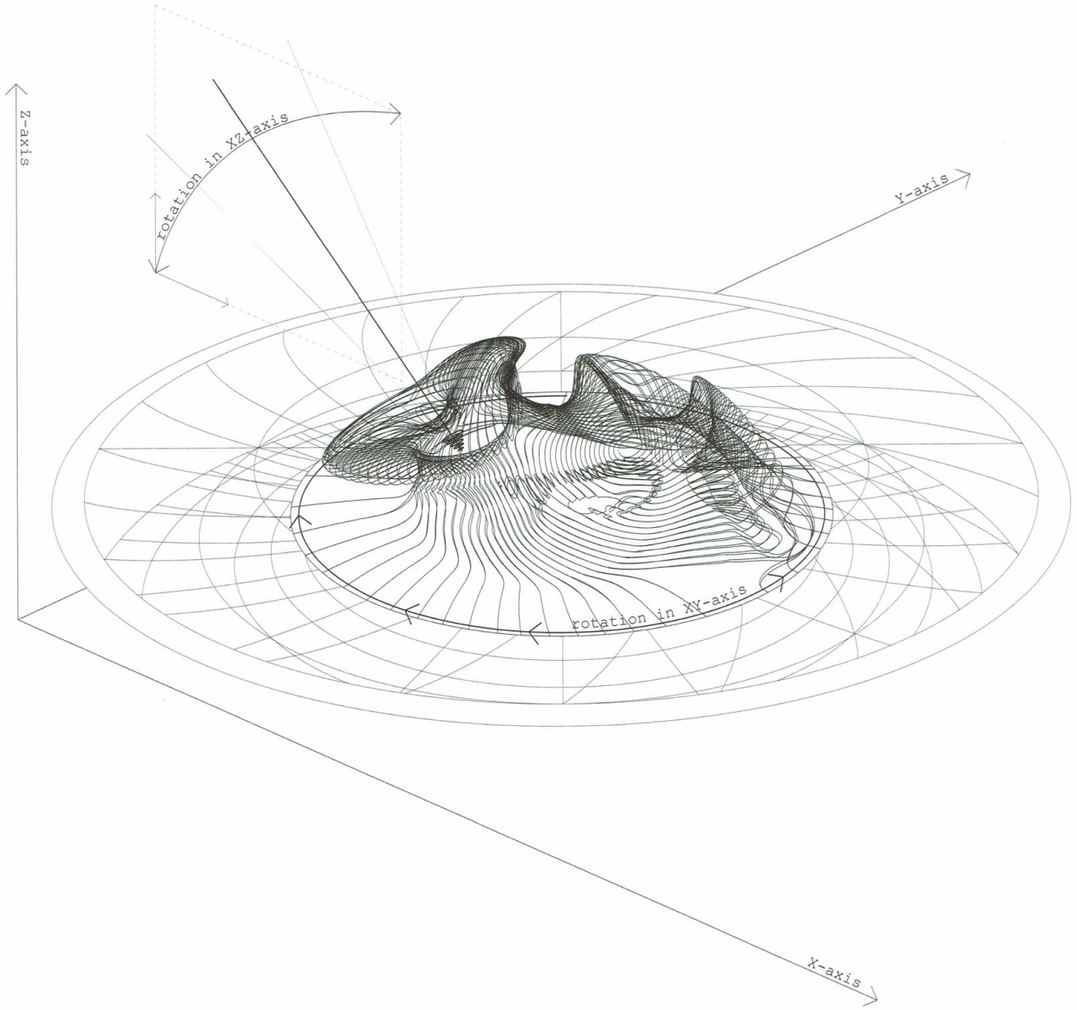
BEWEGUNGSBAHNVERTEILUNG IN DREI ANSICHTEN
+ REMANENTE BEWEGUNG DER GESTIRNE + KRÜMMUNGSANALYSE
Bewegungsbahnen zur Verteilung der Komponenten entsprechend
der sphärischen Projektion





TRAJECTORIES AND SURFACE CURVATURE EXPERTISE
Trajectories for component distribution
according to spherical projection

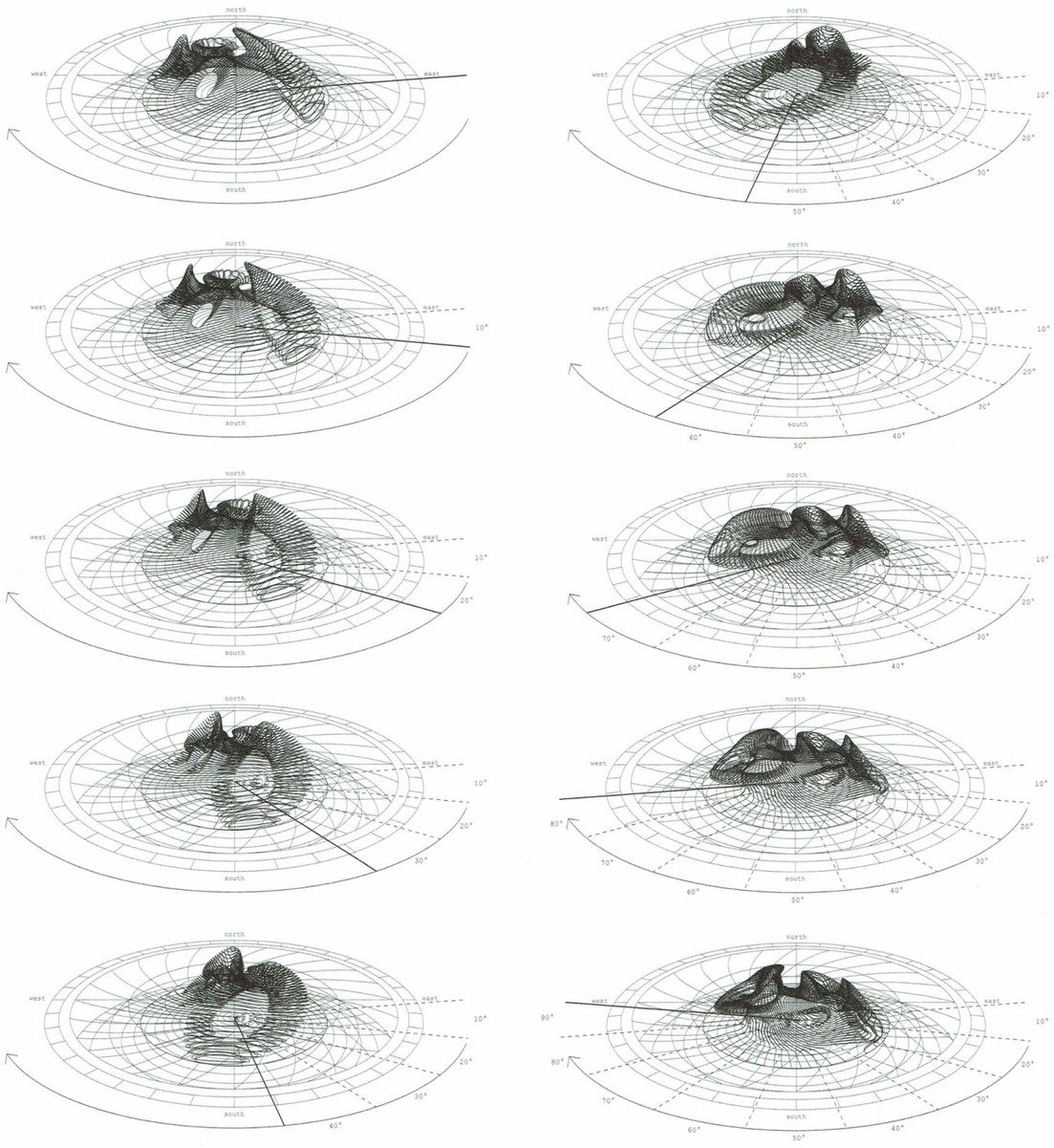
STUDIE DER BEWEGUNGSBAHNEN UND OBERFLÄCHENKRÜMMUNG
Bewegungsbahnen zur Verteilung der Komponenten entsprechend der sphärischen Projektion



As a basic system, the rotating ground disk is within the plane of XY axes to track the longitude. The moon cone of the building is moving in XZ axes to track the latitude. The horizontal and vertical movements are the principles of an observatory following the ephemerides.

DIAGRAM OF OBSERVATORY MOVEMENT ALONG XY AND XZ AXES
Movement in two planes, horizontal rotation to track the longitude and vertical rotation (indoor moon cone) to track the latitude

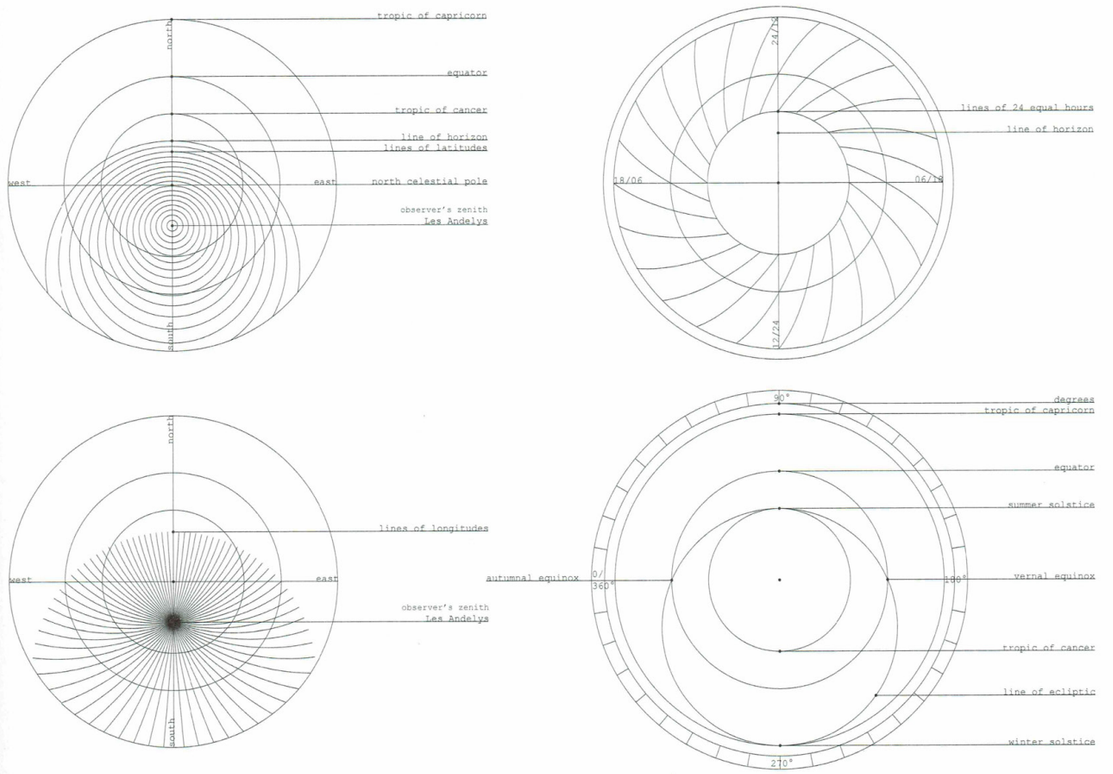
DIAGRAMM DER BEWEGUNG DES OBSERVATORIUMS IN XY- UND XZ-ACHSE
Bewegung in zwei Richtungen, horizontale Rotation zum Verfolgen der Längengrade und vertikale Rotation (Mondkegel, innen) zum Verfolgen der Breitengrade



The rotation of the disc and the structure on a fixed territorial astrolabe.

TEN POSITIONS OF XY AXIS GROUND DISC
Astrolabe made up of two main discs:
— a static one on the periphery
— a dynamic rotating one to support the observatory

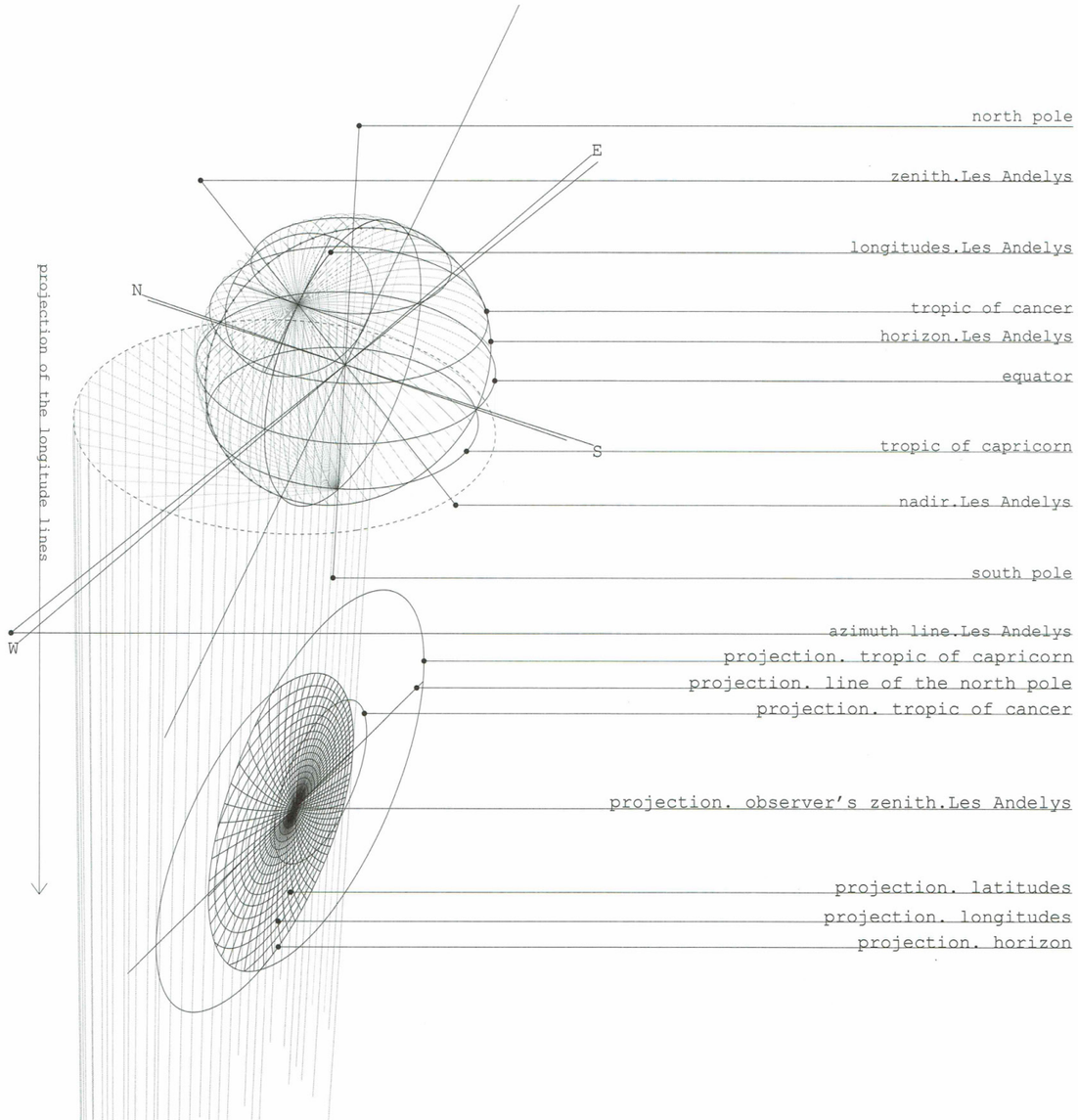
ZEHN POSITIONEN DER GRUNDSCHEIBE IN DER XY-EBENE
Astrolabium zerlegt in zwei Hauptscheiben:
— eine äußere statische
— eine dynamisch rotierende als Auflager des Observatoriums



The data from the celestial sphere are projected onto the astrolabe disc. The projection produces a territorial scheme of the spherical system. The entire cycle of one day is divided into 24 equal parts representing 24 hours with day hours and night hours.

ASTROLABE STUDY
Breakdown of the astrolabe curves
for the location Les Andelys, France

ASTROLABIUM STUDIE
Dekomposition der Astrolabium-Linien
in Les Andelys, Frankreich



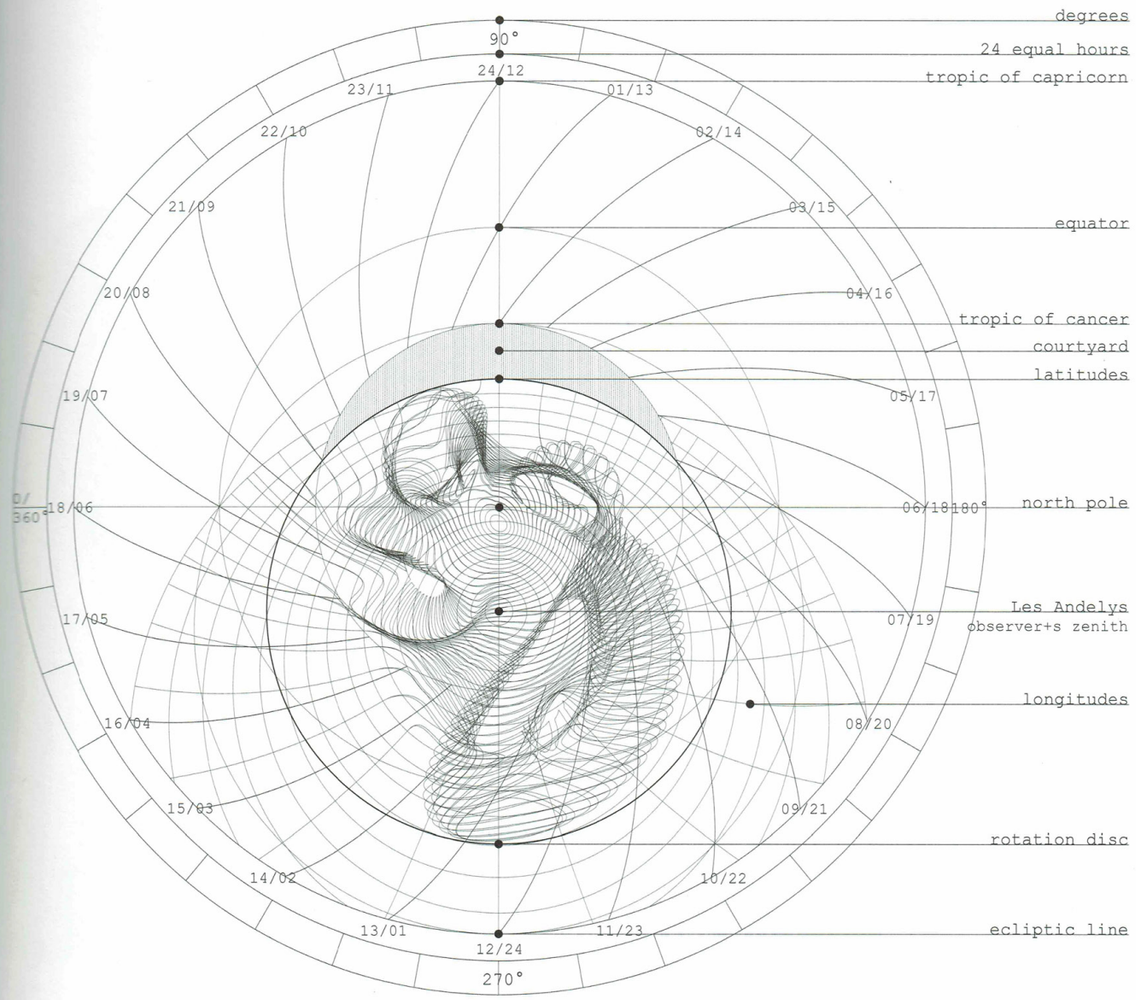
01. The point where horizon and longitudes intersect are connected to the south pole.

02. When the lines intersect the equator they are vertically projected to the line of the horizon on the 2d astrolab.

A showcase of a stereographic projection of the lines of longitudes.
Angles between intersecting circles on a sphere remain unchanged when they are stereographically projected onto a flat plane.

STEREOGRAPHIC STUDY
From 3D spherical coordinates to 2D flat rotating disc

STEREOGRAPHISCHE STUDIE
Von sphärischen 3D-Koordinaten zur rotierenden 2D-Scheibe



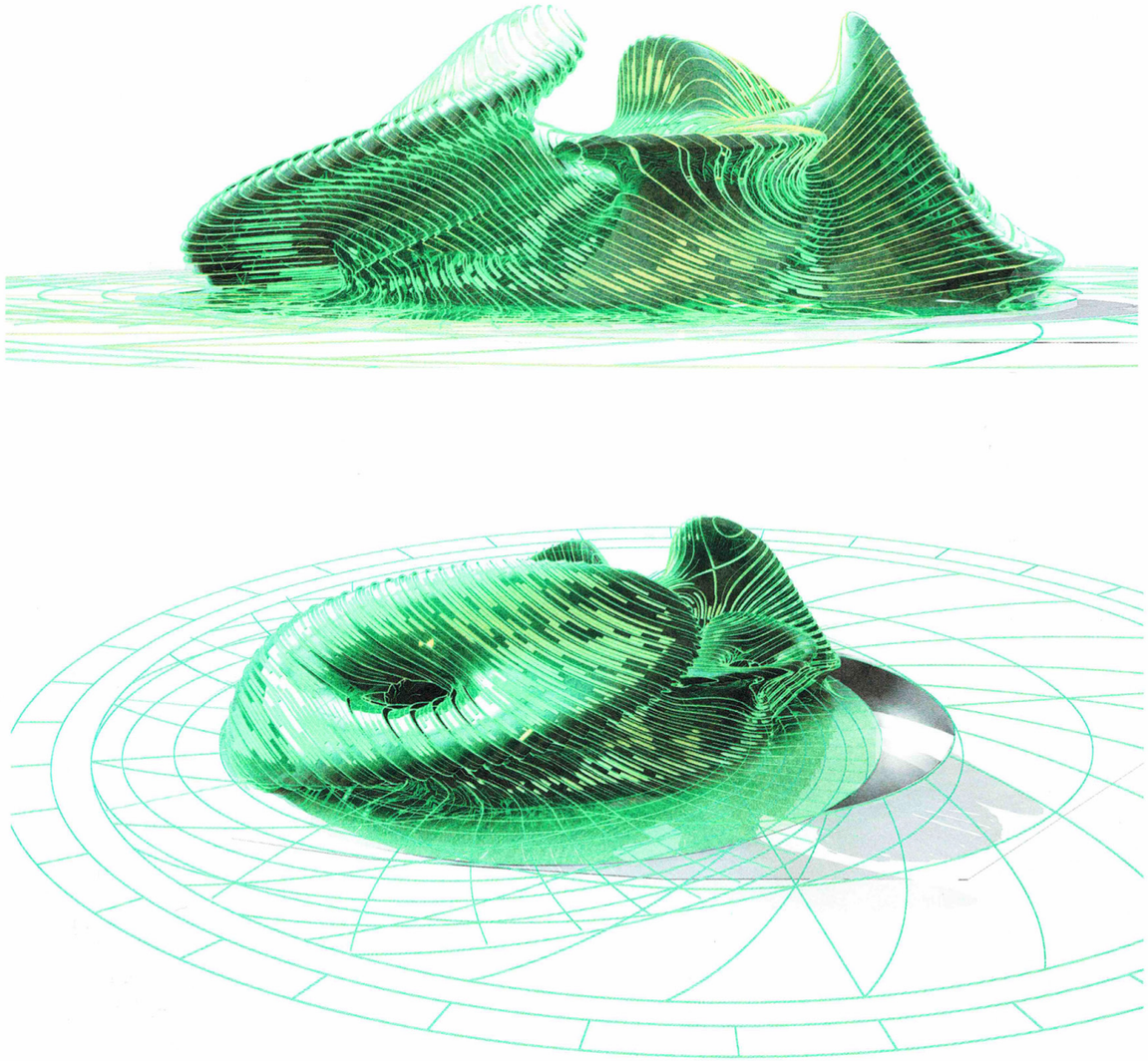


CONJUNCTION
Embedding the "Coriolis emergent shape"
in the astrolabe ground disc

VERKNÜPFUNG
Integrieren der „Coriolis-bestimmten Form"
in die Grundscheibe des Astrolabiums

NORMANDY TWILIGHT
Between dusk and witching hour

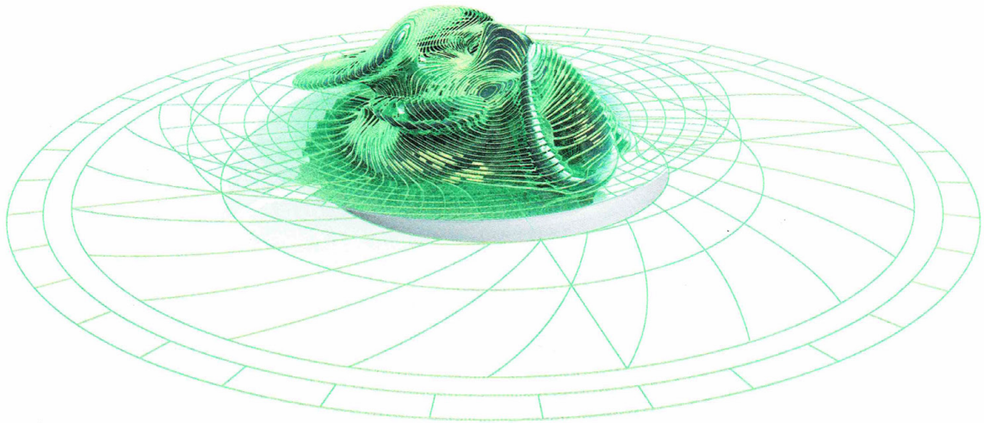
ZWIELICHT IN DER NORMANDIE
Zwischen Abenddämmerung und Geisterstunde

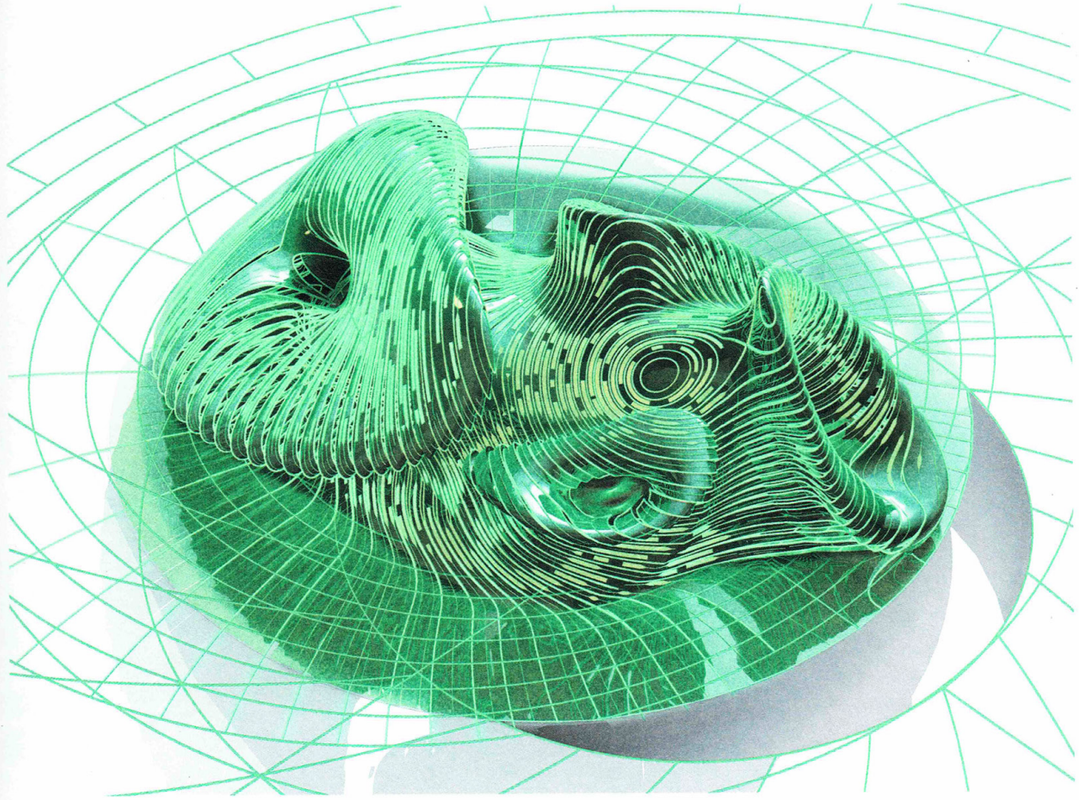


NORMANDY TWILIGHT
Between dusk and witching hour

ZWIELICHT IN DER NORMANDIE
Zwischen Abenddämmerung und Geisterstunde

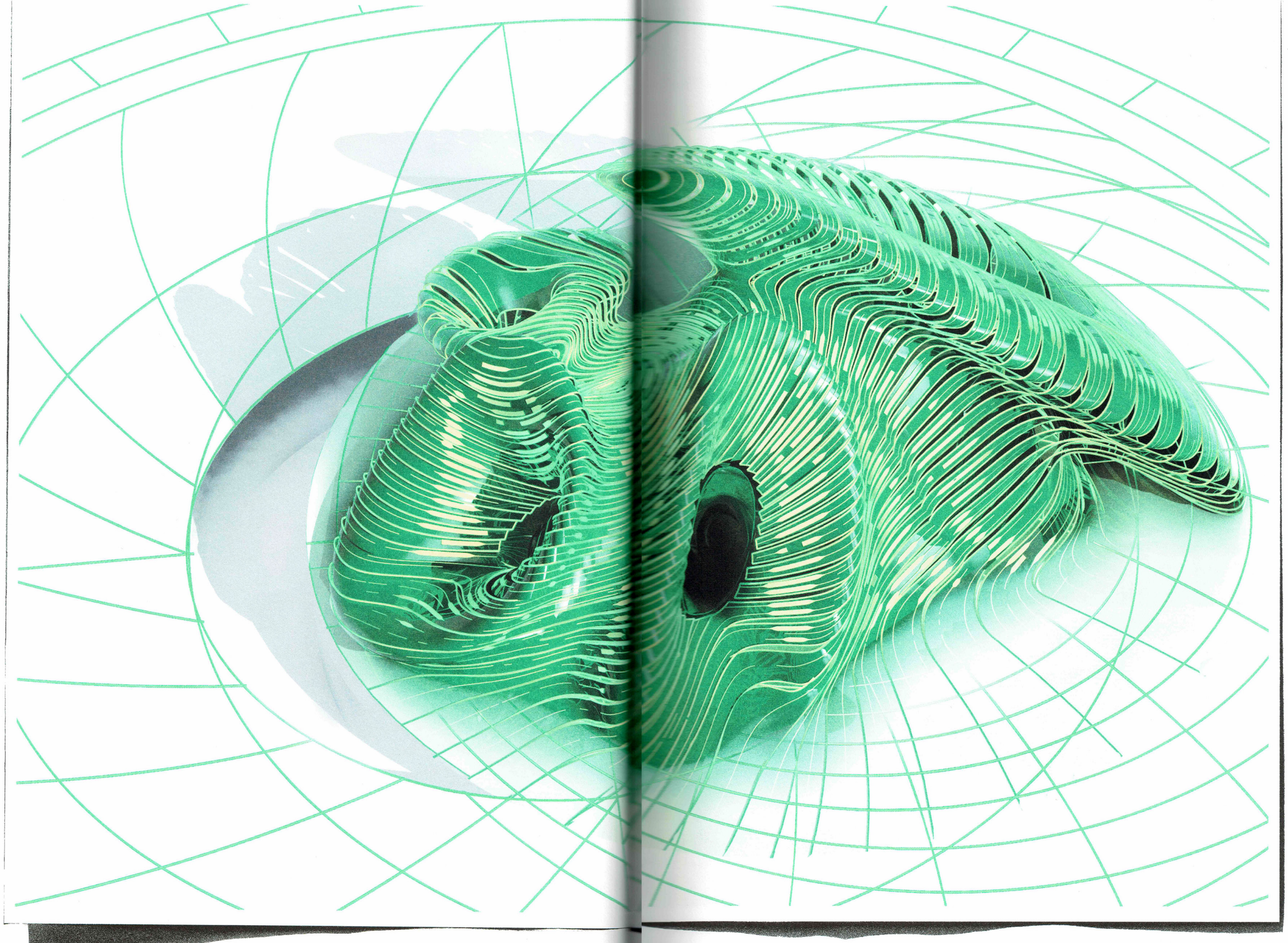






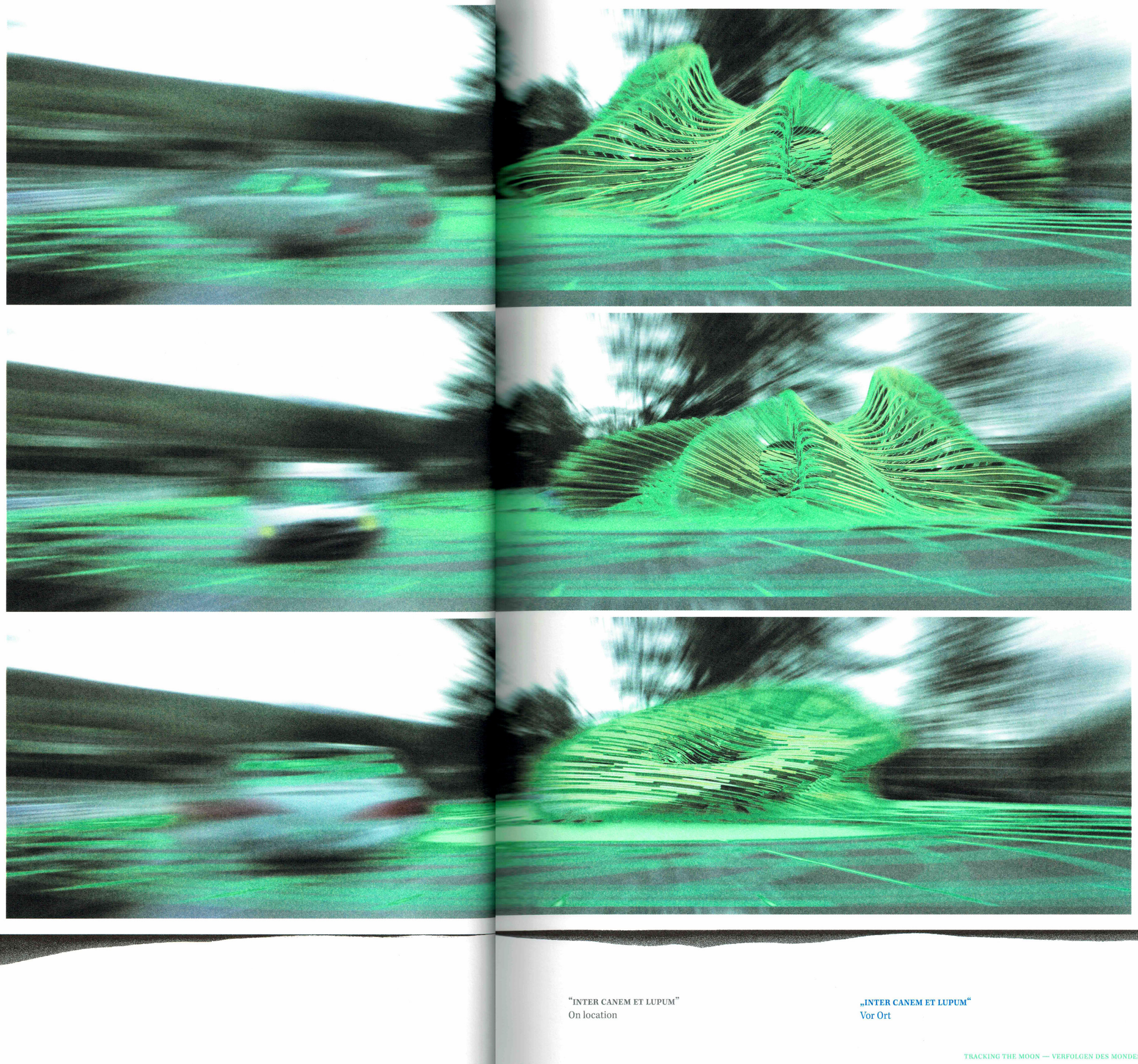
NORMANDY TWILIGHT
Between dusk and witching hour

ZWIELICHT IN DER NORMANDIE
Zwischen Abenddämmerung und Geisterstunde



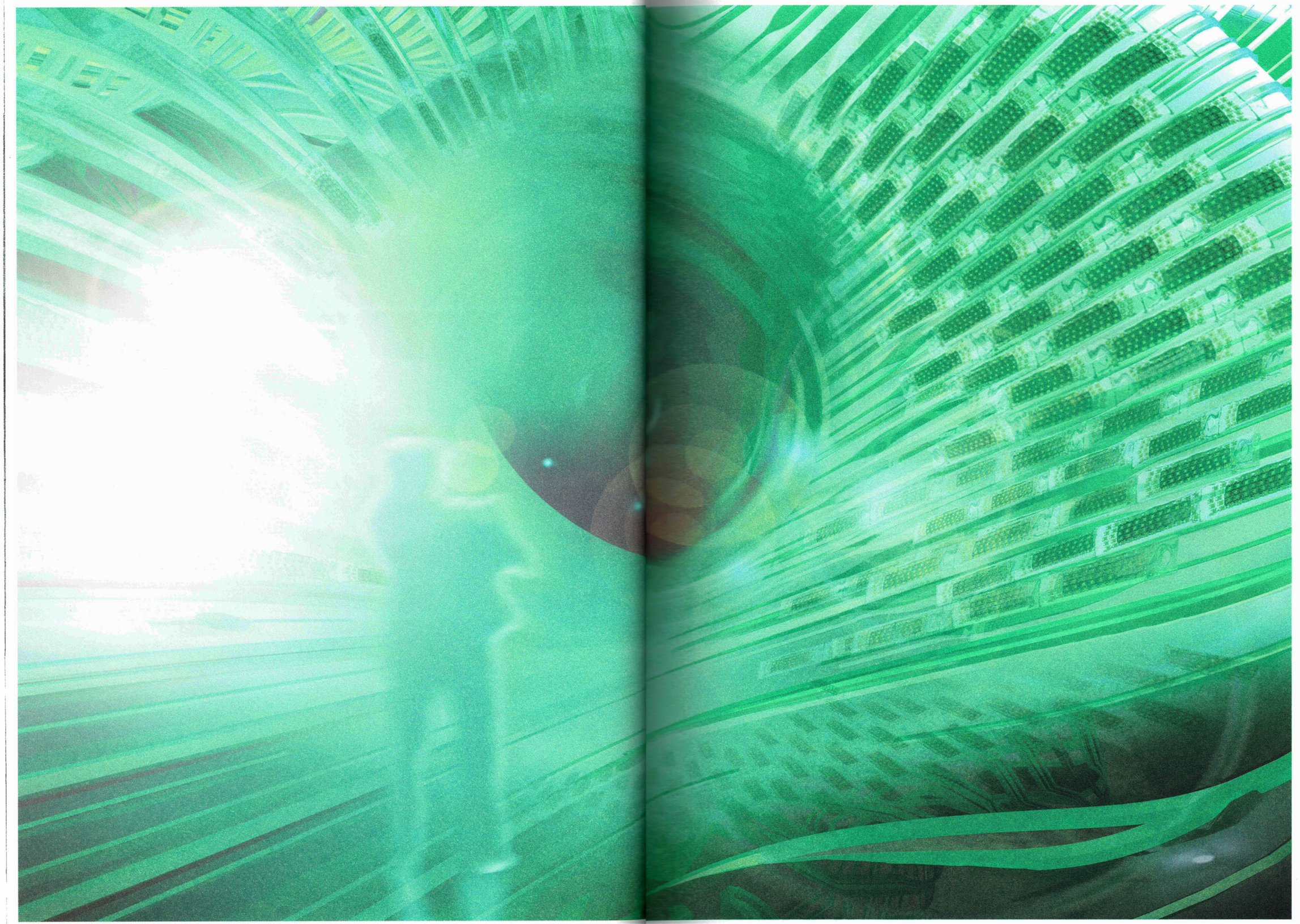
NORMANDY TWILIGHT
Between dusk and witching hour

ZWIELICHT IN DER NORMANDIE
Zwischen Abenddämmerung und Geisterstunde



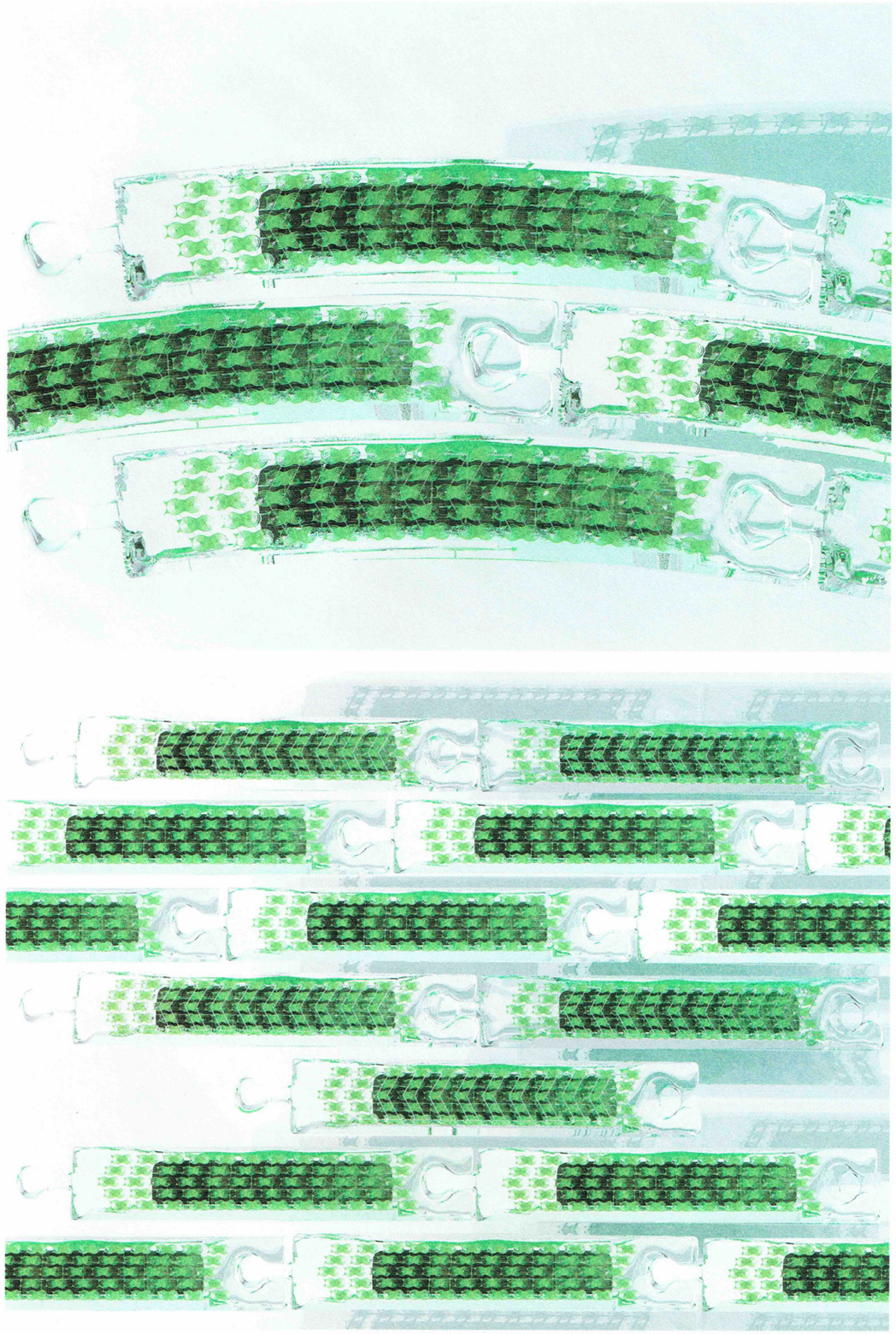
"INTER CANEM ET LUPUM"
On location

„INTER CANEM ET LUPUM“
Vor Ort



FROM PHOSPHORESCENCE TO DARKNESS, ENTRANCE ZONE
By day: from 10,000 lx (daylight) to 0.5 lx (moonlight)
By night: from afterglow effect to 0.5 lx (moonlight)

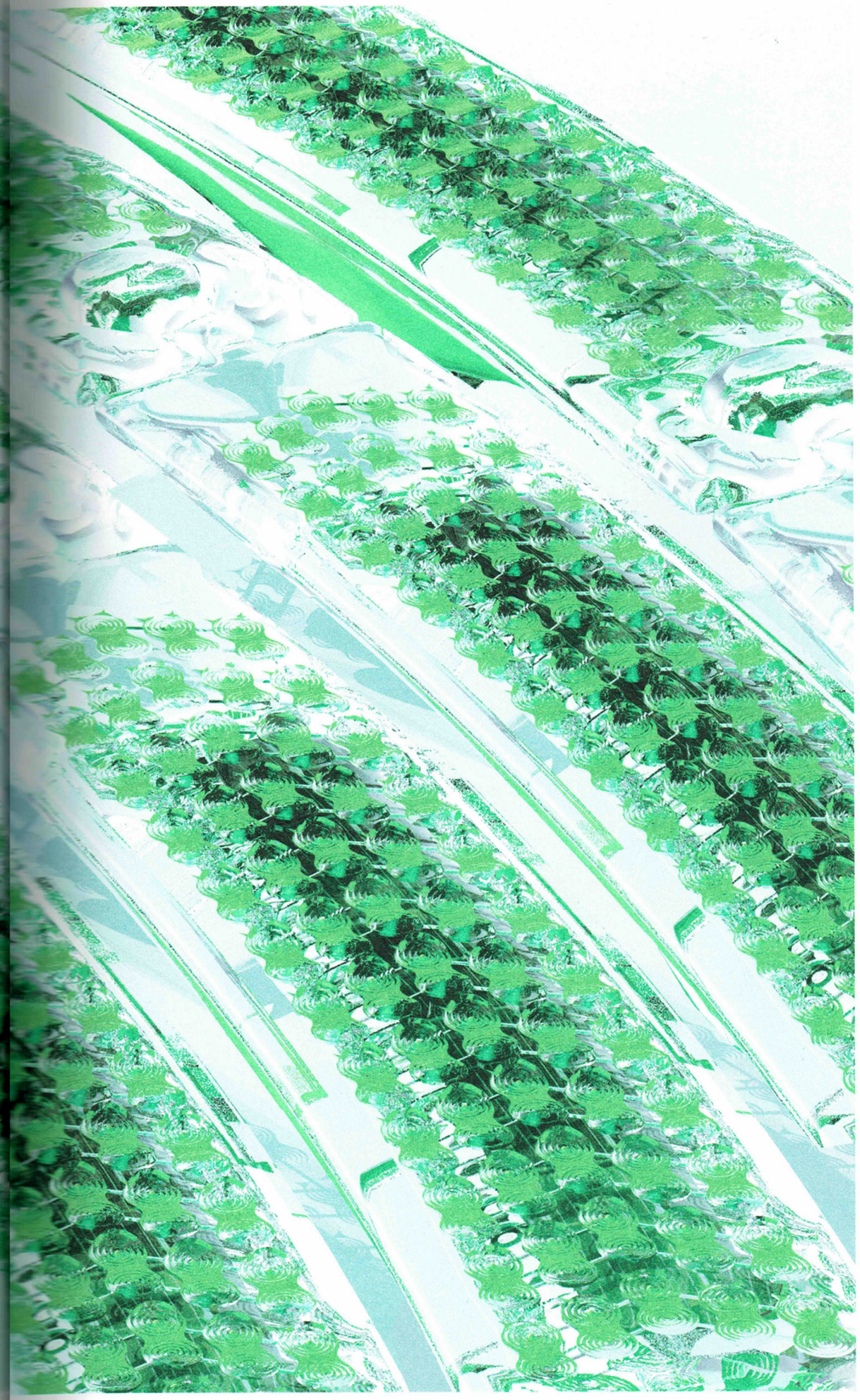
VON DER PHOSPHORESZENZ ZUR DUNKELHEIT, EINGANGSZONE
Bei Tag: von 10.000 lx Tageslicht zu 0,5 lx Mondlicht
Bei Nacht: vom Nachglühen zu 0,5 lx Mondlicht



COMPONENTS
Curved and straight glass elements

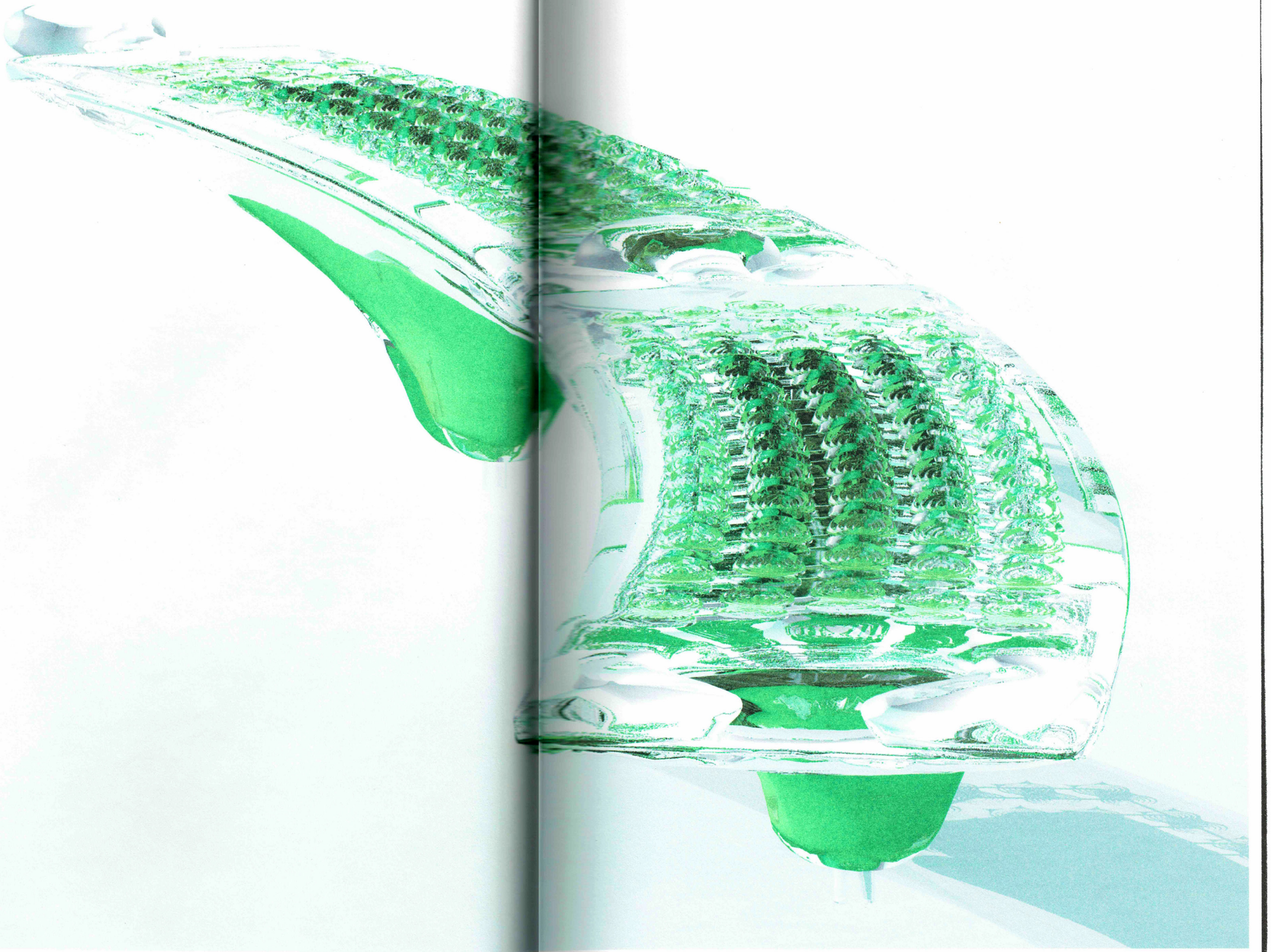
KOMPONENTEN
Gebogene und gerade Glaselemente





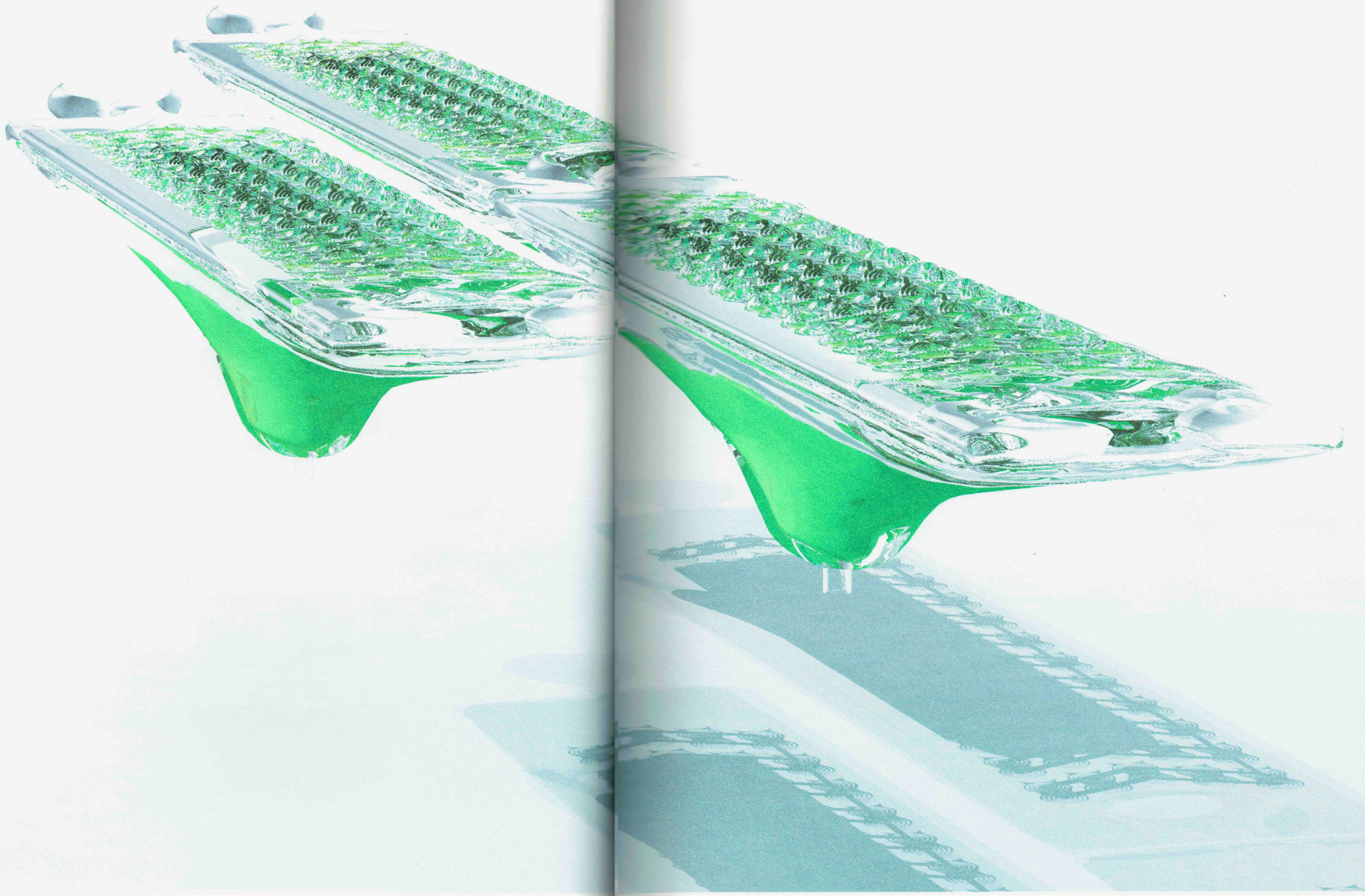
COMPONENT ELEMENTS
Positioning curved elements on the stripes
of the "Coriolis emergent shape"

KOMPONENTENELEMENTE
Verteilung der gebogenen Elemente auf den Streifen
der „Coriolis-bestimmten Form"



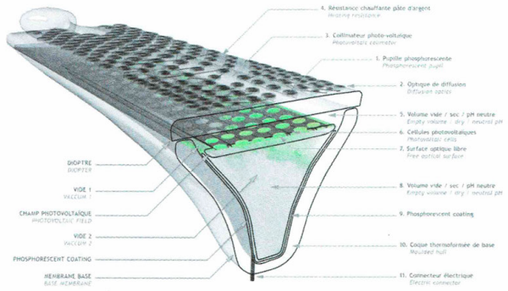
COMPONENT ELEMENTS
Single curved elements

KOMPONENTENELEMENTE
Einzelne gebogene Elemente

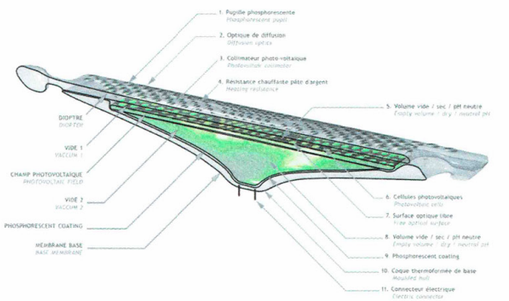


COMPONENT ELEMENTS
Single straight elements

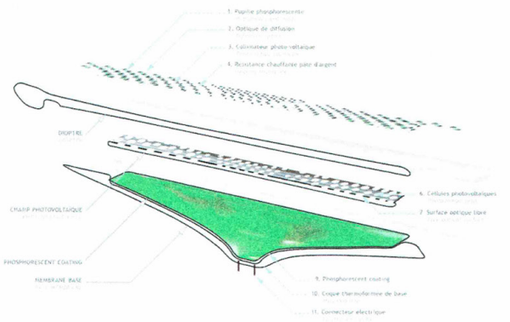
KOMPONENTENELEMENTE
Einzelne gerade Elemente



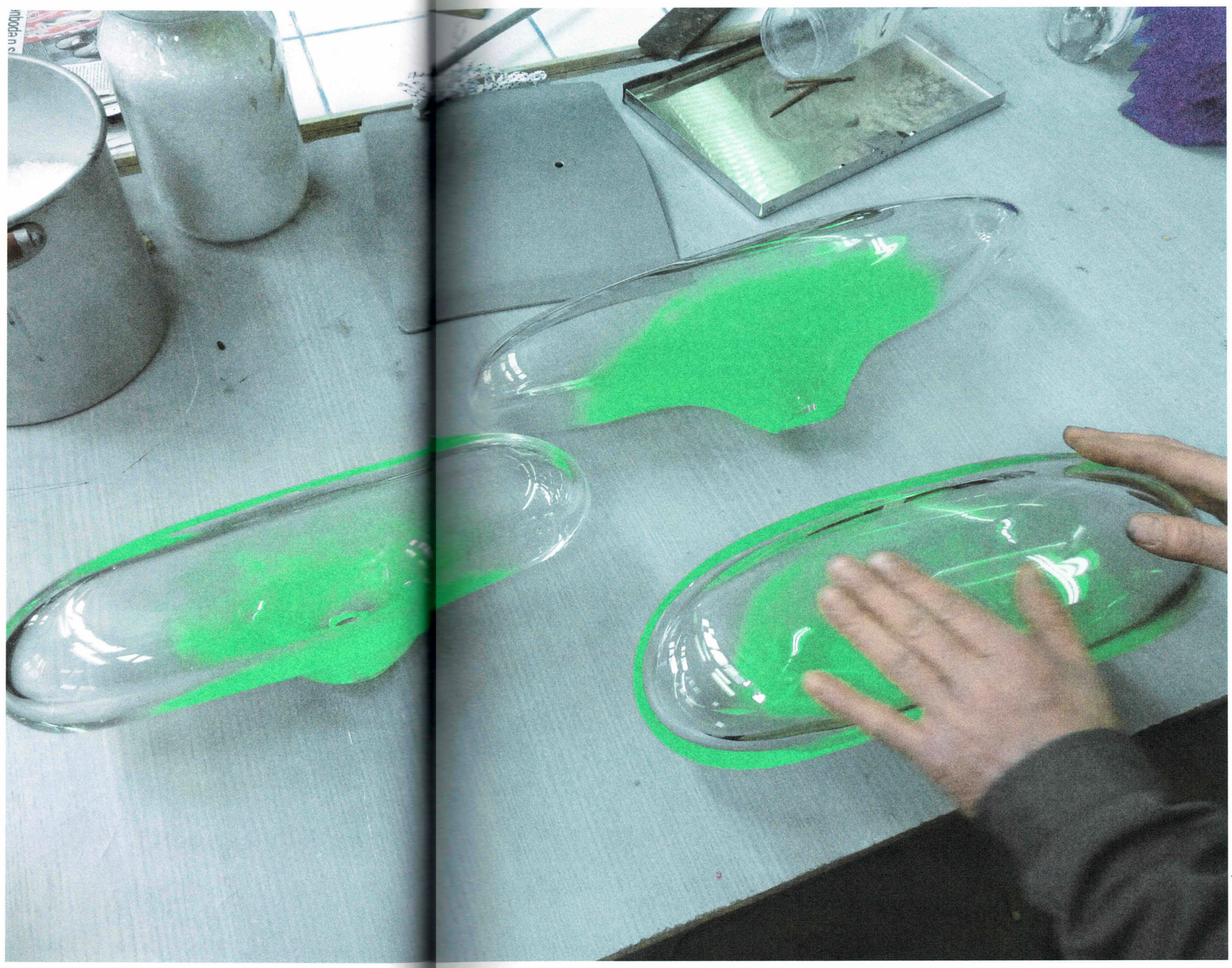
B.L. - COMPONENT - SCHEMA DE PRINCIPE / PRINCIPLE SCHEME - PARIS, APRIL 3rd 2009



B.L. - COMPONENT - SCHEMA DE PRINCIPE / PRINCIPLE SCHEME - PARIS, APRIL 3rd 2009



B.L. - COMPONENT - SCHEMA DE PRINCIPE / PRINCIPLE SCHEME - PARIS, APRIL 3rd 2009



PHOSPHORESCENT COMPONENT
Schematic drawings
Glass blowing and phosphorescent pigment test

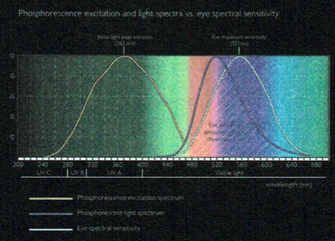
PHOSPHORESZIERENDE KOMPONENTE
Technische Schemata
Glasblasen und Test phosphoreszierender Pigmente

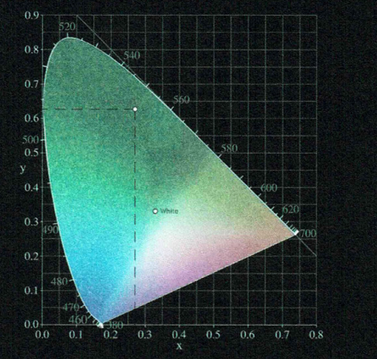


PHOSPHORESCENT COMPONENT
Spectrum in darkness

PHOSPHORESZIERENDE KOMPONENTE
Spektrum im Dunkeln

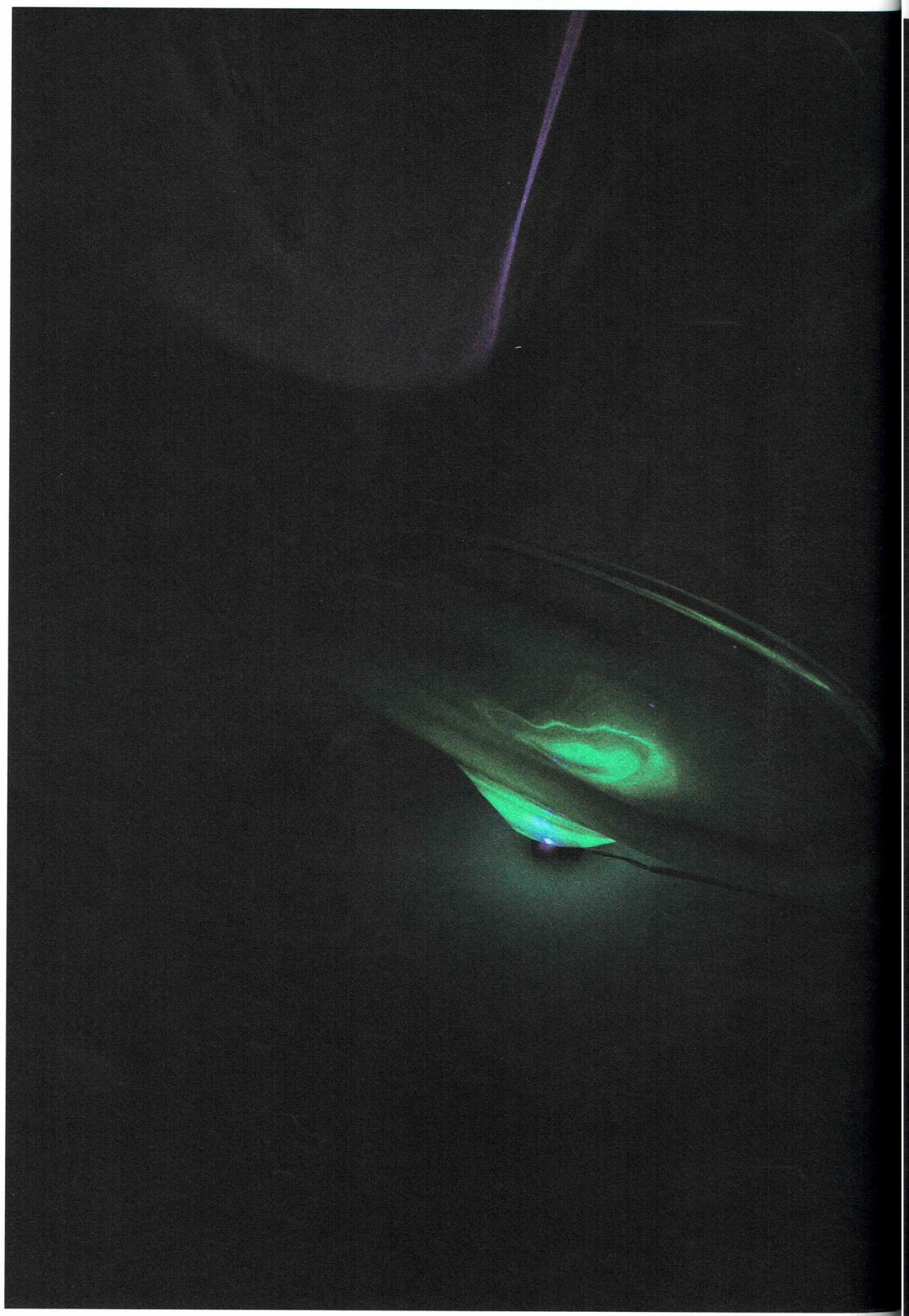
Chromatic synthesis test with
Honeywell 50101 Lumilux Green SN-F50 WS





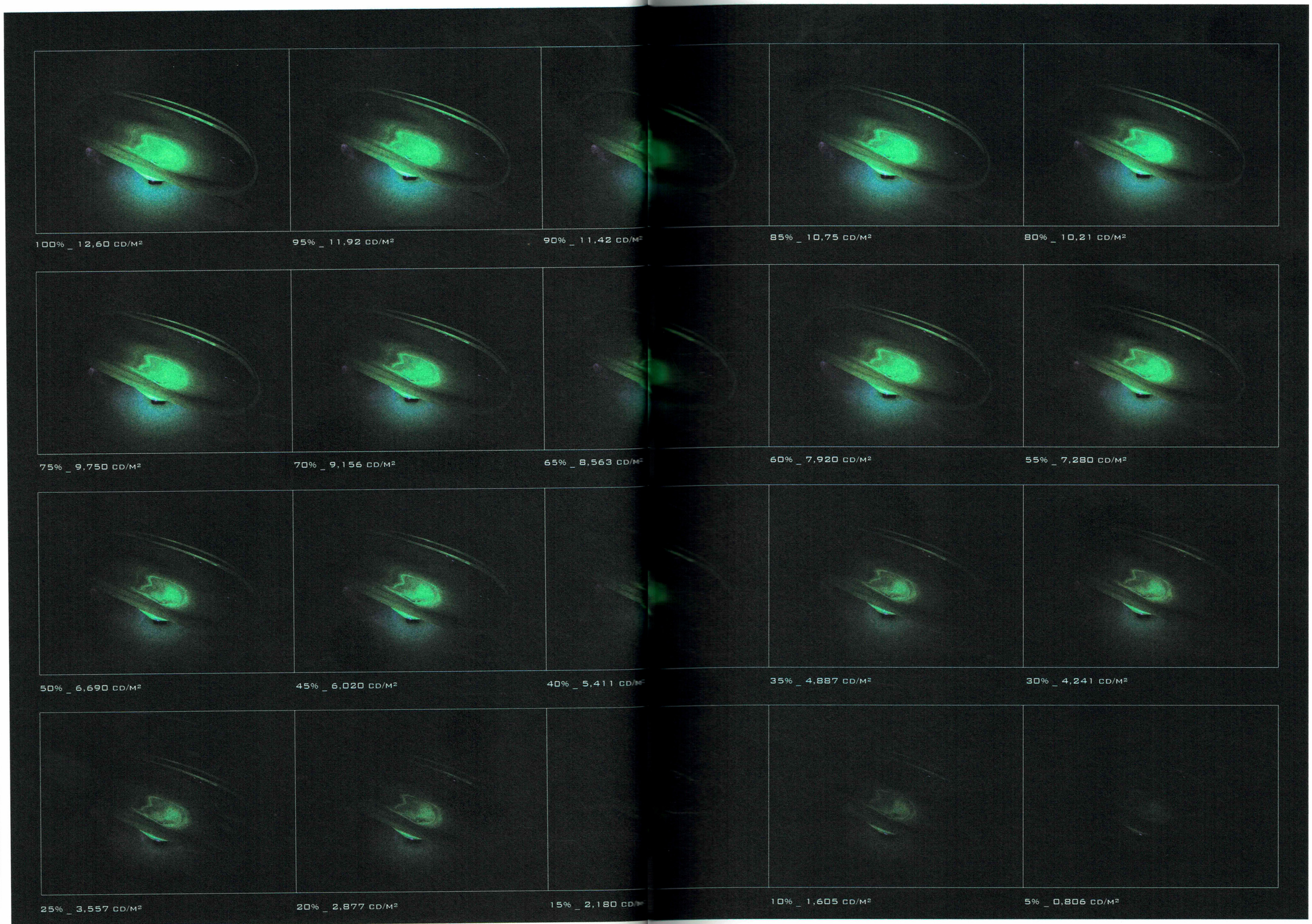
PHOSPHORESCENT COMPONENT
Diagrams of a chromatic synthesis test
and the chromatic coordinates of the afterglow

PHOSPHORESZIERENDE KOMPONENTE
Diagramm eines Tests der chromatischen Synthese
und der chromatischen Koordinaten des Nachglühens



PHOSPHORESCENT COMPONENT
With a bioluminescent mushroom

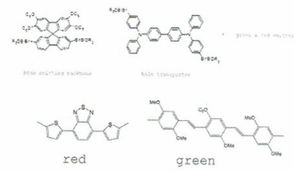
PHOSPHORESZIERENDE KOMPONENTE
...und bioluminezenter Pilz



RESEARCH: REPRESENTATION OF COMPONENT TESTS
Light excitation with 1.2 W UV LED
at a distance of 33 cm between component and luminance meter

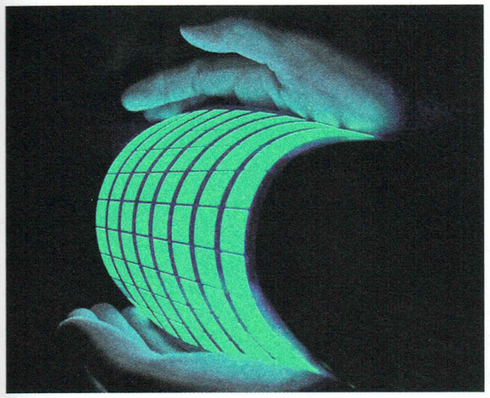
UNTERSUCHUNG: ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER KOMPONENTENTESTS
Lichtspeisung mit 1,2 W UV-LED bei 33 cm Abstand zwischen Komponente und Leuchtdichtemesser

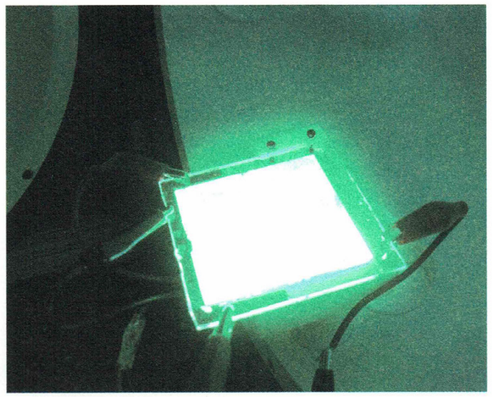
multi chromaphore polymer approach

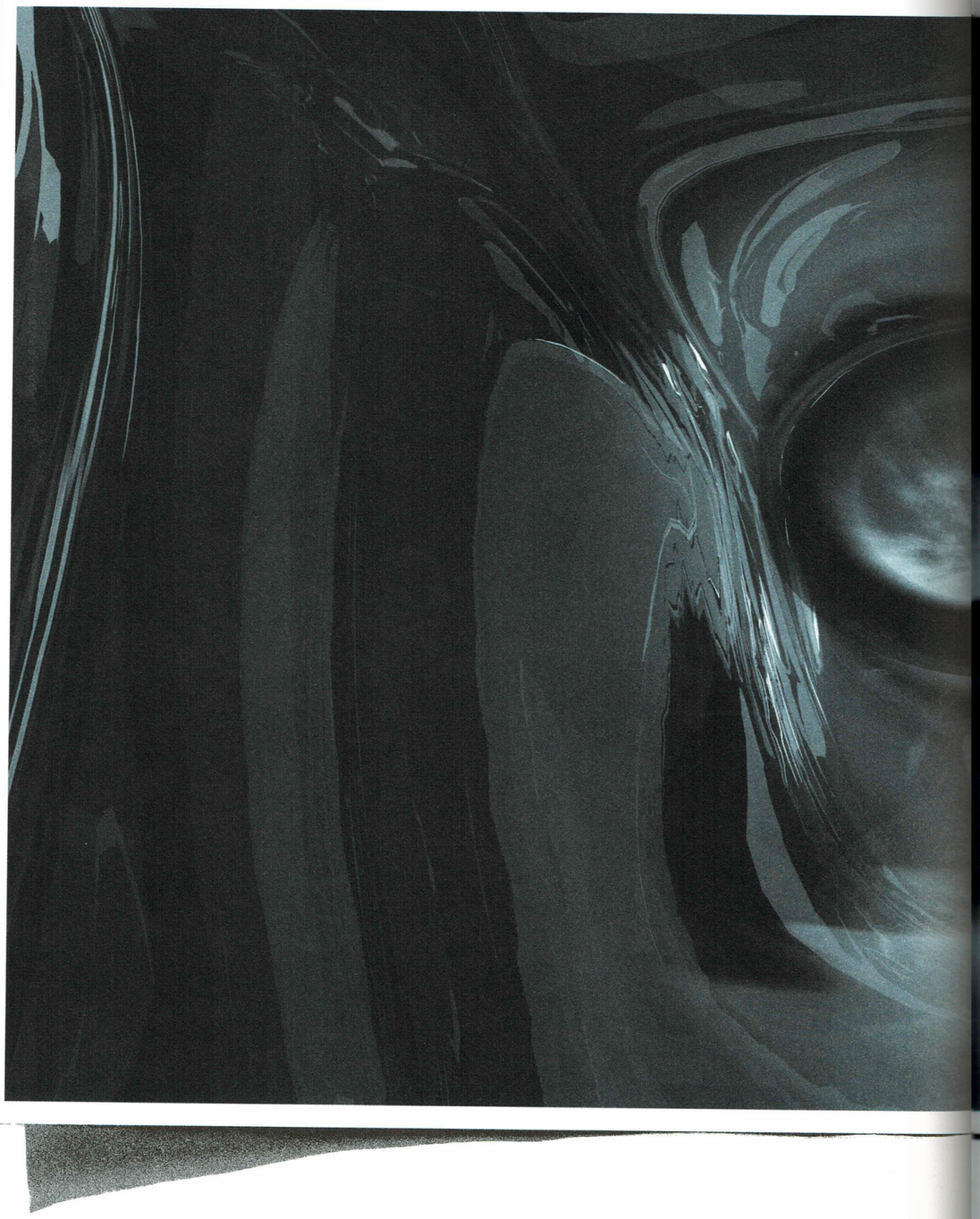


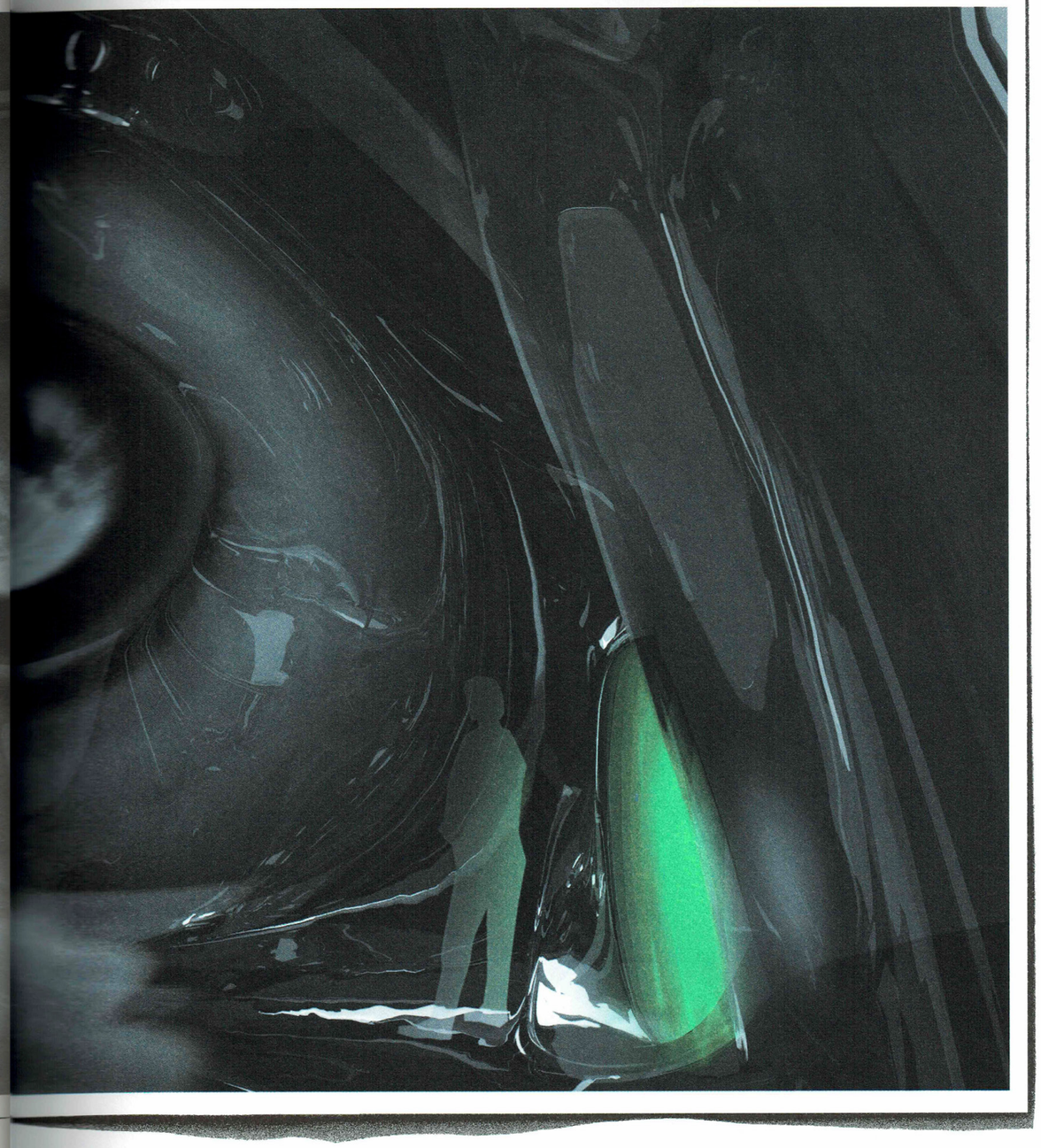
red

green



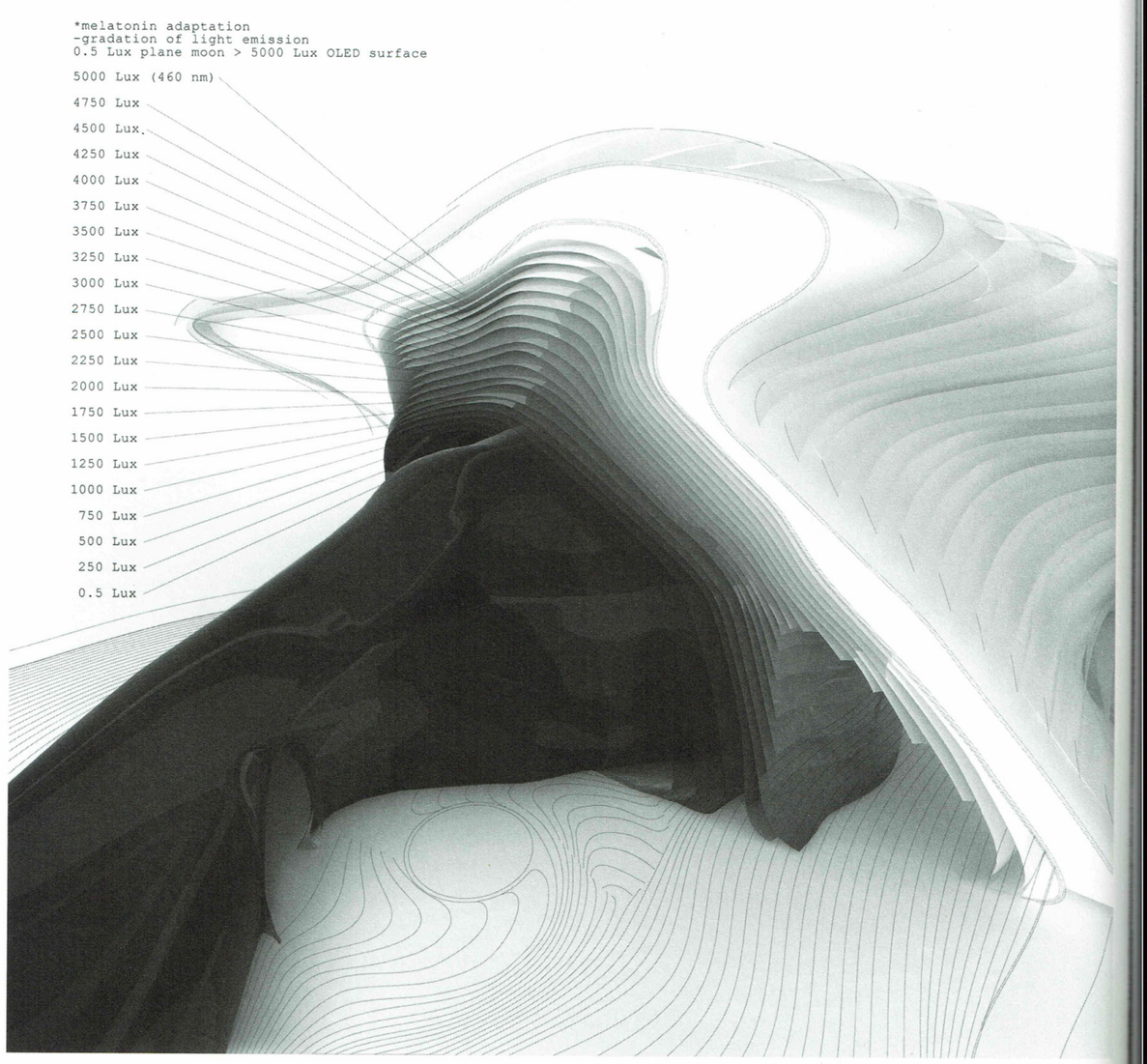






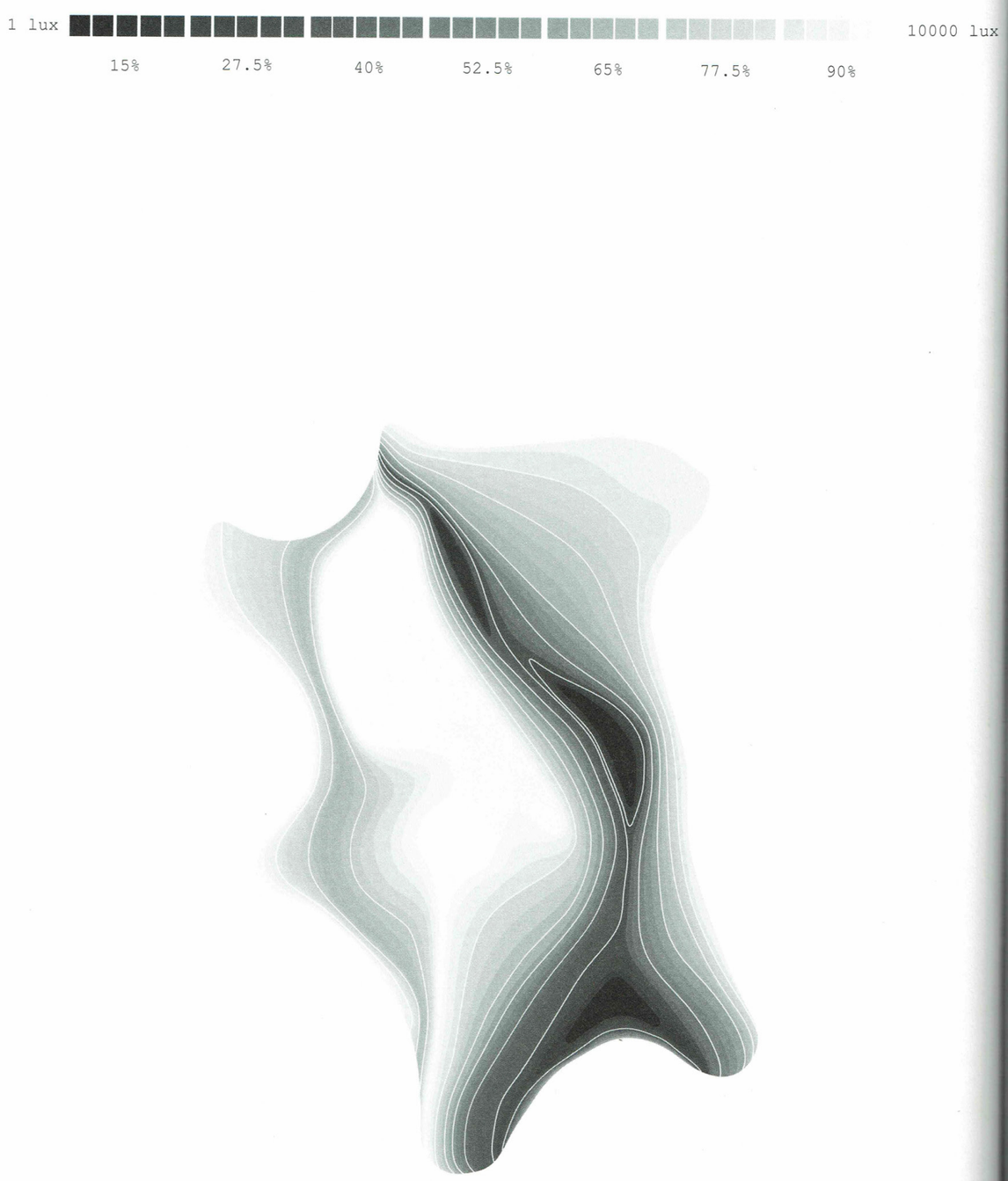
INTERIOR DARKNESS
Zone of physiological dark adaptation test with OLED system

DUNKLER INNENRAUM
Dunkeladaptationszone, physiologischer Test mit OLED-System



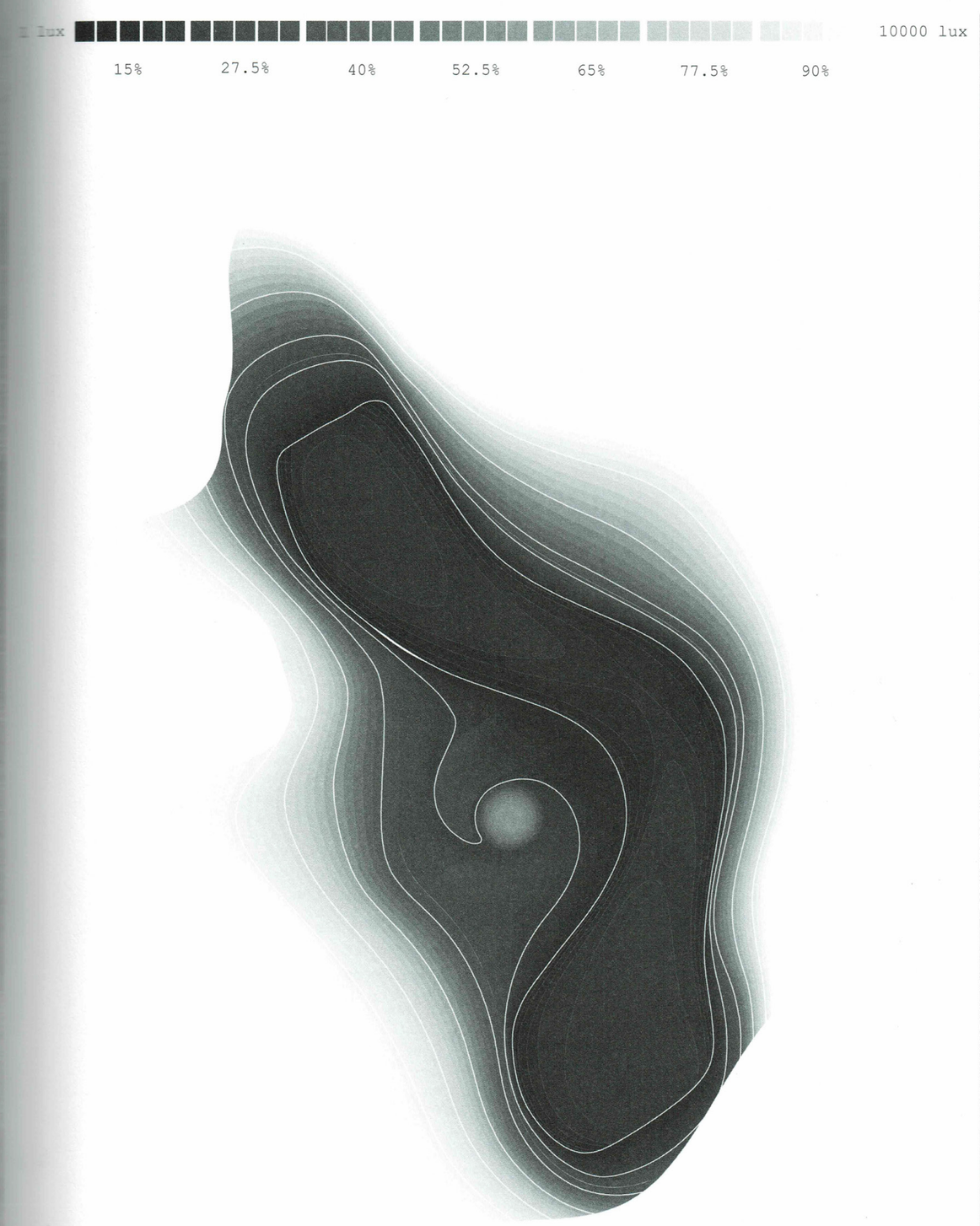
DESCRIPTIVE CROSS-SECTION
Gradation of light emission from 0.5 lx (moonlight)
to 5,000 lx (OLED daylight) through multilayered filtering

DARSTELLENDER SCHNITT
Abstufung der Lichtemission von 0,5 lx Mondlicht
bis 5.000 lx OLED-Tageslicht durch mehrlagige Filterschichten



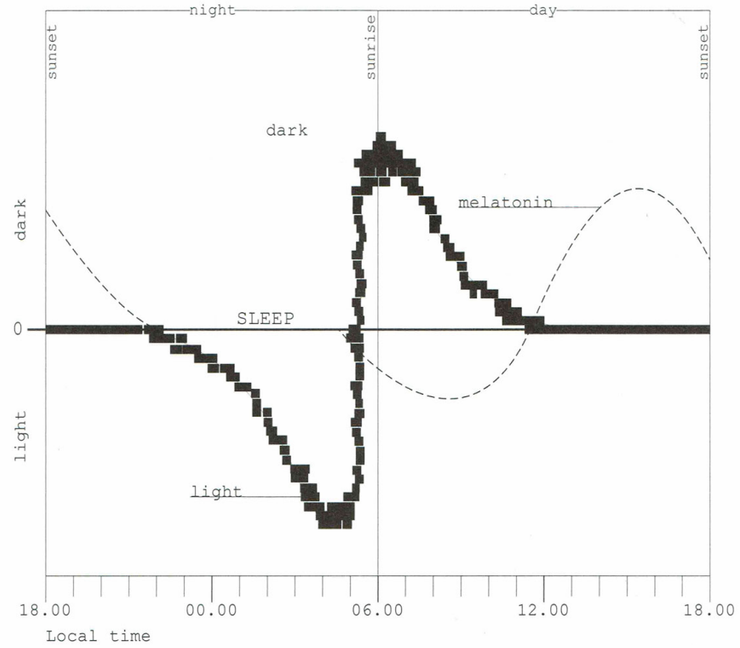
DARKNESS TO BRIGHTNESS
Gradation of light emission
and physiological impact on the first floor

VON DER DUNKELHEIT ZUR HELLIGKEIT
Abstufung der Lichtemission
und physiologische Wirkung im Obergeschoss

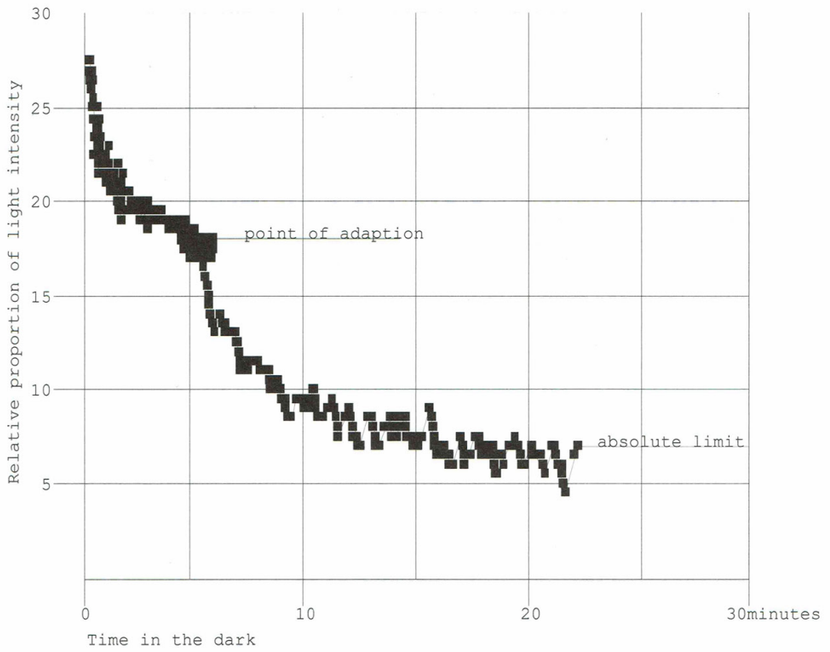


Gradation of light emission
and physiological impact on the ground floor

Abstufung der Lichtemission
und physiologische Wirkung im Erdgeschoss



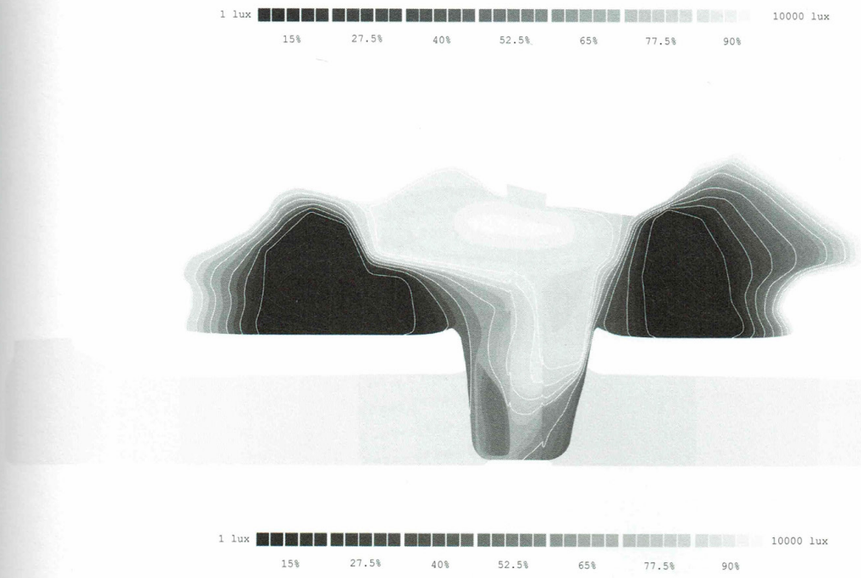
The melatonin level controlled by the light.
The human night sleep is controlled by changes in the level of the hormone melatonin circulating in our body. The melatonin level is decreased when it is light. The brighter the light, the bigger the decrease.



Relation between threshold intensities and time of dark adaptation.
During the first five minutes in darkness the sensitivity of the eye increases rapidly, then more slowly, until after about 25 to 30 minutes of dark adaptation the increase of sensitivity is minimal.After 30 minutes' stay in darkness the process of adaptation is complete.

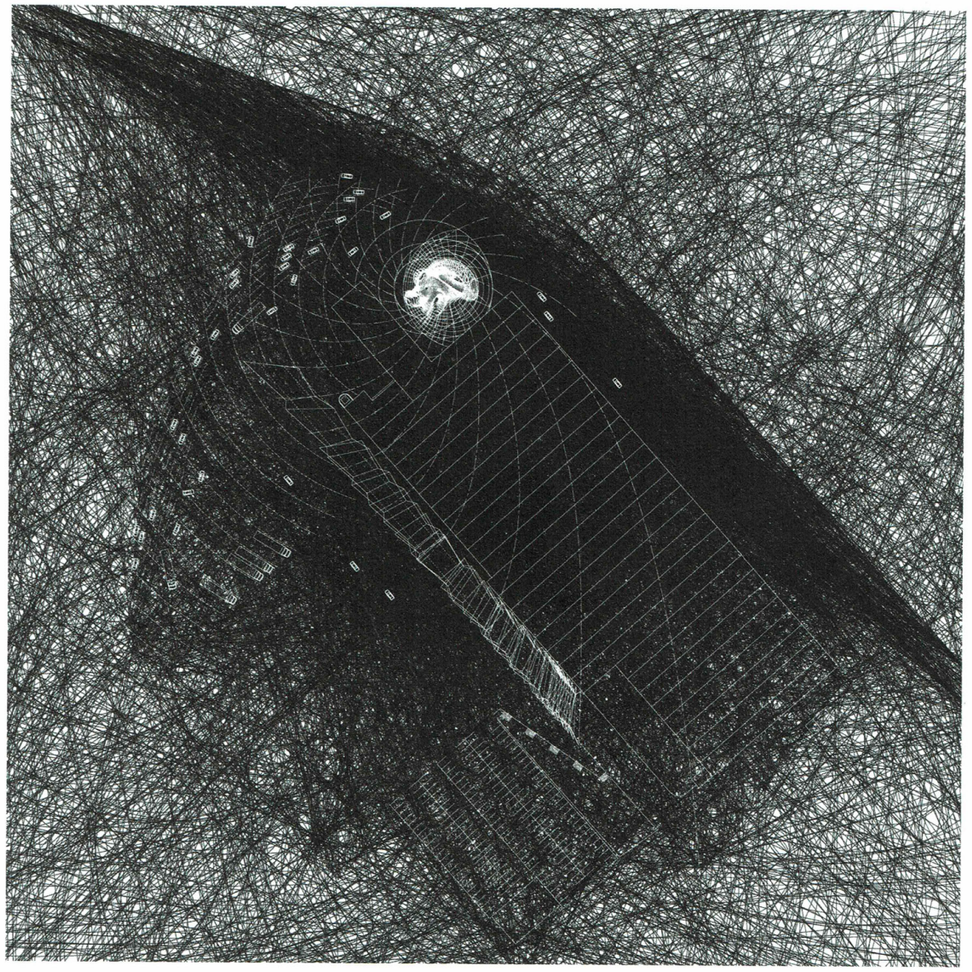
EXPLANATORY DIAGRAMS
1: Melatonin cycle over 24h
2: Dark adaptation curve

DIAGRAMME
1: Melatoninzyklus in 24h
2: Dunkeladaptationskurve



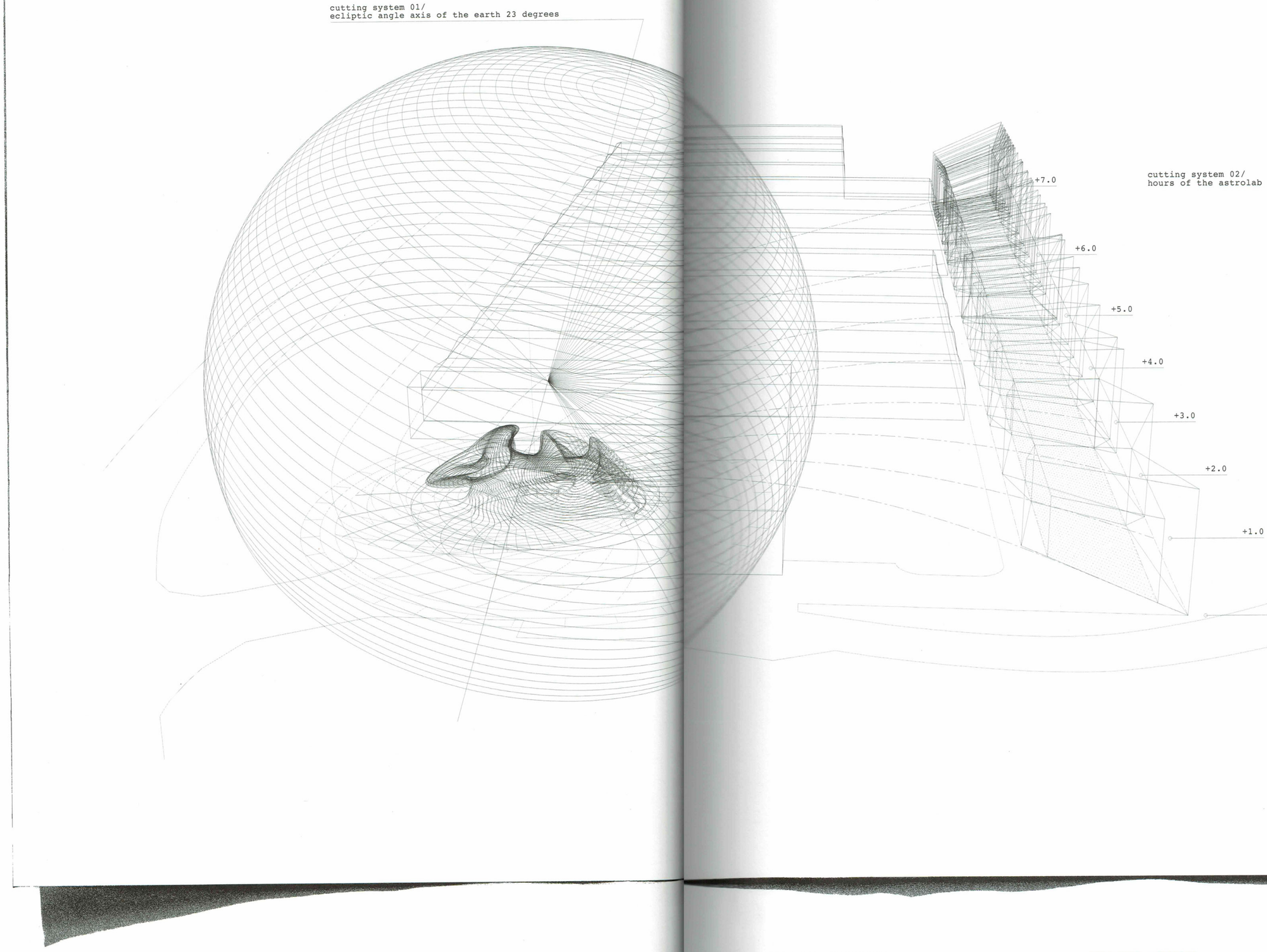
DARKNESS TO BRIGHTNESS
Gradation of light emission and physiological impact in sections 01 and 02

VON DER DUNKELHEIT ZUR HELLIGKEIT
Abstufung der Lichtemission und physiologische Wirkung in Schnitt 01 und 02



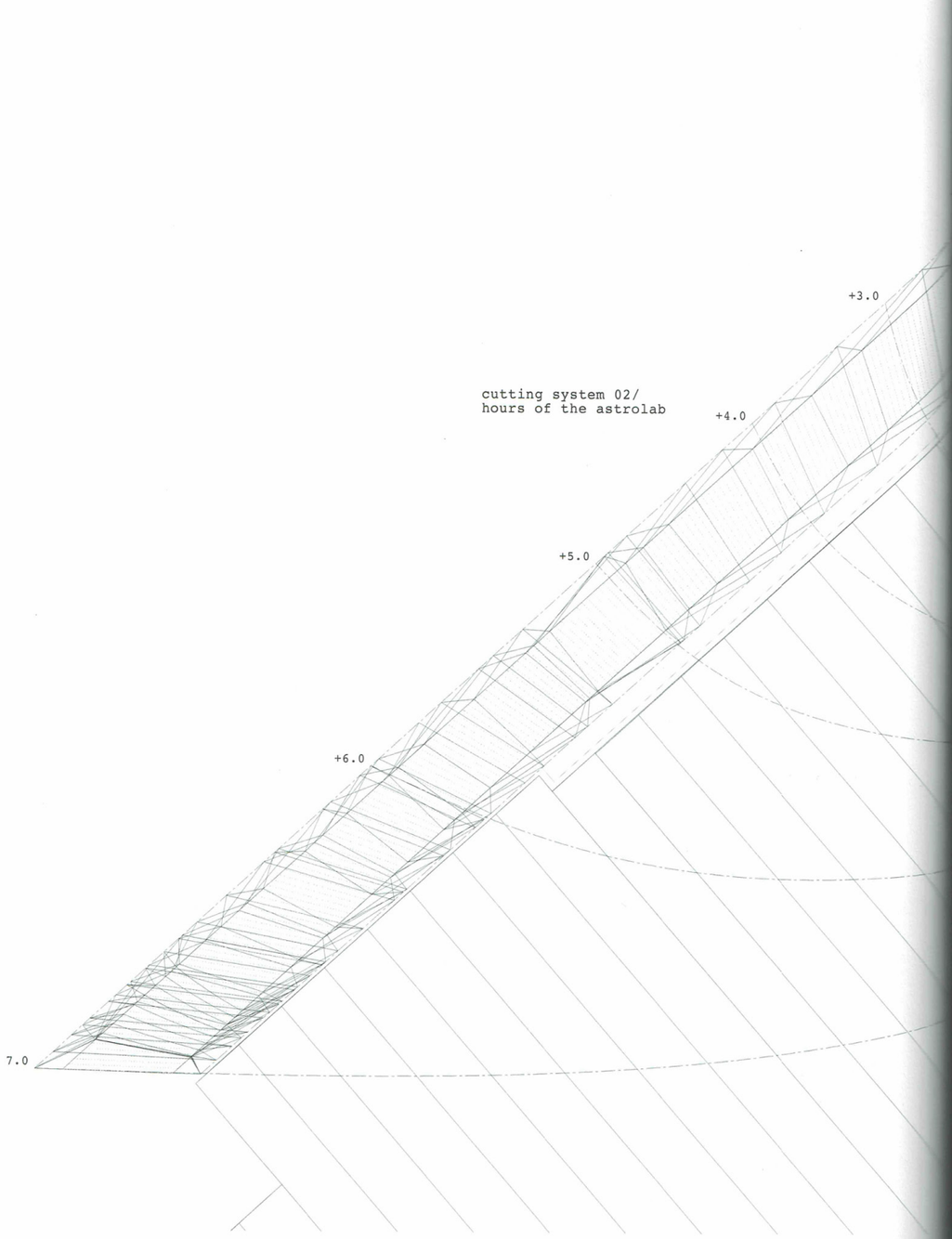
MASTER PLAN — LES ANDELYS, FRANCE,
THORN ACADEMY OF LIGHT (TAL)
Two spots: the building "that never dies" and the "stretching" street

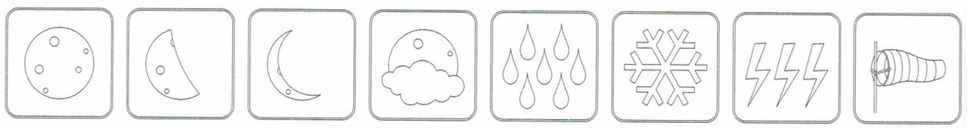
GESAMTPLAN — LES ANDELYS, FRANKREICH,
THORN ACADEMY OF LIGHT (TAL)
Zwei Orte: das „unsterbliche" Gebäude
und die „ausziehbare" Straße

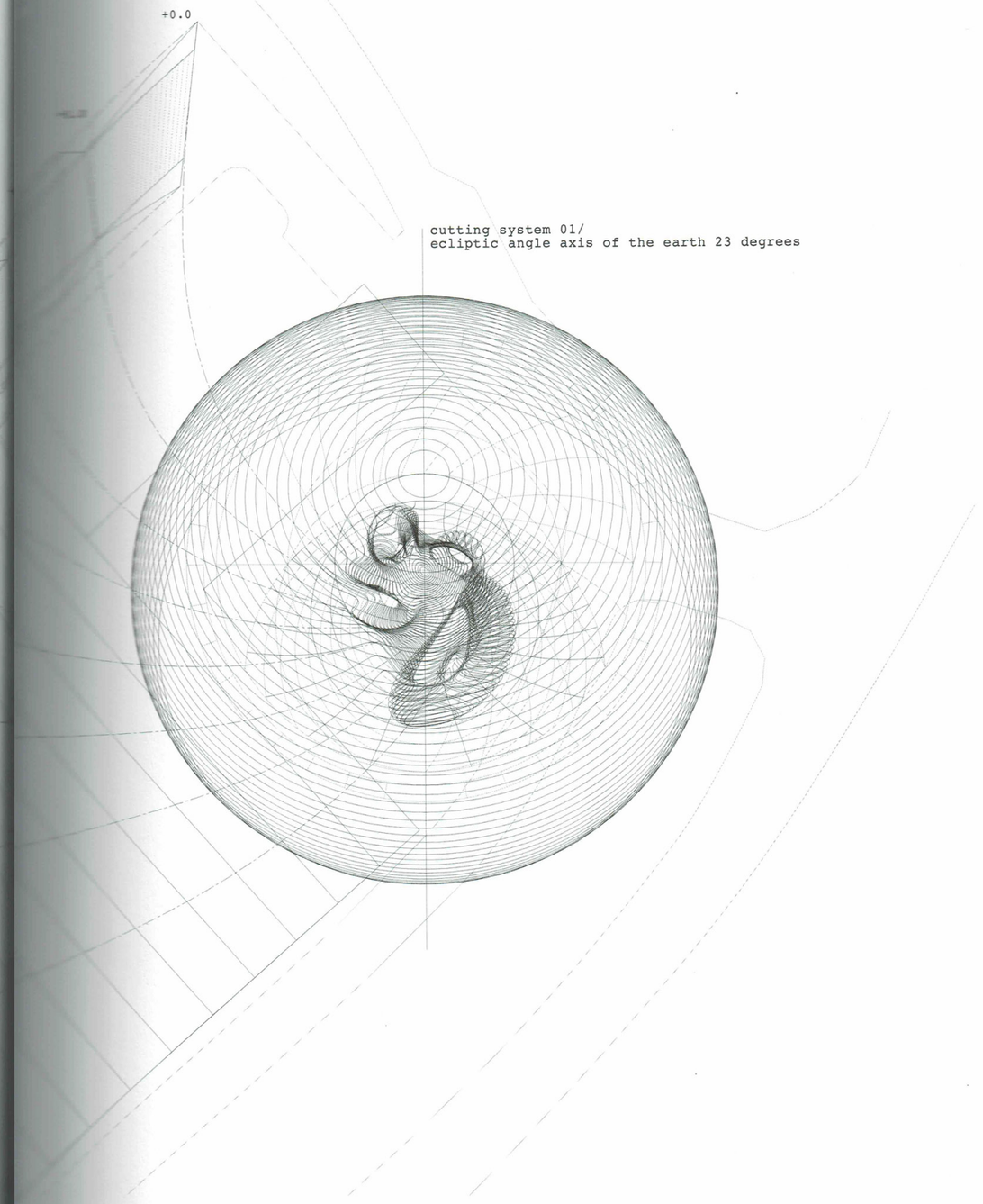


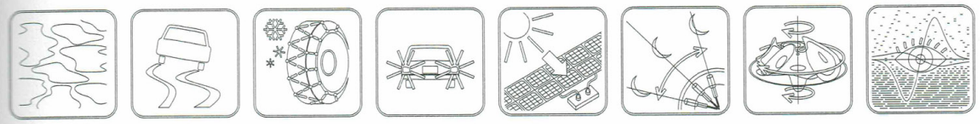
TWO SPOTS — DIALOGUES
Entrance laboratory and rear urban light test zone

ZWEI ORTE — DIALOGE
Eingangslabor und Testzone Außenbeleuchtung hinten



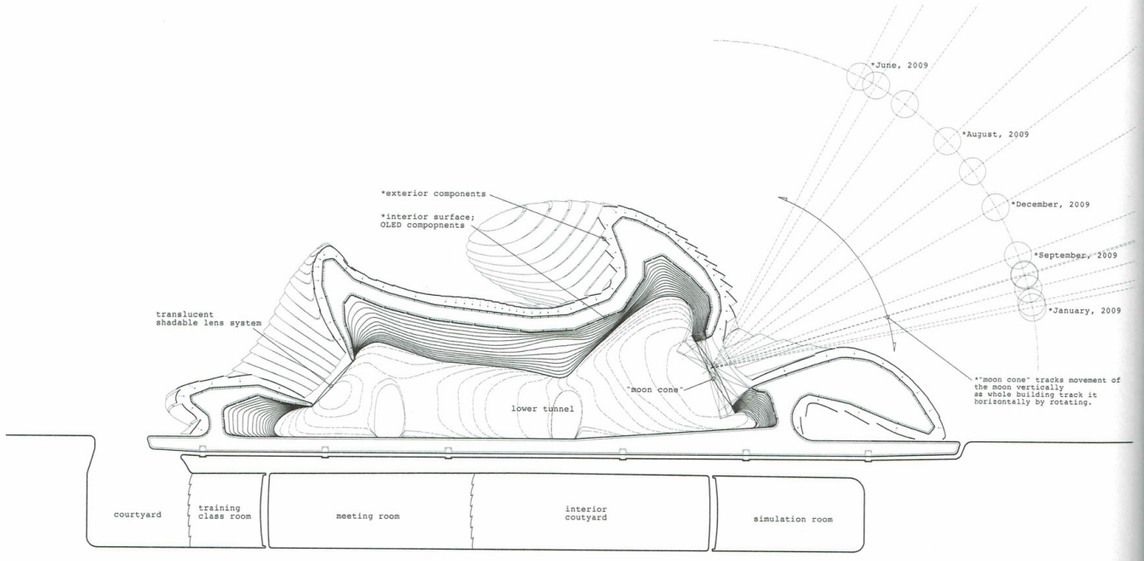


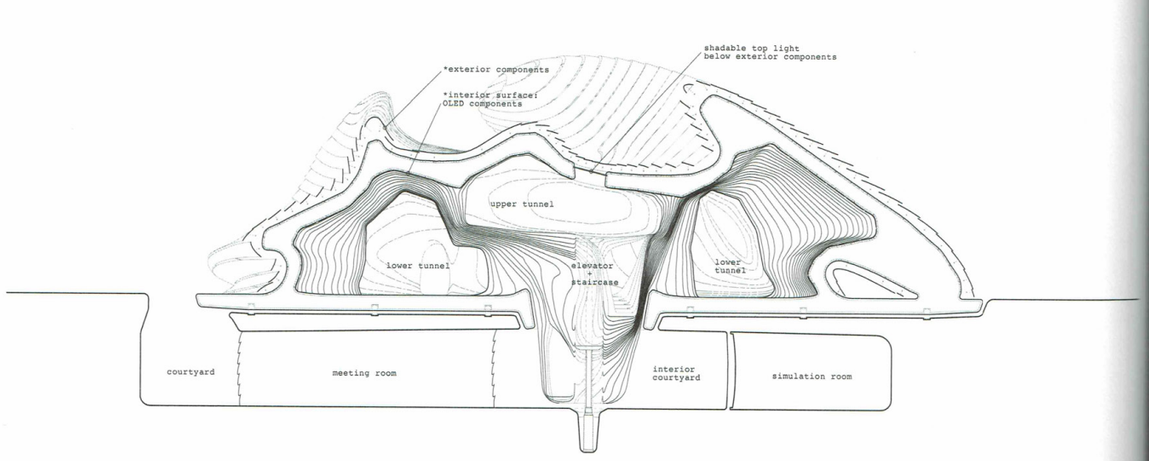




TWO SPOTS — DIALOGUES
Moon tracking observatory and climate simulation street

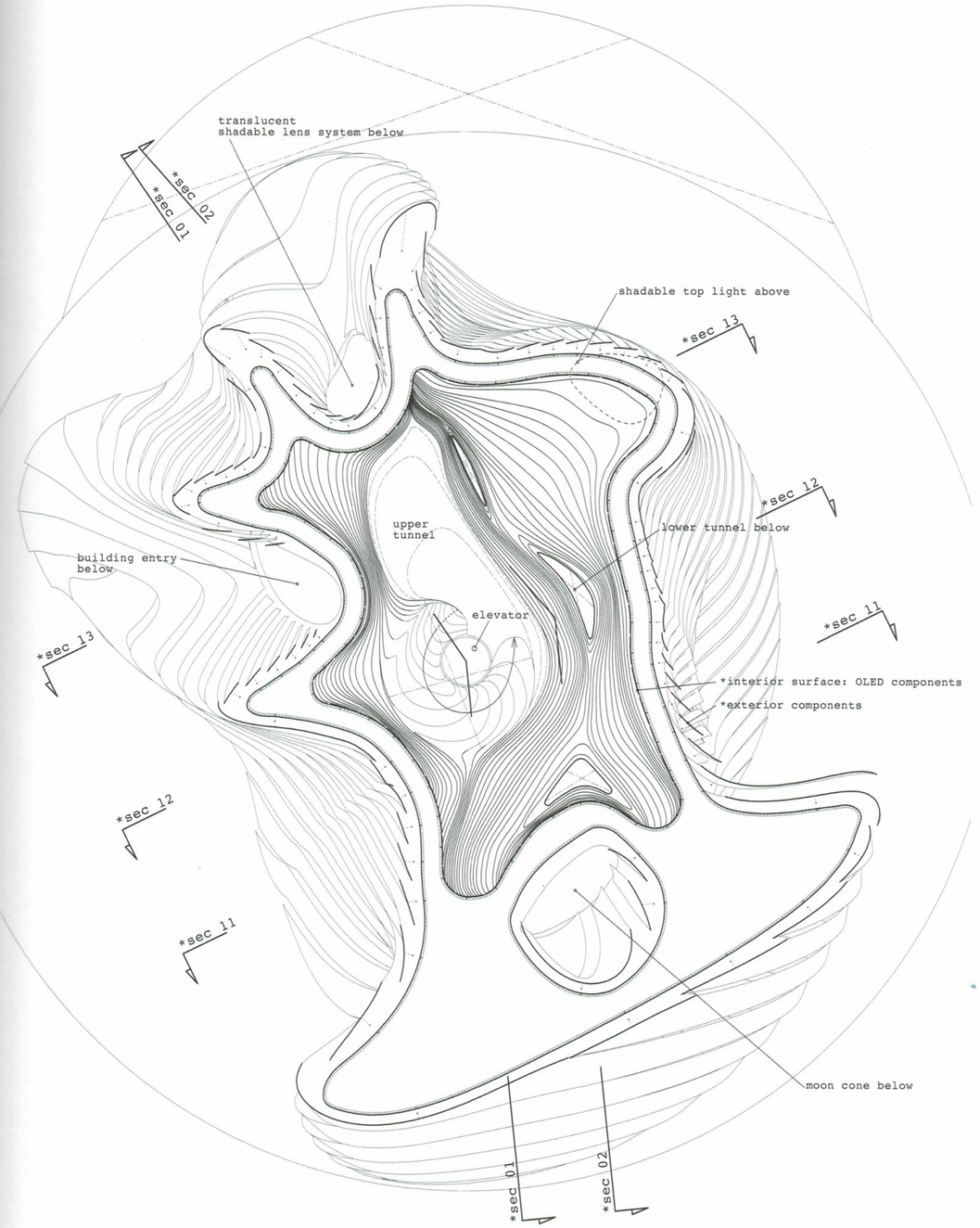
ZWEI ORTE — DIALOGE
Observatorium zum Verfolgen des Mondes
Klimasimulationsstraße





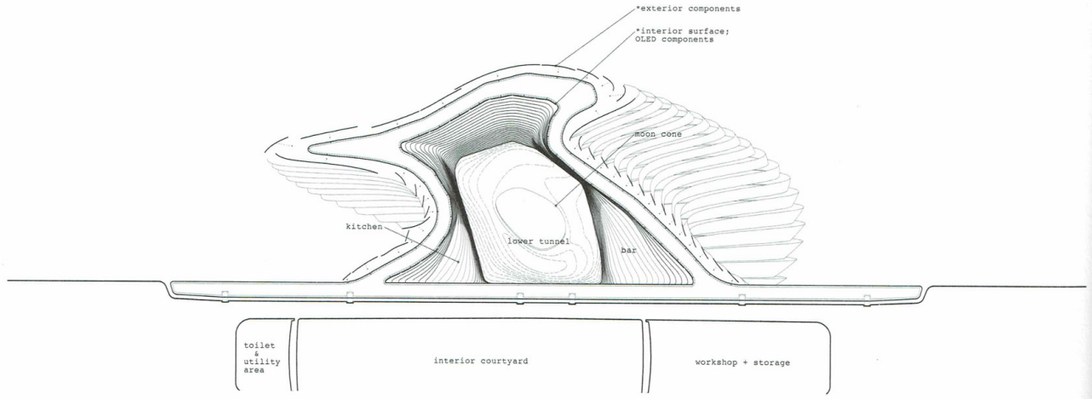
THE BUILDING "THAT NEVER DIES"
Sections 02 and 01

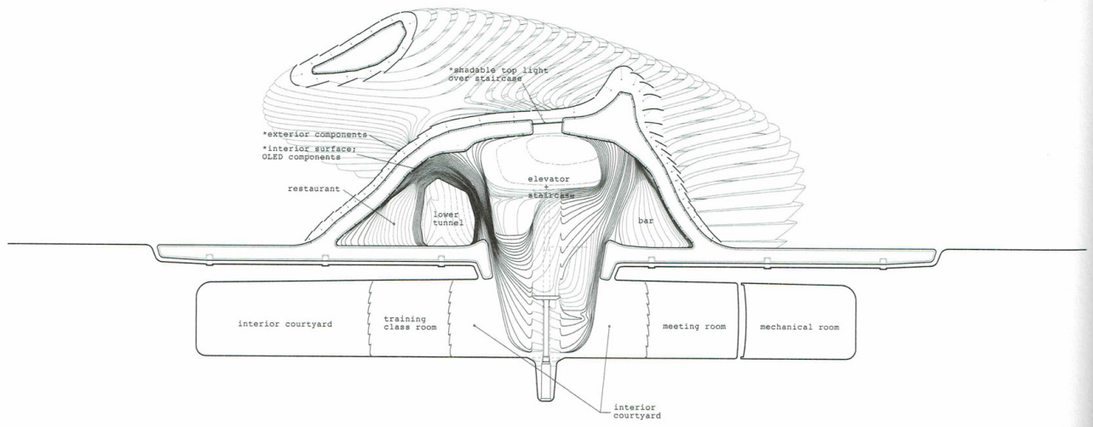
DAS „UNSTERBLICHE" GEBÄUDE
Schnitt 02 und 01

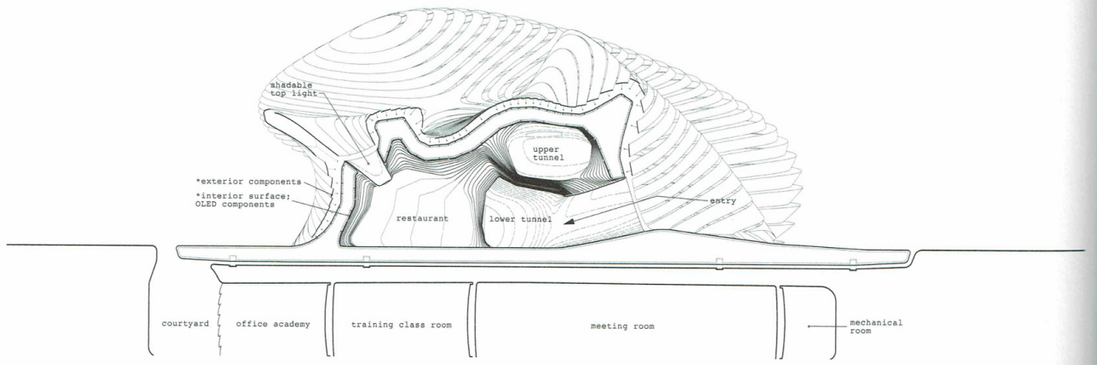


First floor

Obergeschoss

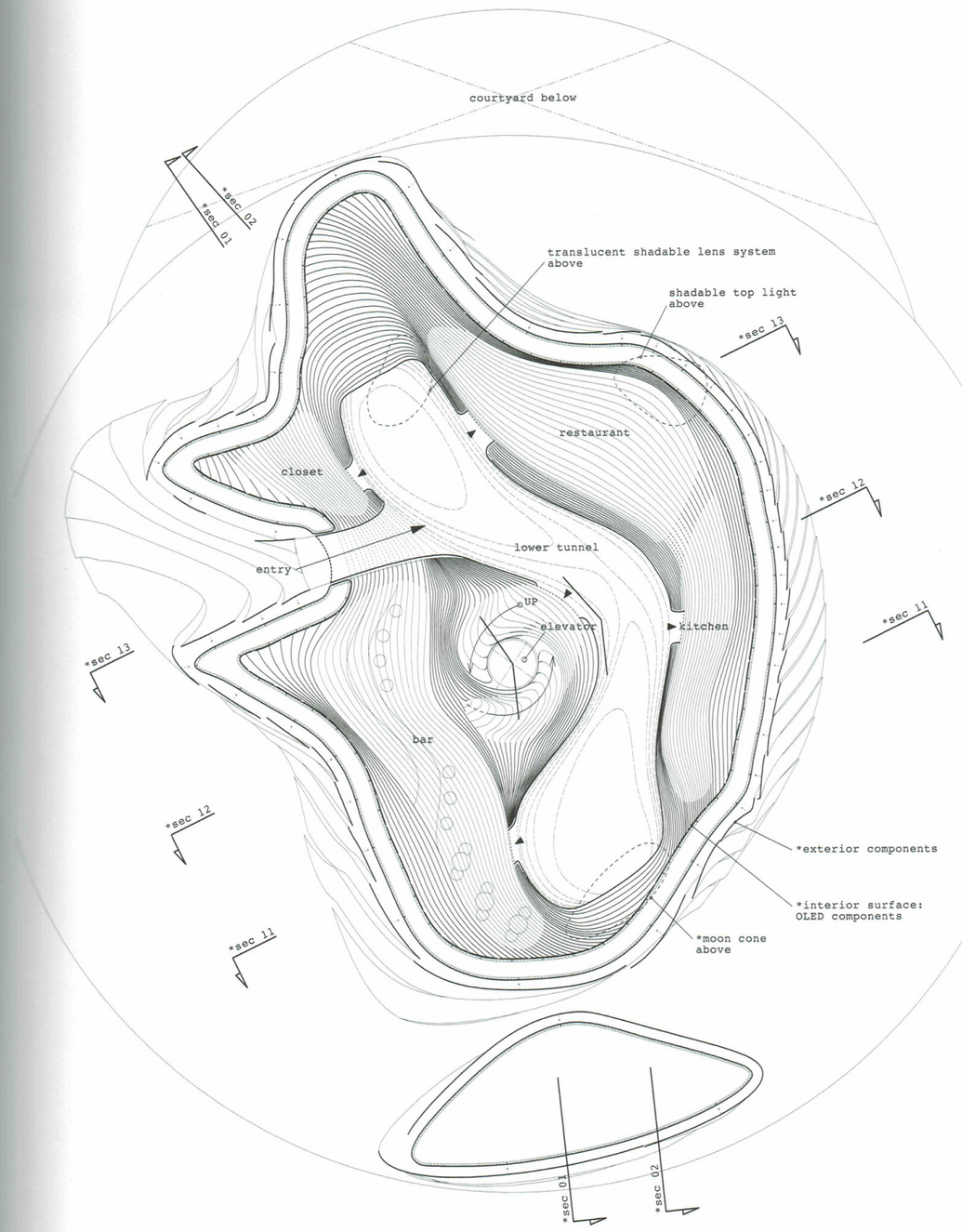






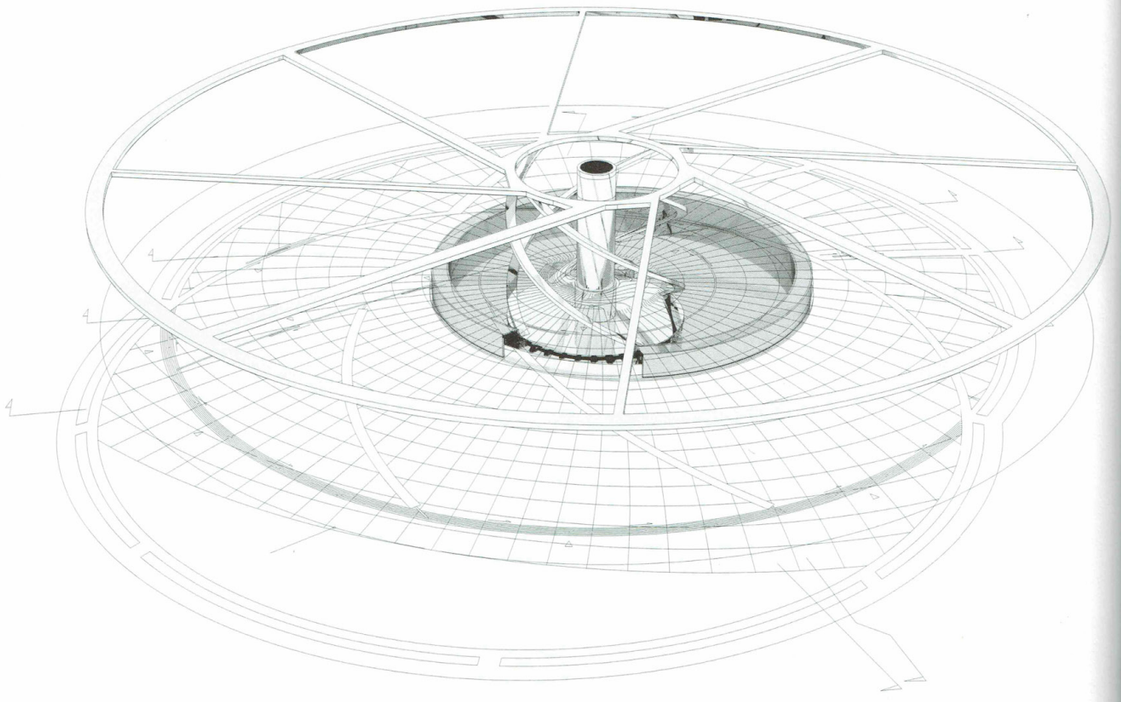
THE BUILDING "THAT NEVER DIES"
Sections 11, 12 and 13

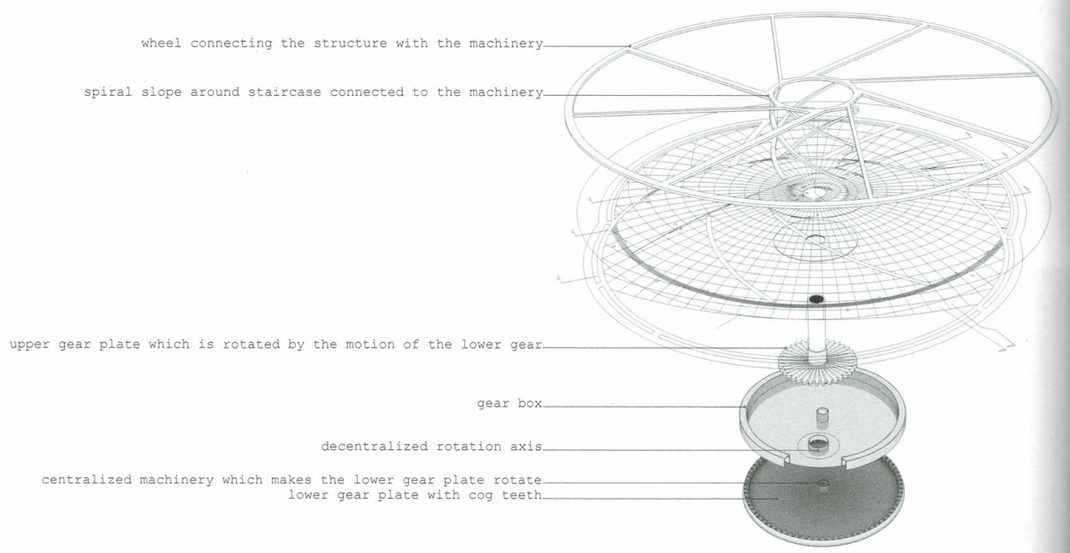
DAS „UNSTERBLICHE" GEBÄUDE
Schnitte 11, 12 und 13



Ground floor

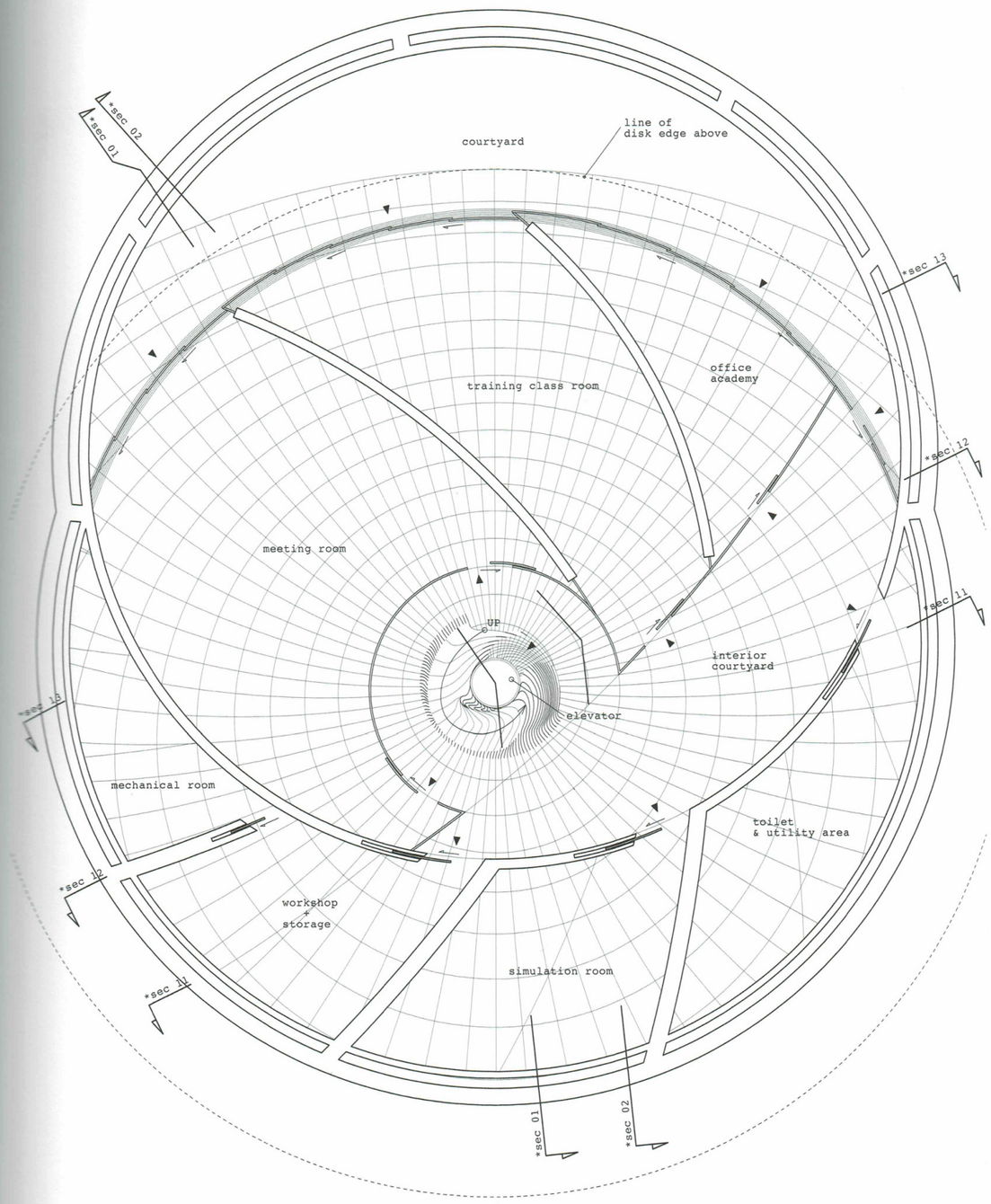
Erdgeschoss





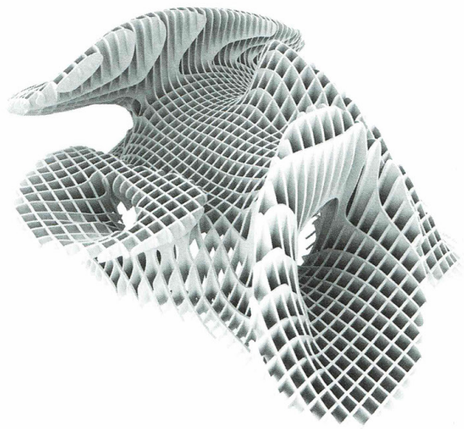
THE BUILDING "THAT NEVER DIES"
Rotation mechanism

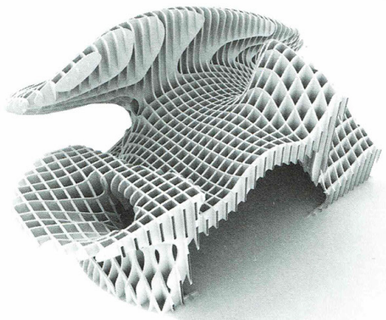
DAS „UNSTERBLICHE" GEBÄUDE
Rotationsmechanismus

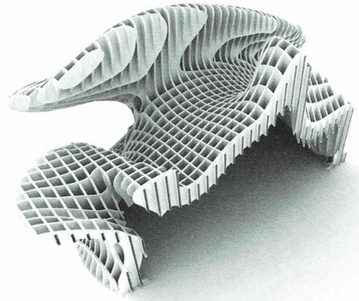


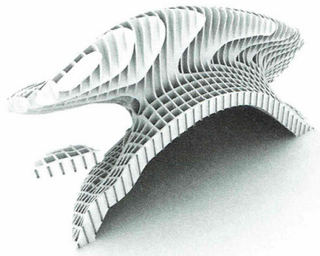
Basement

Untergeschoss



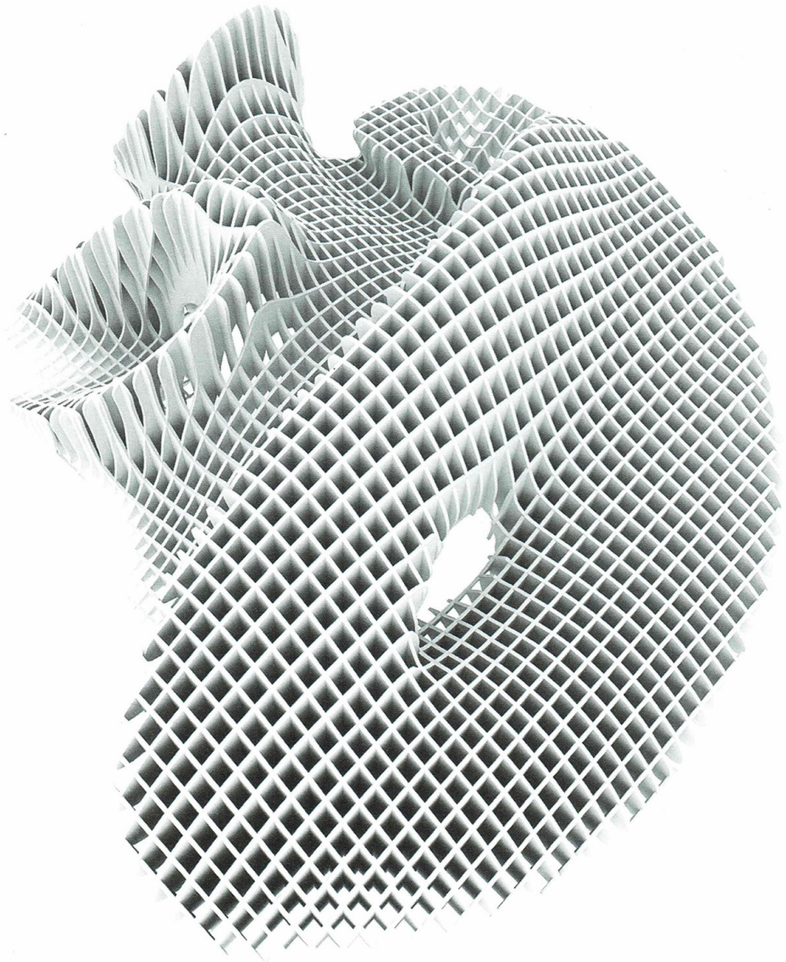






STRUCTURAL HYPOTHESIS
2D sectional plane milled
by computer controlled 3-axis milling machine

STRUKTURELLE HYPOTHESE
Zusammensetzbare 2D-Platten, gefräst von einer
computergestützten dreiachsigen Fräsmaschine



2D sectional plane
milled by computer controlled 3-axis milling machine

Zusammensetzbare 2D-Platten, gefräst von einer
computergestützten dreiachsigen Fräsmaschine

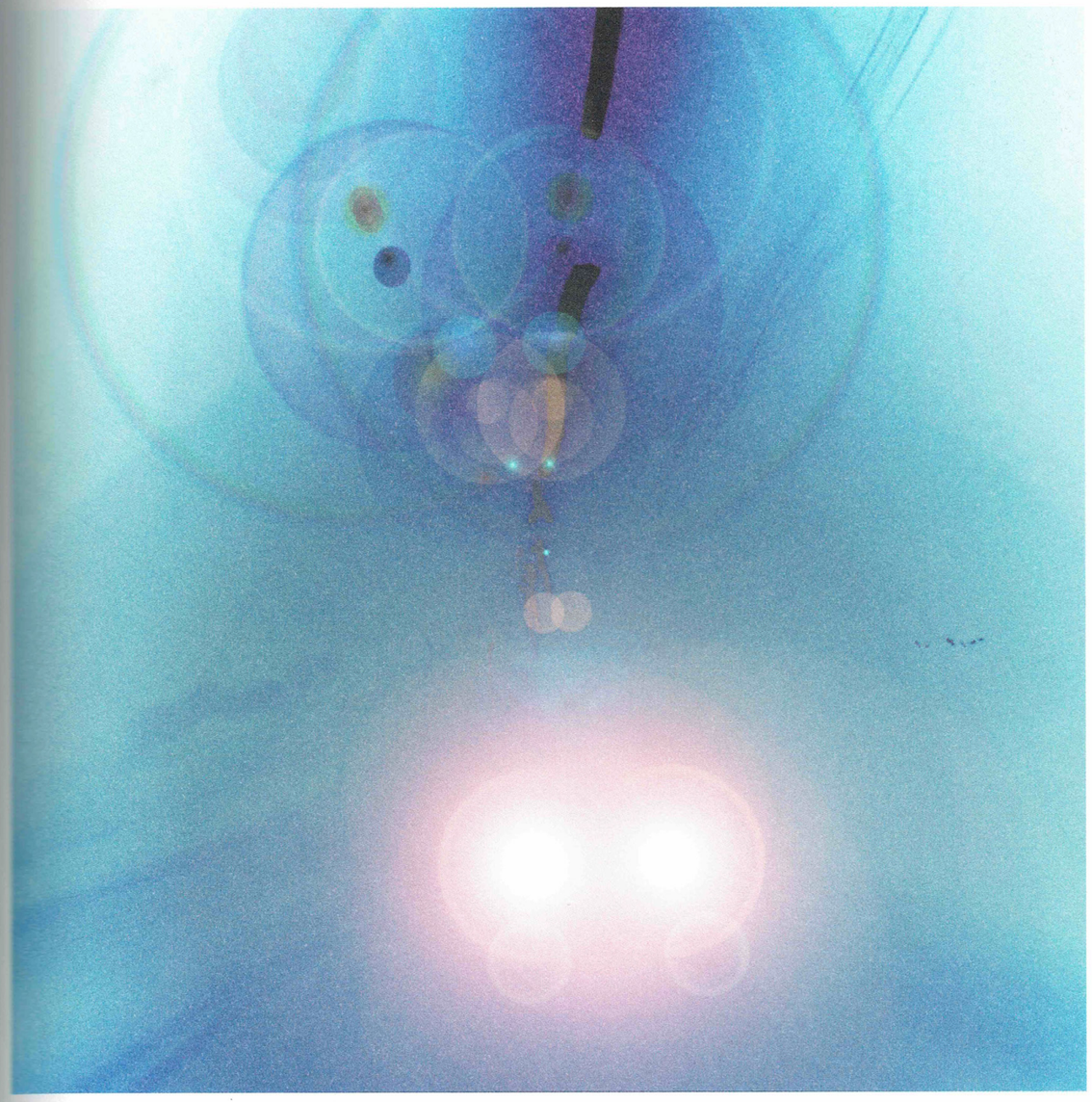






“STRETCHING” STREET CLIMATE GENERATOR
Foggy

„AUSZIEHBARE“ STRASSE KLIMASIMULATION
Nebel







Dark

Dunkelheit

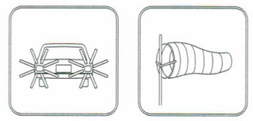




"STRETCHING" STREET CLIMATE GENERATOR
Rainy

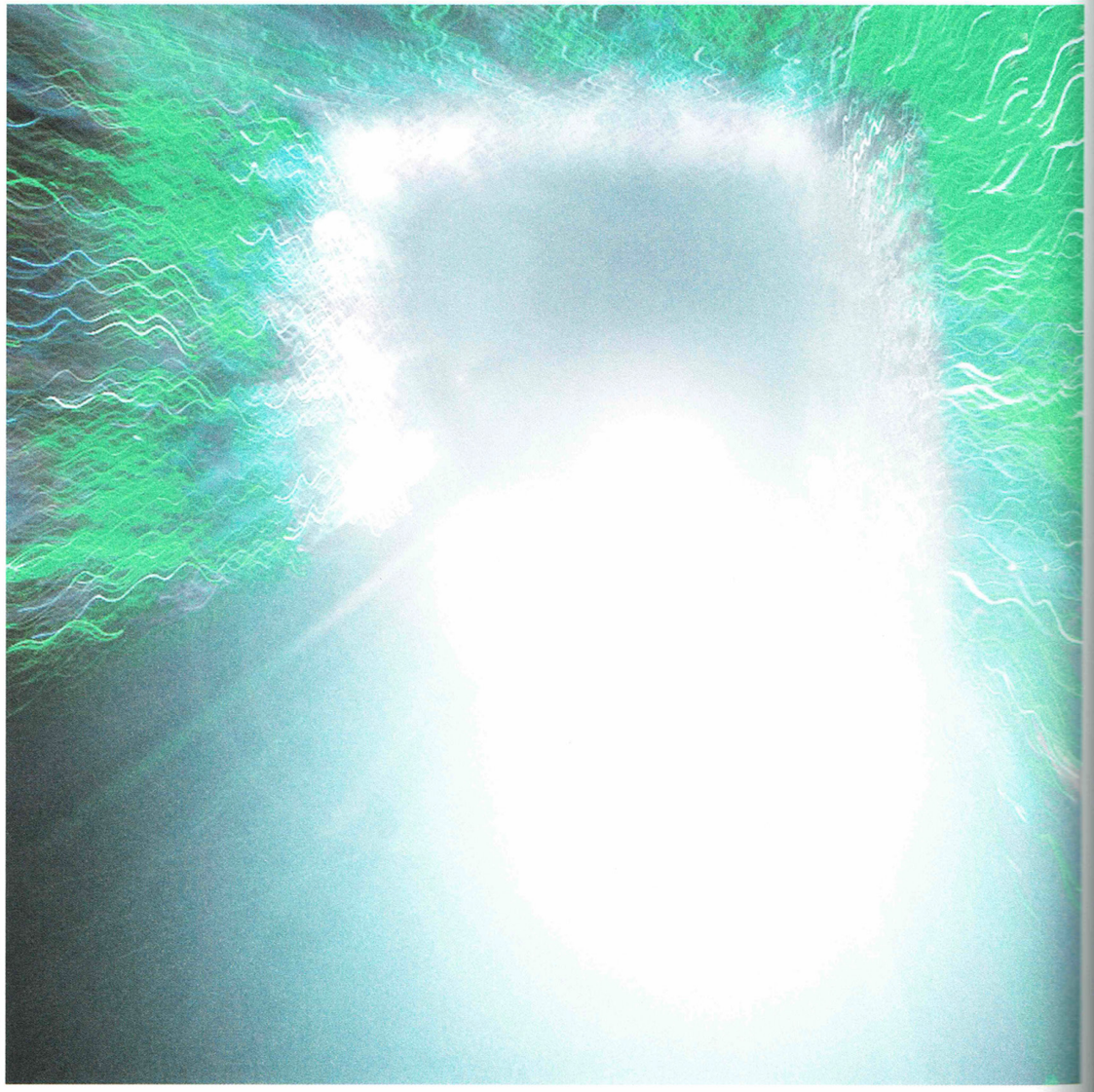
„AUSZIEHBARE" STRASSE KLIMASIMULATION
Regen

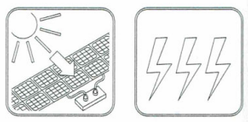




Downtown

Innenstadt





"STRETCHING" STREET CLIMATE GENERATOR
LED special effect

„AUSZIEHBARE" STRASSE KLIMASIMULATION
LED-Spezialeffekt

DEFINITIONS*

PHOSPHORESCENCE

Unlike fluorescence, a phosphorescent material does not immediately re-emit the radiation it absorbs. The slower time scales of the re-emission are associated with "forbidden" energy state transitions in quantum mechanics. As these transitions occur less often in certain materials, absorbed radiation may be re-emitted at a lower intensity for up to several hours. The study of phosphorescent materials led to the discovery of radioactivity in 1896.

In simple terms, phosphorescence is a process in which energy absorbed by a substance is released relatively slowly in the form of light. This is in some cases the mechanism used for "glow-in-the-dark" materials which are "charged" by exposure to light. Unlike the relatively swift reactions in a common fluorescent tube, phosphorescent materials used for these materials absorb the energy and "store" it for a longer time as the processes required to re-emit the light occurs less often.

Most photoluminescent events, in which a chemical substrate absorbs and then re-emits a photon of light, are fast, of the order of 10 nanoseconds. However, for light to be absorbed and emitted on these fast time scales, the energy of the photons involved (i.e. the wavelength of the light) must be carefully tuned according to the rules of quantum mechanics to match the available energy states and allowed transitions of the substrate. In the special case of phosphorescence, the absorbed photon energy undergoes an unusual intersystem crossing into an energy state of higher spin multiplicity, usually a triplet state. As a result, the energy can become trapped in the triplet state with only classically "forbidden" transitions available to return to the lower energy state. These transitions, although "forbidden", will still occur in quantum mechanics but are kinetically unfavored and thus progress on significantly slower time scales. Most phosphorescent compounds are still relatively fast emitters, with triplet lifetimes of the order of milliseconds. However, some compounds have triplet lifetimes of up to minutes or even hours, allowing these substances to effectively store light energy in the form of very slowly degrading excited electron states. If the phosphorescent quantum yield is high, these substances will release significant amounts of light over long time scales, creating so-called "glow-in-the-dark" materials.

Common pigments used in phosphorescent materials include zinc sulphide and strontium aluminate. Use of zinc sulphide for safety-related products dates back to the 1930s. However, the development of strontium oxide aluminate, with a luminance approximately 10 times greater than zinc sulphide, has relegated most zinc sulphide-based products to the novelty category. Strontium oxide aluminate based pigments are now used in exit signs, pathway marking, and other safety-related signage.

Equation —

$S_0 + hv \rightarrow S_1 \rightarrow T_1 \rightarrow S_0 + hv'$w

where S is a singlet and T a triplet whose subscripts denote states (0 is the ground state, and 1 the excited state). Transitions can also occur to higher energy levels, but the first excited state is denoted for simplicity.

DARK ADAPTATION

In ocular physiology, adaptation is the ability of the eye to adjust to various levels of darkness and light.

The human eye can function from very dark to very bright levels of light — its sensing capabilities reach across nine orders of magnitude. This means that the brightest and the darkest light signal that the eye can sense are a factor of roughly one thousand million apart. However, at any given moment in time, the eye can only sense a contrast ratio of one thousand.

What enables the wider reach is that the eye adapts its definition of what is black. The light level that is interpreted as "black" can be shifted across six orders of magnitude — a factor of one million.

The merging of signals by virtue of the diffuse ganglion cells, as well as horizontal and amacrine cells, allows a cumulative effect. This means that the area of stimulation varies inversely with the intensity; a strong stimulus over 100 rods or less is equivalent to one that is weak and over 1,000 rods. In sufficiently bright light, convergence is low, but during dark adaptation, convergence of rod signals is boosted. This is not due to structural changes, but by a possible shutdown of inhibition that stops convergence of messages in bright light. If only one eye is open, the closed eye must adapt separately upon reopening to match the already adapted eye.

The fovea is blind to dim light (due to its cone-only array) and the rods are more sensitive, so a dim star on a moonless night must be viewed from the side, so it stimulates the rods. This is not due to pupil width since an artificial fixed-width pupil gives the same results.

The eye takes approximately 20 – 30 minutes to fully adapt from bright sunlight to complete darkness and become ten thousand to one million times more sensitive than at full daylight.

In this process, the eye's perception of colour changes as well. However, it takes approximately five minutes for the eye to adapt to bright sunlight from darkness. This is due to cones obtaining more sensitivity when first entering the dark for the first five minutes but the rods take over after five or more minutes.

Rods and cones in the eye are used during dark adaptation. Rods are more sensitive to light and so take longer to fully adapt to the change in light. Rod adaptation can take up to a few hours to completely regenerate. Cones take approximately 9 minutes to adapt to the dark.

Sensitivity to light is modulated by changes in intracellular calcium ions and cyclic guanosine monophosphate. Inhibition by one neuron on another is just as important as activation in synapses. Together with the bleaching of a rod or cone pigment, merging of signals on ganglion cells is inhibited, reducing convergence. Alpha adaptation, i.e. rapid sensitivity fluctuations, is powered by nerve control.

PHOTOPIC, MESOPIC AND SCOTOPIC VISION

Photopic — from sunlight 10^9 (1,000,000,000) candela/m^2 to dusk and beyond with 30 to 3 cd/m^2

Mesopic — from 15 mins after sunset 3 candela/m^2 to fairly bright moon from 0.03 to 0.003 candela/m^2

Scotopic — from moonless 0.0003 candela/m^2 to threshold of vision 0.000003 (3×10^{-6}) candela/m^2

Scotopic vision is the monochromatic vision of the eye in low light. Since cone cells are nonfunctional in low light, scotopic vision is produced exclusively through rod cells so therefore there is no color perception.

Mesopic vision occurs in intermediate lighting conditions and is effectively a combination of scotopic and photopic vision. This however gives inaccurate visual acuity and colour discrimination.

In normal light the vision of cone cells dominates and vision is photopic. There is good visual acuity (VA) and colour discrimination.

In scientific literature, one occasionally encounters the term scotopic lux, which corresponds to photopic lux, but uses instead the scotopic visibility weighting function.

Mesopic vision is more complicated than photopic or scotopic vision. Visual performance will depend greatly on whether objects lie in the line of sight and cast images on the cone-dominated fovea or in rod-dominated peripheral vision. The result is relatively good acuity and photopic color vision. The spectral sensitivity will be photopic with no Purkinje shift to low wavelengths. In contrast, objects viewed in peripheral vision will be seen in scotopic vision, since they activate only rods. Acuity is poor, colour vision absent and spectral sensitivity shifted to lower wavelengths. In some cases, the objects activate both rods and cones, so that visual performance is intermediate.

OBSERVATORY

An observatory is a location used for observing terrestrial and/or celestial events. Astronomy, climatology/meteorology, geology, oceanography and volcanology are examples of disciplines for which observatories have been constructed. Historically, observatories were as simple as containing an astronomical sextant (for measuring the distance between stars) or Stonehenge (which has some alignments on astronomical phenomena).

The oldest proto-observatories, in the sense of a private observation post are:

◊ El Caracol, Mexico
◊ Abu Simbel, Egypt
◊ Chankillo, Peru
◊ Stonehenge, Great Britain
◊ Kokino, Republic of Macedonia
◊ Goseck circle, Germany
◊ Ujjain, India
◊ Arkaim, Russia
◊ Cheomseongdae, South Korea
◊ Angkor Wat, Cambodia

The oldest true observatories, in the sense of a specialized research institute, include:

◊ Baghdad Observatory, Iraq
◊ Maragheh Observatory, Iran
◊ Samarqand Observatory, Uzbekistan
◊ Beijing Ancient Observatory, China
◊ Istanbul Observatory of Taqi al-Din, Turkey
◊ Uraniborg, Sweden
◊ Stjerneborg, Sweden
◊ Yantra Mandir, India

LUNAR EFFECTS

The idea that the stars and planets may influence human health and behaviour can be traced as far back as Roman times when the moon was considered to be a supernatural power that played a significant role in natural phenomena and in human behaviour. Indeed, the word "lunacy" is derived from Luna, the Roman goddess of the moon, and reflects the long association of mental disorders with the moon. The possible influence of the lunar cycle on psychological and physiological disturbances in human beings is a phenomenon that has now come to be known as the "Transylvanian Effect" in the academic literature (Mason, 1997).

Raison et al. (1999) trace the historical roots of belief in the power of the full moon to cause disorders of the mind, insanity, and even epilepsy. They point out that belief in the Transylvanian Effect could be related to a mechanism of sleep deprivation, whereby prior to the advent of modern lighting the moon was a significant source of nocturnal illumination that affected the sleep/wake cycle, leading to sleep deprivation around the time of the full moon.

This partial sleep deprivation, they argue, would have been significant enough to induce hypomania in susceptible bipolar patients and seizures in patients with seizure disorders.

LIGHT THERAPY

Light therapy or phototherapy consists of exposure to daylight or to specific wavelengths of light using lasers, LEDs, fluorescent lamps, dichroic lamps or very bright, full-spectrum light, for a prescribed amount of time and, in some cases, at a specific time of day. It has proven effective in treating Acne vulgaris, seasonal affective disorder, neonatal jaundice, and is part of the standard treatment regimen for delayed sleep phase syndrome. It has recently been shown effective in non-seasonal depression. Proponents claim demonstrable benefits for skin conditions such as psoriasis.

DEFINITIONEN*

PHOSPHORESZENZ

Phosphoreszenz ist die durch die strahlende Desaktivierung hervorgerufene Eigenschaft eines Stoffes, nach einem Beleuchten mit (sichtbarem oder UV-) Licht im Dunkeln nachzuleuchten. Dieses Phänomen beobachteten Alchemisten schon im 17. Jahrhundert.

Phosphoreszenz ist eine besondere Form der Lumineszenz (kaltes Leuchten). Sie unterscheidet sich vom ähnlichen Phänomen der Fluoreszenz darin, dass die Fluoreszenz nach dem Ende der Bestrahlung rasch (meist innerhalb einer millionstel Sekunde) endet, wogegen es bei der Phosphoreszenz zu einem Nachleuchten kommt, das von Sekundenbruchteilen bis hin zu Stunden dauern kann. Phosphoreszierende Stoffe werden auch als Luminophore bezeichnet, da sie das Licht scheinbar speichern.

Phosphoreszenz wurde nach dem chemischen Element Phosphor (Lichtträger) benannt. Die Ursache des Leuchtens von elementarem weißem Phosphor ist allerdings die chemische Umsetzung des Phosphors mit Luftsauerstoff, weshalb man hier von Chemolumineszenz spricht. Diese basiert auf einer chemischen (meist irreversiblen) Reaktion und nicht wie die Phosphoreszenz auf einem physikalischen Effekt. Phosphoreszierende Materialien können jedoch auch aus Phosphor hergestellt werden.

Phosphoreszenz ist ein Vorgang der Quantenphysik. Wird ein phosphoreszierender Stoff mit Lichtquanten (Photonen) beleuchtet, so geben diese Photonen ihre Energie an die Elektronen des Stoffes ab, die in ein höheres Energieniveau wechseln (Quantensprung). Die entsprechenden Moleküle gehen vom Grundzustand in einen angeregten Zustand über unter Wahrung der Spinmultiplizität (Auswahlregeln). Dies wird anschaulich, wenn man es in einem Jablonski-Diagramm darstellt. In diesem werden die einzelnen Energie- und Schwingungsniveaus dargestellt, die die Elektronen annehmen, wenn sie Energie aufnehmen bzw. abgeben.

Das Elektron kann seine hinzugewonnene Energie abgeben, wenn es in seinen unangeregten Zustand zurückkehrt; dies kann geschehen, nachdem das angeregte Molekül mit anderen Teilchen kollidiert und so Teile seiner Energie auf andere Teilchen überträgt. Auf dem Jablonski-Diagramm ist dies durch das Absinken des Elektrons in niedere Schwingungsniveaus eingezeichnet. Die Energie wird normalerweise als Wärme abgegeben, man bezeichnet diesen Vorgang als Schwingungsrelaxation.

Können die Teilchen ihre gewonnene Energie nicht vollständig an ihre Umgebung abgeben, kommt es dazu, dass die Elektronen ihre überschüssige Energie in Form eines Photons abgeben, also als Strahlung (Licht im weiteren Sinne). Bei der Phosphoreszenz läuft dieser Vorgang aber nicht ganz so ab, da die Lichtemission sonst wie bei der Fluoreszenz mit der Bestrahlung enden würde.

Es kommt nämlich nach einer üblichen Verweildauer von etwa 10 – 8 Sekunden zu einem weiteren Quantensprung der Elektronen in ein metastabiles Energieniveau. Es ändert sich hierbei der Spin der Elektronen, wodurch das Molekül unter Änderung der Multiplizität von einem Singulett- in einen Triplettzustand wechselt; man nennt diesen Vorgang Interkombination (englisch: intersystem crossing). Die Verweildauer in diesem Zustand ist um einiges länger; sie beträgt Millisekunden bis hin zu Stunden.

In diesem Triplettzustand kommt es ebenso zu der Schwingungsrelaxation, jedoch ist das Molekül in diesem angeregten Zustand „gefangen", da eine Abgabe der Energie an die Umgebung nicht möglich ist. Der Triplettzustand kann im Grunde genommen nicht in einen Singulettzustand überführt werden, da eine Spinumkehr nicht möglich ist. Doch hier kommt es zu einer Ausnahme. Nämlich abermals zu einem verbotenen Interkombinations-Prozess, wie bereits beim Überführen des Singulett- in den Triplettzustand. Durch ihn kann eine schwache Strahlung emittiert werden. Die Energie wird nur allmählich abgegeben, was das typische Nachleuchten erzeugt.

Die Phosphoreszenz ist temperaturabhängig und wird von besonders tiefen Temperaturen begünstigt, da dann andere strahlungslose Übergänge als das intersystem crossing unterdrückt werden.

ADAPTATION DES AUGES

Unter Adaptation des Auges versteht man die Anpassungsvorgänge an die vorwiegenden Leuchtdichten im Gesichtsfeld. In einem ersten Schritt wird beim Pupillenlichtreflex die Weite der Iris (Regenbogenhaut) verändert, was eine schnelle Anpassung der relativen Lichtmenge bewirkt, die in das Auge eintritt. Die Iris begrenzt das Sehloch (Pupille) und besitzt zwei Muskeln zur Einstellung der Pupillenweite.

In einem zweiten Schritt ändern die lichtempfindlichen Photorezeptoren der Netzhaut ihre eigentliche Empfindlichkeit. Letzteres ist ein langsamerer Prozess, so dass es bis zu 40 Minuten dauern kann, bis das System vollständig an dunkle Lichtverhältnisse angepasst ist. Eine Anpassung an helle Lichtverhältnisse ist schon nach einigen Sekunden möglich.

Da die Netzhaut mit verschiedenen Typen von lichtempfindlichen Zellen ausgestattet ist, die für unterschiedliche Spektralbereiche empfänglich sind, kann durch Adaptation auch der „Weißabgleich" des Auges erledigt werden, die chromatische Adaptation. Wenn in der neuen Lichtsituation eine andere Farbtemperatur vorherrscht, z. B. durch einen verstärkten Rotanteil, dann werden die rotempfindlichen Zellen ihre Empfindlichkeit im Verhältnis zu den anderen verringern. Als Resultat empfindet der Betrachter eine weiße Fläche anschließend ebenfalls wieder als weiß, obwohl sie eine proportional erhöhte Menge roten Lichtes reflektiert. Adaptive Farbverschiebung ist der Unterschied in der wahrgenommenen Objektfarbe aufgrund einer Änderung der chromatischen Adaptation.

Hell- und Dunkeladaptation sind an die Retinomotorik gebunden (Bewegung der Pigmentepithelzellfortsätze und der Außenglieder der Photorezeptoren). Helladaptation ist der Spezialfall des Tagsehens, wenn das gesamte visuelle System sich an Leuchtdichten oberhalb 3,4 cd/m^2 angepasst hat. Dunkeladaptation ist der Spezialfall, wenn das visuelle System sich an Leuchtdichten unter 0,034 cd/m^2 angepasst hat. Ein sehr offensichtliches Beispiel der (quantitativen) Adaptation kann beobachtet werden, wenn eine Person sich aus der vollen Sonne in ein Gebäude hineinbewegt. Die visuelle Umgebung im Gebäude wird zuerst nahezu schwarz erscheinen. Nach einigen Minuten ist die Person dann wieder in der Lage, Details zu erkennen. Allerdings ist der Blick aus dem Fenster dann wieder unangenehm, da die großen Leuchtdichten draußen nun starke Blendung verursachen.

PHOTOPISCHES, MESOPISCHES UND SKOTOPISCHES SEHEN

Photopisch — Leuchtdichte von Sonnenlicht 10^9 (1.000.000.000) Candela/m^2 bis zur Dämmerung und danach 30 bis 3 cd/m^2

Mesopisch — Lichtstärke in der Zeit von 15 Minuten nach Sonnenuntergang — 3 Candela/m^2 — bis zu mondheller Nacht von 0,03 bis 0,003 Candela/m^2

Skotopisch — Lichtstärke von mondloser Nacht — 0,0003 Candela/m^2 — bis zur Schwelle der visuellen Wahrnehmung — 0.000003 (3×10^{-6}) Candela/m^2

Photopisches Sehen oder Tagsehen bezeichnet das Sehen des Menschen bei ausreichender Helligkeit, wobei Farben wahrgenommen werden. Im Gegensatz dazu steht das skotopische Sehen bei geringer Helligkeit (Nachtsehen, keine Farbwahrnehmung) und dem Übergangsbereich, dem mesopischen Bereich (Dämmerungssehen). Die Wörter sind vom Griechischen abgeleitet, phos (Licht), mesos (Mitte) und skotos (Dunkelheit).

Fotorezeptoren im menschlichen Auge für das photopische Sehen sind die Zapfen der Netzhaut, hingegen sind die wesentlich lichtempfindlicheren Stäbchen für das skotopische Sehen zuständig. Im mesopischen Bereich tragen sowohl Zapfen als auch Stäbchen zur Bildwahrnehmung bei.

Da die Stäbchen blauempfindlicher als die Zapfen sind und daher einen anderen Eindruck der Helligkeit verschiedener Farben als die Zapfen vermitteln, kommt es dabei zu einer geänderten Farbwahrnehmung, die vor allem in der Dämmerung merkbar ist, sobald die Dunkeladaptation einsetzt. Vor allem manche Blautöne erscheinen wesentlich leuchtender. Daher wird oft in künstlerischen Darstellungen oder auch bei der Beleuchtung für Film- und Fernsehaufnahmen, die Nachtstimmung hervorrufen sollen, ein hoher Anteil blauer Farbschattierungen verwendet. Dieser Trick wird „amerikanische Nacht" genannt. Aus demselben Grund erscheint Mondlicht „kälter" (bläulicher) als Sonnenlicht, obwohl es eigentlich geringfügig rötlicher ist.

Die Sehschärfe ist beim photopischen Sehen am größten, vor allem im Bereich der Fovea centralis nahe der Mitte der Netzhaut. Beim skotopischen Sehen ist die Schärfe geringer; vor allem können Details mit geringem Kontrast nicht mehr wahrgenommen werden, weil das Auge die Helligkeit über benachbarte Stäbchen interpoliert. Da im Bereich der Fovea centralis keine Stäbchen vorhanden sind, muss das Objekt beim skotopischen Sehen außerhalb der Fovea centralis sein (parafoveales Sehen), man muss also „danebenschauen", um die beste Empfindlichkeit des Auges zu erreichen. Außerdem sind die Stäbchen zeitlich träger als die Zapfen.

OBSERVATORIUM

Ein Observatorium ist ein Ort mit wissenschaftlichen Instrumenten zur Beobachtung von Entwicklungen am Himmel und auf der Erde. Astronomie, Meteorologie, Geographie, Ozeanographie und die Vulkanforschung sind Beispiele von wissenschaftlichen Disziplinen, für welche Observatorien errichtet wurden.

In den historischen Anfängen waren Observatorien sehr einfach ausgestattet, beispielsweise mit einem astronomischen Sextant (für die Abstandsbemessung zwischen einzelnen Sternen) oder, wie im Fall von Stonehenge, durch einige Bezüge zu astronomischen Phänomenen.

Die ältesten Prototypen von Observatorien im Sinne von Beobachtungsorten sind:

◊ El Caracol, Mexiko
◊ Abu Simbel, Ägypten
◊ Chankillo, Peru
◊ Stonehenge, Großbritannien
◊ Kokino, Mazedonien
◊ Sonnenobservatorium Goseck, Deutschland
◊ Ujjain, Indien
◊ Arkaim, Russland
◊ Cheomseongdae, Südkorea
◊ Angkor Wat, Kambotscha

Die ältesten Observatorien / Sternwarten im Sinne von spezialisierten Forschungseinrichtungen sind u. a:

◊ Observatorium Bagdad, Irak
◊ Observatorium Maragheh, Iran
◊ Observatorium Samarqand, Uzbekistan
◊ Altes Observatorium Peking, China
◊ Taqi al-Din Observatorium, Istanbul, Türkei
◊ Uraniborg, Schweden
◊ Stjerneborg, Schweden
◊ Yantra Mandir, Indien

MONDEFFEKTE

Schon in römischer Zeit glaubten die Menschen, dass Sterne und Planeten Gesundheit und Verhalten von Menschen beeinflussen. Damals ging man davon aus, dass der Mond übernatürliche Kräfte besitzt, die von großer

For the purpose of manipulating melatonin and serotonin levels or timing, light boxes providing intense artificial illumination are effective. These lamps, at a prescribed distance, provide up to 10,000 lx directed angularly at the user's eyes, without harmful ultraviolet radiation.

The production of the hormone melatonin, a sleep regulator, is inhibited by light and permitted by darkness. To some degree, the reverse is true for serotonin, which has been linked to mood disorders. Recent research indicates that using a lower intensity of certain wavelengths of light, i.e., the "blue" wavelengths, may be at least as efficacious as using the customary high-intensity white light, at least until one approaches old age when blue light is no longer more effective than red or green, due to natural yellowing which blocks blue light. The most effective wavelengths of blue light are given by most sources as ranging between 460 nm and 485 nm, a deep blue, with some sources specifying peak photopigment sensitivity at 479 nm (in mice), others at 484 nm. It must be noted that blue light has been shown to cause eye problems for some people and any light therapy regimen should be done under the guidance of a qualified clinician.

Seasonal affective disorder

While full sunlight is preferred for seasonal affective disorder (SAD), light boxes are also effective. When used for SAD and Bipolar Disorder with SAD features, the effect is most likely created by modification of the melatonin response. It is possible that response to light therapy for SAD could be season-dependent. Also, in one study, untreated patients compared to controls had higher daytime levels of melatonin in winter, but no difference in daytime melatonin during summer or after treatment in winter. In a comparative study, a presumed supersensitivity of melatonin receptors in SAD and bipolar SAD patients was observed where melatonin production was suppressed by dim light during the night, a suppression which was not observed in non-seasonal depressives or controls. Serotonin may also play a role. A study in 1992 found that serum serotonin levels increase in response to bright light therapy.

Non-seasonal depression

Only recently have clinical studies been conducted which specifically excluded all patients with any degree of seasonality. Before these studies, it was suspected that any depressed patients who benefitted from light treatment were really only having the SAD component of their depression treated. However, light therapy is now an established treatment for depression, regardless of seasonality. One advantage it may have compared with drugs is that results may appear more quickly; antidepressant drugs typically take several weeks to reach full effectiveness. A combination of light and medicine has been proven to be more effective and faster than either alone.

MELATONIN AND CIRCADIAN RHYTHM

Melatonin, also known chemically as N-acetyl-5-methoxytryptamine, is a naturally occurring hormone found in most animals, including humans, and some other living organisms, including algae. Circulating levels vary in a daily cycle, and melatonin is important in the regulation of the circadian rhythms of several biological functions. Many biological effects of melatonin are produced through activation of melatonin receptors, while others are due to its role as a pervasive and powerful antioxidant with a particular role in the protection of nuclear and mitochondrial DNA.

Production of melatonin by the pineal gland is under the influence of the suprachiasmatic nucleus (SCN) of the hypothalamus, which receives information from the retina about the daily pattern of light and darkness. Both SCN rhythmicity and melatonin production are affected by non-image-forming light information travelling through the recently-identified retino-hypothalamic tract (RHT).

The light/dark information reaches the SCN via retinal photosensitive ganglion cells, intrinsically photosensitive photoreceptor cells, distinct from those involved in image forming (that is, these light sensitive cells are a third type in the retina, in addition to rods and cones).

These cells represent approximately 2 % of the retinal ganglion cells in humans and express the photopigment melanopsin. The sensitivity of melanopsin fits with that of a vitamin A-based photopigment with a peak sensitivity at 484 nm (blue light). This photoperiod cue entrains the circadian rhythm, and the resultant production of specific "dark" — and "light" — induced neural and endocrine signals regulates behavioral and physiological circadian rhythms.

In humans, melatonin is produced by the pineal gland, a gland about the size of a pea, located in the centre of the brain but outside the blood-brain barrier. The melatonin signal forms part of the system that regulates the circadian cycle by chemically causing drowsiness and lowering the body temperature, but it is the central nervous system (more specifically, the suprachiasmatic nucleus) that controls the daily cycle in most components of the paracrine and endocrine systems rather than the melatonin signal (as was once postulated).

Production of melatonin by the pineal gland is inhibited by light and permitted by darkness. For this reason melatonin has been called the "hormone of darkness" and its onset each evening is called the Dim-Light Melatonin Onset (DLMO). Secretion of melatonin, as well as its level in the blood, peaks in the middle of the night, and gradually falls during the second half of the night, with normal variations in timing according to an individual's chronotype.

Until recent history, humans in temperate climates were exposed to only about six hours of daylight in the winter. In the modern world, artificial lighting reduces darkness exposure to typically eight or fewer hours per day all year round. Even low light levels inhibit melatonin production to some extent, but over-illumination can create significant reduction in melatonin production. Since it is principally blue light that suppresses melatonin, wearing glasses that block blue light in the hours before bedtime may avoid melatonin loss. Use of blue-blocking goggles during the last hours before bedtime has also been advised for people who need to adjust to an earlier bedtime, as melatonin promotes sleepiness.

Melatonin has been shown to be effective in treating one form of depression, seasonal affective disorder, and is being considered for bipolar and other disorders where circadian disturbances are involved. It has been observed that bipolar disorder might have, as a "trait marker" (something which is characteristic of being bipolar, that doesn't change with state), supersensitivity to light, i.e. a greater decrease in melatonin secretion in response to light exposure at night. This could be contrasted with drug-free recovered bipolar people not showing light hypersensitivity.

A circadian rhythm is a roughly-24-hour cycle in the biochemical, physiological or behavioural processes of living entities, including plants, animals and fungi. The term "circadian", coined by Franz Halberg, comes from the Latin circa, "around", and diem or dies, "day", meaning literally "approximately one day". The formal study of biological temporal rhythms such as daily, tidal, weekly, seasonal, and annual rhythms is called chronobiology. Circadian rhythms are endogenously generated, and can be entrained by external cues, called Zeitgebers, the primary one of which is daylight. These rhythms allow organisms to anticipate and prepare for precise and regular environmental changes.

Circadian rhythms are important in determining the sleeping and feeding patterns of all animals, including human beings. There are clear patterns of core body temperature, brainwave activity, hormone production, cell regeneration and other biological activities linked to this daily cycle. In addition, photoperiodism, the physiological reaction of organisms to the length of day or night, is vital to both plants and animals, and the circadian system plays a role in the measurement and interpretation of day length.

Timely prediction of seasonal periods of weather conditions, food availability or predator activity is crucial for survival of many species. Although not the only parameter, the changing length of the photoperiod ("day length") is the most predictive environmental cue for the seasonal timing of physiology and behaviour, most notably for timing of migration, hibernation and reproduction.

The rhythm is linked to the light-dark cycle. Animals, including humans, kept in total darkness for extended periods eventually function with a free-running rhythm. Each "day", their sleep cycle is pushed back or forward, depending on whether their endogenous period is shorter or longer than 24 hours. The environmental cues that each day reset the rhythms are called Zeitgebers (from the German, Time Givers). It is interesting to note that totally-blind subterranean mammals (e.g. the blind mole rat Spalax sp.) are able to maintain their endogenous clocks in the apparent absence of external stimuli.

Free-running organisms that normally have one consolidated sleep episode will still have it when in an environment shielded from external cues, but the rhythm is, of course, not entrained to the 24-hour light/dark cycle in nature. The sleep/wake rhythm may, in these circumstances, become out of phase with other circadian or ultradian rhythms, such as temperature and digestion.

DEFINITIONS / NUMERICAL VALUES

One lux is equal to one lumen per square metre, or equal to one candela at a distance of one metre from the source. Historically, one candela is the intensity of one candle.

1 lx = 1 lm per m^2 = 1 cd·sr per m^2 (1 sr, or steradian, is the angle from a surface of 1 m^2 on a sphere with a radius of 1 m).

CONTRIBUTORS TO OUR RESEARCH

Prof. Andy Monkman
OLED research in Newcastle
University of Durham
a.p.monkman@durham.ac.uk

Prof. Klaus Daniels
Environmental engineer
k.daniels@hl-technik.de

Mr. Peter Dehoff
Strategic Lighting Applications
Zumtobel
peter.dehoff@zumtobel.com

—

** The definitions are mainly taken from Wikipedia and www.visualexpert.com. The different language versions of Wikipedia explain the differences in content and length.*

Bedeutung für Naturphänomene und menschliches Verhalten sind. Der englische Begriff „lunacy" (Verrücktheit/Mondsüchtigkeit) leitet sich ab von „Luna", der römischen Mondgöttin und zeigt, dass schon seit langem ein Zusammenhang zwischen Geisteskrankheiten und dem Mond gesehen wird. Der mögliche Einfluss der Mondphasen auf psychologische und physiologische Störungen bei Menschen ist ein Phänomen, das in der Fachliteratur heute als Transsylvanien-Hypothese bezeichnet wird (Mason, 1997).

Raison et al. (1999) haben untersucht, wo die historischen Wurzeln für die Auffassung liegen, dass der Vollmond Geisteszustörungen wie Geisteskrankheit und sogar Epilepsie hervorrufen kann. Sie zeigten auf, dass der Glaube an die Transsylvanien-Hypothese in Zusammenhang mit einem Schlafentzugmechanismus stehen könnte, da der Mond vor der Erfindung künstlichen Lichts bei Nacht eine wichtige Lichtquelle war. Diese Lichtquelle beeinflusste den Wach-Schlaf-Rhythmus und führte bei Vollmond zu Schlafentzug. Dieser teilweise Schlafentzug reicht nach Meinung der Autoren aus, um bei hierfür disponierten bipolaren Patienten zu Schlaflosigkeit und bei Menschen mit Epilepsie zu Anfällen zu führen.

LICHTTHERAPIE

Eine Lichttherapie ist ein von der wissenschaftlichen Medizin anerkanntes Verfahren zur Behandlung verschiedener Erkrankungen. Mit Lichttherapie behandelt werden Depressionen und die damit häufig verbundenen Schlafstörungen, die für die Betroffenen einen Stressfaktor darstellen können. Als Phototherapie wird die Behandlung mit Licht bei schweren Beeinträchtigungen der Haut wie beispielsweise bei Neurodermitis und Psoriasis bezeichnet. Ohne Sonnenlicht wird der Mensch krank. Therapeutisch werden die Patienten dabei hellem Kunstlicht ausgesetzt, man spricht hier auch von einer Lichtdusche. Der Patient schaut täglich aus mindestens 1 Meter Abstand für etwa 20 bis 60 Minuten — am besten direkt nach dem Erwachen — in eine Tageslichtlampe oder vergleichbar helle Lichtquelle. Die Wirksamkeit ist gut nachgewiesen bei einer Exposition von 10.000 Lux für eine halbe Stunde oder 2.500 Lux für zwei Stunden. Wichtig ist, dass das Licht auf die Netzhaut fällt, der Patient muss aber nicht direkt in die Lichtquelle sehen.

Neuere Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Zusammenhang von Lichttherapie und circadianen Rhythmen, zum Beispiel mit der Kombination von Lichttherapie und Schlafentzugstherapie (sog. Wachtherapie) und der Schlafphasenvorverlagerung. Ein bedeutsamer biologischer Vorgang scheint zu sein, dass besonders in der zweiten Nachthälfte Melatonin im Gehirn produziert wird. Melatonin wird mit einer depressiogenen Wirkung in Verbindung gebracht. Wird die Lichttherapie unmittelbar nach dem morgendlichen Aufwachen angewandt, also möglichst früh, dann wird die Produktion von Melatonin beendet bzw. Melatonin abgebaut, so dass es zu einem positiven Stimmungsumschwung kommt. Es ist auch nachgewiesen, dass Licht den Melatoninhaushalt hemmend beeinflusst.

Anders als früher angenommen scheint es daher wichtig, die Lichttherapie nicht irgendwann vormittags, sondern möglichst gleich nach dem Aufstehen anzuwenden. Empirisch am besten gesichert und uneingeschränkt anerkannt ist die Lichttherapie bei der saisonal bedingten Depression, die auch als Winterdepression bezeichnet wird. Es gibt neuerdings aber immer mehr Daten, die dafür sprechen, dass die Lichttherapie bei allen Formen der Depression wirksam ist. Wirksam ist normales weißes Licht, das dem Spektrum des Sonnenlichts entspricht. Natürlich muss kein künstliches Licht (Lichttherapielampe) verwendet werden. In Studien zeigt sich aber, dass der Mensch sich heute zu wenig im Freien aufhält, um sich der genannten Lichtmenge auszusetzen. Besonders der blaue kurzwellige Bereich des Lichtspektrums hat Einfluss auf die Steuerung des circadianen Rhythmus. Licht wirkt über Vitamin D förderlich auf das Immunsystem, so bei der traditionellen Licht-/Sonnentherapie bei Tuberkulose. UV-Anteile des Lichts können direkt keimtötend wirken.

MELATONIN UND CIRCADIANER RHYTHMUS

Melatonin ist ein Hormon, das von den Pinealozyten in der Zirbeldrüse (Epiphyse) — einem Teil des Zwischenhirns — aus Serotonin produziert wird und den Tag-Nacht-Rhythmus des menschlichen Körpers steuert. Melatonin wird in der Zirbeldrüse, im Darm und in der Netzhaut des Auges gebildet und zentral pulsatil unter dem Einfluss von Dunkelheit freigesetzt. Melatoninkonzentrationen steigen in der Nacht um den Faktor zehn an, das Maximum wird gegen drei Uhr morgens erreicht — mit einer jahreszeitlich wechselnden Rhythmik. Die Sekretion wird durch Tageslicht gebremst. Durch Koordinierung der circadian-rhythmischen Vorgänge im Körper entfaltet es seine Wirkung als Zeitgeber. Besonders eine Verringerung (aber auch eine Erhöhung) des Melatoninspiegels im Blut bewirkt Schlafstörungen oder Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus.

Im Winter, wenn das Tageslicht nur wenige Stunden vorhält, bleibt der Melatoninspiegel auch tagsüber erhöht. Als Folge davon können Müdigkeit, Schlafstörungen und Winterdepressionen auftreten. Als Gegenmaßnahme wird empfohlen, die kurze Phase von Tageslicht für Spaziergänge zu nutzen. Alternativ kommt auch eine Lichttherapie in Frage. Ein zu niedriger Melatoninspiegel kann mit Schlafstörungen einhergehen. Mit zunehmendem Alter produziert der Körper weniger Melatonin, die durchschnittliche Schlafdauer nimmt ab und Schlafprobleme treten gehäuft auf. Auch bei Schichtarbeit und bei Fernreisen (Jetlag) kann der Melatoninhaushalt durch die Zeitumstellung gestört werden.

Einen circadianen Rhythmus (lateinisch circa, „um", „um herum", „ungefähr", lateinisch dies, „der Tag") nennt man in der Chronobiologie die endogenen (inneren) Rhythmen, die eine Periodenlänge von circa 24 Stunden haben. Die genaue Periodenlänge kann zwischen verschiedenen Arten variieren, beträgt aber meist 22 bis 25 Stunden. Der innere Rhythmus benötigt keine Signale von der Außenwelt um seinem Rhythmus zu folgen, der jedoch nicht immer genau 24 Stunden lang ist. Der Prozess kann sich jedoch an einen genauen 24 Stunden-Zyklus anpassen, indem er sich mit Hilfe von äußeren Reizen, den so genannten Zeitgebern, korrigieren kann. Diesen Prozess nennt man Synchronisation.

Die externen Reize, die als Zeitgeber dienen können, sind unterschiedlich für verschiedene Arten, aber der wichtigste und vielleicht bekannteste ist das Licht. Weitere Zeitgeber sind zum Beispiel Temperatur und soziale Reize (vgl. Wecker).

Die circadiane Rhythmik hilft einem Organismus, sich auf täglich wiederkehrende Phänomene einzustellen. Sie steuert oder beeinflusst beispielsweise die Herzfrequenz, den Schlaf-Wach-Rhythmus, den Blutdruck und die Körpertemperatur.

Ein circadianer Rhythmus ist durch eine bestimmte Periodenlänge gekennzeichnet, das heißt, dass jede Wiederholung eine gewisse Zeit dauert. Die Periodenlänge dauert für die meisten Organismen rund 24 Stunden. Wenn ein Organismus in einer konstanten Umwelt gehalten wird, das heißt mit einer konstanten Lichtmenge und Temperatur rund um die Uhr, so wird das Tier einem Tageszyklus folgen, dessen Länge von der inneren Uhr des Tieres abhängt. Im Laufe der Zeit kann die innere Uhr mehr und mehr vom Verlauf der wahren Zeit abweichen.

Das Alter des Organismus beeinflusst ebenfalls die Periodenlänge der inneren Uhr. In einigen Organismen, wie dem Menschen, nimmt sie mit zunehmendem Alter ab, während sie in anderen Organismen, z. B. Mäusen, mit dem Alter zunimmt. Es ist auch möglich, die Periodenlänge durch artifizielles Licht zu verändern.

Der Zeitpunkt gemäß der inneren Uhr, wenn der Organismus „erwartet", dass ein bestimmtes Ereignis stattfinden wird (z. B. Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang), wird Phase genannt. Da die Periodenlänge der inneren Uhr nicht genau 24 Stunden beträgt und der Zeitpunkt für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang im Laufe des Jahres variiert, muss die innere Uhr sich mit Hilfe externer Zeitgebersignale korrigieren können. Für einen Großteil des subjektiven Tages (das heißt: die Zeit, wenn die innere Uhr „glaubt", dass es Tag ist) wird Licht nicht zu einer Phasenverschiebung führen. Obwohl keine deutliche Phasenverschiebung stattfindet, scheint es, dass Licht zur Tagesmitte eine gewisse Bedeutung für den circadianen Rhythmus hat. Licht am subjektiven Abend und in der subjektiven Nacht wird die innere Uhr zurückdrehen, während Licht während der subjektiven späten Nacht die innere Uhr nach „vorne" dreht.

Da die äußere Ursache der circadianen Rhythmik die Eigenrotation unseres Planeten ist, fungiert als augenfälligster äußerer Rhythmusgeber der Wechsel der Beleuchtungsintensität unserer Atmosphäre. Dieser Schrittmacher wird im visuellen System erkannt, teilweise auch der sich ändernde Sonnenstand.

Der Mensch lebt immer stärker im Gegensatz zu seinem circadianen Rhythmus. So nimmt der Anteil an Schichtarbeit immer mehr zu. Zweitens setzen wir uns immer weniger Sonnenlicht aus. Wir verbringen — besonders im Winter — immer mehr Zeit in Innenräumen, wo die Lichteinstrahlung selten höher als 500 Lux liegt. Ein bedeckter Himmel im Freien hat aber immer noch 8.000 Lux und direkte Sonneneinstrahlung sogar etwa 120.000 Lux. Zunehmend sind wir auch nachts künstlichen Lichtreizen ausgesetzt. Somit leben wir in Bezug auf unser circadianes System „im Dunkeln".

DEFINITIONEN / EINHEITEN

Ein Lux entspricht einem Lumen pro Quadratmeter, bzw. einem Candela in einer Entfernung von einem Meter von der Lichtquelle.

Historisch betrachtet entspricht ein Candela der Lichtstärke einer Kerze. 1 lx = 1 lm pro m^2 = 1 cd.sr pro m^2. Ein Raumwinkel von 1 sr bzw. 1 Steradiant umschließt auf der Oberfläche einer Kugel mit 1 m Radius eine Fläche von 1 m^2.

MITWIRKENDE UNSERER RECHERCHE

Prof. Andy Monkman
OLED-Forschung in Newcastle
University of Durham
a.p.monkman@durham.ac.uk

Prof. Klaus Daniels
Environmental engineer
k.daniels@hl-technik.de

Mr. Peter Dehoff
Strategic Lighting Applications
Zumtobel
peter.dehoff@zumtobel.com

—

** Die Definitionen stammen zum großen Teil aus Wikipedia und www.visualexpert.com. Aus den unterschiedlichen Sprachversionen von Wikipedia leiten sich die unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkte und Textlängen ab.*

