

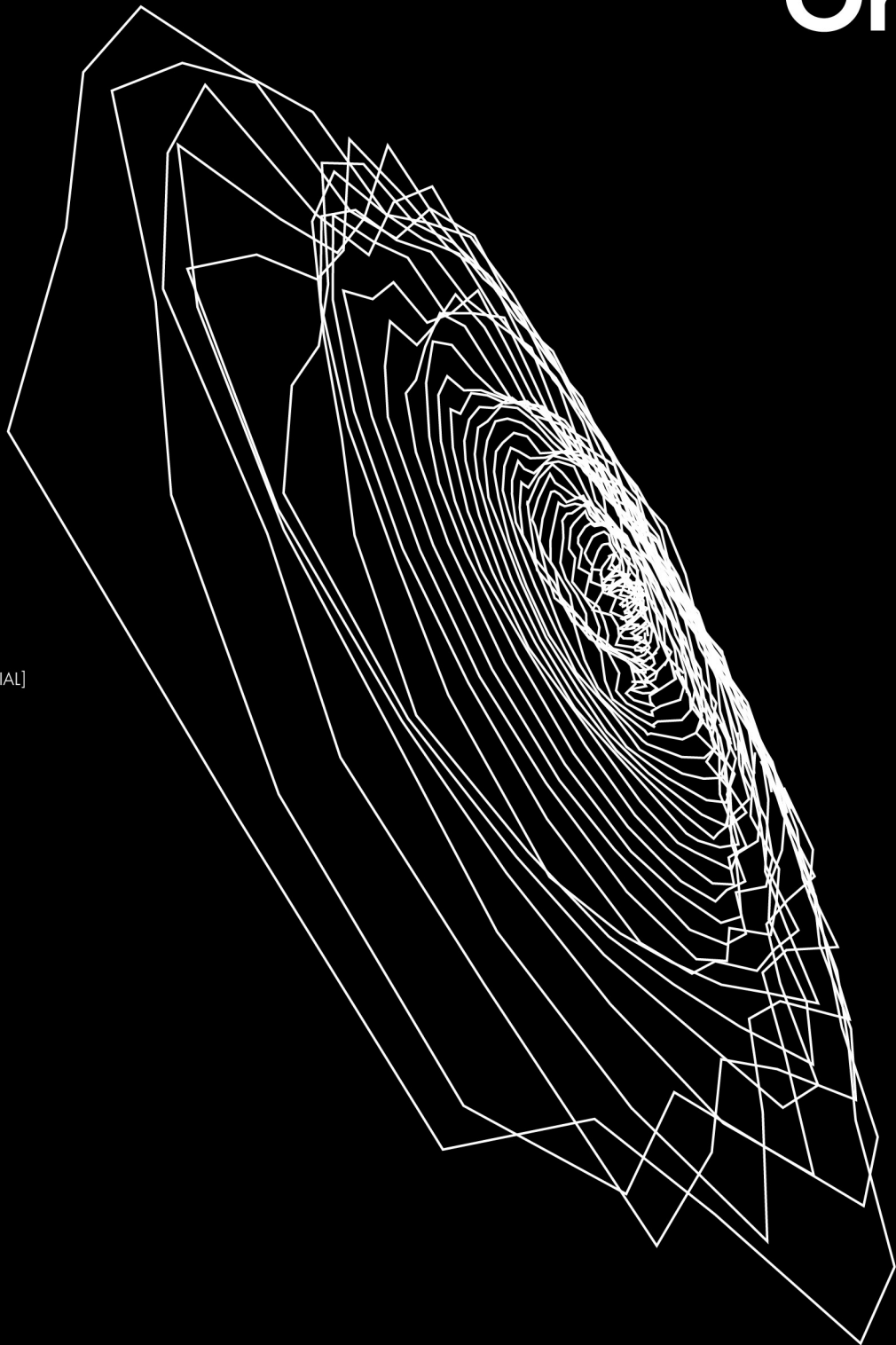


AXIS_ALPHA [ROUTINE]

Mental Orbit



AXIS_BETA [SOCIAL]



AXIS_GAMMA [AUTONOMY]II

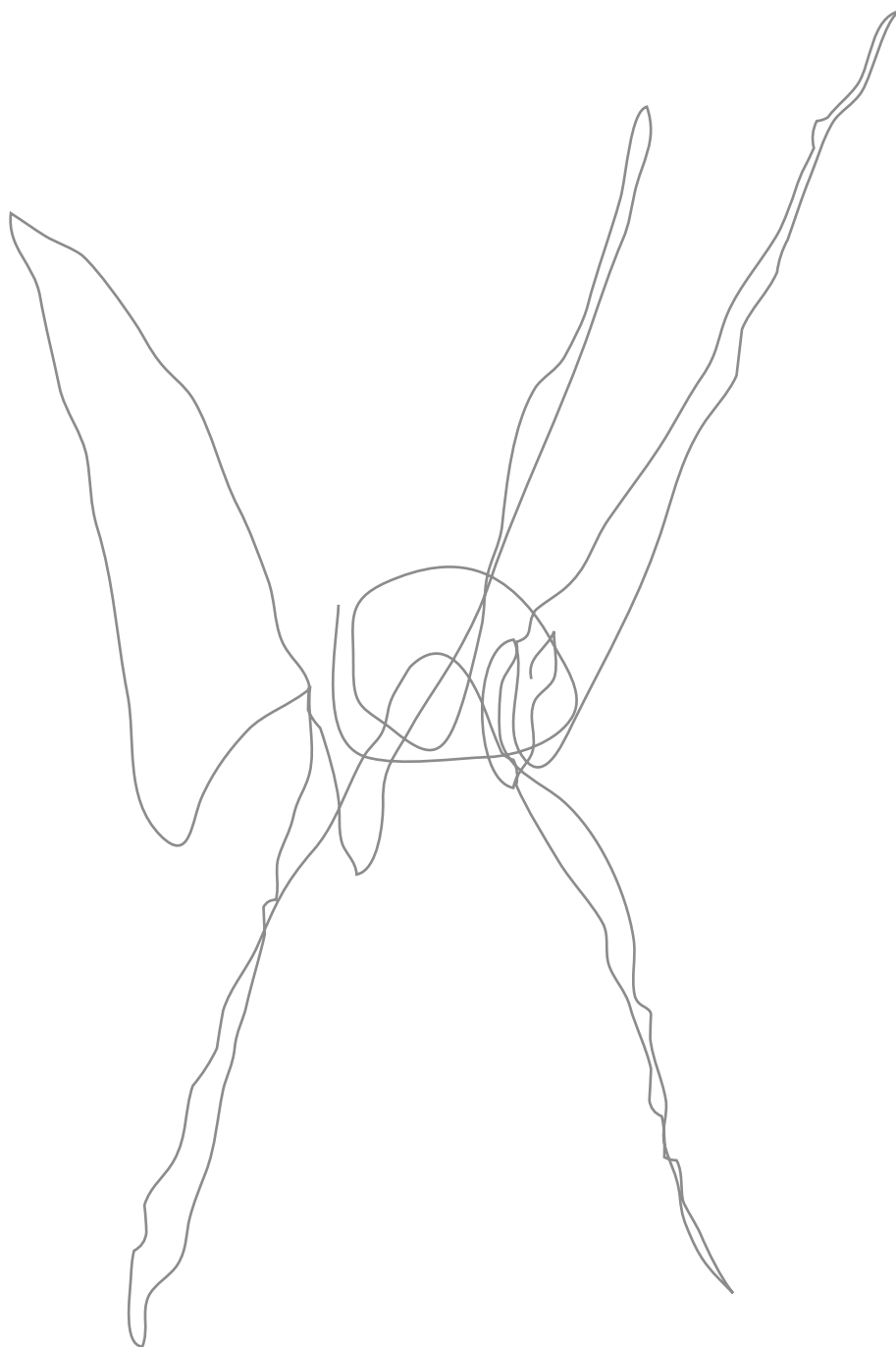
Mission_Dossier | Protocol Log
Crew_Member | Lea Sophie Krempin
Mission_Control | Prof. Janina Anjali Schmidt

TYVEK
SCHWARZ

TYVEK
SCHWARZ

TPE Folie

TPE Folie



INSTITUTION: Hochschule für Gestaltung Offenbach am Main
DEPARTMENT: Digital Design / Fachbereich Design
DOCUMENT_TYPE: Diplomarbeit [Praktischer Teil]
ACADEMIC_YEAR: Sommersemester 2026

CREW_MEMBER: Lea Sophie Krempin
MATRIC_NO: 2941
PROJECT_ID: MENTAL ORBIT

SUPERVISION: Prof. Janina Anjuli Schmidt

TIMESTAMP_SUB: 18. Juni 2026 // SYSTEM_LOCK

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	11
Materialverzeichnis	20
Anmerkungen.....	22
Abbildungsverzeichnis	23
Begriffe und Abkürzungen	25
Danksagung	33
Abstract: MENTAL ORBIT.....	35
Kontext & Problemstellung	35
Zielsetzung & Methodik	35
Konzeptuelle Realisierung	35
Ergebnisse & Transfer	35
1. Einleitung	49
Selbstverortung der Arbeit	
Methodik und theoretischer Rahmen	
Spekulativer Kontext: Deep Space	
Grenzen und Anspruch	
1. Motivation und Relevanz	50
1.2 Problemstellung	51
Problemzuspidzung	
1.3 Forschungsfrage	52
1.4 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	55
I. Die Grundlegung: Isolation & Agency	

II. Das empirische Fundament: NASA Data Deep Dive	
III. Die technologische Synthese: MENTAL ORBIT	
IV. Die Systemik: Modulare Integrität	
V. Der Transfer: Irdische Salutogenese	
1.5 Gestalterische Thesen und Designannahmen	61
I. Agency als gestalterische Ressource	
II. Enaktive Interaktionslogik	
III. Visuelle Semantik und Metaphorik	
IV. Inhibition und Regulation (theoretische Bezugnahme)	
V. Isolation und systemische Resilienz	
VI. Räumliche und materielle Dynamik	

2. Kontext: Die Psychologie der Isolation.....71

2.1 Das Szenario	71
2.1.1 Der Communication lag: Wenn soziale Resonanz verstummt	72
Risiko Team – Der Kollaps der dyadischen Regulation	
2.1.2 Erzwungene Autarkie und das „Third Quarter Phenomenon“	79
2.1.3 Das „Pale Blue Dot“-Paradoxon und der visuelle Anker	79
2.1.4 Das Interface als Surrogat der Biosphäre	80
2.2 Belastungsfaktoren der Isolation: Eine Dynamik der Entropie	81
Stimulus Enrichment vs. Habituation	
2.2.1 Sensorische Deprivation und der „Visual Hunger“	81
2.2.2 Temporale Entropie: Der Kollaps des Zeitgefühls	82
Exkurs: Biosphäre 2 und der Kollaps der sozialen Resonanz	
2.2.3 Atrophie der Agency und die „erlernte Hilflosigkeit“	82
2.3 Der „Boundary Space“: Das Interface als liminale Architektur	83

2.3.1 Die digitale Schnittstelle als virtueller Raumteiler.....	83
2.3.2 Das Interface als gestaltbare Umwelt.....	84
Der Partikel-Schwarm als digitales Gegenüber	

3. Theoretisches Fundament 97

Theorie als gestalterisches Material

3.1 Enaktivismus: Erkenntnis als körpergebundener Vollzug.....	97
3.1.1 Die Überwindung der Repräsentations-Falle.....	97
3.1.2 Embodied Interaction und phänomenologische Viskosität.....	98
3.2 Agency und Empowerment: Vom Objekt zum Subjekt.....	98

NASA Evidence Report –

Autonomous Behavioral Health

3.2.1 Rekonstruktion der Selbstwirksamkeit.....	101
---	-----

Exkurs: NASA Evidence Report – Autonomous Behavioral Health

3.2.2 Interface als Nahkörpertechnologie.....	101
3.3 Neurobiologie der Regulation: Inhibition und Interozeption.....	102

Habituation und die Notwendigkeit des Rauschens

3.3.1 Die Affordanz der Langsamkeit als neurologischer Trigger.....	102
---	-----

Exkurs: Amygdala-Hijacking und kognitive Reserve

3.3.2 Training der Interozeption.....	103
3.3.3 Polyvagal-Theorie und die Vagus-Resonanz.....	103
3.4 Kybernetik und Flow: Die Feedback-Schleife der Resonanz.....	103
3.4.1 Resonanz-Balancing als Flow-Erfahrung.....	104

4. Analyse bestehender Systeme (State of the Art) 111

Automation Surprise: Das Paradoxon der Sicherheit

4.2 Historische Fallstudien: Die Krise der Agency.....	112
4.2.1 Skylab 4 (1973): Die Meuterei gegen die Effizienz.....	112

4.2.2 Veggie-Experiment: Das Scheitern algorithmischer Bevormundung	112
4.2.3 NASA Orion und die Doktrin der kognitiven Entlastung	112
4.2.4 SpaceX Crew Dragon und die „Ästhetik der Glätte“.	112
4.3 Kritische Synthese: Das HSID-Risiko als gestalterische Leerstelle	113
4.4 Historische Daten: Die endokrine Signatur der Isolation.	114
4.4.1 Das Erbe von Skylab: Experimente M071 und M073	114
4.4.2 Die methodische Lücke: Diagnose ohne Intervention	114
4.4.3 Transfer: Vom biochemischen Wert zum motorischen Jitter.	115
Die Evolution der Messung – Vom Blutwert zur Geste	
4.5 Der enaktive Wendepunkt.	115
4.6 ESA-Analogforschung: Die „White Mars“-Evidenz	115
4.7 Klinische Daten: Basis der Systemkalibrierung.	116
4.7.1 Psychologische Hibernation (GroupIndividualFunction_ANA).	116
4.7.2 Biologische Basis der Stimmung (Omega3_Psychology_ANA).	116
4.7.3 HRV und autonomes Entrainment (CardiacHealth_BRIM).	116
4.7.4 Immunologische Abwehr und Stress-Protektion (Immuno2_ISS)	117
4.7.5 Enaktive Achtsamkeit (Mindful_ICE_ANA)	117
4.8 Synthese: Das Interface als neuro-somatischer Partner	117
4.9 Die klinische Brücke: Von der Diagnose zur Regulation.	118
4.9.1 Die biologische Bedrohung: Mikrobiom und interne Aggression	118
4.9.2 Das Erbe der Autonomie: NEEMO 13 und das SelfTest UI.	118
4.9.3 Die Hierarchie der Vulnerabilität (Basner et al., 2015).	118
4.9.4 Das systemische Framework (Balkin et al., 2011)	119
4.9.5 Operative Integration: NEEMO 14 und die Feinmotorik	119
4.9.6 In-Flight-Kalibrierung: Die RST-Studie und die 1-Jahres-Mission	119
4.10 Fazit: Etablierung des Neuro-Modulators.	119

5. Synthese: Definition des gestalterischen Handlungsfeldes 125

5.1 Erkenntnis-Cluster: Die Pathologien der Isolation	125
5.2 Design-Anforderungen (Requirements)	125

5.3 Die Hypothese des Resonanz-Möglichkeitenraumes.....	126
5.4 Fazit: Der Übergang zum Entwurf.....	126
6. Methodik: Research through Design (RtD).....	133
6.1 Desk-Research und Quellenexegese: Die empirische Basis.....	133
6.1.1 Exploration der NASA-Archive und Evidence Reports.....	133
Parametrische Isomorphie: Daten als Wirkstruktur	
6.2 Der Designprozess als Erkenntnisinstrument.....	134
Code als epistemische Sonde.....	134
6.3 Speculative Design & Futures Thinking: Der Mars als methodisches Labor	134
6.3.1 Das Interface als kulturelle Sonde.....	135
Die Funktion der Fiktion	
6.3.2 Zukunft gestalten: Vom „Weak Signal“ zur radikalen Konsequenz.....	135
6.3.3 Der Provotype: Design als Widerstand.....	135
6.3.4 Exploration der Grenzwerte: Resonance Tuning.....	136
6.3.5 Algorithmische Phänomenologie.....	136
6.3.6 Synthese: Mars als Spiegel der Erde.....	136
6.4 Die iterative Prototyping-Strategie: Vom Pixel zum Shader.....	137
Vom „User-Centered“ zum „Agency-Centered“ Design	
Objektivierung gestalterischer Entscheidungen	
6.5 Methodische Reflexion und qualitative Erprobung (Stichprobe).....	137
6.5.1 Versuchsaufbau und Methodik.....	138
6.5.3 Methodische Limitationen.....	138
6.6 Angewandte Design-Metaphorik: Partikel, Raum und Körper.....	138
6.6.1 Das flache Kaleidoskop vs. Der Raum.....	138
6.7 Interaktions-Logik: Zwischen Führung und Gestaltung.....	139
6.8 Disruption des Mappings: Die Konzentrations-Hürde.....	139
6.9 Der Offenbacher Ansatz: Theorie als gestalterisches Material.....	140
6.10 Generative Formfindung: Der Code als epistemisches Labor.....	140

1. Parametrische Isomorphie statt subjektiver Ästhetik
2. Der Designer als Meta-Gestalter (Law-Giver)
3. Epistemische Praxis des Codens

Exkurs p5.js145

Die Phänomenologie der Vorstudien145

5.5.1 Versuchsanordnung I:

5.5.2 Versuchsanordnung II:

5.5.3 Der epistemische Bruch: Von p5.js zum WebGL-Raymarching

7. Logbuch Protokoll I: Phänomenologische Weite und topografische Skalierung155

7.1 Die Leitmetapher: Das Feld der Agency.155

7.1.1 Exploration der räumlichen Weite.155

Zwischenstand: Sättigung des Visual Hunger

7.2 Die Logik des Mappings: Parametrische Isomorphie156

Aktuelle Mapping-Matrix (Entwurf 3.0)

7.3 Das aktuelle Regelwerk: Die „Physik“ der Gefühle.156

7.4 Status der Interaktions-Entwicklung: Die Affordanz der Langsamkeit ...157

7.5 Exploration: Ästhetik der Fragilität vs. Stochastische Perturbation.157

7.6 Ausblick: Offene Forschungsfragen.158

8. 500 Tage.....165

Von Basner (2015) zu MENTAL ORBIT165

8.1 Chronologie der Drift

8.2 Die 500-Tage-Transit-Morphologie..... 166

9. Realisierung173

9.1 Die Krise des Objekts: Kritik am „Resonanz-Orb“173

9.2 Der technologische Pivot: Mathematik als Naturgesetz (Raymarching) . . .	173
9.3 Von der Aggression zur Fragilität: Evolution der Ästhetik	174
9.3.1 Silent Topography	174
9.3.2 The Field of Agency	174
9.4 Wissenschaftliche Kalibrierung der Design-Entscheidungen	174
9.5 Master-Ideenkatalog: Adaptive Logiken gegen die Erosion	175
9.6 Die Hyper-Metapher: Partikel-Schwarm im 4D-Raum	178
9.6.1 Projektion aus dem 4D-Raum (Hyper-Resonanz)	178
9.6.2 Dynamik der Streuung und Ballung	178
9.6.3 Interaktive Gravitationsfelder: Das Einfangen der Agency	179
9.6.4 Synthese: Vom Orb zur Shader-Landschaft	179
10. Logbuch-Protokoll II	183
Meilenstein: Transition zur klinischen Isomorphie & bilateralen Integrität . . .	183
10.1 Technologische Konsolidierung	183
Die Realisierungsphase erreichte im März ihren technologischen Reifegrad. Der Fokus verschob sich von der explorativen Formfindung hin zur algorithmischen Stabilität und zur Operationalisierung der inhibitorischen Kontrolle.	183
10.2 Ästhetischer Pivot: Phänomenologie des Weiß (Clinical Light Mode) . .	183
10.3 Empirisches Grounding: NASA Data Request DR27411	184
10.4 Kalibrierung der Interaktionsparadigmen	185
11. Datenakquise und empirische Fundierung	195
11.1 Motivation: reale Daten für spekulatives Design	195
11.2 Identifikation der Quellen: Das LSDA-Archiv	195
11.4 Die Genehmigung: Datensatz DR27411	196
11.5 Methodischer Transfer: Deep Data Analytics	196
11.6 Fazit der Akquise	196
11.7 Deep Data Analytics: NASA HERA-Kampagnen (C1/C2/C3)	197
11.8 Kardiovaskuläre Drift: Die Physik des Herzens (HERA C2/C3)	198
11.9 Parametrische Matrix (Update v24.5)	198

12. Mental Orbit Master Gateway Shader205

Digitale Formwerdung: Die atomare Dekonstruktion des Gateways

12.1 Die Ebene der Atome: subsemantische Reizträger	208
12.2 Die Ebene der Moleküle: Das Gefüge der Reibung und Taktung (Axiom I & II)	215
12.3 Die Ebene der Organismen: Das kooperative Gegenüber (Axiom IV) ..	216
12.4 Templates und Pages: Die Architektur des „Sicheren Scheiterns“	216
12.5 UI-Spezifikation und funktionale Systemanalyse	217
12.5.2 Die funktional-algorithmische Matrix	219

Sonification Audio-Link [Delta Beat Synthesis]

Respiration Controller [Breathe Co-Pilot]

13. Digitale Formwerdung: Die atomare Dekonstruktion des Gateways.....247

13.1 Mathematische Materialität und die Architektur der Ordnung	247
13.2 Die produktsprachliche Dimension: Anzeichen und Symbole	248
13.3 Affordanz der Langsamkeit und die Dialektik der Layer	248
13.4 Design-Integration: Die Auflösung der Mediengrenze	249
13.5 Das Interface als lebendige Seite	249

14. Modulare Integrität: Das Design-System des Dossiers..255

14.1 Die Design-Doktrin: Technical Viscerality	255
14.2 Atome und Token: Die elementaren Bausteine	255
14.3 Moleküle und die Semantik der Anomalie.....	256
14.4 Organismen und Adaptive Grid	
14.5 Typologie der Infoboxen (Soma-Layer)	256
14.6 Die „Soma-Box“ (Persönliche Resonanz)	
14.7 Anwendung im Layout (Druckwerk)	257
14.8 Die Grammatik der Marker.....	257
14.9 Fazit des Design-Systems	257

15. Reflexion & Transfer: Die irdische Salutogenese	261
15.1 Das Modell der Salutogenese	261
15.2 Transfer: Das Interface als Healing Architecture.....	261
15.2.1 Die Intensivstation (ICU) als irdisches Habitat.....	261
15.2.2 ADHS-Training und exekutive Funktion	262
16. Resümee und Ausblick	267
16.1 Erreichte Meilensteine (Contribution)	267
16.2 Limitationen und Ausblick.....	267
Anhang.....	269
1. Der Master-Ideenkatalog: Adaptive Logiken gegen die Erosion	269
I. Fokus: Cognitive Drift (Kognitive Starrheit)	
II. Fokus: Sensory Adaptation (Habituation & Visual Hunger)	
III. Fokus: Relational Monotony (Team Risk)	
IV. Übergreifende Konzepte (Systematik)	
Programmcode	275
Quellen	303
1. Raumfahrtforschung & klinische Daten (NASA / ESA)	
2. Theoretisches Fundament: Enaktivismus & Phänomenologie	
3. Design-Methodik & Kybernetik	
4. Fachliteratur & Studien zur Isolation	
5. Psychologie & Neurobiologie (Allgemein)	
6. Fotos	

Materialverzeichnis

Spezifisches Material	Systemische Verortung	Phänomenologische Affordanz (Haptik/Wirkung)	Designtheoretische Begründung
Aluminium (1,5 mm, eloxiert, lasergraviert)	COVER_SYSTEM	Absolut starr, kalt, unnachgiebig, scharfkantig.	Repräsentiert die Maske der technokratischen Hybris und die kalte, schützende Hülle des Habitats/der Kapsel.
Tyvek® (Schwarz oder Silber, strukturiert)	ISOLATION_LAYER	Papierähnliche Faserstruktur, extrem reißfest, steril, industriell, akustisch rau.	Simuliert die textile Abschirmung im Raumanzugbau. Es bricht das gewohnte Gefühl von weichem Papier radikal auf.
TPE-Folie (Thermoplastisches Elastomer)	BOUNDARY_INTERLEAF	Gummiartig, stumpf, adhäsiv, dämpfend, künstlich.	Materialisiert die zähe, hermetische Dichtung. Es erzeugt beim Umblättern einen spürbaren physischen Widerstand (Slack).
Spiegel / Silberkarton (Cricutgeritzt)	sys.identity = MENSCH_ZERO / ASTRONAUT_ZERO	Perfekt glatt, reflektierend, visuell verletzlich durch die mechanische Narbe der Ritzung.	Das System blickt zurück (Resonanz nach H. Rosa). Konfrontiert den Operator abrupt mit der eigenen, algorithmisch codierten Existenz.

Polypropylen-Folie (PP, matt/opak)	INTERFERENZ_LAYER	Milchig-trüb, sichtverschlei-ernd, kratzig, transluzent.	Das physische Dissonanz-Fenster. Es zwingt das Auge zu gesteigerter Vigilanz, da Daten erst durch manuelles Bewegen entzerrt werden müssen.
Irisfolie (Dichroitisch)	SIMULACRUM_LAYER	Schillernd, chameleonartig, farbwechselnd, hochglänzend.	Materialisiert die Ästhetische Narkose und das trügerische Sicherheits-Simulakrum nach Baudrillard. Blendet, um Tiefe zu leugnen.
Neonoranges Papier (80g, ungestrichen)	ALERT_MATRIX	Optisch hochfrequent (schreiend), haptisch dünn, verletzlich, alarmierend.	Der visuelle Ausnahmezustand der Seenotrettung und Luftfahrt. Aktiviert das Nervensystem und bricht die Monotonie der Isolation.
Pergamentpapier (Transparent, gewachst)	FORENSIC_LOG	Semitransparent, spröde, raschelnd, zeigt jeden Knick permanent an.	Fungiert als forensisches Protokollblatt. Es speichert die physische Intervention des Lesers als unlöschbare, materielle Spur.
Latex-Folie (Schwarz, hochflexibel)	SOMA_INTEGRATION	Warm, organisch, dehnbar, hautähnlich, hochgradig vulnerabel.	Die Rückkehr der Biologie. Nach dem Durchschreiten der kalten Maschinenästhetik versöhnt das Latex den Operator mit seiner Körperlichkeit.

Anmerkungen

PROTKOLL_NOTIZ: LINGUISTIC PARAMETERS [GENDER-NEUTRALITY]

Innerhalb des Frameworks MENTAL ORBIT versteht sich die menschliche Komponente als universelles Forschungssubjekt (Subject Zero). Begriffe wie „der Astronaut“ oder „der Operator“ bezeichnen keine geschlechtsspezifische Identität, sondern eine abstrakte funktionale Entität im orbitalen System. Alle personenbezogenen Bezeichnungen meinen explizit alle Geschlechter (m/w/d) gleichermaßen. Die gewählte Sprachform operiert als typografischer Standard zur Gewährleistung maximaler Informationsdichte und formaler Stringenz im Clinical Light Mode.

CORE_DEV: CO-PILOT & AI ASSISTANCE [DECLARATION]

Die informationstechnische Implementierung des Interfaces (HTML5, Tailwind CSS, JavaScript, WebGL Shader-Logik) wurde in einer hybriden Mensch-Maschine-Kollaboration realisiert. Zur Optimierung der Algorithmen, Fehleranalyse und Strukturierung der WebSocket-Pipeline wurden die Large Language Models Gemini (Google AI) sowie die integrierte Visual Studio Code KI (GitHub Copilot) als generative Entwicklungswerkzeuge eingesetzt. Die konzeptionelle Architektur, die mathematische Parameter-Gewichtung und das enaktive Systemdesign und generell alle UI / UX Entscheidungen und Gestaltungen verbleiben vollständig in der exekutiven Verantwortung der Urheberin.

COMPUTATIONAL_DESIGN: GENERATIVE STATEMENT [REF_GEN: 0.2]

Sofern nicht explizit anders im Verzeichnis (INDEX_IMG) als NASA-Fremdquelle deklariert, handelt es sich bei allen in diesem Dossier enthaltenen Grafiken, Daten-Visualisierungen und visuellen Strukturen um originäre Eigenleistungen der Urheberin. Diese wurden nicht über herkömmliche, statische Vektorgrafik-Software (wie Adobe Illustrator o. Ä.) erzeugt, sondern vollständig prozedural programmiert und algorithmisch generiert. Die visuellen Entitäten basieren auf selbst entwickelten mathematischen Modellen, JavaScript-Strukturen sowie Fragment- und Vertex-Shadern (WebGL).

Abbildungsverzeichnis

INDEX_IMG: VISUAL TELEMETRY & DATA SPECIFICATION

•	ABB. 01 – MUDDY MOUNDS (GEOLOGICAL FEATURES)	S. 11–19 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]
•	ABB. 02 – ANDROMEDA GALAXY (DEEP SPACE CORE)	S. 31 [QUELLE: NASA SCIENCE ASSETS]
•	ABB. 03 – PLANET ERDE (ORBITAL PERSPECTIVE)	S. 32 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 04 – THE CURVE OF THE MOON (LUNAR HORIZON)	S. 57 [QUELLE: NASA IMAGE DETAIL]
•	ABB. 05 – ARTEMIS II (MISSION TELEMETRY)	S. 58 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 06 – ORIENTALE BASIN (LUNAR IMPACT SITE)	S. 62 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 07 – HOME IN THE DISTANCE (TERRESTRIAL VECTOR)	S. 85 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 08 – PEEKING AT THE EARTH (SUB-ORBITAL VIEW)	S. 86 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 09 – DUST DEVIL PHOTOBOMBS PERSEVERANCE (MARS SURFACE)	S. 89–90 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]
•	ABB. 10 – RIDGES OF MARS (FEATHERY FORMATIONS)	S. 127 [QUELLE: NASA JPL IMAGES]
•	ABB. 11 – CRATER MARS (HIRISE HIGH-RESOLUTION SCAN)	S. 128 [QUELLE: HIRISE / IPL ARIZONA]
•	ABB. 12 – CURIOSITY’S HAZCAMS (A DAY ON MARS SEQUENCE)	S. 141 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]
•	ABB. 13 – CURIOSITY SEES SPECKS / SOLAR STORM [TOP]	S. 142 [QUELLE: NASA SCIENCE RESOURCE]
•	ABB. 14 – JEZERO CRATER’S SCARP [BOTTOM]	S. 142 [QUELLE: NASA SCIENCE RESOURCE]
•	ABB. 15 – LAUNCHED JAMES WEBB TELESCOPE (DEPLOYMENT)	S. 152 [QUELLE: NASA WEBB MISSION]
•	ABB. 16 – RIPPLED MARS (SURFACE TOPOGRAPHY)	S. 157 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 17 – OBLIQUE VIEW OF VALLES MARINERIS (MARS LANDSCAPE)	S. 158–159 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]
•	ABB. 18 – CURIOSITY MASTCAM’S VIEW OF EDINBURGH (MARS CORE)	S. 160 [QUELLE: NASA SCIENCE RESOURCE]
•	ABB. 19 – BLACK EYE GALAXY (HUBBLE DEEP FIELD TELEMETRY)	S. 256 [QUELLE: NASA HUBBLE MISSIONS]
•	ABB. 20 – SPITZER IMAGE OF STAR FACTORY W51 (INFRARED SCAN)	S. 262 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]
•	ABB. 21 – CARINA NEBULA (COSMIC RESONANCE LAYER)	S. 266 [QUELLE: NASA IMAGE GALLERY]
•	ABB. 22 – GODZILLA NEBULA (SPITZER SPACE TELESCOPE SCAN)	S. 272 [QUELLE: NASA PHOTOJOURNAL]

Begriffe und Abkürzungen

Begriff / Variable

Systemischer Ursprung / Funktion im Code

Designtheoretische Absicht im Raum

Affordanz der Langsamkeit Inhibitorische Kontrollschleife: Algorithmus, der schnelle Bewegungen mit visuellem Chaos straft und nur Entschleunigung belohnt. Zwingt das Gehirn zur Rekrutierung exekutiver Ressourcen, um die affektive Reaktivität der Amygdala zu dämpfen.

AGENCY_RESONANCE_INDEX Zentraler Kohärenzwert: Globaler Statuswert (0–100%), der die Übereinstimmung von Nutzergeste und Systemtakt misst. Visualisiert als „SOMA_CORE“ die erfolgreiche Rückgewinnung der Handlungsautonomie des Subjekts.

Atomic Design 2.0 Architektur-Schnittstelle: Systemisches Framework, das UI-Elemente als vernetzte, neurokognitive Regulatoren dekonstruiert. Bricht die rein lineare Optimierungslogik zugunsten einer netzartigen, verhaltensgesteuerten Kontext-Semantik.

Biological Patina Aesthetic Aging Shader: Oxidative Verfallseffekte und Texturschwankungen (uPatina), gesteuert über die Timeline. Wirkt der im Weltraum gefürchteten kognitiven Drift und sensorischen Deprivation durch ein haptisches Zeitgefühl entgegen.

BLOOM-Modus Resonanz-Modus: Modulationsstufe des WebGL-Shaders, bei der das Gitter in trigonometrischen Wellenformen fließt. Synchronisiert die visuelle Ausdehnung mit den Frequenz-Offsets des Audio-Synthesizers zur Entschleunigung.

Breath Co-Pilot Respiration Controller: Loop, der die Systemzeit in einen künstlichen 12-Sekunden-Atemzyklus unterteilt (uBreath).
Vorgegebenes Taktungswerkzeug (Einatmen, Halten, Ausatmen), um einer akuten Hyperventilation präventiv zu begegnen.

CDI Cognitive Decline Index: Interne Berechnung des kognitiven Verfalls auf Basis von Mission Day, Stresslevel und Resonanz. Steuert die parametrische Dissonanz im HUD, um den mentalen Abbau rituell zu unterbrechen.

Clinical Light Mode Formsprachliche Inversion: Interface-Darstellung mit feinen, schwarzen Isolinien auf reinweißem, gerastertem Grund. Bewusster Verzicht auf Sci-Fi-Klischees zugunsten instrumenteller, medizinischer und operativer Ernsthaftigkeit.

connectSerial WebSerial API: Asynchrone Schnittstelle, die biometrische Echtzeitdaten von Wearable-Sensoren (Pico-Modul) einspeist. Schließt den bio-kybernetischen Regelkreis und überführt Diagnose-Daten direkt in die enaktive Regulation.

DECAYRATE Algorithmische Abbaukonstante: Variable, die den Ladungsfortschritt bei hektischen, zitternden Eingaben verfallen lässt. Bestraft den motorischen Panik-Reflex (Jitter) und erzwingt zwingend körperliche Selbstbeherrschung.

Earth-out-of-view Breakoff-Phänomen: Missionsphase (ab MD90), in der die Erde optisch zu einem unbedeutenden Punkt schrumpft. Markiert den radikalen Verlust des gravitativen und visuellen Ankers; triggert die Aktivierung der Patina-Shader.

EXPORTSOMALOG Offscreen-Canvas-Forensik: Funktion, die einen hochauflösenden Snapshot als physisch druckbaren Report generiert. Ermöglicht ein „Sicheres Scheitern“: Bei Systemabsturz bleibt ein Dokument als materieller Zeuge von Agency erhalten.

FS_SOURCE GLSL-Fragment-Shader: Programmierter Grafik-kern, der Farbwerte über stufenlose chromatische Verläufe berechnet. Eliminiert die binäre Rot/Grün-Alarmmetrik herkömmlicher Leitstände, um affektives Splitting unter Stress zu verhindern.

Guerilla Glitches Stochastische Perturbation: Künstliche, feindliche Systemfehler im Programmablauf des Master Gateways. Unterbricht den kognitiven Autopiloten im 3. Missionsquartal und zwingt zur Reaktivierung exekutiver Ressourcen.

HRV Herzratenvariabilität: Autonomer Input-Parameter, der im System zur Steuerung der Kohäsionsamplitude herangezogen wird. Dient als Indikator für den endokrinen Stress-Spiegel; asynchrone Rhythmen führen visuell zu trüben Einfärbungen.

ICE-Umgebung Isolated, Confined, Extreme: Physische Klassifizierung des Habitats (beispielhaft untersucht via HERA und Concordia). Raumzeitlicher Isolationsraum, der ohne technosomatische Resonanzpartner nachweislich zu agentieller Atrophie führt.

Inverse Resonance Steuerungs-Paradoxon: Modus, in dem sich das Feld spiegelverkehrt (entgegengesetzt) zur Handbewegung des Nutzers verhält. Bricht die gewohnte 1:1-Usability-Logik auf; fordert extreme Konzentration statt automatisierter Bedienmuster.

Kippunkt-Logik Eskalationsdynamik: Exponentieller Anstieg des visuellen Chaos bei Überschreitung kritischer Stress-Schwellenwerte. Verhindert das unaufrichtige Maskieren von Systemkonflikten und macht die eigene Belastungsgrenze plastisch erfahrbar.

limit Dynamisches Geschwindigkeitslimit: Vom aktuellen Hautleitwert (sc) abhängige, mathematische Bewegungsschwelle. Je höher der Stress des Nutzers, desto niedriger wird das Limit – das System erzwingt motorische Ruhe im Loop.

NMC Neuromotor Control Index: Echtzeit-Wert im Dashboard, berechnet aus Bewegungsgeschwindigkeit, Stress und Resonanz. Objektivierte den feinen Mikrotremor des Nutzers und überführt ihn in ein topologisches Störsignal.

noiseFilterRef Web Audio Bandpassfilter: Akustischer Kernregulator, der ein modulierte rosa Rauschen synchron zum Hautleitwert steuert. Übernimmt die Funktion eines exogenen Atem-Entrainments; dämpft über vegetative Reizkanäle das Amygdala-Hijacking.

pointerPathRef Trajektorien-Array: Datenspeicher, der die exakten Pfadkoordinaten aller Touch-Interaktionen der letzten Minuten sichert. Bettet die unlöschbare, individuelle „menschliche Spur“ als forensische Narbe in den finalen Canvas-Snapshot ein.

Raymarching (SDF) Signed Distance Fields: Prozedurales Rendering-Verfahren, das Formen über reine mathematische Gleichungen berechnet. Auflösung klassischer Objektgrenzen; der psychische Zustand des Nutzers wird zum Naturgesetz der gesamten 3D-Landschaft.

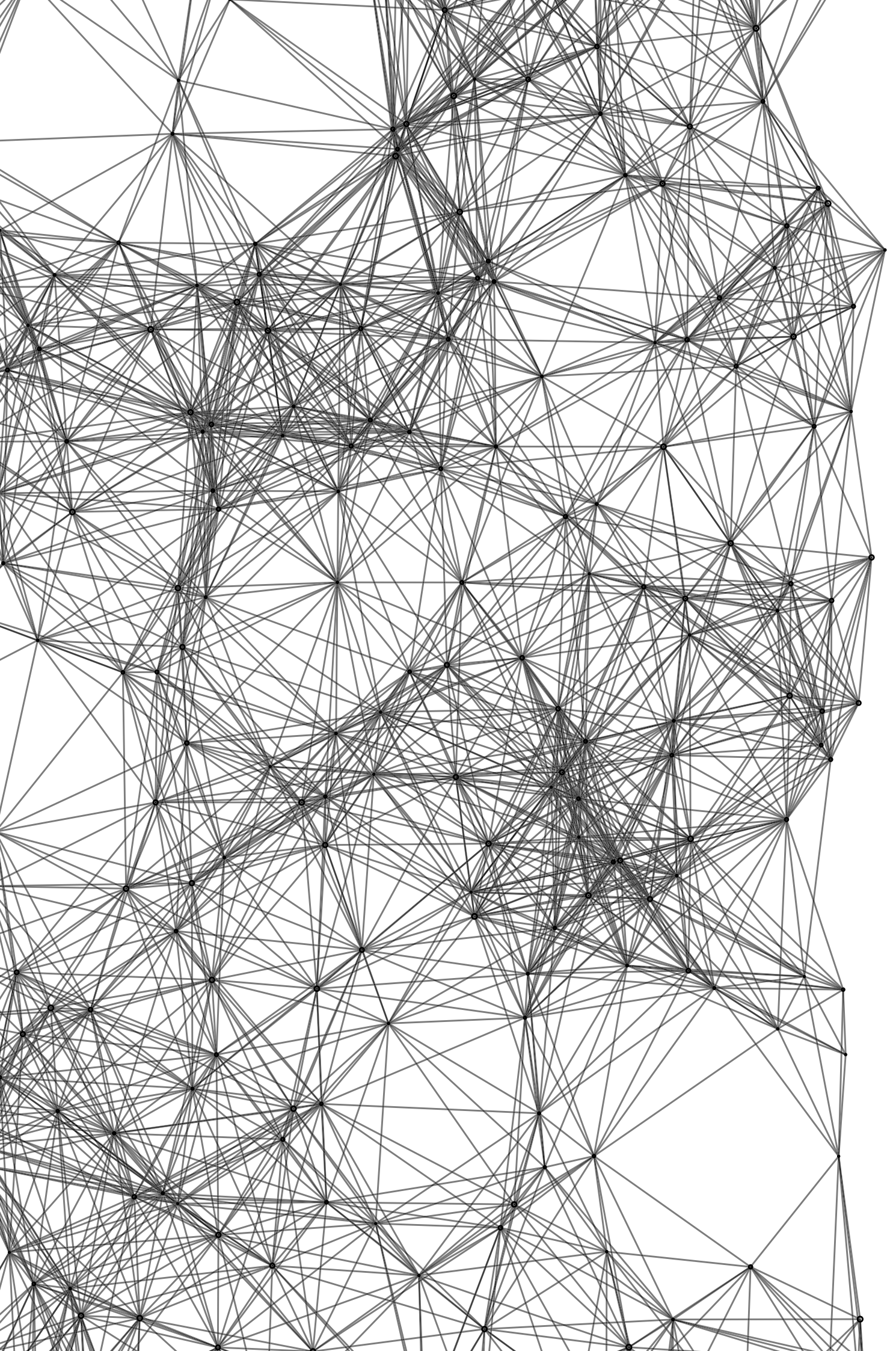
sc / UCONDUCTIVITY GSR-Variable (Hautleitwert): Physiologischer Primärwert, der als Noise-Amplitude das Vertex-Displacement moduliert. Transformiert die biochemische, unsichtbare Stress-Signatur direkt in eine viskose, phänomenologische Verformung.

Silent Topography The Field of Agency (V10): Unendliche, mathematisch generierte Landschaft aus Isolinien statt eines geschlossenen Orbs. Kompensiert die physische Beengung (Confinement) im Habitat durch das Angebot virtueller, unendlicher Raumweite.

Soma-Box Blau kodierte HUD-Element (#0070F3): Infobox-Typologie, reserviert für subjektive Reflexionen und Astronautenlogs. Fungiert als symbolisches Surrogat der Erde; die Farbe blüht erst bei erfolgreicher bilateraler Beruhigung voll auf.

Stability Lock Zweifinger-Verankerung: Mechanismus, der bei absolutem Stillstand beider Finger (< 0.025 units) für > 500 ms zündet. Verdoppelt die Ladungsrate des Systems und belohnt das Erreichen des ventralen Vagus-Zustandes im Nervensystem.

Technical Viscerality Ästhetische Leit-Doktrin: Gestalterische Verschmelzung von steriler Leitstands-Präzision und psychischer Viskosität. Verwandelt das Interface von einem flachen Informationsträger in eine atmende, leiblich erfahrbare reaktive Membran.



Danksagung

Ein Projekt wie MENTAL ORBIT, das sich an der Schnittstelle zwischen spekulativer Gestaltung und klinischer Forschung bewegt, entsteht nicht im Vakuum. Mein Dank gilt den Menschen und Institutionen, die dieses Vorhaben durch ihr Vertrauen und ihre Expertise aus der Isolation geholt haben.

An erster Stelle danke ich Prof. Janina Anjuli Schmidt für die intellektuelle Freiheit, das Vertrauen in die Verbindung von Design, Weltraum und Psychologie sowie die Ermutigung, Design nicht nur als Formgebung, sondern als Instrument der Erkenntnis zu begreifen. Sie hat mir den notwendigen Freiraum eröffnet, um die Grenzen konventioneller Gestaltung zu hinterfragen und neue Wege der Erkenntnis zu beschreiten.

Mein besonderer Dank gilt der NASA Evidence Base Working Group (EBWG) und dem Team des NASA Life Sciences Data Archive. Die Genehmigung des Datenzugriffs DR27411 war ein entscheidender Meilenstein für die empirische Fundierung dieser Arbeit; sie ermöglichte, die gestalterischen Shader-Strukturen auf Basis realer raumfahrtpsychologischer Datensätze zu kalibrieren.

Ein herzlicher Dank geht an Sebastian Kujas, der mich bei der technischen Umsetzung der Sensorik und der Arduino-Schnittstelle unterstützte, die notwendigen APIs bereitstellte und mir mit seiner Expertise bei der Bearbeitung der Aluminiumplatten zur Seite stand.

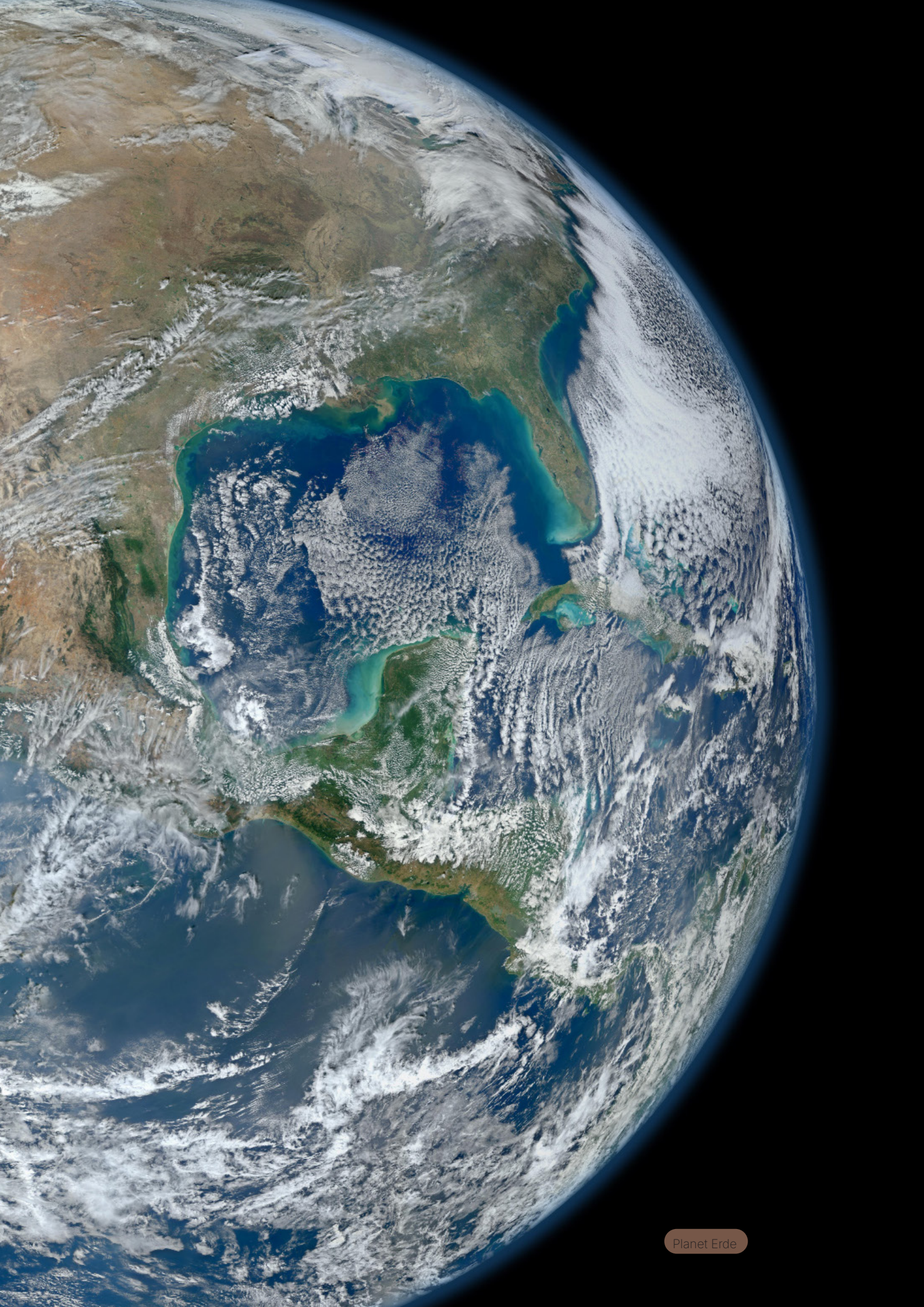
Ich danke N. Haas für die begleitenden Diskurse und die Gabe, mich in stürmischen Phasen immer wieder in die Resonanz zu holen. Sie war in der Zeit dieser Thesis eine unverzichtbare Stütze für meine eigene Agency.

Schließlich danke ich meiner Mama, meinem Papa und meinem Bruder sowie meinen Freunden. Ihr wart meine „Bodenstation“ auf der Erde, die mich während der monatlichen Isolation in dieser Thesis immer wieder geerdet und zurück in die Verbindung geholt hat.

Dieses Dossier ist der Beweis dafür, dass wir auch im tiefsten Vakuum nicht allein sind, solange wir die Fähigkeit zur Resonanz bewahren.

Lea Sophie Krempin

Offenbach am Main, Juni 2026



Abstract: MENTAL ORBIT

Kontext & Problemstellung

Mit dem Übergang der bemannten Raumfahrt zu Langzeitmissionen rückt die psychische Integrität der Crew in das Zentrum der Missionssicherheit. Die totale Isolation in ICE-Umgebungen (Isolated, Confined, Extreme) führt nachweislich zu einem Abbau der psychischen Agency – einem Verlust der Selbstwirksamkeit infolge sensorischer Deprivation und kognitiver Unterforderung. Herkömmliche Interfaces fungieren in diesem Kontext oft nur als passive Monitoring-Tools, die die Astronauten zum bloßen Objekt der Datenübermittlung degradieren.

Zielsetzung & Methodik

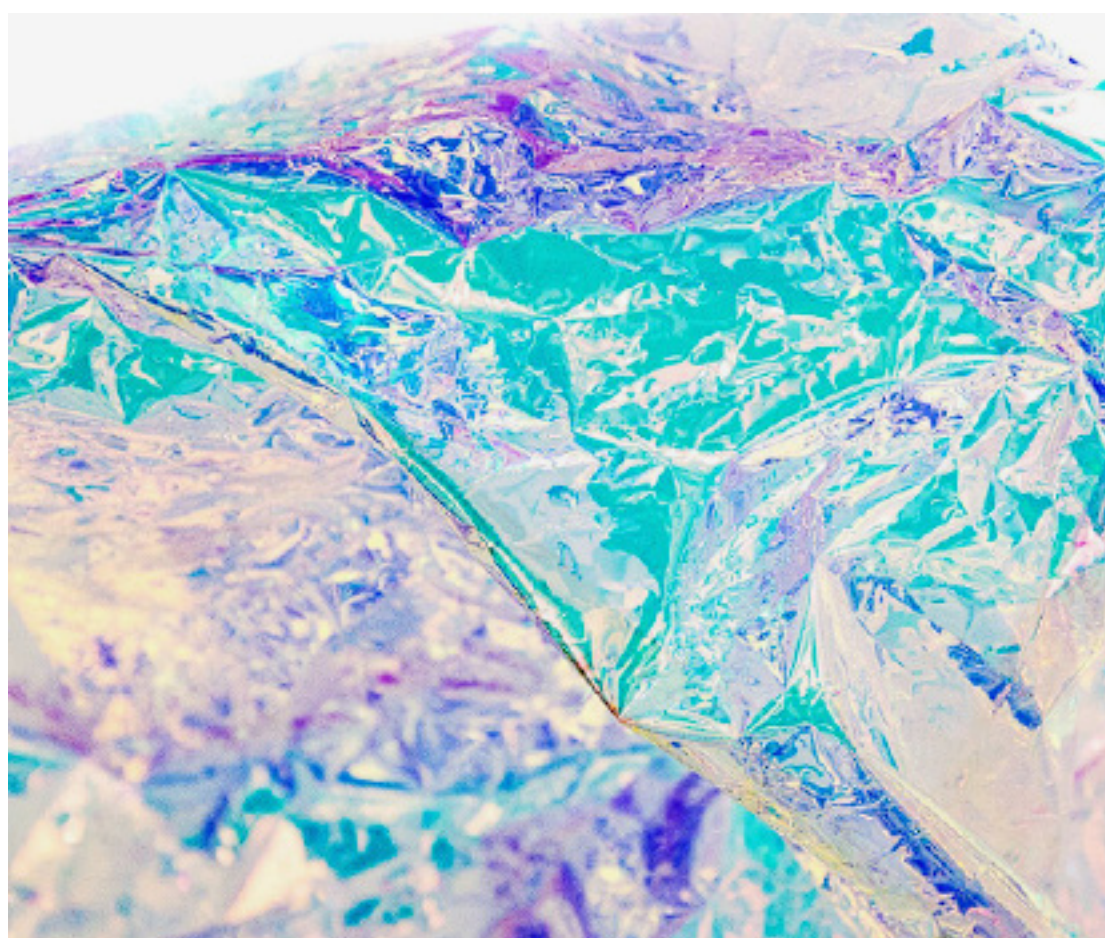
Die vorliegende Diplomarbeit präsentiert MENTAL ORBIT als proaktives, enaktives Interaktionssystem, das als „Speculative Behavioral Health Countermeasure“ positioniert wird. Ziel ist die Stabilisierung der Selbstregulationsfähigkeit durch ein bio-adaptives Interface. Die methodische Grundlage bildet ein Research-through-Design-Ansatz (RtD), der klinische Primärdaten der NASA (Datensatz DR27411, HERA-Kampagnen) nutzt, um physiologische Stressparameter in eine reaktive, generative Ästhetik zu übersetzen.

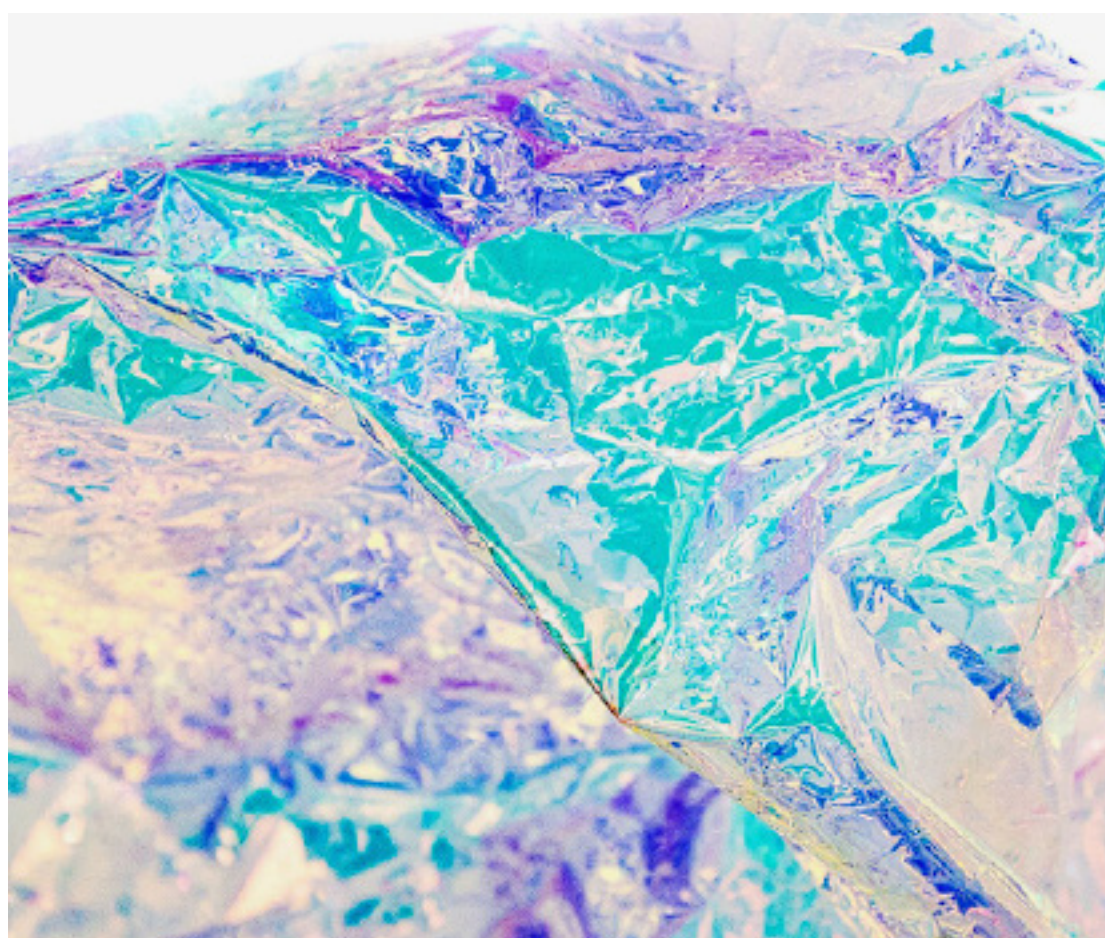
Konzeptuelle Realisierung

Der Kern des Systems ist der Master-Gateway-Shader. Als „phänomenologische Brücke“ visualisiert er die neuromotorische Unruhe und die kardiovaskuläre Drift in Echtzeit. Durch die programmierte „Affordanz der Langsamkeit“ etabliert das System einen produktiven Widerstand: Der Nutzer wird zur bewussten motorischen Entschleunigung gezwungen, um das visuelle System zu stabilisieren. Das Design verschmilzt dabei die haptische Welt eines analogen NASA-Dossiers mit der algorithmischen Komplexität digitaler Shader-Physik zu einer „Technical Viscerality“.

Ergebnisse & Transfer

Die Arbeit formuliert eine gestalterische Hypothese darüber, wie gestalterische Parameter mathematisch präzise auf reale psychophysiologische Zustände kalibriert werden können (parametrische Kopplung). MENTAL ORBIT erprobt die Transformation von passiver Überwachung in aktive Selbstwirksamkeit. Über den Raumfahrtkontext hinaus bietet das System ein spekulativ-salutogenes Modell für terrestrische Anwendungsfelder wie die Prävention des ICU-Deliriums auf Intensivstationen oder das Training der inhibitorischen Kontrolle. Design wird hier zum emanzipatorischen Medium an der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.





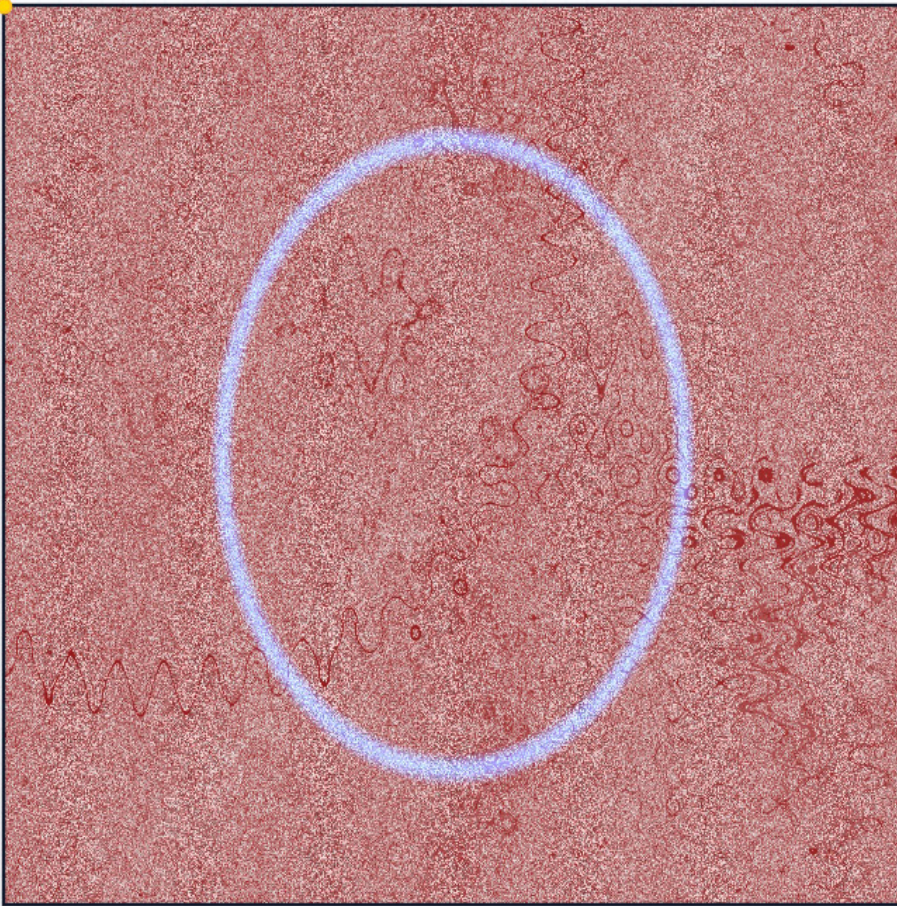
ASTRONAUT ZERO

MENTAL ORBIT SYSTEM GATEWAY

BIOMETRIC COGNITIVE ASSESSMENT & THERAPEUTIC RECORD

PROJECT: INTEGRATIVE SOMA-RESONANCE // HFG OFFENBACH

DOC-ID: MO-40.0-CLINICAL-SNAPSHOT



DIAGNOSTICS & TELEMETRY

SUBJECT IDENTIFICATION

Live Soma-Gateway

CHRONO STAMP

MISSION DAY: MO-1

COGNITIVE WAVEFORM

GATEWAY MODE: GRID

NEUROMOTOR COHERENCE (NMC)

32 %

HEART RATE VARIABILITY (HRV)

19 ms

COGNITIVE DRIFT INDEX (CDI)

80 %

CLASS III

COGNITIVE DRIFT DETECTED

SOMA COMMAND // EQUILIBRIUM

SOMA-FEED TELEMETRY: REAL-TIME HEART WAVE (EKG/PPG)



HR
82
BPM

O2
90%
BSR
1.12

SOMA RESIDENCE ASSESSMENT

VERDICT & NOTES

"WARNUNG: Signifikanter neuromotorischer Jitter und kognitiver Drift detektiert. Akute kognitive Fatigue droht. Umgehendes enaktives Atem-Entrainment einleiten."

CHIEF MEDICAL OFFICER // LEA SOPHIE KREMPIN
APPROVED VALIDATION STAMP



MO-40.0-CLINICAL-A4-SNAPSHOT-VERIFIED

VITAL SIGNS SUMMARY & BIOMETRIC SNAPSHOT

Heart Rate

82 BPM

O2 Saturation

90%

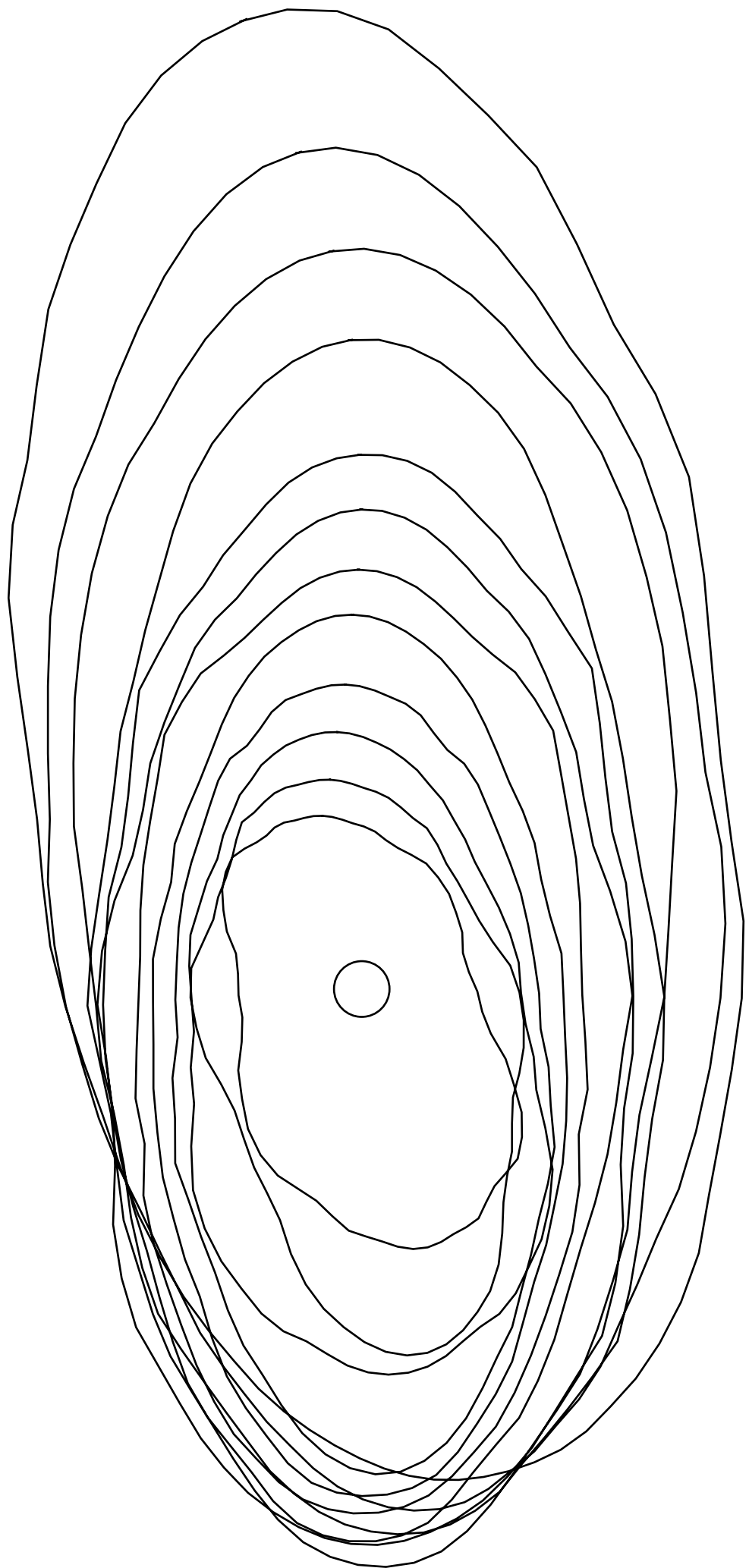
Skin Conductance

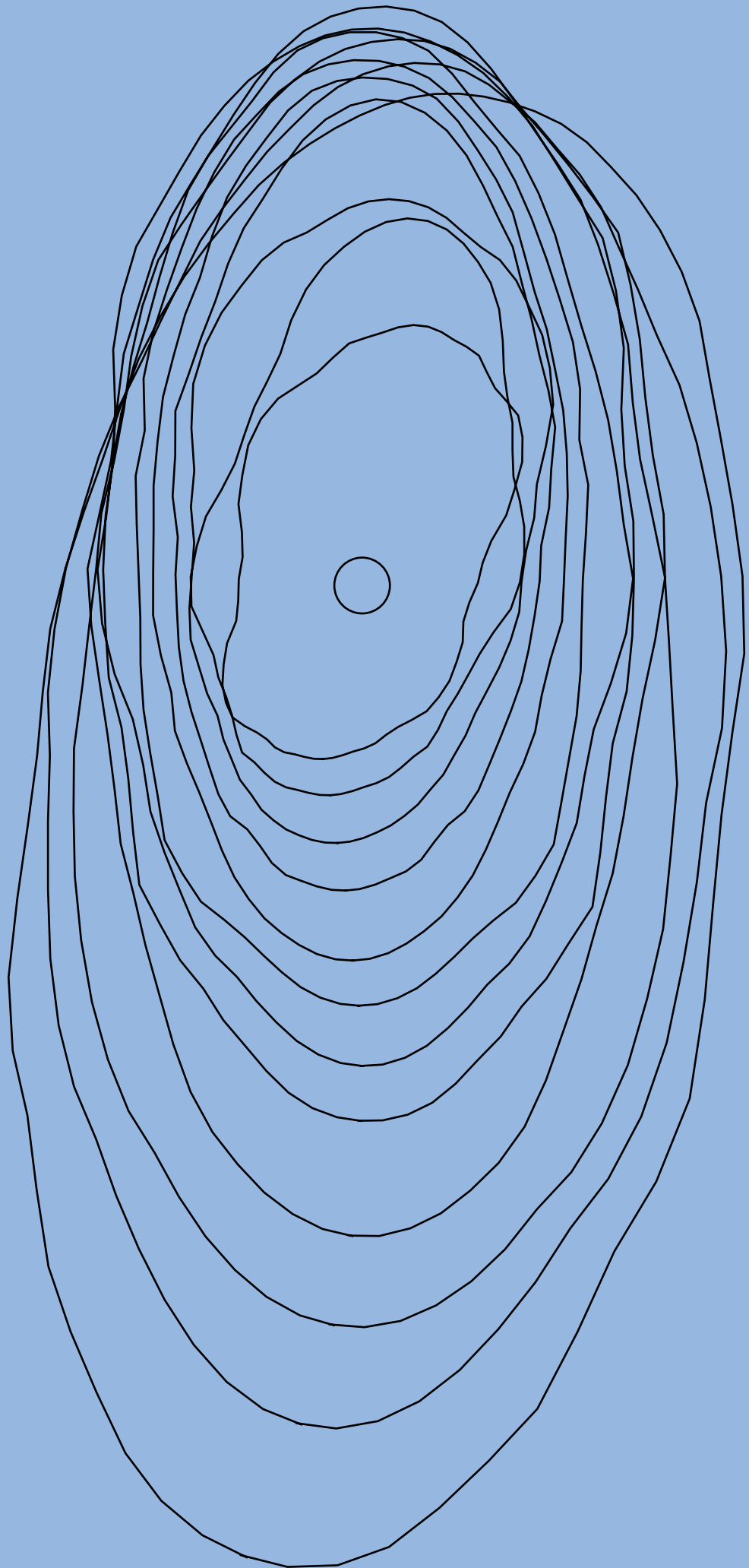
1.120

Neuromotor Coherence

32%

EXPORTED: 2026-06-06 12:24:18 UTC
DATA SOURCE: LIVE_API | API: v40.dev





1. Einleitung

Selbstverortung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist im Feld der gestaltungsbasierten Forschung (Research through Design) verortet. Gestaltung wird hier als eigenständige Form der Erkenntnisproduktion verstanden. MENTAL ORBIT ist kein rein funktionales Werkzeug zur Problemlösung, sondern ein enaktives Designsystem. Es dient dazu, psychische Selbstregulationsprozesse unter den Bedingungen extremer Isolation gestalterisch zu untersuchen und physisch erfahrbar zu machen.

Methodik und theoretischer Rahmen

Die herangezogenen Konzepte, insbesondere Enaktivismus, Agency und kybernetische Feedback-Modelle, fungieren als Handlungsrahmen, um alternative Interaktionslogiken jenseits rein informativer Interfaces zu entwerfen. Gestaltung wird hier nicht als Illustration der Theorie verstanden, sondern als Medium, das abstrakte Annahmen durch den Vollzug der Interaktion prüfbar macht.

Begriffe wie „Resonanz-Balancing“ oder „Agency Index“ sind in dieser Arbeit als gestalterische Arbeitsbegriffe zu verstehen. Sie dienen der strukturierten Übersetzung komplexer psychischer Zustände in eine visuelle und sensomotorische Semantik. Ihre Stärke liegt nicht

in einer klinischen Kalibrierung, sondern in der Fähigkeit, Erfahrungsqualitäten im Entwurfsprozess präzise zu beschreiben.

Spekulativer Kontext: Deep Space

Das Szenario der Deep-Space-Exploration wird als spekulativer Extremfall herangezogen. Es dient als phänomenologische Zuspitzung gegenwärtiger Tendenzen: der zunehmenden Automatisierung und der „Glättung“ psychischer Prozesse durch digitale Systeme. MENTAL ORBIT versteht sich als kritischer Kommentar zu einer Interface-Gestaltung, die Agency oft nur als zu optimierenden Datenwert begreift, statt als leiblich erfahrbare Ressource.

Grenzen und Anspruch

Die Arbeit reflektiert bewusst über ihre Grenzen: Ein digitales Interface kann soziale Resonanz nicht ersetzen. MENTAL ORBIT ist daher keine therapeutische Lösung, sondern ein gestalterischer Möglichkeitsraum. In diesem wird die Beziehung zwischen innerem Zustand, körperlicher Handlung und technologischer Rückkopplung neu definiert. Die Interaktion bietet keine Kontrolle über das psychische Chaos, sondern eine Form aktiver Auseinandersetzung mit ihm.

Ihr Ziel liegt nicht in der Herstellung eindeutiger Antworten, sondern im Sichtbarmachen von Ambivalenzen.

Gestaltung wird als kritische Praxis verstanden, die Reibung erzeugt, um Agency als fragile, aber gestaltbare Ressource zu begreifen.

1. Motivation und Relevanz

Die Geschichte der bemannten Raumfahrt ist primär eine Chronik der technologischen Überwindung physikalischer Grenzwerte. Bisher galt das Augenmerk einer Ingenieurskunst, die die biologische Integrität des Körpers im Vakuum sicherte. Mit dem Aufbruch zur bemannten Mars-Mission verschiebt sich jedoch die kritische Variable des Missionserfolgs fundamental: Entscheidend ist nicht mehr allein die materielle Schiffshülle, sondern die psychische Resilienz der Crew unter Bedingungen totaler raumzeitlicher Deprivation (Kanas & Manzey, 2008).

Die Relevanz dieser Untersuchung entspringt dem drohenden Verlust gewohnter sensorischer und sozialer Referenzrahmen. Während Astronauten auf der ISS in nahezu verzögerungsfreiem Dialog mit der Erde stehen, markiert die Reise in den Deep Space einen Bruch der „psychologischen Nabelschnur“. Zeitverzögerungen in der Kommunikation von bis zu 21 Minuten pro Weg verunmöglichen synchrone soziale Rückbindung, während die Erde zu einem insignifikanten Lichtpunkt schrumpft. (McBrayer et al., 2022) Auf diese psychologische Krise bietet das aktuelle Interface-Design, das primär auf operative Effizienz ausgerichtet ist, bisher keine adäquate Antwort (ESA, 2021).

Hier offenbart sich ein gestalterisches Defizit. Viele gegenwärtige Ansätze priorisieren Informationsklarheit und reduzieren komplexe psychische Zustände auf analytische Metriken. In der Annahme, dass totale Information totale Beherrschbarkeit bedeutet, degradieren diese Systeme den Astronauten zum bloßen Beobachter seiner eigenen Telemetriedaten. Diese rein analytische Logik verstärkt die emotionale Entfremdung, statt sie zu regulieren. Ein System, das den menschlichen Affekt lediglich als zu optimierenden Datenwert behandelt, raubt dem Subjekt die Möglichkeit zur echten Selbstwirksamkeit (Agency).

Die Motivation dieser Arbeit liegt in der gestalterischen Beantwortung dieser psychischen Erosion. Es gilt zu klären, wie sich die Handlungsfähigkeit des Menschen erhalten lässt, wenn seine Welt auf wenige, von Aluminium umgebende, Kubikmeter reduziert ist und die soziale Resonanz der Erde verstummt (Eichel, 2020). MENTAL ORBIT versteht sich als Gegenentwurf zur funktionalistischen Transparenz der zeitgenössischen Kontrollsysteme. Basierend auf dem Paradigma des Enaktivismus (Varela et al., 1991) wird das Interface von einem Werkzeug der Überwachung zu einem Partner der aktiven Selbstregulation.

Das Ziel ist eine Designsprache, die den Menschen als körpergebundenes Wesen begreift, das seine Agency durch die aktive Auseinandersetzung mit seinem inneren Zustand zurückgewinnt. Die Deep Space Mission dient dabei als methodisches Brennglas, um die Defizite einer reinen Effizienzlogik

sichtbar zu machen. Durch die Verwendung realer NASA-Datensätze der HERA-Missionen wird diese Untersuchung von der spekulativen Theorie in die empirische Realität gehoben.

1.2 Problemstellung

Die Problemstellung dieser Arbeit besteht in der Diskrepanz zwischen der technologischen Komplexität der äußeren Missionsumgebung und der Vernachlässigung der psychologischen Innenwelt des Menschen. In der aktuellen Entwurfspraxis für astronautische Systeme herrscht ein kognitivistisches Paradoxon: Je nahtloser ein Interface den Zustand eines Nutzers erfasst, desto größer wird die phänomenologische Lücke zwischen der messbaren Datenlast und der erlebten Erfahrung der Isolation. Die gegenwärtige Gestaltungstradition behandelt psychische Stabilität primär als informationelles Problem, das durch die Maximierung der Datentransparenz gelöst werden soll (Picard, 1997).

Dieses Defizit manifestiert sich in der Reduktion des Menschen auf einen bloßen Operator innerhalb eines geschlossenen Systems. Wenn emotionale Erschöpfung oder der Verlust des Zeitgefühls lediglich als abstrakte Metriken auf einem Dashboard erscheinen, wird dem Astronauten die Möglichkeit zur körperlichen Resonanz mit seinem Zustand genommen. Die glatten Oberflächen moderner „Glass Cockpits“ (SpaceX, 2020) eliminieren jegliche Form von Widerstand. Doch gerade diese Reibung ist für die Konstitution von Agency – der Wahrnehmung der eigenen Handlungsfähigkeit – unabdingbar (Goleman, 1995). Ein Interface, das lediglich den Status quo spiegelt, ohne Raum für aktive Rückkopplung und die physische Transformation dieses Zustands zu bieten, verfestigt die Rolle des Astronauten als passives Objekt der Telemetrie.



Agency & Empowerment

Apollo 13: Agency durch Improvisation. Die Rettung der Apollo-13-Crew (1970) ist ein Primärbeispiel für Agency unter Extremstress. Der Bau eines CO₂-Filters aus inkompatiblen Bauteilen („Square peg in A round hole“) erforderte eine radikale Abkehr von vorgegebenen Protokollen. Diese Form der „kognitiven Flexibilität“ ist das Ziel von MENTAL ORBIT: Das System ist als Übungsraum konzipiert, der Situationen kognitiver Flexibilität simuliert.

Problemzuspitzung

Die herrschende Design-Doktrin erkennt die spezifischen Anforderungen der Deep-Space-Exploration. Während bisherige Szenarien durch die Echtzeit-Anbindung an das Mission Control Center eine externe psychologische Stützung ermöglichten, entfällt dieses soziale Regulativ auf der Reise zum Mars. Ohne eine Abkehr von der reinen Effizienzlogik (Krug, 2014) droht der Mensch zum schwächsten Glied der interplanetaren Mission zu werden.

Es besteht daher die Notwendigkeit, das Interface-Design von seiner rein instruktiven Funktion zu befreien und es als enaktiven Regulationspartner neu zu konzipieren. Die Problemstellung spitzt sich auf die Frage zu: Wie kann ein Designsystem kognitive Zeit für Reflexion und physische Notwendigkeit für kontrolliertes Handeln dort zurückgewinnen, wo optimierte Standardsysteme lediglich die reibungslose Verwaltung der Krise anbieten?

1.3 Forschungsfrage

Aus dem Defizit aktueller Interfaces und der Notwendigkeit einer autonomen Selbstregulation leitet sich die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit ab:



Wie kann ein enaktives Interface-System gestaltet werden, das durch die visuelle Semantik eines interaktiven Partikel-Schwarm-Modells die psychische Agency und Selbstregulation in extremer Isolation durch die Handlung des „Resonanz-Balancing“ aktiv fördert?

Zur Beantwortung dieser Kernfrage werden folgende Unterfragen herangezogen:

1. Visuelle Semantik:

Welche gestalterischen Parameter sind notwendig, um Krisendimensionen wie Zeitverlust und soziale Deprivation in eine räumlich erfahrbare Partikelmetapher zu übersetzen?

2. Interaktionslogik:

Inwieweit kann ein systemischer Widerstand – definiert als Affordanz der Langsamkeit – die inhibitorische Kontrolle des Nutzers stärken und von einer impulsiven Stressreaktion zu einer reflektierten Selbstregulation führen?

3. Kybernetik des Feedbacks:

Wie wirkt sich das Prinzip des kognitiven Echos – als temporäre visuelle Überkompensation eines stabilen Zustands – auf die wahrgenommene Selbstwirksamkeit des Nutzers aus?

4. Phänomenologische Resonanz:

Welche Rolle spielt die sensomotorische Kopplung zwischen der körperlichen Geste und der generativen Reaktion des Systems bei der Überwindung der emotionalen Entfremdung?

1.4 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Das übergeordnete Ziel dieser Diplomarbeit ist die Kalibrierung von Experimenten im astronautischen Interface-Design: weg von der rein instruktiven Informationsdarstellung hin zur enaktiven Erfahrbarkeit psychischer Prozesse. Die Arbeit verfolgt das Ziel, ein funktionales Gestaltungssystem zu entwickeln, das als autonomer Regulationspartner fungiert und die psychologische Stabilität durch die bewusste Integration von Reibung und Langsamkeit schützt.

Um der Komplexität der interdisziplinären Forschungsfragen gerecht zu werden, ist dieses Dossier als iteratives Erkenntnisssystem strukturiert. Es folgt nicht einer rein linearen Erzählweise, sondern spiegelt den Prozess der Research through Design wider – von der theoretischen Dekonstruktion bis zur technologischen Synthese.

Das Dossier gliedert sich in fünf zentrale Themen, die in verschiedenen Kapiteln untersucht werden:

I. Die Grundlegung: Isolation & Agency

Hier wird der Problemraum definiert. Ausgehend von der psychophysiologischen Belastung in ICE-Umgebungen (Isolated, Confined, Extreme) wird die theoretische Herleitung der „agentiellen Atrophie“ vorgenommen. Die Arbeit etabliert hier den Enaktivismus und die Salutogenese als konzeptionelle Gegenentwürfe zur rein pathogenetischen NASA-Protokoll-Logik.

II. Das empirische Fundament: NASA Data Deep Dive

Dieser Abschnitt dokumentiert die Analyse des NASA-Datensatzes DR27411 (HERA-Kampagnen). Er bildet die wissenschaftliche Beglaubigung der Arbeit. Hier werden die abstrakten Risiken (BMed, Team, HSID) in konkrete gestalterische Parameter übersetzt. Die Entwicklung und Programmierung des „NASA Asset Labs“ dienen in dieser Phase als experimentelle Brücke zwischen Rohdaten und visueller Formkraft.

III. Die technologische Synthese: MENTAL ORBIT

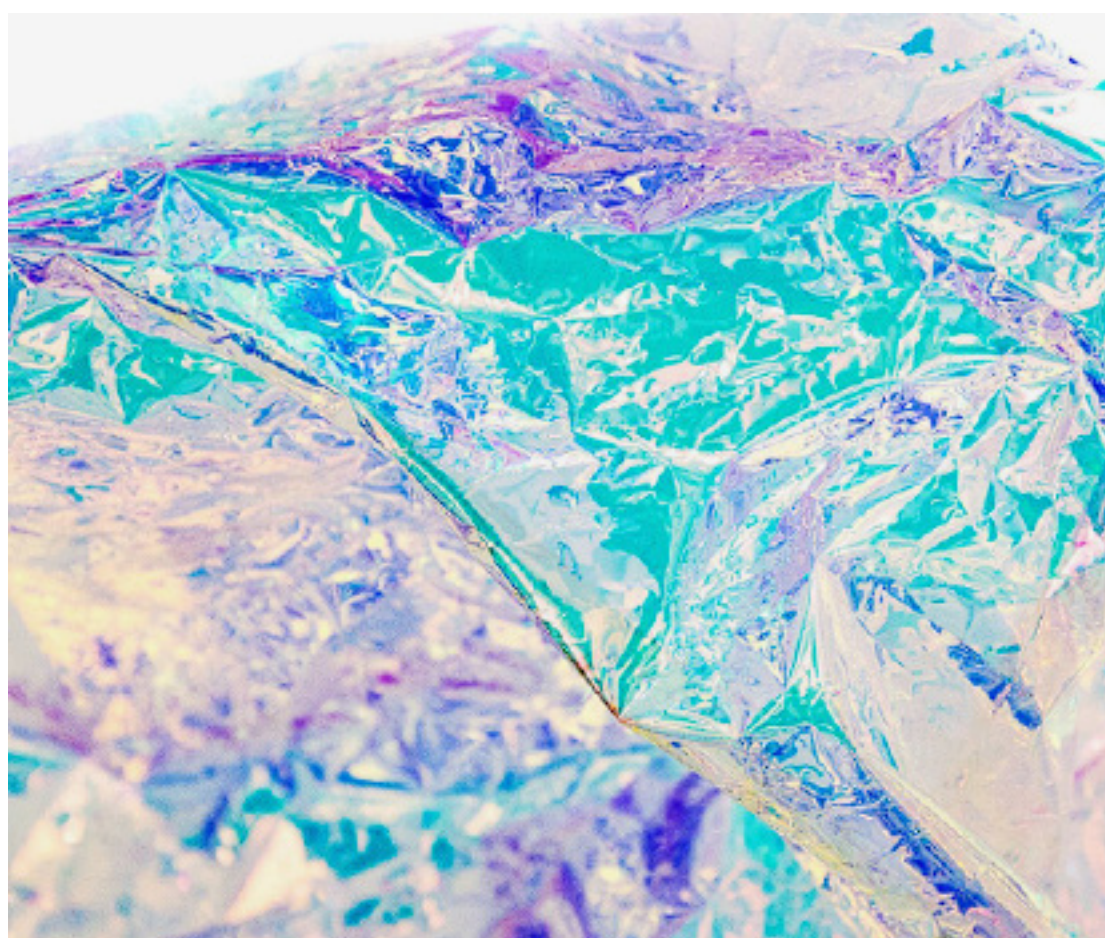
Im Zentrum steht die Realisierung des Master-Gateway-Shaders. Diese Kapitel beschreiben die mathematische Materialität (Simplex-Noise, Raymarching) und die psychologische Logik der „Affordanz der Langsamkeit“. Es wird dargelegt, wie biologische Signale (Puls, Jitter, HRV) das digitale Gitter phänomenologisch verändern und damit den Zustand des Mental Orbit ermöglichen.

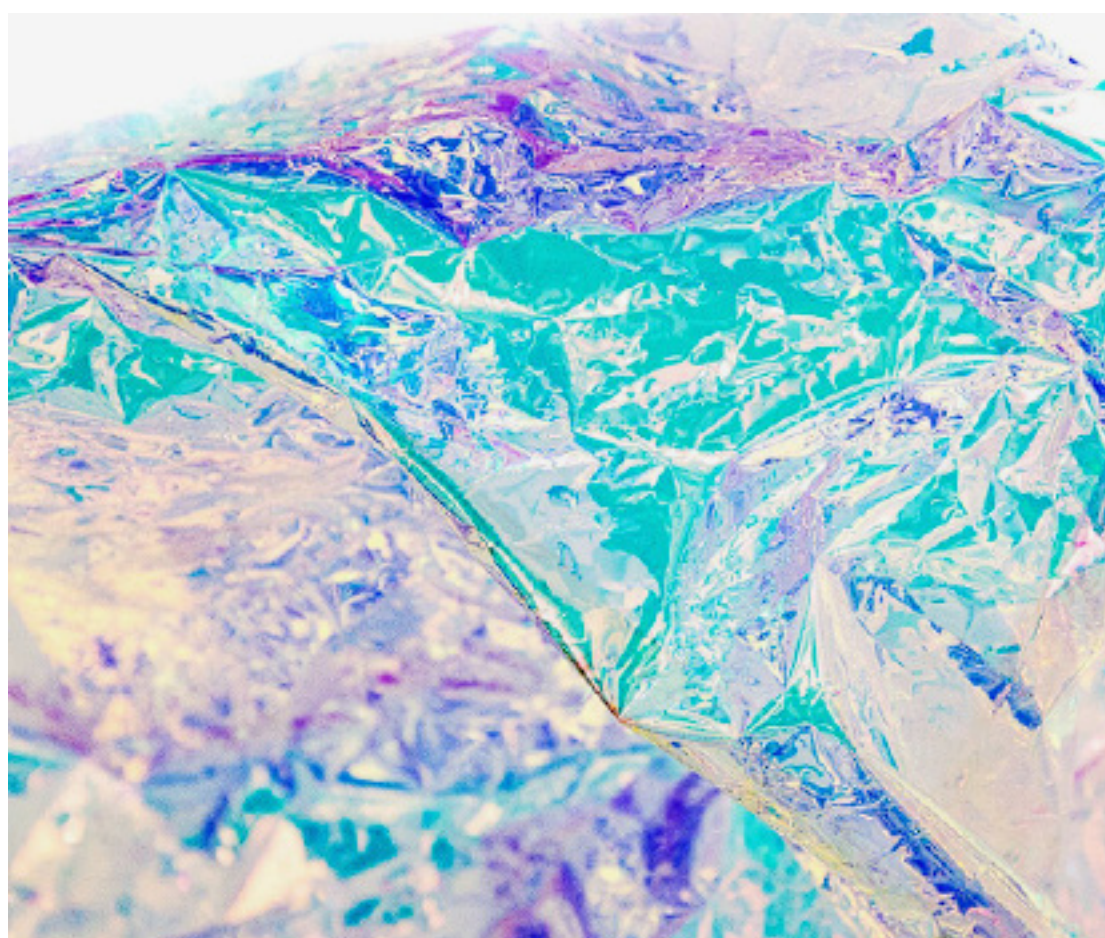
IV. Die Systemik: Modulare Integrität

Dieses Kapitel dekonstruiert das Interface in ein modulares Design-System nach dem Prinzip des Atomic Design 2.0. Es definiert die Design-Doktrin der Technical Viscerality sowie die funktionale Kodierung von Farben, Typografie und den spezifischen Soma-Layern (Infobox-Typologie).

V. Der Transfer: Irdische Salutogenese

Den Abschluss bildet die Rückführung der extraterrestrischen Erkenntnisse auf die Erde. Hier wird das Potenzial von MENTAL ORBIT als Healing Architecture für klinische Kontexte (Intensivstationen) sowie für therapeutische Anwendungen (ADHS) evaluiert.







Artemis II
Lunar Flyby



1.5 Gestalterische Thesen und Designannahmen

Die folgenden Leitlinien sind keine universellen Designprinzipien, sondern kontextspezifische Annahmen, die im Szenario der Deep-Space-Isolation Gültigkeit beanspruchen.

I. Agency als gestalterische Resource

Diese Annahmen betreffen die Rolle subjektiver Handlungsfähigkeit in isolierten Systemen.

1. In isolierten Umgebungen wird subjektive Agency zur zentralen psychischen Ressource.
2. Der wahrgenommene Verlust von Agency kann zu Entfremdung und Passivität führen.
3. Interfaces sollten Agency nicht nur anzeigen, sondern auch erfahrbar machen.
4. Selbstwirksamkeit entsteht im Spannungsfeld von Handlung und Widerstand.
5. Ein vollständig „reibungsloses“ Interface kann die subjektive Beteiligung verringern.
6. Eine gestische Handlung kann als Brücke zwischen innerem Zustand und äußerer Ordnung fungieren.
7. Ein abstrahierter „Agency Index“ kann als orientierende Metapher dienen, nicht als objektive Messgröße.
8. Kontrollgefühl darf Anstrengung implizieren.

9. Vollständige Automatisierung kann die Notwendigkeit aktiver Beteiligung verringern.

10. Verlangsamung kann als gestalterisches Mittel zur Förderung bewusster Handlung eingesetzt werden.

II. Enaktive Interaktionslogik

Diese Annahmen leiten sich aus enaktivistischen Positionen ab und betreffen die Rolle der Handlung im Erkenntnisprozess.

1. Erkenntnis entsteht im Vollzug der Handlung.
2. Das Interface ist als Resonanzraum konzipiert, nicht als neutraler Spiegel.
3. Information kann über die sensomotorische Kopplung vermittelt werden.
4. Interaktion darf eine spürbare „Viskosität“ aufweisen.
5. Feedback darf zeitliche Trägheit aufweisen.
6. Bewegungsqualität kann bedeutungstragend sein.
7. Schnelle, abrupte Gesten können als Ausdruck von Unruhe interpretiert werden.
8. Langsame, kontrollierte Gesten können als Ausdruck von Regulation inszeniert werden.
9. Das System reagiert nicht nur auf die Zielerreichung, sondern

auch auf die Prozessqualität.

10. Kybernetische Rückkopplung kann das Gefühl von Verbundenheit simulieren.

11. Das Interface kann als temporäre Erweiterung des Handlungsspielraums verstanden werden.

III. Visuelle Semantik und Metaphorik

Diese Annahmen strukturieren die visuelle Übersetzung psychischer Zustände.

1. Partikel-Schwärme können Fragmentierung symbolisieren.
2. Ein zentraler Orb kann als Metapher für einen stabilisierenden Kern dienen.
3. Visuelles Rauschen kann Unruhe darstellen.
4. Glättung und Luminanz können Stabilität signalisieren.
5. Abstraktion vermeidet narrative Überdeterminierung.
6. Farbcodes können biologische oder affektive Zustände andeuten.
7. Luminanz kann als primärer Informationsträger dienen.
8. Visuelle Metaphern profitieren von physikalisch plausiblen Bewegungsregeln.
9. Formtransformation kann

Regulation symbolisieren.

10. Ästhetische Kohärenz kann subjektive Stabilität unterstützen.

IV. Inhibition und Regulation (theoretische Bezugnahme)

Diese Annahmen beziehen sich auf psychologische und neurobiologische Modelle, ohne Wirkbehauptungen zu formulieren.

1. Inhibitorische Kontrolle ist für die Emotionsregulation relevant.
2. Verlangsamung kann mit erhöhter kognitiver Kontrolle assoziiert werden.
3. Die „Pause vor der Handlung“ lässt sich gestalterisch inszenieren.
4. Sensomotorische Synchronisation kann Aufmerksamkeit bündeln.
5. Rhythmische Bewegung wird in der Literatur mit Flow-Zuständen in Verbindung gebracht.
6. Visuelle Verstärkung stabiler Zustände kann motivierend wirken.
7. Belohnungsmechanismen können metaphorisch inszeniert werden.
8. Interaktive Systeme können Selbstbeobachtung fördern.
9. Physische Interaktion kann mentale Modelle stabilisieren.
10. Regulation wird als aktiver, nicht als passiver Prozess verstanden.

V. Isolation und systemische Resilienz

Diese Annahmen beziehen sich auf das spezifische Extremszenario.

1. In Isolation kann das Interface zum zentralen Interaktionspartner werden.
2. Systeme sollten Fehlbedienungen nicht sanktionieren, sondern auffangen.
3. Kommunikationsverzögerungen erhöhen die Notwendigkeit autonomer Regulation.
4. Psychophysiologische Daten bedürfen besonderer Privatheit.
5. Führung im Interface darf nicht bevormundend wirken.
6. Redundante visuelle Signale können Sicherheit vermitteln.
7. Das System kann auf Erschöpfungsgrade reagieren.
8. Ineffizienz kann Zeit für Reflexion schaffen.
9. Kontrollverlust kann als produktiver Moment inszeniert werden.
10. Isolation kann als Raum bewusster Formgebung interpretiert werden.

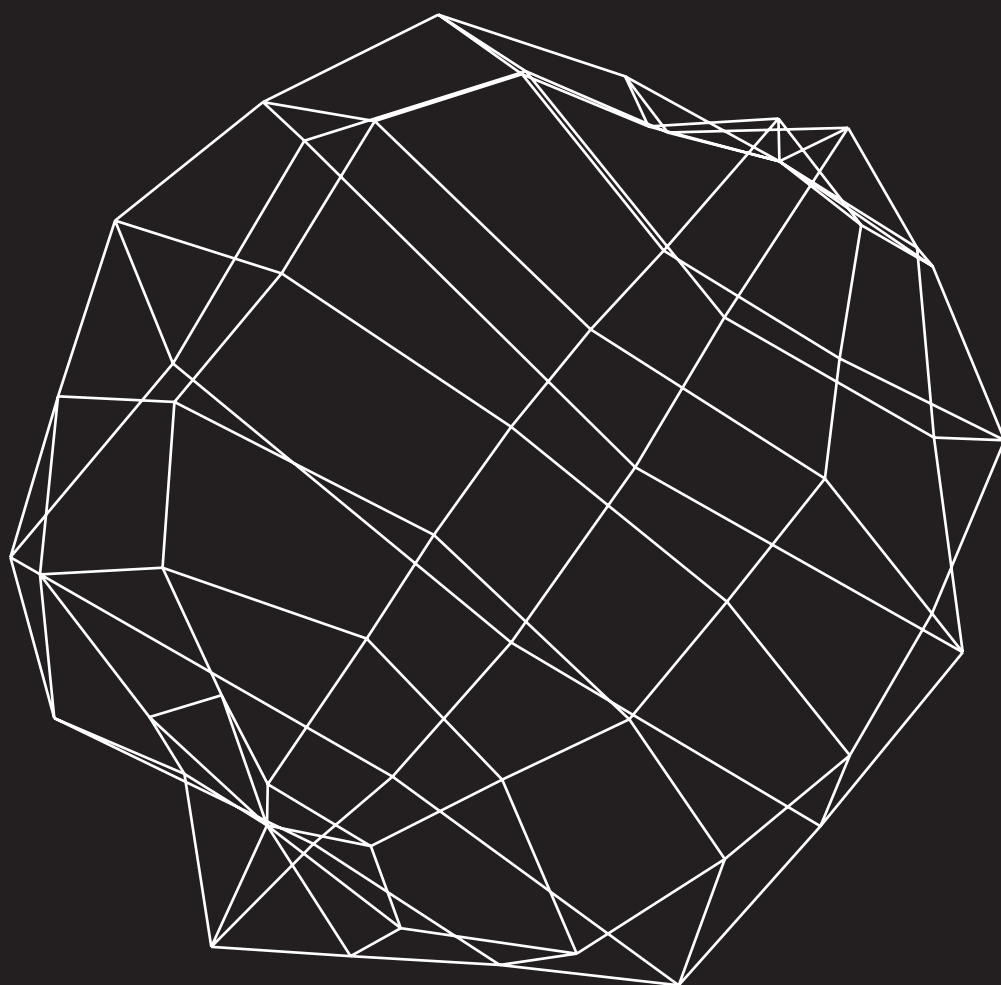
VI. Räumliche und materielle Dynamik

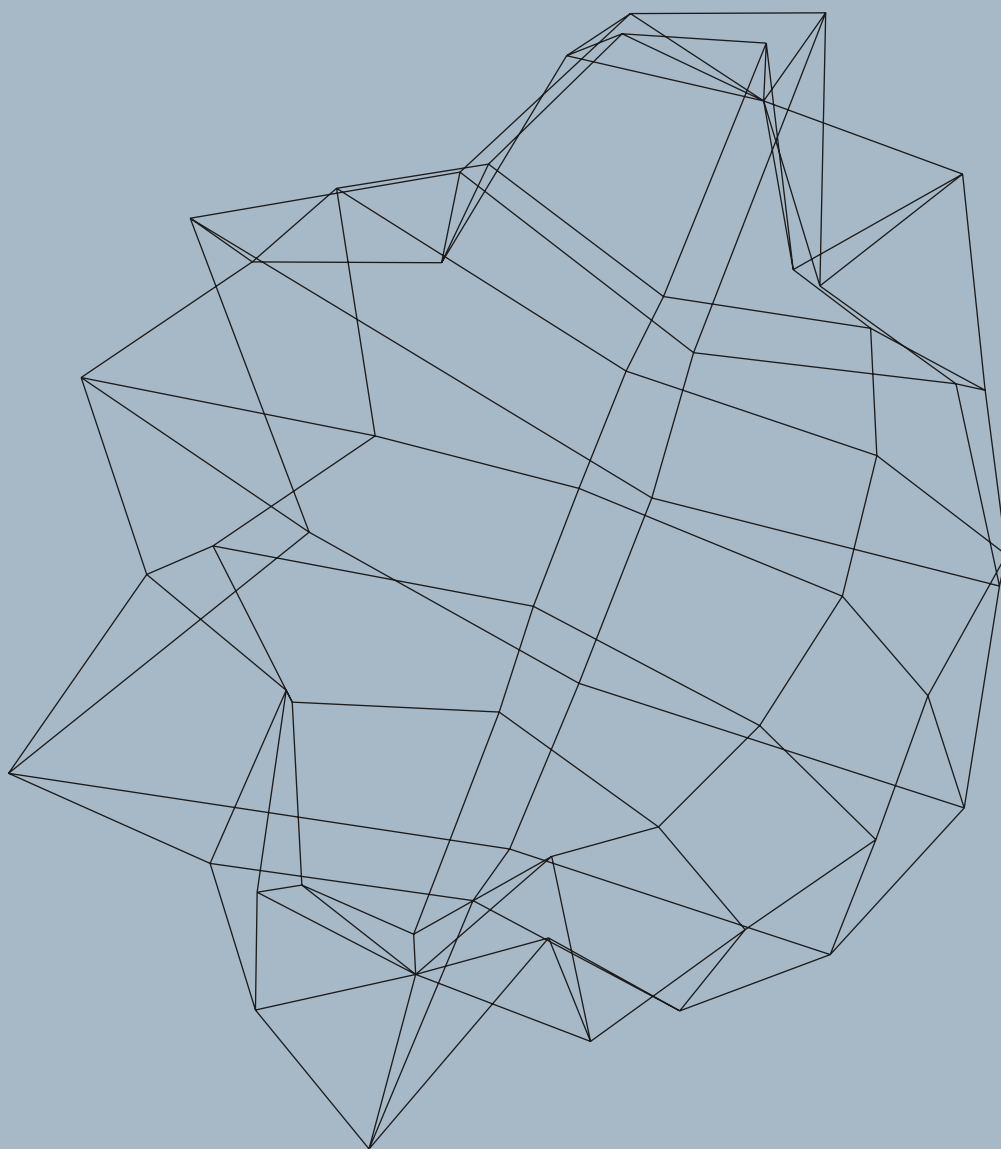
Diese Annahmen betreffen die konkrete 3D-Umsetzung.

1. Räumliche Tiefe kann Präsenz erzeugen.
2. Geometrische Verformung kann psychische Instabilität symbolisieren.
3. Organisches Rauschen wirkt glaubwürdiger als linearer Zufall.
4. Trägheit in Bewegungen erzeugt Gewicht.
5. Wireframe-Modelle können Fragilität betonen.
6. Leuchtende Kerne können als Stabilitätsanker dienen.
7. Mikrobewegungen können Systematmung suggerieren.
8. Metaball-Verschmelzungen können Integration symbolisieren.
9. Unschärfe kann kognitive Überlastung reduzieren.
10. Atmosphärische Shader können Zustandswechsel subtil vermitteln.
11. Dreidimensionalität kann Engegefühle konterkarieren.
12. Physikalisch simulierte Kräfte können Halt symbolisieren.
13. Bewusste grafische Imperfektion kann digitale Kälte reduzieren.
14. Interaktive Fluchtbewegungen können Verlangsamung provozieren.
15. Die Transformation von Chaos zu Ordnung wird als performativer Akt inszeniert.



Artemis II
Lunar Flyby





2. Kontext: Die Psychologie der Isolation

2.1 Das Szenario

Die Marsexpedition als phänomenologischer Umbruch Methodisch wird das Mars-Szenario in dieser Arbeit als radikale Extrapolation gegenwärtiger gestalterischer und systemischer Tendenzen begriffen. Die Isolation des Deep Space fungiert als Labor für Phänomene, die auf der Erde bereits als schwache Signale (Weak Signals) erkennbar sind.

Ein zentrales Signal der Gegenwart ist die zunehmende Agential Atrophy (Agentielle Atrophie). In einer von Automatisierung und algorithmischer Optimierung geprägten Welt delegiert das Subjekt komplexe emotionale und kognitive Prozesse zunehmend an reibungslose Interfaces. Dies führt zu einem schleichenden Verlust der wahrgenommenen Selbstwirksamkeit. Der Mars-Astronaut wird in diesem Sinne zum „Patient Zero“ dieses Prozesses: In der totalen technischen Determination des Habitats ist er gezwungen, seine Handlungsfähigkeit unter extremen Bedingungen zu behaupten. MENTAL ORBIT dient hierbei als Training für die kognitive Souveränität – die Fähigkeit, die eigene psychische Integrität zu wahren, wenn die technologische Umwelt zur totalen Hülle wird.



Das RIDGE-Modell (NASA Human Research Program)

Das NASA HRP definiert fünf Stressoren für Deep-Space-Missionen

1. Radiation (Strahlung)
2. Isolation and Confinement (Isolation und Beengung)
3. Distance from Earth (Entfernung von der Erde)
4. Gravity fields (Veränderte Schwerkraft)
5. Hostile/Closed Environments (Feindliche/Geschlossene Umgebungen)

MENTAL ORBIT adressiert primär das Risiko I (Isolation), welches laut NASA zu „neurokognitiven Leistungseinbußen“ und „psychiatrischen Störungen“ führen kann, sofern keine autonomen Gegenmaßnahmen (Countermeasures) bereitstehen (NASA, 2025).

2.1.1 Der Communication lag: Wenn soziale Resonanz verstummt

Der zeitliche Verzug in der Signalübertragung von bis zu 21 Minuten pro Weg ist weit mehr als eine technische Hürde; er stellt einen massiven Eingriff in die menschliche Biologie dar. Laut dem NASA Evidence Report zum Thema Behavioral Health and Performance führt asynchrone Kommunikation zu einem Kollaps der sozialen Co-Regulation. Menschliche Stabilität basiert in hohem Maße auf Unmittelbarkeit und synchronen Rückkopplungsschleifen. Fällt diese weg, droht das soziale Gefüge zu erodieren: Emotionale Äußerungen verhallen in einem zeitlichen Vakuum, da die Latenz echte zwischenmenschliche Resonanz verhindert.

Risiko Team – Der Kollaps der dyadischen Regulation

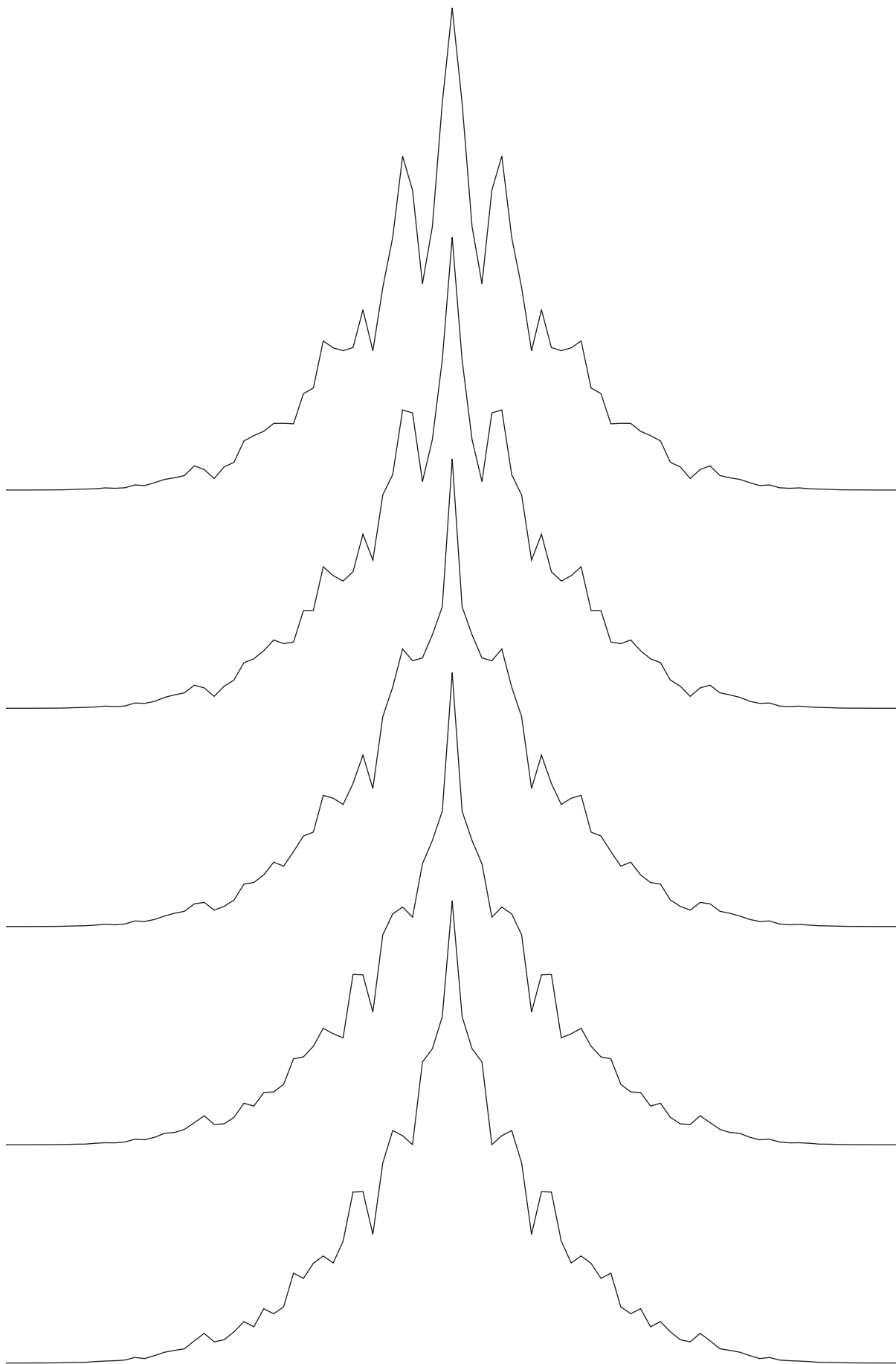
Ergänzend legt der NASA Evidence Report zum Team-Risk dar, dass fehlende Echtzeitkommunikation die „interpersonelle Synchronisation“ stört. In der Isolation neigen Crews dazu, sich psychologisch von der Bodenstation abzukapseln (Out-group-Antagonismus). Wenn die soziale Resonanz der Erde wegbricht, muss das Interface als Surrogat-Resonanzpartner fungieren, um die individuelle psychische Integrität zu wahren (NASA HRP Team Evidence Book, 2025).



Risiko Team – Der Kollaps der dyadischen Regulation

Im NASA Evidence Report zum Team-Risiko wird dargelegt, dass fehlende Echtzeit-Kommunikation die „interpersonelle Synchronisation“ stört. In Isolation neigen Crews dazu, sich von der Bodenstation abzukapseln (Out-group antagonism). Wenn die soziale Resonanz der Erde wegbricht, muss das Interface laut NASA-Empfehlung als „Surrogat-Resonanzpartner“ fungieren, um die individuelle psychische Integrität zu sichern (NASA HRP Team Evidence Book, 2025).

Wenn die soziale Stütze der Erde wegbricht, muss das Interface zum techno-somatischen Resonanzpartner werden. Das System bietet dem Nutzer ein ehrliches, physikalisches „Gegenüber“, an dem er seine eigene Stabilität wiederherstellen kann (Surrogat-Resonanz).



SILENCE
vinyl

LATEX
SCHWARZ

**LATEX
SCHWARZ**

Wenn die soziale Stütze der Erde wegbricht, muss das Interface zum techno-somatischen Resonanzpartner werden. Das System bietet dem Nutzer ein ehrliches, physikalisches „Gegenüber“, an dem er seine eigene Stabilität wiederherstellen kann (Surrogat-Resonanz).

2.1.2 Erzwungene Autarkie und das „Third Quarter Phenomenon“

Der Zustand der Isolation erfordert eine psychologische Autarkie, bei der der Astronaut die Regulationsprozesse vollständig internalisieren muss. Wenn die soziale Stütze der Erde wegbricht, wird das Interface zum technosomatischen Resonanzpartner, der fehlende Co-Regulation durch systemische Eigenregulation ersetzt.

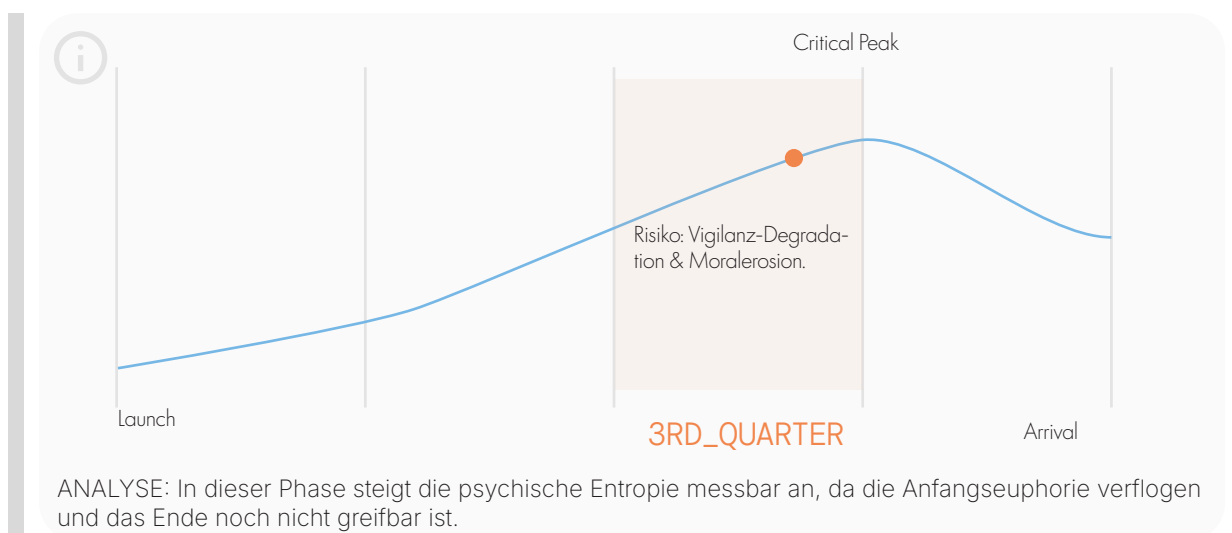
Ein kritischer Faktor ist dabei das Third-Quarter-Phänomen (Bechtel & Berning, 1991). Es beschreibt einen signifikanten Einbruch der Moral und Motivation, der eintritt, sobald etwa drei Viertel der Missionsdauer verstrichen sind – unabhängig von der Gesamtlänge. In dieser Phase steigt die psychische Entropie messbar an: Die Anfangseuphorie ist verflogen, das Ziel jedoch noch nicht greifbar. (Szocik et al., 2018) MENTAL ORBIT fungiert hier als präventives Instrument, um die Agency durch

rituelle Selbstregulation zu stabilisieren.

2.1.3 Das „Pale Blue Dot“-Paradoxon und der visuelle Anker

Parallel zur zeitlichen Entfremdung findet eine visuelle Entwurzelung statt. Während die Erde im erdnahen Orbit als identitätsstiftende Konstante präsent ist, schrumpft sie auf dem Weg zum Mars zum „Pale Blue Dot“ – einem winzigen Lichtpunkt im Vakuum.

Das von der NASA beschriebene Breakoff-Phänomen bezeichnet einen Zustand extremer Loslösung, der Gefühle der Derealisation (Entfremdung von der Realität) auslösen kann. Der dauerhafte Verlust des Sichtkontakts zur Biosphäre (Earth-out-of-view) erschüttert das Selbstkonzept grundlegend. Astronauten verlieren ihren größten gravitativen und visuellen Bezugspunkt





Earth-out-of-view und Ontologische Unsicherheit

Laut NASA-Berichten führt das Verschwinden der Erde aus dem direkten Sichtfeld zu einem Phänomen, das über das Heimweh hinausgeht: Eine fundamentale Erschütterung des Selbstkonzepts. Astronauten verlieren ihren größten gravitativen und visuellen Bezugspunkt. MENTAL ORBIT fungiert hier als „virtueller Ersatz-Anker“, indem es die physikalische Logik von Umlaufbahnen nutzt, um ein Gefühl von (wenn auch abstrakter) kosmischer Ordnung und Verortung wiederherzustellen (NASA BMed Evidence, 2025).

(NASA BMed Evidence, 2025).

2.1.4 Das Interface als Surrogat der Biosphäre

MENTAL ORBIT bildet den Gegenpol zur bedrohlichen visuellen Leere des Alls und zur sterilen Monotonie der Habitatwände (horror vacui). Das Interface fungiert als Zwischenraum, der das visuelle Vakuum nicht mit trivialer Unterhaltung füllt, sondern mit einer organischen Komplexität, die kognitive Starre verhindert und dem Subjekt hilft, sich neu zu zentrieren.

Soma-Layer – die Ebene der menschlichen Identität und Stabilität – reserviert.

Indem das Blau im Shader-Gespinnst nur dann zur vollen Sättigung gelangt, wenn der Nutzer durch bilaterale Ruhe eine Resonanz erzeugt, wird die Farbe zum Anzeichen für die erfolgreiche Rückbindung an das eigene Selbst. Das Interface wird zur „digitalen Erde“. Die Rückkehr zum Blau ist in MENTAL

In der vorliegenden Arbeit wird dieser Verlust als gestalterische Leerstelle adressiert. Das im Design-System definierte NASA-Blau (#0070F3) dient hierbei als symbolisches Surrogat für die Erde. Es ist keine dekorative Farbe, sondern funktional kodiert: Im Interface ist Blau exklusiv für den



Risiko Sleep – Circadiane Desynchronisation

Laut NASA Evidence Report zum Thema Sleep führt der Mangel an natürlichen Zeitgebern zu chronischer Insomnie und kognitiver Instabilität. Das HRP empfiehlt den Einsatz von „Blue-Light-Schedules“ und ritualisierten Interaktionen. MENTAL ORBIT nutzt diese Vorgabe, indem es die visuelle Periodizität des Schwarms als künstlichen Zeitgeber einsetzt, um den circadianen Rhythmus des Astronauten psychologisch zu stützen (NASA Sleep Evidence Book, 2025).

ORBIT gleichbedeutend mit der Rückkehr zur psychischen Souveränität.

2.2 Belastungsfaktoren der Isolation: Eine Dynamik der Entropie

Die psychische Belastung in extremer Isolation lässt sich als ein schleichernder Anstieg der mentalen Entropie (Unordnung) beschreiben. Das NASA Human Research Program identifiziert hierbei kritische Risikobereiche, die durch das Interface-Design adressiert werden müssen.

Stimulus Enrichment vs. Habituation

Die NASA empfiehlt für Langzeitmissionen explizit „Sensory Enrichment“. Ein oft unterschätztes Risiko ist hierbei die Habituation: Statische Tools (wie repetitive Meditations-Apps) verlieren

schnell ihre Wirkung, da das Gehirn lernt, sie als Hintergrundrauschen zu ignorieren. MENTAL ORBIT nutzt generative Algorithmen (Simplex Noise), um eine unvorhersehbare, „lebendige“ Ästhetik zu schaffen. Diese wirkt neuronalen Abbauprozessen durch ständige, subtile Reize entgegen (NASA HRP HFBP Report, 2025).

2.2.1 Sensorische Deprivation und der „Visual Hunger“

Das Leben in extraterrestrischen Habitaten – sogenannten ICE-Umgebungen (Isolated, Confined, Extreme) – ist geprägt von künstlicher Monotonie. Das menschliche Gehirn ist jedoch auf die Verarbeitung komplexer natürlicher Strukturen programmiert. Fehlen diese, reagiert der Organismus mit kognitiver Erschöpfung (Eichel, 2020). Das NASA Evidence Book dokumentiert, dass reizarme Interfaces diese Apathie verstärken. MENTAL ORBIT begegnet diesem „Visual Hunger“ mit einer viskosen, generativen



Biosphäre 2 (1991–1993): Der Kollaps der sozialen Resonanz

Das Experiment Biosphäre 2 demonstrierte eindrucksvoll, wie physische Isolation zur Fraktionierung von Gruppen führt. Trotz technischer Autarkie entwickelten die Teilnehmer tiefe Antipathien und stellten die Kommunikation teilweise völlig ein. Die Studie belegt, dass ohne Instrumente zur affektiven Co- oder Eigenregulation das soziale Gefüge unter dem Druck der sensorischen Monotonie erodiert. Ein Interface wie MENTAL ORBIT hätte hier als neutraler Resonanzraum dienen können, um die individuelle psychische Last abzufangen, bevor sie das Kollektiv destabilisiert.

Ästhetik, die dem Nervensystem als visuelles Nährsubstrat dient.

2.2.2 Temporale Entropie: Der Kollaps des Zeitgefühls

In der Isolation entfällt die natürliche Taktung durch den Tag-Nacht-Rhythmus. Ohne äußere Zeitgeber erodiert die zeitliche Orientierung, was die NASA als massives „Sleep Risk“ einstuft. MENTAL ORBIT begegnet diesem Verlust durch konsequente Ritualisierung. In einer Welt ohne Sonnenaufgang muss das Interface selbst zum Zeitgeber werden. Die Nutzung des Systems ist daher kein bloßer Task im Missionsplan, sondern ein liminales Ritual. Es markiert einen künstlichen Übergang und signalisiert dem Gehirn das Ende der operativen Wachsamkeit.

Exkurs: Biosphäre 2 und der Kollaps der sozialen Resonanz

Das Experiment Biosphäre 2 (1991–1993) demonstrierte, wie sensorische Monotonie zur Fraktionierung von Gruppen führt. Trotz technischer Autarkie entwickelten die Teilnehmer tiefe Antipathien. Die Studie belegt, dass das soziale Gefüge ohne Instrumente zur affektiven Eigenregulation unter dem Druck der Isolation erodiert. (Alling et al., 2002, pp. 71-82) Ein Interface wie MENTAL ORBIT fungiert hier als neutraler Resonanzraum, um die

individuelle psychische Last abzufangen, bevor sie das Kollektiv destabilisiert.

2.2.3 Atrophie der Agency und die „erlernte Hilflosigkeit“

Der kritischste Faktor ist die Verschiebung der Kontrolle. In einer hochautomatisierten Umgebung wandelt sich der Astronaut vom aktiven Akteur zum passiven Operator. Dieser Verlust der Selbstwirksamkeit führt laut der NASA zu einem Anstieg der Stresshormone und zur „erlernten Hilflosigkeit“ (Seligman, 1975).

Psychische Instabilität manifestiert sich neurobiologisch häufig in einer fehlerhaften Ansteuerung der Feinmotorik – dem sogenannten Mikrotremor. Das Resonanz-Balancing nutzt diesen „Jitter“: Nur durch die bewusste physische Anstrengung der Langsamkeit wird die impulsive Stressreaktion gehemmt und die exekutive Kontrolle über den



Design Konsequenz

Moderne Designs (z. B. SpaceX Cockpits) verschärfen dies durch totale Reibungslosigkeit. MENTAL ORBIT fordert hingegen produktiven Widerstand. Nur durch die bewusste physische Anstrengung der Langsamkeit wird die exekutive Kontrolle über den inneren Zustand zurückgewonnen.

eigenen Körper und damit über den inneren Zustand zurückgewonnen.

2.3 Der „Boundary Space“: Das Interface als liminale Architektur

Im räumlich begrenzten Habitat kollabieren die Lebensbereiche. Wenn Wohn-, Arbeits- und Schlafraum auf wenigen Quadratmetern verschmelzen, betont das NASA Evidence Book die Notwendigkeit von „Privacy“ und mentalen Rückzugsorten als fundamentale Resilienzfaktoren.

2.3.1 Die digitale Schnittstelle als virtueller Raumteiler

Das Interface übernimmt in MENTAL ORBIT die Rolle eines architektonischen Elements: Es markiert die Grenze zwischen dem operativen „Arbeits-Ich“ und dem reflektierenden „Privat-Ich“. In diesem Sinne fungiert das System als liminales Objekt (Kaerlein, 2018). Es ist kein Werkzeug für funktionale Aufgaben, sondern ein Raum, der rituell betreten wird. Die visuelle Sprache schafft die notwendige psychologische Distanz

zum Arbeitsalltag, die für die langfristige psychische Integrität essenziell ist.

2.3.2 Das Interface als gestaltbare Umwelt

In der totalen Isolation verschmelzen Interface und Umwelt. Hier stellt sich die gestalterische Kernfrage: Kann eine abstrakte Partikelmetapher soziale Resonanz ersetzen oder bleibt sie lediglich ein Surrogat für Einsamkeit?

Es geht hierbei nicht um einen Eins-zu-eins-Ersatz menschlicher Nähe, sondern um Bio-Resonanz. In Isolation neigt das menschliche Gehirn dazu, unbelebte Objekte zu vermenschlichen (Anthropomorphismus). Laut Epley et al. (2007) dient dieser Effekt primär der Befriedigung der „Sociality Motivation“: Wenn reale Interaktion fehlt, sucht das Gehirn

nach Mustern, die als „Gegenüber“ wahrgenommen werden können.

Der Partikel-Schwarm als digitales Gegenüber

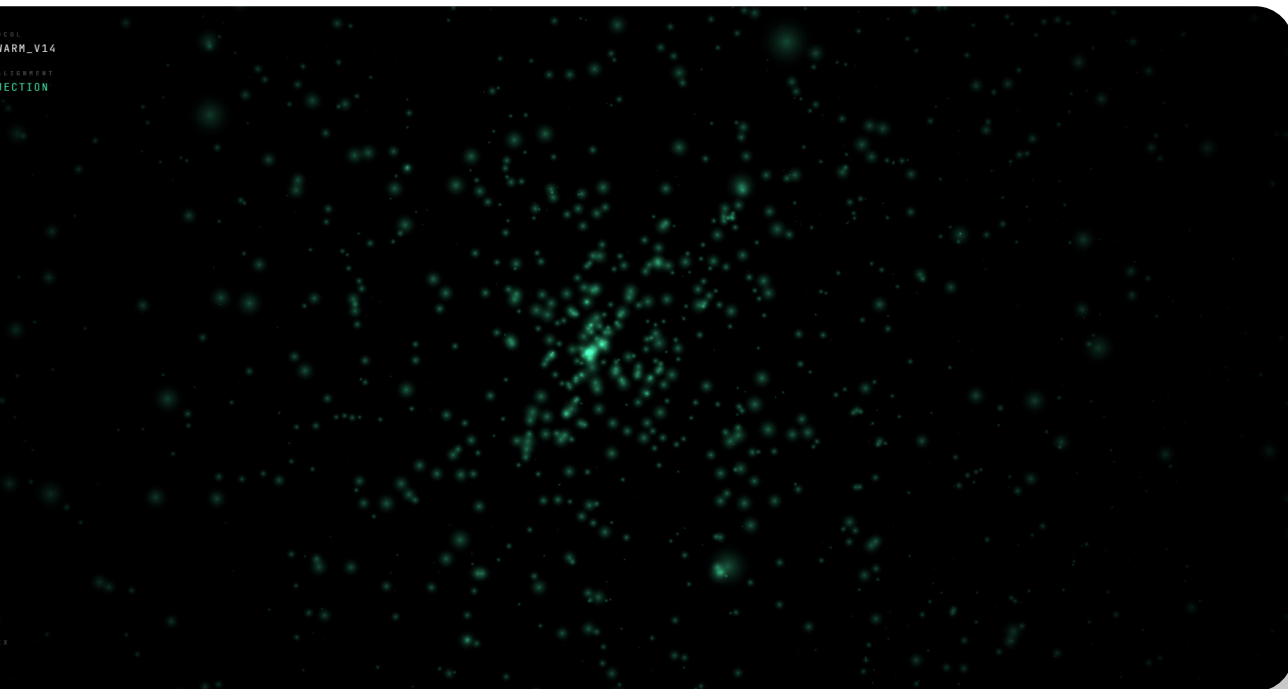
MENTAL ORBIT nutzt diesen Effekt gezielt aus: Der Partikel-Schwarm fungiert als digitales Gegenüber, das keine Befehle erteilt, sondern sich synchron mit dem Nutzer verhält. Er bietet ein kybernetisches Echo, wo sonst nur Stille herrscht. Durch die abstrakte Natur des Schwarms wird die soziale Isolation abgemildert, ohne in das „Uncanny Valley“ (unheimliche Wirkung) humanoider Roboter zu verfallen. Die Gestaltung entscheidet hierbei darüber, ob Technik als Instrument der Überwachung oder als Partner für die psychische Stabilität wahrgenommen wird.



Anthropomorphismus und Sociality Motivation

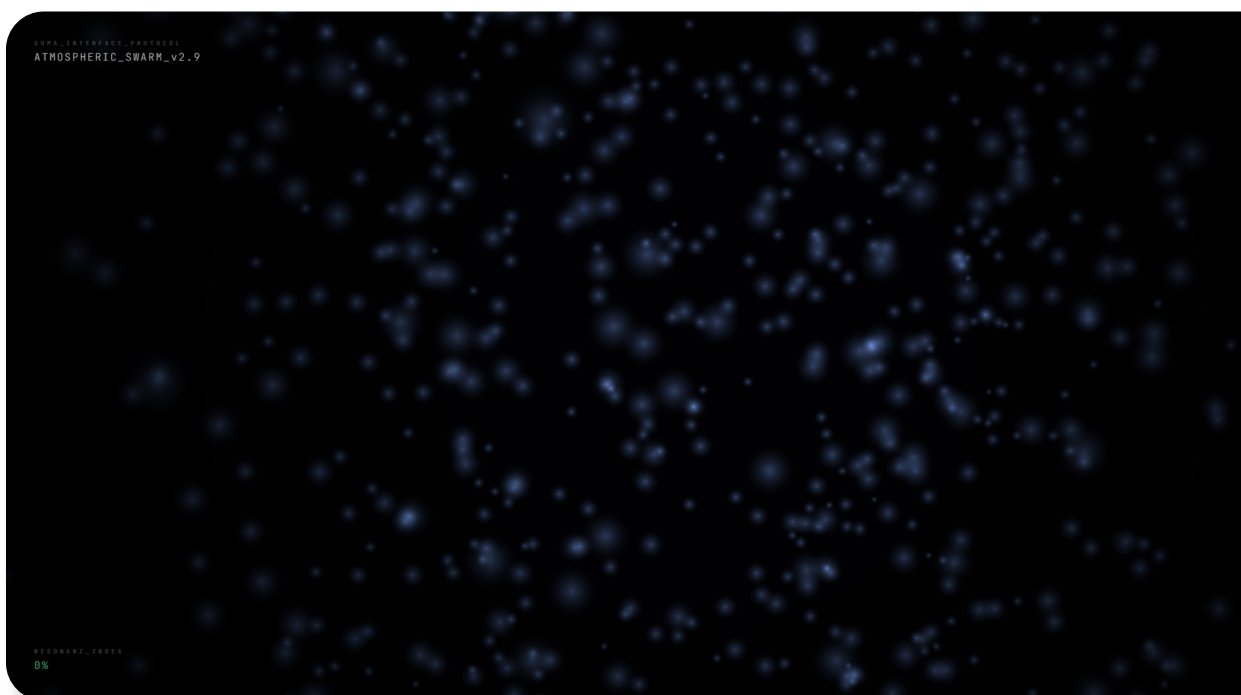
Anthropomorphismus beschreibt die universelle menschliche Tendenz, nicht-menschlichen Entitäten menschliche Eigenschaften oder Absichten zuzuschreiben. In der Isolation dient dieser Effekt laut Epley et al. (2007) primär der Befriedigung der „Sociality Motivation“: Wenn reale soziale Interaktion fehlt, sucht das Gehirn nach Mustern, die als „Gegenüber“ wahrgenommen werden können.





Die ersten Shader mit Partikel Schwarm.

Interaktion: Bewegung um die Punkte
des Schwarms einzufangen

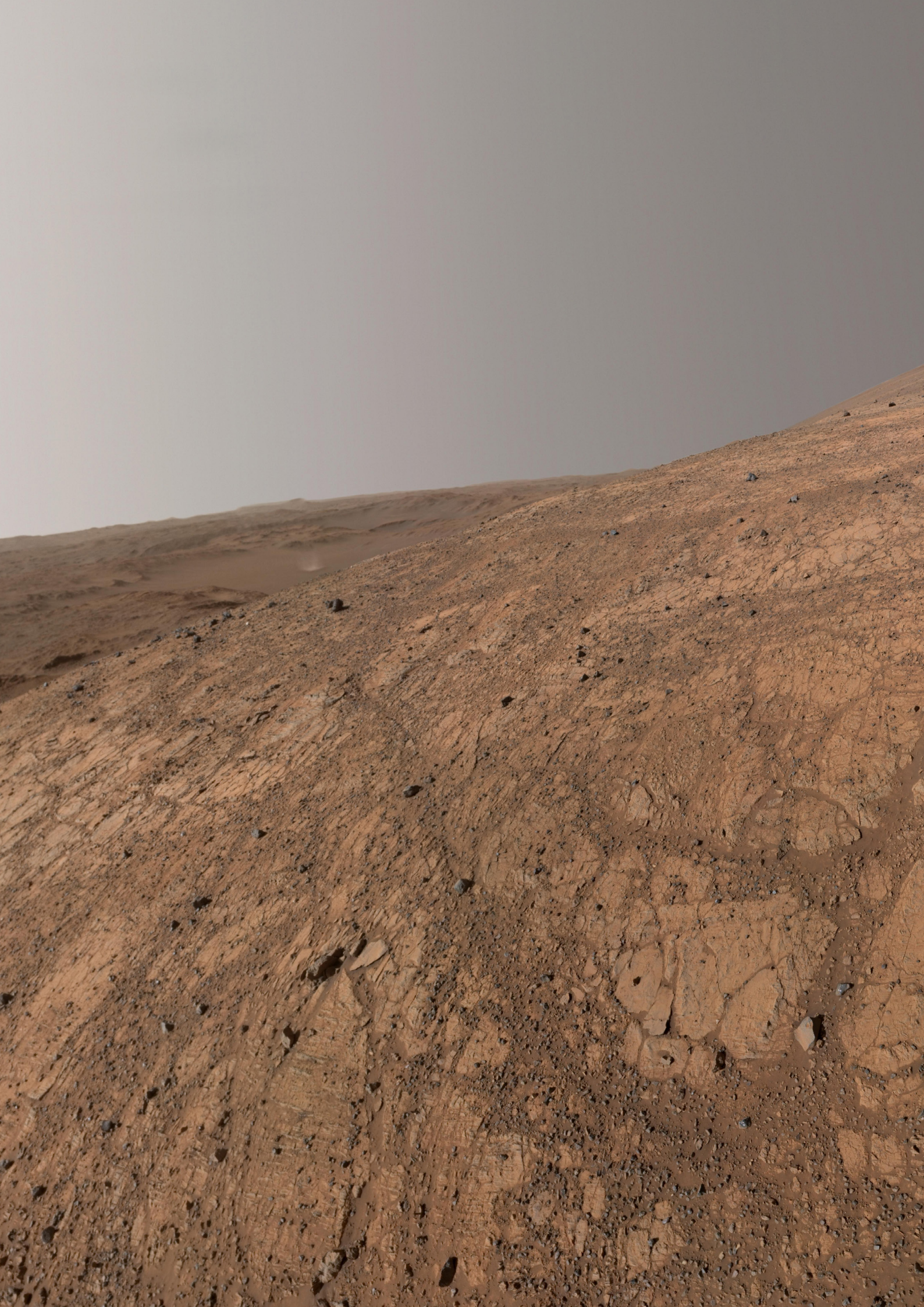


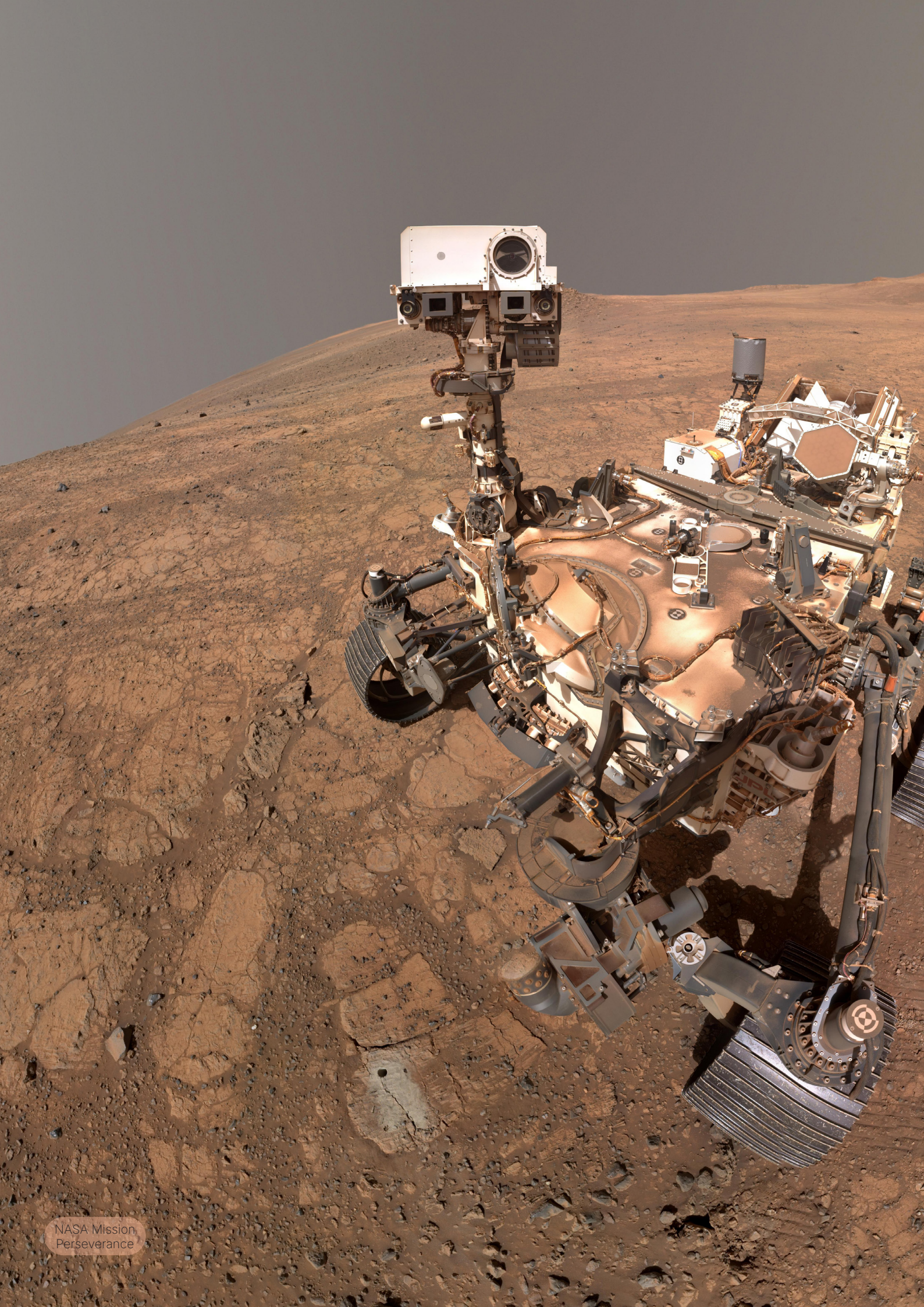


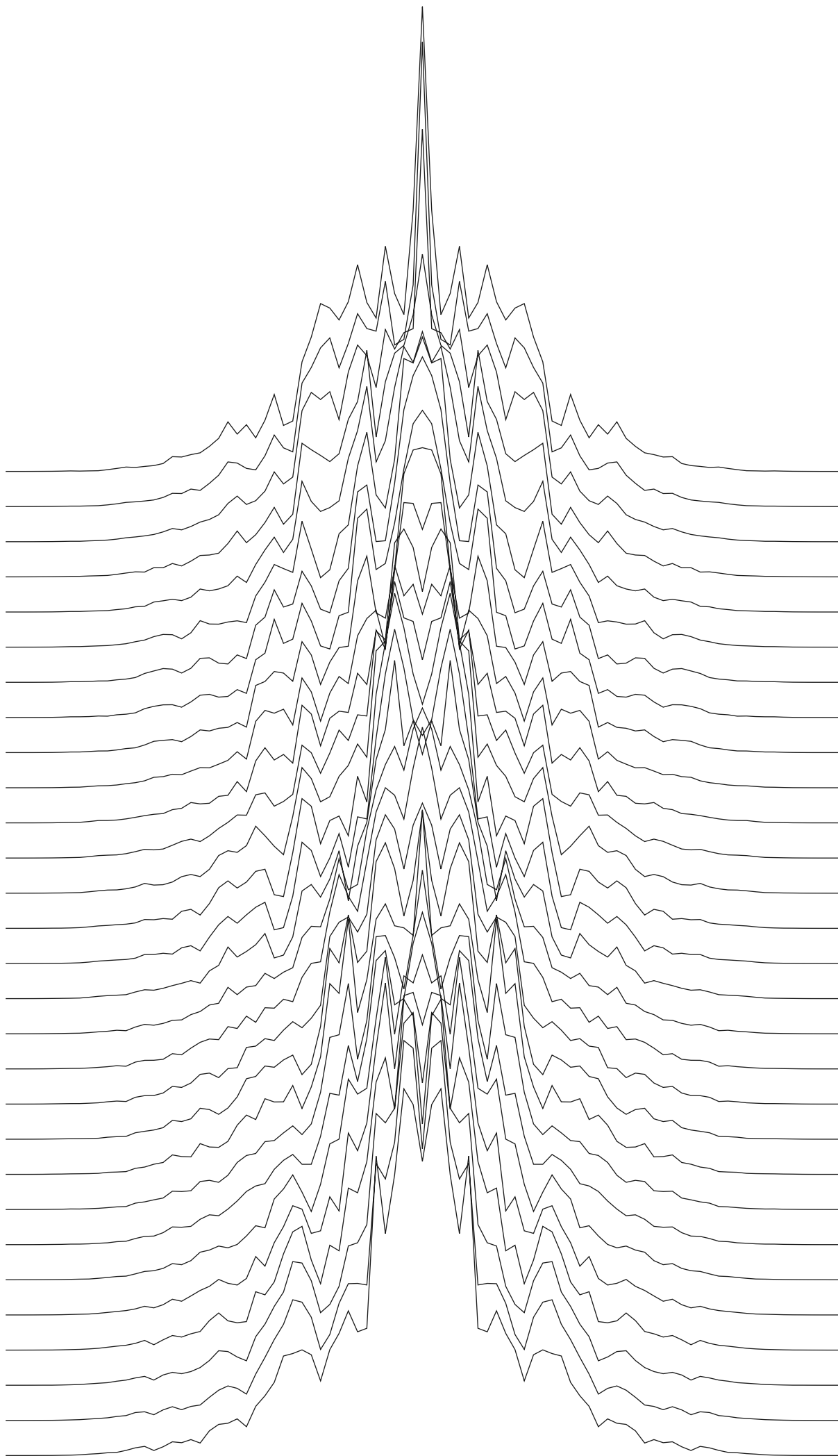
Artemis II
Lunar Flyby



Artemis II
Lunar Flyby







3. Theoretisches Fundament

Das theoretische Fundament von MENTAL ORBIT unterstützt den Paradigmenwechsel von einer rein informativen zu einer enaktiven Gestaltungsethik. Um die in Kapitel 2 dargelegten Belastungsfaktoren der Isolation anzugehen, bedarf es einer theoretischen Synthese, die über die klassische Mensch-Maschine-Interaktion hinausgeht. Dieses Kapitel verknüpft den Enaktivismus mit neurobiologischen Modellen der Selbstregulation sowie mit systemtheoretischen Überlegungen zur Agency. Dies bildet die methodische Grundlage für das Framework des Resonanz-Balancings.

Theorie als gestalterisches Material

Bevor die theoretischen Säulen dieser Arbeit dargelegt werden, bedarf es einer methodischen Klärung: Die herangezogenen Konzepte aus Phänomenologie, Enaktivismus und Neurobiologie werden hier nicht als naturwissenschaftliche Axiome behandelt. Vielmehr fungieren sie als gestalterische Denkfiguren und als operative Werkzeuge.

Die Integration des Enaktivismus (Varela et al.) oder neurobiologischer Ansätze (wie der Polyvagal-Theorie) erfolgt nicht mit dem Anspruch auf klinische Vollständigkeit, sondern aufgrund ihres Potenzials, neue Interaktionsqualitäten zu begründen. Theorie wird in MENTAL ORBIT als gestalterisches Material verstanden – vergleichbar mit Code oder der Materialität der Hardware. Sie dient dazu, den Erfahrungsraum des

Nutzers zu strukturieren und Konzepte wie die „Affordanz der Langsamkeit“ oder das „Kognitive Echo“ intellektuell zu legitimieren.

3.1 Enaktivismus: Erkenntnis als körpergebundener Vollzug

Den erkenntnistheoretischen Kern dieser Arbeit bildet der Enaktivismus (Varela, Thompson & Rosch, 1991). Im Gegensatz zum klassischen Kognitivismus, der den Geist als Apparat zur Verarbeitung interner Repräsentationen begreift, postuliert der Enaktivismus, dass Kognition ein Prozess des „Hervorbringens“ (Enaction) ist. Erkenntnis ist demnach untrennbar mit der Geschichte der körperlichen Handlung und der sensomotorischen Kopplung eines Wesens mit seiner Umwelt verbunden.

3.1.1 Die Überwindung der Repräsentations-Falle

In der aktuellen Interface-Gestaltung herrscht die Annahme, dass ein System den Zustand des Nutzers lediglich präzise spiegeln muss (Repräsentation), um eine Verhaltensänderung zu bewirken. Phänomenologisch führt dies jedoch oft zu einer Entkopplung: Der Astronaut betrachtet seinen Stresslevel als externes, von ihm getrenntes Objekt.

Hier stellt sich die entscheidende Frage: Warum genügt es dem menschlichen

Bewusstsein nicht, eine exakte grafische Darstellung des eigenen Stresses zu sehen, um es zu regulieren? Die Antwort liegt in der Differenz zwischen kognitivem Wissen und enaktivem Erleben. Ein Graph liefert Informationen über einen Zustand, verändert jedoch nicht die Struktur der Erfahrung. Erst die strukturelle Kopplung – der geschlossene Kreislauf zwischen Wahrnehmung und Bewegung – führt zu einer echten Transformation. MENTAL ORBIT bietet Stabilität nicht als fertiges Bild an, sondern definiert sie als Resultat, das erst durch den physischen Vollzug der stabilisierenden Geste entsteht.

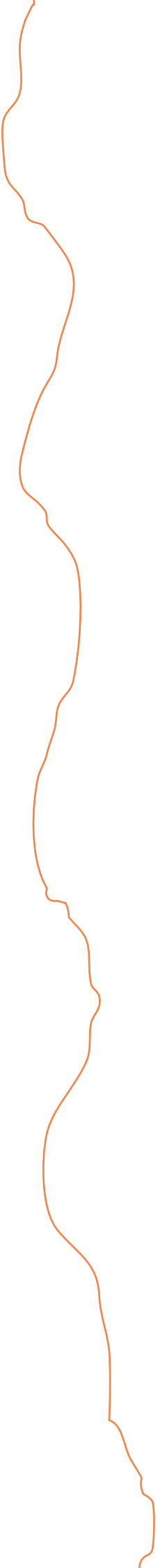
3.2 Agency und Empowerment: Vom Objekt zum Subjekt

Ein zentrales Motiv dieser Arbeit ist die Wiederherstellung der menschlichen Agency (Handlungsfähigkeit) unter den Bedingungen totaler technologischer Determination. In der Isolation droht der Astronaut, in den Zustand der „erlernten Hilflosigkeit“ (Seligman, 1975) zu geraten, wenn seine Handlungen keine spürbare Auswirkung mehr auf seine psychische oder physische Umwelt haben.

3.1.2 Embodied Interaction und phänomenologische Viskosität

Paul Dourish (2001) überträgt diese Perspektive auf das Interface-Design und betont die Bedeutung der leiblichen Involviertheit (Embodied Interaction). Für MENTAL ORBIT bedeutet dies, dass die digitale Schnittstelle nicht als flacher Informationsträger, sondern als viskoses Medium verstanden wird. Die Interaktion mit dem Partikel-Schwarm ist kein kognitiver Entschlüsselungsprozess, sondern eine intuitive Erfahrung von Widerstand und Resonanz.

In der Phänomenologie nach Maurice Merleau-Ponty beschreibt der „Doppelberührungs“-Effekt den Moment, in dem das Subjekt sich seiner selbst als physisches Wesen gewahr wird. NASA-Studien zur Feinmotorik zeigen, dass Astronauten in der Schwerelosigkeit dieses „Körper-Gefühl“ verlieren. MENTAL ORBIT nutzt das Interface als virtuelles Äquivalent dieser Doppelberührung: Durch den Widerstand im Balancing-Prozess wird die Schnittstelle zur propriozeptiven Erweiterung, die dem Gehirn die fehlende körperliche Rückmeldung substituiert.

A decorative orange wavy line runs vertically along the left side of the page.

NASA Evidence Report – Autonomous Behavioral Health

Der NASA Evidence Report (2025) fordert die Entwicklung von „spekulativen Behavioral-Health-Countermeasures“. Da die psychologische Unterstützung durch die Erde aufgrund der Latenz wegfällt, müssen Systeme entworfen werden, die das Subjekt zur autonomen Selbstwirksamkeit befähigen.

Im industriellen Design beschreibt Poka Yoke die totale Fehlervermeidung. Was im Notfall lebensrettend ist, führt in der Langzeit-Isolation laut Tony Fry zur „agentiellen Atrophie“: Der Mensch verlernt, wirksam zu sein. MENTAL ORBIT bricht dieses Paradoxon: Das System lässt Fehler (Chaos) zu und fordert eine mühsame Korrektur. Diese „produktive Reibung“ schützt die Handlungsautonomie des Astronauten vor dem Verfall.

3.2.1 Rekonstruktion der Selbstwirksamkeit

Das Gefühl von Agency entsteht nach Bandura (1977) primär dort, wo das Individuum eine direkte Korrelation zwischen seinem inneren Antrieb und einer äußeren Veränderung erlebt. Während klassische biometrische Monitore den Astronauten zum passiven Objekt der Analyse degradieren, transformiert MENTAL ORBIT ihn zum handelnden Subjekt. Das Interface wird zum Resonanzraum, in dem der Nutzer mit seiner Geste die visuelle Entropie bändigt.

Hier stellt sich die kritische Frage: Kann eine digitale Interaktion das tiefsitzende Gefühl der Ohnmacht in der physischen Isolation kompensieren? Die Antwort liefert das Konzept der Self-Efficacy (Bandura, 1977) im Kontext des Enaktivismus: Indem das System eine unmittelbare, körperlich spürbare Rückkopplung auf eine komplexe Herausforderung (das Balancing) bietet, baut es ein mentales Modell der Wirksamkeit auf. Diese Erfahrung der „Beherrschbarkeit des Chaos“ im virtuellen Raum dient als psychologischer Anker, der die Handlungsfähigkeit im realen Habitat stabilisiert und die in Kapitel 2 beschriebene Apathie durchbricht.

Exkurs: NASA Evidence Report – Autonomous Behavioral Health

Der NASA Evidence Report (2025) fordert für Mars-Missionen explizit die Entwicklung von „Speculative Behavioral Health Countermeasure“. Da die psychologische Unterstützung durch die Erde aufgrund der Latenz (Comm-Lag) wegfällt, müssen Systeme entworfen werden, die das Subjekt zur autonomen Selbstregulation befähigen. MENTAL ORBIT operationalisiert diese Forderung, indem es Agency nicht als bloßen Datenwert, sondern als trainierbare Ressource versteht.

3.2.2 Interface als Nahkörper-technologie

In Anlehnung an Kaerlein (2018) wird das Interface hierbei als Nahkörper-technologie definiert. Es fungiert als propriozeptive Erweiterung des Selbst. Wenn die physische Welt des Habitats aufgrund ihrer Sterilität weder Widerstände noch Bestätigung der eigenen Wirksamkeit mehr bietet, übernimmt die Technologie diese Funktion. Das Resonanz-Balancing ist somit ein Akt des agentiellen Empowerments: Der Nutzer „formt“ seinen eigenen mentalen Orbit und gewinnt dadurch die Autonomie über seinen inneren Zustand zurück.

3.3 Neurobiologie der Regulation: Inhibition und Interozeption

Die Wirksamkeit von MENTAL ORBIT basiert auf zwei neurobiologischen Säulen: der Stärkung der inhibitorischen Kontrolle (Hemmung von Impulsen) und der Schulung der interozeptiven Aufmerksamkeit (Wahrnehmung innerer Signale).

Habituation und die Notwendigkeit des Rauschens

Ein oft unterschätztes Risiko bei der Isolation ist die neuronale Habituation. Statische Gegenmaßnahmen verlieren laut NASA-Berichten ihre Wirkung, da das Gehirn lernt, wiederkehrende Reize zu ignorieren. Der Einsatz von Simplex Noise in der visuellen Generierung ist daher eine funktionale Notwendigkeit: Da sich die Form des Orbs nie exakt wiederholt, bleibt das System für das Nervensystem „neu“ und damit wirksam. Diese visuelle Tiefe stimuliert den präfrontalen Kortex und wirkt der im NASA Sleep/HFBP Evidence Book beschriebenen „Vigilanz-Degradation“ (Abnahme der Wachsamkeit) entgegen.

3.3.1 Die Affordanz der Langsamkeit als neurologischer Trigger

Dieses Design-Prinzip nutzt die Erkenntnis, dass motorische Entschleunigung eine hohe kognitive Last auf die Regionen der Impulskontrolle (präfrontaler Kortex) setzt. Indem das System schnelle Bewegungen mit visuellem Chaos bestraft und nur langsame mit Kohärenz belohnt, zwingt es das Gehirn, inhibitorische Bahnen zu aktivieren.

Dabei handelt es sich nicht um eine bloße Ablenkung (Distraktion), sondern um einen gezielten neurologischen Eingriff. Während Distraktion Stress nur temporär ausblendet, erfordert die motorische Hemmung eine aktive Rekrutierung exekutiver Ressourcen. Heatherton und Wagner (2011) belegen, dass diese bewusste exekutive Moderation die affektive Reaktivität der Amygdala physiologisch dämpft. Das Interface fungiert somit als externer Neuro-Modulator.

NASA Evidence Report – Autonomous Behavioral Health

Der NASA Evidence Report (2025) fordert die Entwicklung von „Autonomous Behavioral Health Countermeasures“. Da die psychologische Unterstützung durch die Erde aufgrund der Latenz wegfällt, müssen Systeme entworfen werden, die das Subjekt zur autonomen Selbstwirksamkeit befähigen.

Exkurs: Amygdala-Hijacking und kognitive Reserve

Daniel Goleman beschreibt mit dem „Amygdala-Hijacking“ einen Zustand, in dem das limbische System die Kontrolle übernimmt, bevor der präfrontale Kortex reagieren kann. In Isolation wird dieser Prozess durch chronischen Stress beschleunigt. Die „Affordanz der Langsamkeit“ fungiert als technischer Keil: Sie erzwingt eine Verzögerung der Reaktion, was dem exekutiven Gehirn die nötigen Millisekunden verschafft, um die Kontrolle zurückzugewinnen.

3.3.2 Training der Interozeption

Über die Hemmung hinaus fördert MENTAL ORBIT die Interozeption. Durch die visuelle Kopplung des 3D-Orbs an die motorische Ruhe lernt der Nutzer, subtile körperliche Stressanzeichen – wie den muskulären Mikrotremor – frühzeitig zu dekodieren. Der Partikel-Schwarm wird zum „visuellen Viszeralorgan“: Da jede neuronale Unruhe sofort in die Unruhe der Metapher übersetzt wird, lernt das Gehirn, die visuelle Instabilität mit dem eigenen Erregungsniveau zu assoziieren (Craig, 2009).

3.3.3 Polyvagal-Theorie und die Vagus-Resonanz

Stress in Isolation manifestiert sich oft als Fehlsteuerung des autonomen Nervensystems (Sympathikusdominanz). MENTAL ORBIT operationalisiert hier die Polyvagal-Theorie nach Stephen Porges: Die erzwungene Entschleunigung fungiert als exogener Stimulator des Vagusnervs. Durch die inhibitorische Kontrolle wird das Nervensystem zur

Rückkehr in den „Ventralen Vagus-Zustand“ (Social Engagement System) angestoßen – ein Zustand der Ruhe und Sicherheit. Das Interface transformiert sich so zu einer biologischen Hardware-Erweiterung, die die physiologische Spannung im Körper direkt durch die Qualität der Bewegung moduliert.

3.4 Kybernetik und Flow: Die Feedback-Schleife der Resonanz

Zum Abschluss des theoretischen Rahmens wird das System als bio-kybernetischer Regelkreis definiert, der den Nutzer in einen Zustand optimaler Erfahrung (Flow) überführt.

3.4.1 Der kybernetische Regelkreis des „kognitiven Echos“

Die Interaktion bildet einen geschlossenen autopoietischen Loop (Maturana & Varela, 1987):

1. Entropie-Spiegelung: Das System visualisiert die innere Unruhe als physikalisches Chaos.
2. Enaktiver Vollzug: Der Nutzer reagiert durch die langsame Geste des Balancierens.
3. Kognitives Echo: Das System antwortet bei Erreichen der Resonanz mit einer visuellen Überkompensation (Luminanz und Symmetrie). Diese temporäre Belohnung maximiert die Dopaminausschüttung und festigt die neuronale Überzeugung von Wirksamkeit (Self-Efficacy), bevor die Metapher wieder in den realen Zustand zurückkehrt.

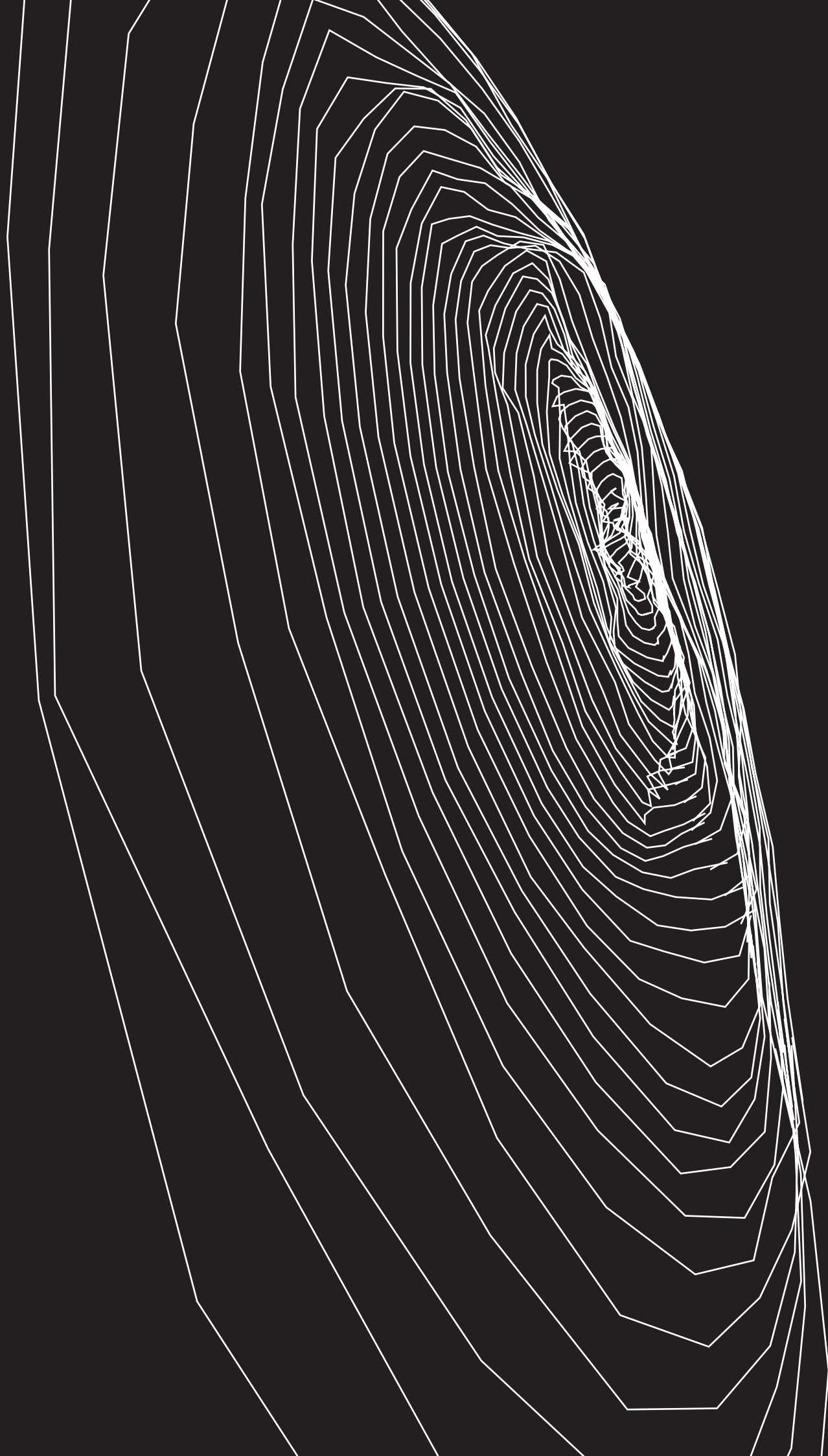
3.4.1 Resonanz-Balancing als Flow-Erfahrung

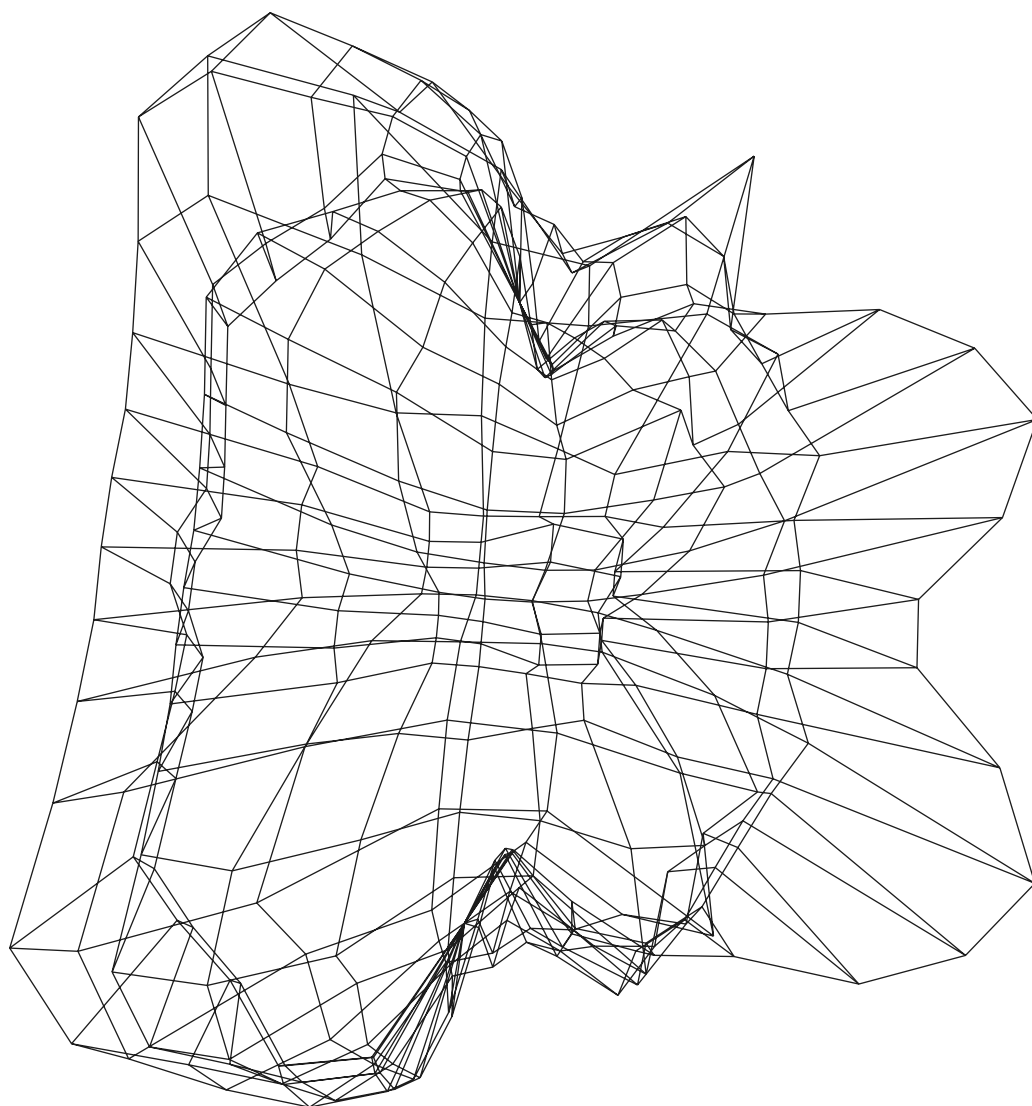
Nach Mihaly Csikszentmihalyi entsteht Flow, wenn die Schwierigkeit einer Aufgabe exakt den Fähigkeiten des Akteurs entspricht. MENTAL ORBIT erzeugt diesen Zustand künstlich, indem es die „Hürde der Langsamkeit“ an den Entropiegrad anpasst.

Abschließend muss jedoch gefragt werden:

Droht ein solches rituelles System nicht, selbst zur Monotonie beizutragen und damit die Isolation zu verschlimmern?

Die Antwort liegt in der Dynamik des Flow-Kanals: Da das System auf dem Echtzeit-Jitter des Nutzers basiert, ist jede Balancing-Sitzung ein Unikat. Es handelt sich nicht um eine repetitive Aufgabe (Task), sondern um einen kreativen Akt der Formgebung. Die Interaktion wird somit zu einer rituellen Tätigkeit, die weder unterfordert (was zur Apathie führt) noch überfordert (was Stress induziert), sondern das Subjekt in aktiver, meditativer Präsenz hält und so kognitiver Atrophie entgegenwirkt.





4. Analyse bestehender Systeme (State of the Art)

Um die gestalterische Notwendigkeit von MENTAL ORBIT zu verorten, bedarf es einer kritischen Dekonstruktion der gegenwärtigen astronautischen Interface-Gestaltung. Die Raumfahrt befindet sich in einem Paradigmenwechsel: der Transition von mechanisch-dedizierten Kontrollsystemen hin zu softwaredefinierten, multifunktionalen Oberflächen. Diese Entwicklung folgt primär der Logik operativer Optimierung, vernachlässigt dabei jedoch die im NASA Evidence Book dargelegten Risiken für die kognitive Performanz in ICE-Umgebungen.

4.1 Die Evolution astronautischer Interfaces: Vom Schalter zum Pixel

Die Geschichte der Mensch-Maschine-Interaktion im All ist ein Prozess der zunehmenden Abstraktion. Während die Apollo-Ära durch eine Hardware-Dominanz geprägt war – in der jede Funktion durch einen physischen Kippschalter haptisch beglaubigt und räumlich verortet wurde –, markiert die kommerzielle Raumfahrt heute den Triumph des „Glass Cockpits“.

Warum ist der Verlust physischer Schalter in der Isolation mehr als nur ein technisches Detail? Die Antwort liegt in der Propriozeption (Tiefensensibilität). In der Schwerelosigkeit verliert der Körper seine gravitative

Orientierung; physische Bedienelemente bieten hier einen haptischen Anker. Das moderne Glass Cockpit hingegen reduziert die Interaktion auf eine zweidimensionale, reibungslose Ebene. Dieser Verlust an Widerstand verstärkt laut Dourish (2001) die Entfremdung des Astronauten gegenüber seinem Werkzeug und damit gegenüber seiner eigenen Handlungsfähigkeit.

Automation Surprise: Das Paradoxon der Sicherheit

In der Luftfahrt bezeichnet Automation Surprise den Moment, in dem ein automatisiertes System eine Aktion ausführt, die der Mensch nicht mehr nachvollziehen kann. Dies führt oft zu Schockstarre und zum Verlust von Agency. MENTAL ORBIT minimiert dieses Risiko: Jeder stabile Zustand im System ist das direkte Resultat einer menschlichen Geste. Transparenz entsteht hier nicht durch Datenlesbarkeit, sondern durch Handlungserfolg.

4.2 Historische Fallstudien: Die Krise der Agency

Der Verlust der Selbstwirksamkeit ist kein hypothetisches Szenario, sondern ein strukturelles Risiko, das bereits zu Eskalationen geführt hat.

4.2.1 Skylab 4 (1973): Die Meuterei gegen die Effizienz

Die Mission Skylab 4 gilt als Paradebeispiel für den Kollaps der Agency. Die Crew sah sich einem Zeitplan gegenüber, der jede Minute festlegte. Astronaut Gerald Carr beschrieb das Gefühl, zum „ferngesteuerten Roboter“ zu werden. Die Konsequenz war die totale Verweigerung (Meuterei). MENTAL ORBIT greift diese Lehre auf, indem es Agency nicht als Restgröße, sondern als primäre, zu schützende Ressource konzipiert.

4.2.2 Veggie-Experiment: Das Scheitern algorithmischer Bevormundung

Das Pflanzenwachstumssystem auf der ISS drohte, aufgrund starrer automatisierter Parameter der Bodenstation zu scheitern. Astronaut Scott Kelly rettete das Experiment, indem er die Instruktionen ignorierte und manuell eingriff. Diese Contingency zeigt: algorithmische „Black Boxes“ können psychische oder biologische Krisen nicht antizipieren. Übermäßige Automatisierung schwächt die Situational Awareness (Endsley, 1995). Ein System, das den Menschen zum bloßen Beobachter degradiert, beraubt ihn der Fähigkeit zur schöpferischen Problemlösung.

4.2.3 NASA Orion und die Doktrin der kognitiven Entlastung

Das Design des Orion-Raumschiffs (NASA-STD-3001) setzt auf maximale kognitive Entlastung. Doch in der Langzeitisolation kann dies kontraproduktiv wirken: Während Entlastung im Notfall lebensnotwendig ist, führt sie im monotonen Alltag zur Unterforderung und zum Verlust der mentalen Wachsamkeit (Vigilanz). Das Gehirn benötigt einen gewissen Grad an produktiver Reibung, um nicht in eine kognitive Atrophie oder in die im Evidence Report beschriebene „neurokognitive Drift“ zu verfallen.

4.2.4 SpaceX Crew Dragon und die „Ästhetik der Glätte“

SpaceX hat eine Ästhetik der Consumer Electronics (iOS/Tesla) in die Raumfahrt eingeführt. Das Cockpit besteht primär aus großflächigen Touchscreens ohne physische Affordanzen. Warum ist dies ein Risiko? Je glatter und „perfekter“ ein System wirkt, desto höher ist die kognitive Distanz. Die totale Fehlervermeidung durch das Design (Poka Yoke) führt zur Entmündigung. Der Astronaut wird zum Passagier einer technologischen Vision. In der Isolation wirkt diese Reibungslosigkeit isolierend, da sie keine Resonanz bietet – es fehlt ein „Gegenüber“, an dem man sich abarbeiten kann.

4.3 Kritische Synthese: Das HSID-Risiko als gestalterische Leerstelle

Die Analyse offenbart eine signifikante Lücke im State of the Art, die MENTAL ORBIT als Forschungsfeld adressiert. Die NASA warnt in ihrem Evidence Book explizit vor dem Risiko von Leistungsverlusten infolge unzureichenden Human-System-Interface-Designs (HSID-Risiko).

Wie validiert diese NASA-eigene Definition die Notwendigkeit eines enaktiven Systems? Die NASA stellt fest, dass aktuelle Systeme häufig daran scheitern, die psychische Gesundheit (Behavioral Health) autonom zu unterstützen. MENTAL ORBIT schließt diese Lücke, indem es den Informationsfluss umkehrt: Es ist kein System, das lediglich Daten vom Raumschiff zum Menschen sendet, sondern ein Framework, das die Qualität der menschlichen Handlung – die motorische Ruhe – als primären stabilisierenden Faktor nutzt.

- Vom Monitoring zum Doing: MENTAL ORBIT ersetzt das passive Beobachten biometrischer Metriken durch den aktiven Handlungsvollzug des Resonanz-Balancings.
- Affordanz der Langsamkeit: Während die Industrie Interaktionsgeschwindigkeiten maximiert, nutzt dieses Framework bewusste Entschleunigung als Raum, um die inhibitorische Kontrolle zu stärken.
- Sensorische Resilienz: Gegen das visuelle Vakuum der Habitatmonotonie setzt der Entwurf eine generative Ästhetik. Dies ist laut der NASA-Roadmap essenziell, um der psychosozialen Atrophie entgegenzuwirken.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

Die bestehenden Systeme sind darauf optimiert, das Raumschiff zu steuern. MENTAL ORBIT ist darauf optimiert, den Menschen zu stabilisieren, der das Raumschiff steuert.

4.4 Historische Daten: Die endokrine Signatur der Isolation

Um die Notwendigkeit des Resonanz-Balancing-Frameworks wissenschaftlich zu fundieren, bedarf es eines Rückblicks auf die biomedizinischen Grundlagen der Raumfahrt. Die Analyse historischer NASA-Daten zeigt, dass die psychologische Krise der Isolation eine messbare biologische Spur hinterlässt. Dieses Kapitel dekonstruiert die Ergebnisse der Skylab-Missionen als Fundament für die in MENTAL ORBIT entwickelte parametrische Isomorphie (die strukturelle Gleichheit zwischen Stresswert und visueller Form).

4.4.1 Das Erbe von Skylab: Experimente M071 und M073

Die Skylab-Ära (1973–1974) markiert den Wendepunkt, an dem der Mensch nicht mehr nur als Pilot, sondern auch als Forschungssubjekt in Langzeitisolation betrachtet wurde. Die Berichte NASA BIOSPEX (NTRS 19790021613) dokumentieren zwei für diese Arbeit entscheidende Versuchsreihen:

- Experiment M073 (Bio-Assay of Body Fluids): Dieses Experiment zeigte einen signifikanten Anstieg der adrenokortikalen Aktivität. Die Konzentrationen von Cortisol und ACTH stiegen während des Fluges messbar an und verblieben auf einem hohen Plateau.
- Experiment M071 (Mineral Balance): Parallel zur hormonellen Stressreaktion wurde eine Destabilisierung des Stoffwechsels nachgewiesen, insbesondere ein massiver Verlust von Stickstoff und Kalzium (Atrophie-Effekte).

4.4.2 Die methodische Lücke: Diagnose ohne Intervention

Die historische Analyse offenbart ein fundamentales Defizit der damaligen Raumfahrtmedizin: Daten wurden zwar mit höchster Präzision erhoben, degradierten den Astronauten jedoch zum passiven Objekt.

1. Invasivität: Stress wurde mühsam mittels Urin- und Blutproben gemessen und retrospektiv auf der Erde analysiert.
2. Latenz der Selbsterkenntnis: Der Astronaut erhielt keine Echtzeit-Rückmeldung zu seinem hormonellen Status. Die „endokrine Drift“ wurde dokumentiert, blieb für das Subjekt jedoch unkontrolliert.

Hier stellt sich die gestalterische Kernfrage: Wie lässt sich die Erkenntnis über den Cortisol-Peak von 1973 in eine handlungsfähige Agency für den Astronauten der Gegenwart übersetzen?

4.4.3 Transfer: Vom biochemischen Wert zum motorischen Jitter

MENTAL ORBIT nutzt die Skylab-Evidenz als Referenz für das Design des Partikel-Schwarms. Die Arbeit folgt der Hypothese, dass sich hormoneller Stress unmittelbar in der Feinmotorik manifestiert.

Die Evolution der Messung – Vom Blutwert zur Geste

Während die NASA 1973 chemische Marker als Beweis für Stress nutzte, verwendet MENTAL ORBIT den neuromotorischen Jitter (Mikro-Tremor) als zeitgenössisches Äquivalent. Die Erhöhung der Cortisol-Werte wird im Shader-Code durch die Variable UCONDUCTIVITY (Vertex-Displacement/Noise-Amplitude) visualisiert. Die biologische Last wird so von einer abstrakten Zahl in eine viskose Form transformiert, die der Nutzer durch die Affordanz der Langsamkeit aktiv „glätten“ kann.

4.5 Der enaktive Wendepunkt

Die NASA-Dokumente belegen: Der Mensch im All befindet sich in einem dauerhaften Zustand biologischer Dysregulation. MENTAL ORBIT transformiert den Astronauten vom passiven Lieferanten biometrischer Daten zum aktiven Regulator seiner eigenen neurochemischen Homöostase. Das Resonanz-Balancing ist somit die evolutionäre Fortführung der astronautischen Biomedizin mithilfe des enaktiven Designs.

4.6 ESA-Analogforschung: Die „White Mars“-Evidenz

Während die NASA primär Daten aus dem orbitalen Flugbetrieb liefert, konzentriert sich die European Space Agency (ESA) massiv auf die Erforschung analoger Umgebungen. Die antarktische Forschungsstation Concordia („White Mars“) dient hierbei als wichtigstes Labor für Langzeit-isolation unter extremen physischen Bedingungen. Im Gegensatz zu ISS-Daten ermöglichen die ESA-Studien eine tiefere Analyse der psychosozialen Erosion, da die Probanden einer totalen sensorischen Monotonie ohne Fluchtmöglichkeit ausgesetzt sind.

4.7 Klinische Daten: Basis der Systemkalibrierung

Die europäische Analogforschung bildet die klinische Grundlage für die Wirkmechanismen von MENTAL ORBIT. Dieses Unterkapitel synthetisiert zentrale ESA-Untersuchungen und überführt deren Befunde in die gestalterische Praxis.

4.7.1 Psychologische Hibernation (GroupIndividualFunction_ANA)

Die Untersuchung dokumentiert bei Crews in Langzeitisolation einen Zustand des „mental Winterschlafs“. Dieser äußert sich in emotionaler Gleichgültigkeit und einem „flachen Affekt“. Zudem belegt die Studie das Third-Quarter-Phänomen: ein massives Motivationstief nach Erreichen der Missionsmitte.

- Design-Konsequenz: MENTAL ORBIT reagiert auf diese Erstarrung durch generativen Noise. Die unvorhersehbare Form dient als notwendiger Reiz für das Nervensystem, um die kognitive Trägheit rituell zu brechen und den „Visual Hunger“ (Hunger nach visueller Abwechslung) zu stillen.

4.7.2 Biologische Basis der Stimmung (Omega3_Psychology_ANA)

Die Studie zeigt die untrennbare Verbindung zwischen Körperchemie und psychischer Stabilität. Ein Absinken der biologischen Resilienzwerte führt direkt zu erhöhter Reizbarkeit und zu einem schleichenden

Stimmungstief (Mood Decay).

- Design-Konsequenz: Das Interface erkennt den Körper als Fundament. MENTAL ORBIT übersetzt den biologischen Status in die Farbsättigung: Sinkt die innere Widerstandskraft (simuliert durch NASA-Parameter), verblassen die Farben des Orbs. Dieses visuelle Feedback signalisiert dem Nutzer, dass seine Reserven erschöpft sind, bevor die emotionale Kontrolle erodiert.

4.7.3 HRV und autonomes Entrainment (CardiacHealth_BRIM)

Chronischer Isolationsstress reduziert die Herzratenvariabilität (HRV) massiv; der Körper verharrt in einem dauerhaften Alarmzustand. (Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature, 2017, pp. 58-67)

- Design-Konsequenz: Das System nutzt die motorische Entschleunigung als Brücke zur Beruhigung. Durch rhythmische Entrainment synchronisiert der Nutzer seine Geste mit dem pulsierenden Kern des Orbs. Diese gezielte Verlangsamung aktiviert den Vagusnerv und führt das Nervensystem aus dem Alarmzustand in einen stabilen Rhythmus zurück.

4.7.4 Immunologische Abwehr und Stress-Protektion (Immu-no2_ISS)

Klinische Daten belegen, dass chronischer Stress die Immunabwehr schwächt. (Peters et al., 1999, pp. 513-524) Selbstregulation wird hier zur überlebenswichtigen Schutzmaßnahme für die körperliche Integrität.

- Design-Konsequenz: MENTAL ORBIT fungiert als biologischer Schutzschild. Indem der Nutzer durch das Balancing seinen Stresspegel aktiv senkt, wird die Ausschüttung des immunsuppressiven Hormons Cortisol reduziert. Das Interface ist somit ein präventives Werkzeug zur Erhaltung der physischen Gesundheit.

4.7.5 Enaktive Achtsamkeit (Mindful_ICE_ANA)

Achtsamkeitsübungen in Isolation sind effektiv, scheitern jedoch häufig an der Erschöpfung der Probanden (fehlende Konzentrationskraft für „stille“ Meditation).

- Design-Konsequenz: MENTAL ORBIT löst dies durch „Achtsamkeit durch Tun“. Statt passiver Konzentration bietet das System eine physische Aufgabe: das Balancieren einer viskosen Form. Die mentale Anstrengung wird in eine greifbare Bewegung übersetzt, was die Regulation auch in Momenten tiefer Apathie zugänglich macht.

4.8 Synthese: Das Interface als neuro-somatischer Partner

Zusammenfassend überführt MENTAL ORBIT klinische Befunde in eine geschlossene gestalterische Wirkungskette. Das Interface fungiert als digitales Nährsubstrat, das das Nervensystem genau dort stimuliert, wo das Habitat zu reizarm geworden ist.

Der Orb ist kein bloßes Symbol, sondern ein ehrlicher Spiegel der inneren Verfassung. Wenn die metabolische Resilienz sinkt und die Herzrate ihre Variabilität verliert, spiegelt die Grafik dies durch Trübung und asynchrone Rhythmen wider. Der Astronaut wird aus der passiven Rolle des Patienten befreit: Er nutzt MENTAL ORBIT als biologisches Werkzeug, um durch die körperliche Geste der Langsamkeit seine neurochemische Homöostase aktiv zu gestalten.

4.9 Die klinische Brücke: Von der Diagnose zur Regulation

Um die wissenschaftliche Validität von MENTAL ORBIT zu sichern, wurde der gestalterische Prozess an eine Analyse klinischer Primärquellen gekoppelt. Die Transformation von einem rein informativen Interface zu einem enaktiven Regulationsinstrument basiert auf einer multiskalaren Evidenzkette, die von der mikrobiologischen Ebene bis zur systemtheoretischen Architektur reicht.

4.9.1 Die biologische Bedrohung: Mikrobiom und interne Aggression

Die Relevanz eines autonomen Regulationssystems wird durch mikrobiologische Studien der NASA (z. B. zur Virulenz von *Streptococcus mutans*) unterstrichen. Diese belegen, dass Mikrogravitation nicht nur den Menschen, sondern auch sein Mikrobiom beeinflusst: Bakterien zeigen im All beschleunigtes Wachstum und erhöhte Resistenzraten. Für MENTAL ORBIT bedeutet dies eine Verschärfung des Szenarios: Der Astronaut befindet sich in einer doppelt feindlichen Umgebung – einer psychologischen Isolation nach außen und einer biologischen Drift nach innen. Das Interface dient hierbei als Werkzeug zur Erhaltung der individuellen Homöostase gegenüber diesem allgegenwärtigen Stressdruck.

4.9.2 Das Erbe der Autonomie: NEEMO 13 und das SelfTest UI

Die historische Herleitung des Systems findet ihren Ankerpunkt in der NASA-Mission NEEMO 13 (2007). Hier wurde erstmals der Übergang von externer Überwachung zur astronautischen Autonomie mittels eines PVT Self-Test-User-Interfaces erprobt. MENTAL ORBIT ist die evolutionäre Weiterentwicklung dieses Ansatzes: Während das NEEMO-Protokoll den Astronauten in die Rolle des informierten Beobachters (Diagnose) versetzte, transformiert MENTAL ORBIT diesen Prozess in eine enaktive Handlung (Regulation). Der Regelkreis wird geschlossen, indem diagnostische Daten direkt als Steuerungsvariablen für das Resonanz-Balancing verwendet werden.

4.9.3 Die Hierarchie der Vulnerabilität (Basner et al., 2015)

Die mathematische Kalibrierung des Master-Shaders basiert auf den von Basner et al. ermittelten Effektstärken kognitiver Einbußen. Die Studie identifiziert die vigilante Aufmerksamkeit als die instabilste Domäne unter Stress ($D = 1,00$). Dieser Befund rechtfertigt die Priorisierung der motorischen Inhibition im Rahmen dieses Frameworks. Da die Wachsamkeit am stärksten erodiert, zwingt das Interface den Nutzer durch die „Affordanz der Langsamkeit“ zur Rekrutierung genau jener präfrontalen Kontrollinstanzen, die klinisch am stärksten gefährdet sind. Gleichzeitig verhindert die generative Komplexität den Ceiling-Effekt (Habituation), der repetitive Testverfahren unwirksam macht.

4.9.4 Das systemische Framework (Balkin et al., 2011)

Die Architektur von MENTAL ORBIT folgt dem Idealmodell eines Fatigue-Management-Systems nach Balkin et al. (2011) durch die Triade:

- Predict: Antizipation der kognitiven Drift durch Modellierung der Missionsdauer.
- Measure: Echtzeit-Erfassung des neuromotorischen Jitters als objektive Fitness-for-Duty-Messung.
- Intervene: Aktive Stabilisierung der Agency durch enaktives Feedback.

4.9.5 Operative Integration: NEEMO 14 und die Feinmotorik

Die Mission NEEMO 14 (2011) belegt, dass der Missionserfolg maßgeblich von feinmotorischer Geschicklichkeit (Dexterity) abhängt. MENTAL ORBIT fungiert hier als „innere operative Ebene“, die sicherstellt, dass die motorische Basis für komplexe Explorationsaufgaben jederzeit stabilisiert werden kann.

4.9.6 In-Flight-Kalibrierung: Die RST-Studie und die 1-Jahres-Mission

Daten der ISS Reaction Self Test (RST)-Studie (2009–2013) belegen die Sensitivität des PVT-Tests gegenüber der Missionsdauer und der Arbeitsintensität. Besonders kritisch: Die Zunahme kognitiver Aussetzer (Lapses) im zweiten Halbjahr von Langzeitmissionen. (Dinges et al., 2009.) MENTAL ORBIT positioniert sich hier als nicht-pharmakologische Alternative. Es ersetzt die riskanten Nachwirkungen von Schlafmedikamenten (Carry-over effects) durch ein rituelles, autonomes Training der exekutiven Leistung.

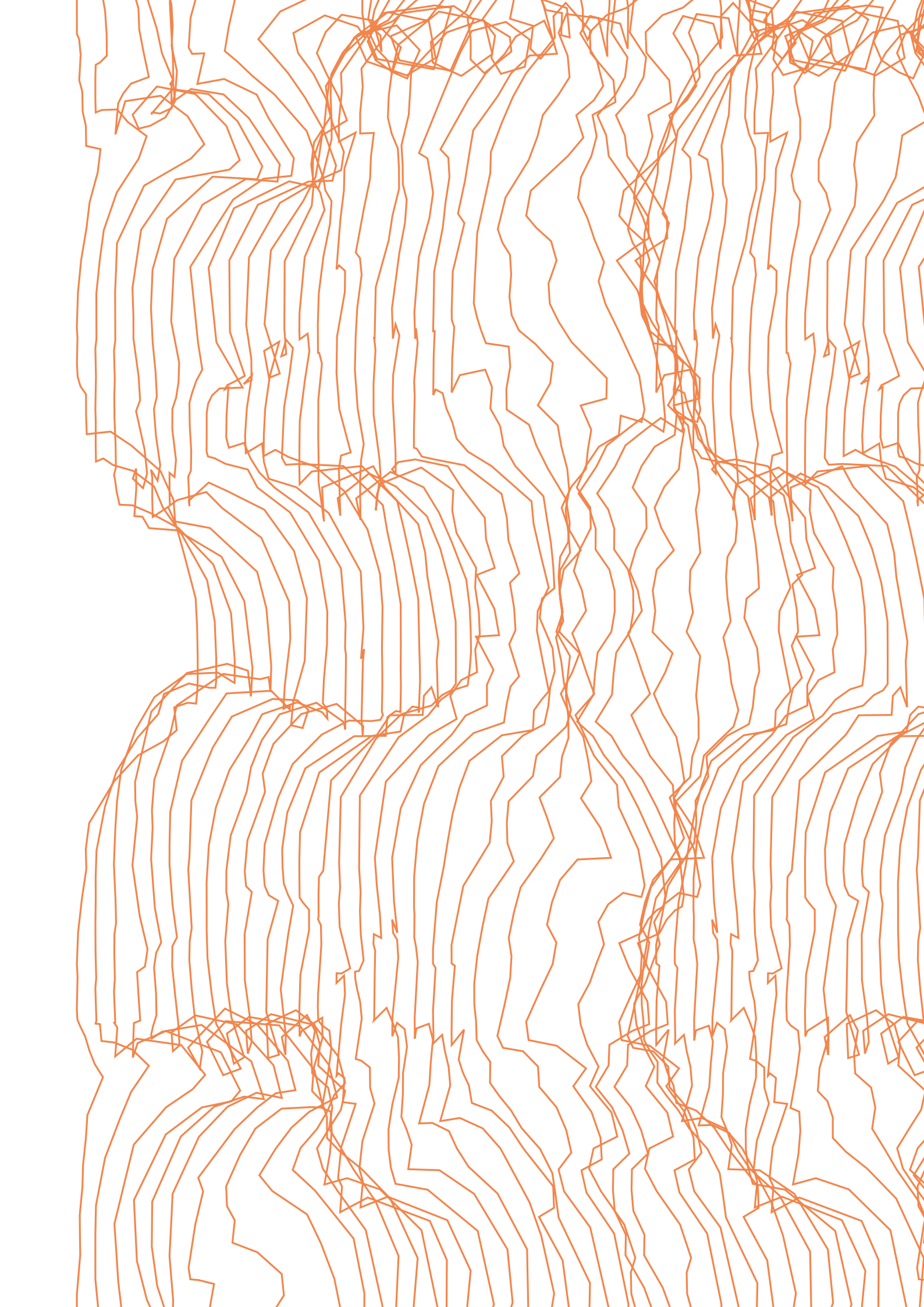
4.10 Fazit: Etablierung des Neuro-Modulators

Durch die Synthese dieser Forschungsfelder positioniert sich MENTAL ORBIT als dateninformiertes Designartefakt. Es transformiert klinische Kennzahlen in eine erfahrbare physikalische Viskosität.

Das Ziel ist die Etablierung des Interfaces als autonomer Neuro-Modulator. MENTAL ORBIT schließt die Lücke zwischen klinischem Bedarf und realer Erschöpfung im Missionsalltag. Es verwandelt die mentale Last der Selbstregulation in einen intuitiven, physischen Akt des Balancierens – eine technologische Antwort auf die existenziellen Herausforderungen der interplanetaren Isolation.

TYVEK
SCHWARZ

TYVEK
SCHWARZ



5. Synthese: Definition des gestalterischen Handlungsfeldes

Mit dem Abschluss der Analyse bestehender Systeme und der klinischen Datenforschung (Kapitel 2 bis 4) endet die Phase „Discover & Define“. Dieses Kapitel bildet die Brücke zur gestalterischen Realisierung. Es definiert die Anforderungen (Requirements), die MENTAL ORBIT als enaktives System erfüllen muss.

5.1 Erkenntnis-Cluster: Die Pathologien der Isolation

Aus der Untersuchung lassen sich drei zentrale Defizite isolieren, für die konventionelle astronautische Interfaces keine Lösungen bieten:

- Sensorische Deprivation (Visual Hunger): Die künstliche Monotonie des Habitats führt zur kognitiven Hibernation. Statische Dashboards verschärfen diesen Effekt durch neuronale Habituation.
- Relationales Vakuum (Social Withdrawal): Der Wegfall synchroner Rückkopplung (Communication Lag) beraubt das Subjekt seiner sozialen Co-Regulation.
- Agentielle Atrophie (Loss of Agency): Die totale Automatisierung und die „Doktrin der Glätte“ degradieren den Menschen zum passiven Beobachter seiner Datenlast.

5.2 Design-Anforderungen (Requirements)

Basierend auf diesen Erkenntnissen werden für die Realisierungsphase folgende funktionale Anforderungen an MENTAL ORBIT gesetzt:

- R1: Parametrische Isomorphie. Das System muss eine strukturelle Gleichheit zwischen dem biologischen Status (z. B. neuromotorischem Jitter) und der visuellen Form herstellen.
- R2: Affordanz der Langsamkeit. Das Interface muss bewussten Widerstand leisten. Regulation darf kein automatisierter Prozess sein, sondern muss durch eine inhibitorische Geste aktiv „erhandelt“ werden.
- R3: Generative Variabilität. Um Habituation zu vermeiden, muss die ästhetische Erscheinung prozessual und unvorhersehbar bleiben.
- R4: Liminale Rahmung. Das Interface muss physisch und digital als „Zwischenraum“ (Boundary Space) markiert werden, um den rituellen Übergang vom operativen Handeln zur Selbstreflexion zu ermöglichen.

5.3 Die Hypothese des Resonanz-Möglichkeitenraumes

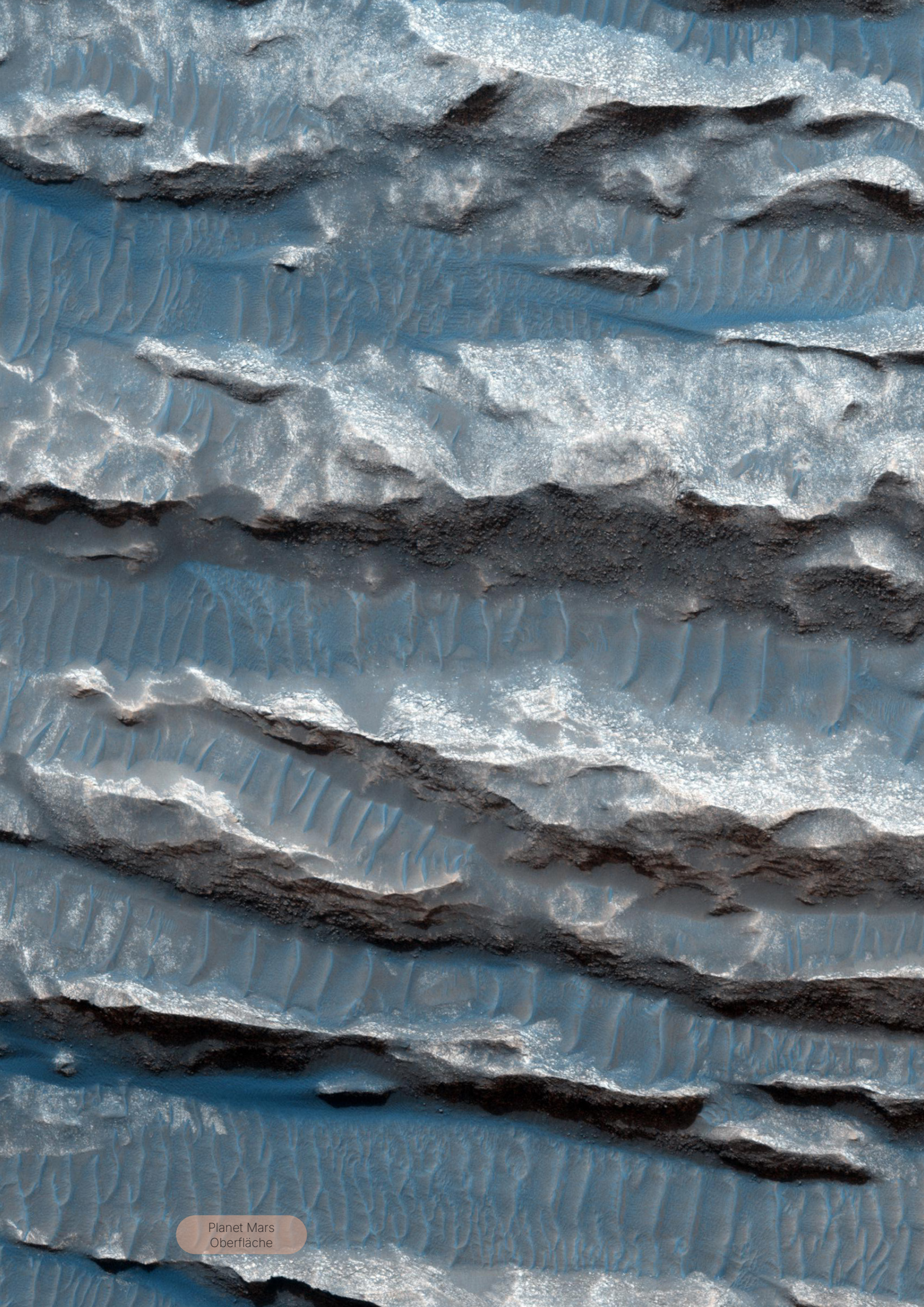
Die Synthese der Analysephase lässt sich in einer zentralen gestalterischen Hypothese zusammenfassen:

Wenn psychische Instabilität in der Isolation als Verlust von leiblicher und kognitiver Resonanz begriffen wird, gelingt die Wiederherstellung der Agency nur durch ein System, das den Nutzer zur aktiven motorischen Beruhigung zwingt und diesen Erfolg durch ein kognitives Echo unmittelbar beglaubigt.

5.4 Fazit: Der Übergang zum Entwurf

Das Problemfeld ist damit präzise eingegrenzt: MENTAL ORBIT sucht nicht nach einer neuen Form der Datenvisualisierung, sondern nach einer technosomatischen Interaktionslogik. Der Fokus verschiebt sich von der Frage „Was sieht der Astronaut?“ hin zu der Frage:

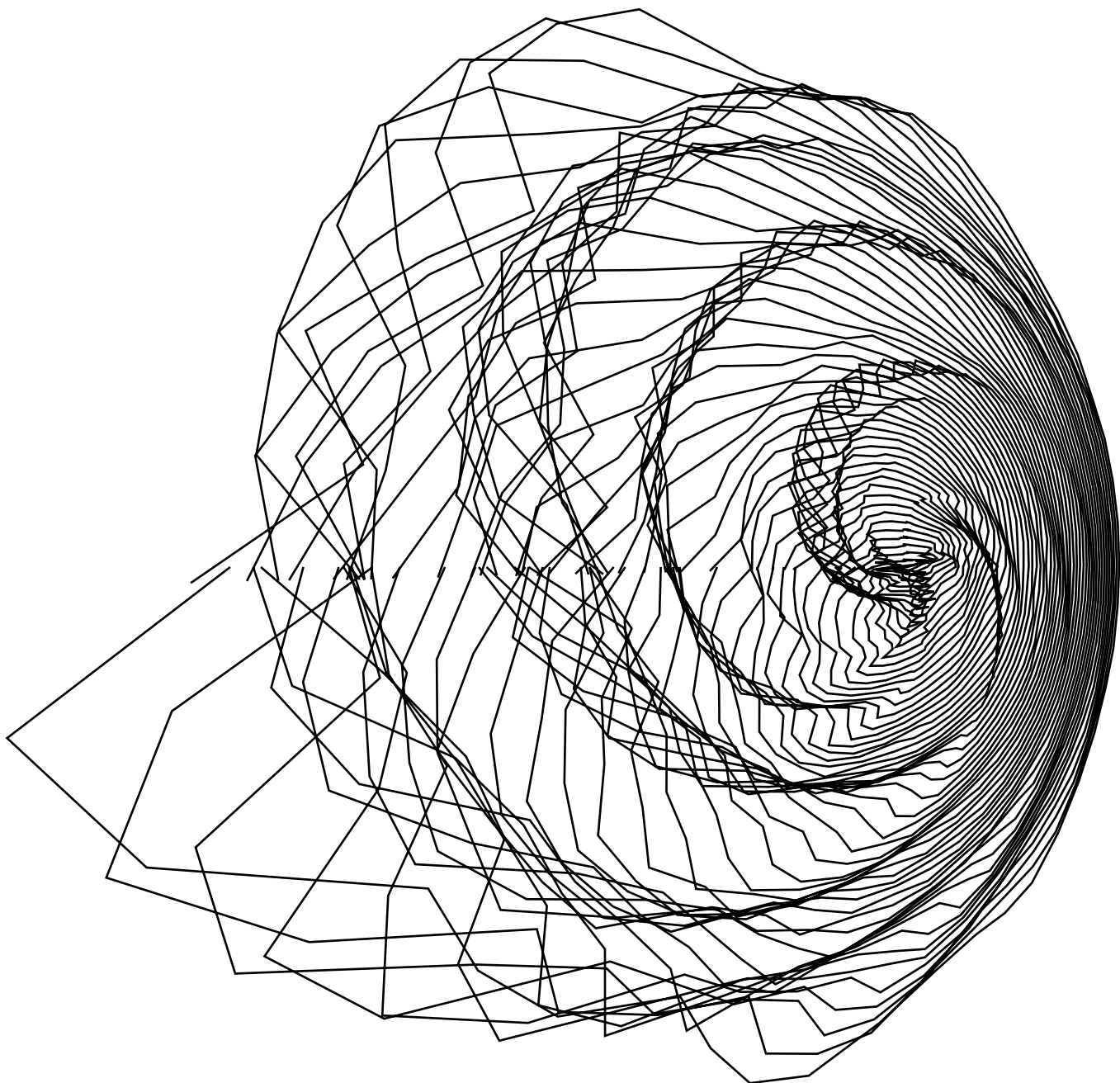
„Wie konstituiert sich der Astronaut durch die Qualität seiner eigenen Bewegung neu?“



Planet Mars
Oberfläche



Planet Mars
Oberfläche



6. Methodik: Research through Design (RtD)

Die methodische Herangehensweise dieser Arbeit folgt dem Paradigma des Research-through-Design (RtD). Der Entwurfsprozess wird hier nicht als nachgelagerte Anwendung theoretischer Erkenntnisse begriffen, sondern als primäres Instrument der Wissensgenerierung selbst (Zimmerman et al., 2007). Das Artefakt MENTAL ORBIT fungiert als physische Hypothese, deren Konstruktion neue Einsichten in die Wirksamkeit enaktiver Schnittstellen in Extremszenarien ermöglicht.

6.1 Desk-Research und Quellenexegese: Die empirische Basis

Die gestalterische Exploration basiert auf einer hermeneutischen Analyse und einer umfassenden Sekundärdatenrecherche. Dieser Prozess bildet das wissenschaftliche Rückgrat des spekulativen Szenarios und gewährleistet die Anschlussfähigkeit des Entwurfs an den aktuellen raumfahrtpsychologischen Diskurs.

6.1.1 Exploration der NASA-Archive und Evidence Reports

Die Herleitung der Parameter-Logik basiert auf der Analyse der NASA Human Research Program (HRP) Evidence Books sowie der Auswertung quantitativer Daten aus dem NASA Life Sciences Data Archive (LSDA). Durch diese systematische Quellenexegese wurden spezifische physiologische Stressoren – wie neuromotorischer Tremor oder kognitiver Vigilanz-Drift – identifiziert und als gestalterische Zielgrößen definiert.

Die Notwendigkeit dieser intensiven Vorarbeit ergibt sich aus dem Anspruch eines wissenschaftlich fundierten Designs: Da das Ziel-Szenario der Mars-Isolation einer unmittelbaren Feldstudie physisch unzugänglich ist, dient RtD als Brückentechnologie. Die Archivarbeit bildet das notwendige empirische Grounding und transformiert den Entwurfsprozess von willkürlicher Spekulation zu einer begründeten technologischen Antwort auf dokumentierte Risiken (BMed/HSID).

Parametrische Isomorphie: Daten als Wirkstruktur

Wie lassen sich NASA-Daten in eine Partikelmetapher übersetzen, ohne die wissenschaftliche Validität zu verlieren?

Die Antwort liegt im Prinzip der parametrischen Isomorphie. MENTAL ORBIT versucht nicht, Daten lediglich abzubilden, sondern deren Wirkstruktur zu imitieren. Wenn NASA-Daten eine Zunahme neuromotorischen Jitters belegen, wird dieser Jitter im Code zum direkten Störfaktor für die visuelle Kohäsion. Die Metapher wird so zum funktionalen Äquivalent des biologischen Zustands.

6.2 Der Designprozess als Erkenntnisinstrument

In Anlehnung an Richard Buchanan (1992) wird die psychologische Gesundheit während einer Marsmission als ein Wicked Problem definiert – eine komplexe Herausforderung ohne eindeutige, lineare Lösung.

Warum ist die Programmierung von Shaders in dieser Arbeit ein erkenntnistheoretischer Prozess?

Sensomotorisches Wissen lässt sich nicht rein theoretisch herleiten; es muss im Sinne des Enaktivismus „erhandelt“ werden. Jeder Prototyp war ein Experiment am eigenen Nervensystem. Erst durch das Justieren von Widerständen und Latenzzeiten im Code konnte bestimmt werden, ab welchem Punkt eine Interaktion von einer Belastung zur Regulation (Resonanz) wird.

Code als epistemische Sonde.

Das Programmieren der Shader-Logik (GLSL) fungiert als epistemische Sonde. Jede Änderung eines physikalischen Parameters (wie Viskosität oder Trägheit) ist eine wissenschaftliche „Was-wäre-wenn“-Frage an die menschliche Psychophysik:

Wie viel Widerstand benötigt das Gehirn, um wieder exekutive Präsenz zu erlangen?

6.3 Speculative Design & Futures Thinking: Der Mars als methodisches Labor

Die Entscheidung, eine bemannte Mars-Mission als Rahmen zu wählen, ist kein Akt des Eskapismus, sondern folgt der methodischen Notwendigkeit des Speculative Designs (Dunne & Raby, 2013). Gestaltung wird hier nicht als Problemlösung für den Status quo verstanden, sondern als Medium, um alternative Zukünfte zu explorieren und die ontologischen Grundlagen gegenwärtiger Technologie zu dekonstruieren.

6.3.1 Das Interface als kulturelle Sonde

MENTAL ORBIT nutzt das Mars-Szenario als Conceptual Space, um die Grenzen der gegenwärtigen Interface-Ethik auszuloten. Die radikale Isolation fungiert als methodisches Brennglas: Defizite unserer täglichen Interaktionskultur – namentlich die „Doktrin der Glätte“ (Seamlessness) – werden hier in ihrer ganzen existenziellen Bedrohlichkeit sichtbar. Das System fragt nicht nach Effizienz, sondern danach, wie Technologie die psychische Integrität schützen kann, wenn alle irdischen Stützen wegfallen.

Die Funktion der Fiktion

Der Mars ist keine Utopie, sondern eine wahrscheinliche Zukunft (Probable Future) nach Voros (2003). Indem wir für diesen Extrempunkt im Zeitstrahl gestalten, ziehen wir Rückschlüsse auf eine wünschenswerte Zukunft (Preferable Future) der Mensch-Maschine-Beziehung auf der Erde.

6.3.2 Zukunft gestalten: Vom „Weak Signal“ zur radikalen Konsequenz

In Ergänzung zum spekulativen Ansatz nutzt die Arbeit Werkzeuge des Futures Thinking (Groß & Mandir, 2023), um Szenarien als Erkenntnis-Beschleuniger einzusetzen:

- **Signal-Analyse:** Die Arbeit identifiziert Weak Signals der Gegenwart: digitale Erschöpfung, Agency-Verlust durch KI-Automatisierung und die Erosion analoger Resonanzräume. Im Szenario „Mars 2040“ werden diese zu Strong Signals: Agency wird zur

reinen Überlebensnotwendigkeit.

- **World Building als Constraint-Maschine:** Die physikalischen Constraints (Comm-Lag, Habitat-Monotonie, RIDGE-Stressoren) zwingen das Design zur Radikalität. Die „Affordanz der Langsamkeit“ wird in einer Welt totaler Effizienz zum logischen Korrektiv.

6.3.3 Der Provotype: Design als Widerstand

MENTAL ORBIT wird methodisch als Provotype definiert – eine Provokation im Gewand eines Prototyps. Er hinterfragt die Annahme, dass Nahtlosigkeit in Krisenzeiten hilfreich sei. In Anlehnung an Tony Fry (2009) nutzt das System bewusst Seamlful Design (mit Nahtstellen und Widerständen), um menschliches Verhalten zu lenken. Es ist ein Entwurf für eine „Resilient Agency“, die die menschliche Souveränität innerhalb der technologischen Hülle sichert.

6.3.4 Exploration der Grenzwerte: Resonance Tuning

Das Programmieren von Shadern (GLSL) war ein experimenteller Forschungsprozess. Im Rahmen des Resonance-Tunings wurde der Code als Labor genutzt, um Schwellenwerte zwischen kognitiver Überlastung und Flow zu bestimmen. Jede Änderung einer Variable – etwa der Viskosität des Feldes – war eine phänomenologische Fragestellung: Ab welchem Punkt wird der technische Widerstand als regulatorisch empfunden? Diese Erkenntnisse mussten im Sinne des Enaktivismus physisch „erhandelt“ werden.

6.3.5 Algorithmische Phänomenologie

Durch Raymarching (Signed Distance Fields) wird die Mathematik zum Naturgesetz der digitalen Welt. Der Code definiert keine festen Objekte, sondern einen Raum der Möglichkeiten. Dies markiert den Übergang von der bloßen „Illustration von Stress“ zur Konstruktion einer Stress-Physik. Der Astronaut interagiert mit einer logischen Konsistenz, die seine motorische Unruhe isomorph widerspiegelt.

6.3.6 Synthese: Mars als Spiegel der Erde

Die Marsexpedition ist das Vehikel, um eine neue Form der UI-Ethik zu formulieren. MENTAL ORBIT ist die Antwort auf die Frage, wie ein Subjekt handlungsfähig bleibt, wenn die Welt um ihn herum perfekt funktioniert, aber sein innerer Orbit zu kollabieren droht. Die gewonnenen Erkenntnisse über inhibitorische Kontrolle und Resonanz-Balancing lassen sich unmittelbar auf hochstressige, isolierte Arbeitswelten der Gegenwart (z. B. Intensivmedizin, Krisenintervention) zurückspiegeln.

6.4 Die iterative Prototyping-Strategie: Vom Pixel zum Shader

Die technische Genese von MENTAL ORBIT folgt keiner linearen Entwurfslogik, sondern versteht sich als Serie experimenteller Sonden:

- Phase 1: Sensomotorische Kopplung (p5.js): Untersuchung der räumlichen Beziehung zwischen Hand und Objekt. Erkenntnis: Reine visuelle Verfolgung reicht nicht aus; das System benötigt einen spürbaren Widerstand, um Präsenz zu erzeugen.
- Phase 2: Qualitative Geste (Velocity Tracking): Implementierung der inhibitorischen Hürde. Hier wurde die mathematische Grenze definiert, an der die motorische Geschwindigkeit in visuelles Chaos umschlägt.
- Phase 3: Systemkybernetik (Three.js/GLSL): Übergang in den 3D-Raum. Die Geometrie-Deformation (Vertex Displacement) visualisiert die psychische Entropie erstmals als topologisches Problem.

Vom „User-Centered“ zum „Agency-Centered“ Design

Ein wesentliches methodisches Ergebnis der Prototyping-Phase war die Abkehr vom klassischen User-Centered Design (UCD). Während UCD darauf abzielt, alle Hürden für den Nutzer zu beseitigen, setzt MENTAL ORBIT auf produktive Reibung. Die Methodik verschiebt sich hin zum Agency-Centered Design: Das Artefakt dient nicht der Bequemlichkeit, sondern der Wiederherstellung der Handlungsautonomie durch bewusste körperliche Anstrengung.

Objektivierung gestalterischer Entscheidungen

Wie wird im RtD sichergestellt, dass die Wahl des „viskosen Schwarms“ nicht rein subjektiv erfolgt? Die Kalibrierung erfolgt anhand der Konsistenz der Wirkungskette. Die Entscheidung für den Schwarm ist die logische Konsequenz aus den Anforderungen an Vague Interaction und Inhibitory Control. Die Wahl gilt dann als „objektives Designwissen“, wenn sie die theoretischen Anforderungen nachweislich präziser erfüllt als alternative Modelle (z. B. starre geometrische Gitter).

6.5 Methodische Reflexion und qualitative Erprobung (Stichprobe)

Die Evaluation eines Research-through-Design-Ansatzes (RtD) in einem unzugänglichen Extremszenario wie der Mars-Isolation steht vor einem methodischen Dilemma. Eine quantitative, klinische Längsschnittstudie über 500 Tage unter realen ICE-Bedingungen ist im Rahmen dieser Arbeit physisch unmöglich. Um dennoch den zentralen gestalterischen Wirkungsanspruch des Systems – die Stärkung der psychischen Agency durch inhibitorische Kontrolle – jenseits der autoethnografischen Perspektive der Gestalterin (n=1) zu überprüfen, wurde eine qualitative Mikro-Evaluation durchgeführt.

6.5.1 Versuchsaufbau und Methodik

Das Master Gateway (v40.0) wurde einer kontrollierten Stichprobe von n=4 Probanden (3 Designer/innen, 1 Psychologin) im Rahmen einer geführten 15-minütigen Interaktionssession ausgesetzt. Um die raumzeitliche Deprivation und den Stress-Peak zu simulieren, interagierten die Testpersonen im Inverse-Resonance-Mode unter simulierten akustischen Störreizen.

6.5.3 Methodische Limitationen

Es muss explizit festgehalten werden, dass diese qualitative Stichprobe (n=4) keine klinische Doppelblindstudie ersetzt und keine medizinischen Wirksamkeitsnachweise erbringt. Sie validiert jedoch die gestalterische Mechanik: Sie belegt, dass die Affordanz der Langsamkeit und das Seamful Design reproduzierbar dazu in der Lage sind, menschliches Verhalten umzulenken, inhibitorische Prozesse zu triggern und ein subjektives Gefühl von Agency zu rekrutieren. Das System verlässt damit den Raum der reinen visuellen Spekulation und beweist seine funktionale Stringenz als dateninformierter Provotype.

6.6 Angewandte Design-Metaphorik: Partikel, Raum und Körper

Auf der Grundlage der gestalterischen Kritik wird die visuelle Darstellung nicht als dekoratives Element, sondern als funktionales Äquivalent des psychischen Zustands präzisiert. Hierbei wurden zwei distinkte Modelle gegeneinander abgewogen:

6.6.1 Das flache Kaleidoskop vs. Der Raum

- Das flache Kaleidoskop (symbolische Ordnung): Diese Darstellung (V13) eignet sich zur Visualisierung kognitiver Strukturen. Die Symmetrie wirkt beruhigend, suggeriert jedoch eine „Heilbarkeit“, die der Komplexität der Isolation nicht gerecht wird.
- Der Raum (phänomenologische Tiefe): Die Entscheidung für den hyperdimensionalen Partikel-Schwarm (V15) begründet sich durch das NASA-Risiko des Confinement (Beengung). Nur die räumliche Tiefe ermöglicht eine virtuelle „Flucht“ aus der physischen Enge des Habitats. Die Partikel fungieren als „Atome des Geistes“, deren Ballung oder Streuung die Integrität des Selbst symbolisiert.

6.7 Interaktions-Logik: Zwischen Führung und Gestaltung

MENTAL ORBIT operiert in einem Spannungsfeld zwischen zwei Interaktionsparadigmen, um auf unterschiedliche Belastungsgrade zu reagieren:

1. Der Nutzer als Gestalter (Active Forming): In Momenten hoher Agency greift das System auf die „Ballungslogik“ zurück. Der Nutzer schafft durch seine motorische Ruhe aktiv eine Form – den Orb. Stabilität ist hier ein schöpferischer, emanzipatorischer Akt.
2. Der Nutzer als Folgender (Entrainment): In Momenten tiefer kognitiver Drift wechselt das System in den „Attraktor-Modus“. Der Nutzer muss einem rhythmischen Pfad folgen. Hier entsteht Stabilität durch das mühsame „Sich-Annähern“ an eine vorgegebene Ordnung – ein Training der Vigilanz.

6.8 Disruption des Mappings: Die Konzentrations-Hürde

Um die inhibitorische Kontrolle technisch zu operationalisieren, bricht MENTAL ORBIT das gewohnte 1:1-Mapping moderner Interfaces:

- Vektorielltes Missverhältnis: Die Bewegung des Orbs folgt der Hand nicht linear. Eine vertikale Handbewegung kann beispielsweise eine radiale Expansion des Schwarms auslösen. Diese bewusste Entkoppelung erfordert eine fortlaufende Neuausrichtung der Aufmerksamkeit.
- Druck vs. Position: In der Hardware-Realisierung wird die visuelle Klarheit nicht nur durch die räumliche Position, sondern auch durch den kontrollierten Gegendruck (Force-Sensing) gesteuert. Der Nutzer muss eine spezifische Kraft aufrechterhalten, ohne in den stressbedingten Mikrotremor zu verfallen.
- Ziel: Diese Komplexität verhindert den kognitiven „Autopiloten“ und fordert die exekutiven Ressourcen des Nutzers aktiv heraus.

6.9 Der Offenbacher Ansatz: Theorie als gestalterisches Material

In der Tradition der Offenbacher Schule (Lehmann, Bürdek) wird Design als Sprache verstanden, die über funktionale Aspekte hinausgeht. MENTAL ORBIT nutzt hierbei die Kategorien der Produktsprache:

- **Anzeichenfunktionen:** Die visuelle Schärfe und die mechanische Robustheit (Aluminium, Ringbindung) signalisieren dem Astronauten technische Zuverlässigkeit und operative Ernsthaftigkeit.
- **Symbolische Funktionen:** Das „Gespinst“ und der „Schwarm“ symbolisieren die Fragilität der menschlichen Psyche im Vakuum. Das Objekt verwandelt sich vom Werkzeug zum spirituellen Anker in der Isolation.

Die methodische Besonderheit dieser Arbeit besteht in der Aufhebung der Trennung zwischen Theorie und Praxis. Die theoretischen Säulen (Enaktivismus, Neurobiologie) werden als gestalterisches Material behandelt, das im Code und in der Werkstatt phänomenologisch untersucht und geformt wurde.

6.10 Generative Formfindung: Der Code als epistemisches Labor

Die in MENTAL ORBIT verwendeten Grafiken und Icons – von der Pulsar Telemetry bis zum Terrain Scan – sind keine manuell in Vektorprogrammen erstellten Illustrationen. Sie sind das Ergebnis einer prozeduralen Formfindung im eigens entwickelten NASA ASSET LAB v3.7 (p5.js). Diese methodische Entscheidung ist für die wissenschaftliche Integrität des Entwurfs essenziell.

1. Parametrische Isomorphie statt subjektiver Ästhetik

In einem manuellen Zeichenprozess unterliegt die Formgebung der subjektiven Intuition. Im Gegensatz dazu basiert das generative Verfahren auf parametrischer Isomorphie: Die Linienführung ist das direkte mathematische Resultat der Eingabewerte. Da der Shader in der Simulation auf klinische Daten (z. B. motorischer Jitter oder Cortisol-Peaks) reagiert, muss die Grafik im begleitenden Dossier diese Logik „beglaubigen“. Durch die Programmierung eigener Generatoren wird sichergestellt, dass die Ästhetik keine Dekoration ist, sondern eine strukturelle Entsprechung des biologischen Zustands.

2. Der Designer als Meta-Gestalter (Law-Giver)

Die Arbeit am Code verschiebt die Rolle der Gestalterin hin zum Meta-Design. Anstatt ein finales Objekt zu zeichnen, werden die „Naturgesetze“ eines digitalen Raums definiert:

- **Emergenz:** Die Komplexität der Grafiken (z. B. Interferenzmuster im Pulsar-Modus) entsteht aus dem Zusammenspiel von Noise-Funktionen und physikalischen Konstanten wie Viskosität und Gravitation. Sie ist manuell kaum reproduzierbar.
- **Skalierbarkeit:** Die Programmierung beweist, dass das System kein statischer Bildschirmschoner ist, sondern ein Instrument, das theoretisch unendliche Variationen von Stresszuständen präzise kartieren kann.

Die resultierenden SVG-Exporte sind somit keine bloßen Grafiken, sondern visuelle Beweisstücke (Exhibits) eines funktionierenden kybernetischen Regelkreises. Sie übertragen die mathematische Logik des Shaders in die physische Haptik des gedruckten Dossiers.

3. Epistemische Praxis des Codens

Das Programmieren fungiert hier als erkenntnistheoretische Sonde. Im Sinne des Research through Design (RtD) wurde der Code eingesetzt, um experimentell zu ermitteln, ab welchem mathematischen Schwellenwert eine Form für das menschliche Auge von „Ruhe“ zu „Chaos“ umkippt. Diese Grenzwerte fließen unmittelbar in das Interaktionsmodell von MENTAL ORBIT ein.





NASA Mission
Perseverance
Jezero Crater's Watery Past

Exkurs p5.js

Die Phänomenologie der Vorstudien

Generative Keimzellen in p5.js Bevor das Master Gateway (v40.0) als hochintegrierte WebGL-Architektur konsolidiert werden konnte, musste die grundlegende Frage der leiblichen Responsivität in einer Reihe von isolierten, generativen Vorstudien mittels des Frameworks p5.js exploriert werden. Diese frühen mathematischen Sketche waren keine rein formalen Ästhetik-Tests. Sie dienten als phänomenologische Versuchsräume, um die mechanische Trennung zwischen menschlicher Geste und digitaler Formbildung im Sinne des Enaktivismus experimentell aufzubrechen.

5.5.1 Versuchsanordnung I:

Der unruhige Pfad (Kinematische Drift-Metrik)

In der ersten p5.js-Testreihe stand die sensorische Sichtbarmachung des unbewussten neuro-motorischen Mikro-Tremors (Jitter) im Fokus.

Algorithmische Umsetzung: Über eine simple zweidimensionale Vektorkette wurde die Trajektorie der Computermouse oder des Touch-Inputs permanent aufgezeichnet. Die Funktion berechnete im draw()-Loop kontinuierlich die euklidische Distanz zwischen der aktuellen Koordinate $P_T(x, y)$ und dem vorherigen Frame $P_{t-1}(x, y)$. Aus diesem kinetischen Differenzwert wurde eine prozedurale Amplitude abgeleitet: $\Delta D = \sqrt{(X_T - x_{t-1})^2 + (Y_T - y_{t-1})^2}$

Designwissenschaftliche Erkenntnis: Überschritt diese Bewegungsgeschwindigkeit ein kritisches Limit, reagierte das p5.js-System mit einer unmittelbaren Aufspaltung der Linie in chaotische Partikelschwärme oder zitterige Linien-Glitches. Hier wurde die Ur-Zelle deines heutigen Gateways geboren: Die Erkenntnis, dass die Hektik des Nutzers das visuelle System destabilisieren muss, um ihm seine eigene somatische Unruhe als Spiegel vorzuhalten.

5.5.2 Versuchsanordnung II:

Der biologische Filter (Die Suche nach dem Atem-Rhythmus)

In der zweiten Testreihe wurde untersucht, wie sich zeitliche, biologische Rhythmen (wie die menschliche Respiration) mathematisch simulieren und als visuelle Modulatoren einsetzen lassen, bevor echte Sensorik implementiert war.

Algorithmische Umsetzung: Mittels harmonischer Oszillationen über die Sinus-Funktion $\sin(\text{frameCount} * \text{frequency})$ wurde eine prozedurale Atemschleife im p5.js-Canvas simuliert. Ein zentrierter, mathematischer Kurvenpfad weitete und verengte sich autonom. Der Nutzer wurde aufgefordert, diese Bewegung durch rhythmisches Klicken im Scheitelpunkt der Sinuskurve zu synchronisieren.

Designwissenschaftliche Erkenntnis: Diese Sketche bewiesen, dass ein Interface durch erzwungene Taktung eine beruhigende, fast hypnotische Wirkung auf das vegetative Nervensystem ausüben kann. Aus dieser Keimzelle entwickelte sich die spätere Architektur des Breath Co-Piloten (Modul B). Die p5.js-Vorstudie zeigte, dass das Interface vom passiven Werkzeug zum regulatorischen, atmenden Gegenüber transformiert werden muss.

5.5.3 Der epistemische Bruch: Von p5.js zum WebGL-Raymarching

Obwohl die p5.js-Testreihen das Interaktionsprinzip der Soma-Resonanz erfolgreich validierten, stießen sie an eine unüberwindbare gestalterische Grenze:

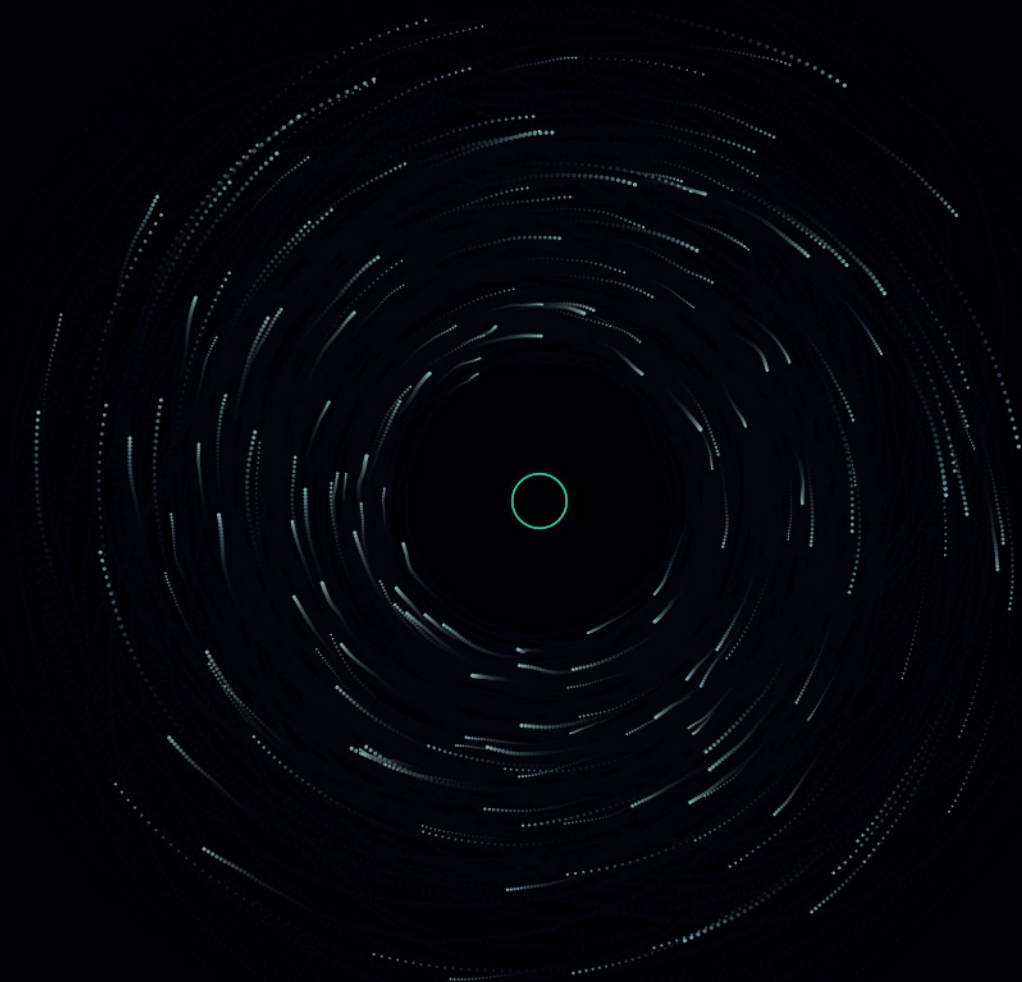
Die flache, zweidimensionale Vektorgrafik verblieb in der traditionellen Ästhetik des klassischen Monitor-Interfaces. Sie behauptete eine flache Distanz zum Betrachter. Um die geforderte Technical Viscerality und den Eindruck eines liminalen Raums zu erzeugen, war ein radikaler technologischer Bruch notwendig.

Der Übergang zum WebGL-Raymarching in den späteren Versionen des Gateways erlaubte es, die flache Linie der p5.js-Sketche in ein unendlich tiefes, dreidimensionales, mathematisches Kraftfeld zu transformieren. Während in p5.js Formen auf den Bildschirm gezeichnet wurden, errechnet der WebGL-Shader den Raum pro Pixel neu. Der Jitter deformiert nun nicht mehr eine Linie, sondern verzerrt das gesamte gravitative Gefüge des Alls.

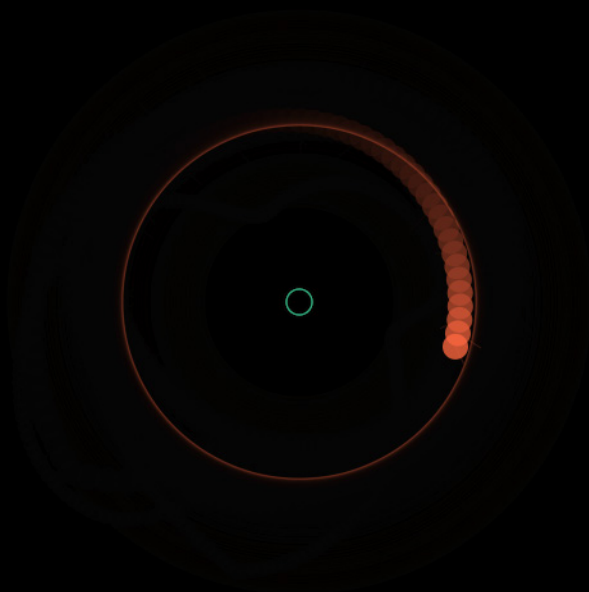
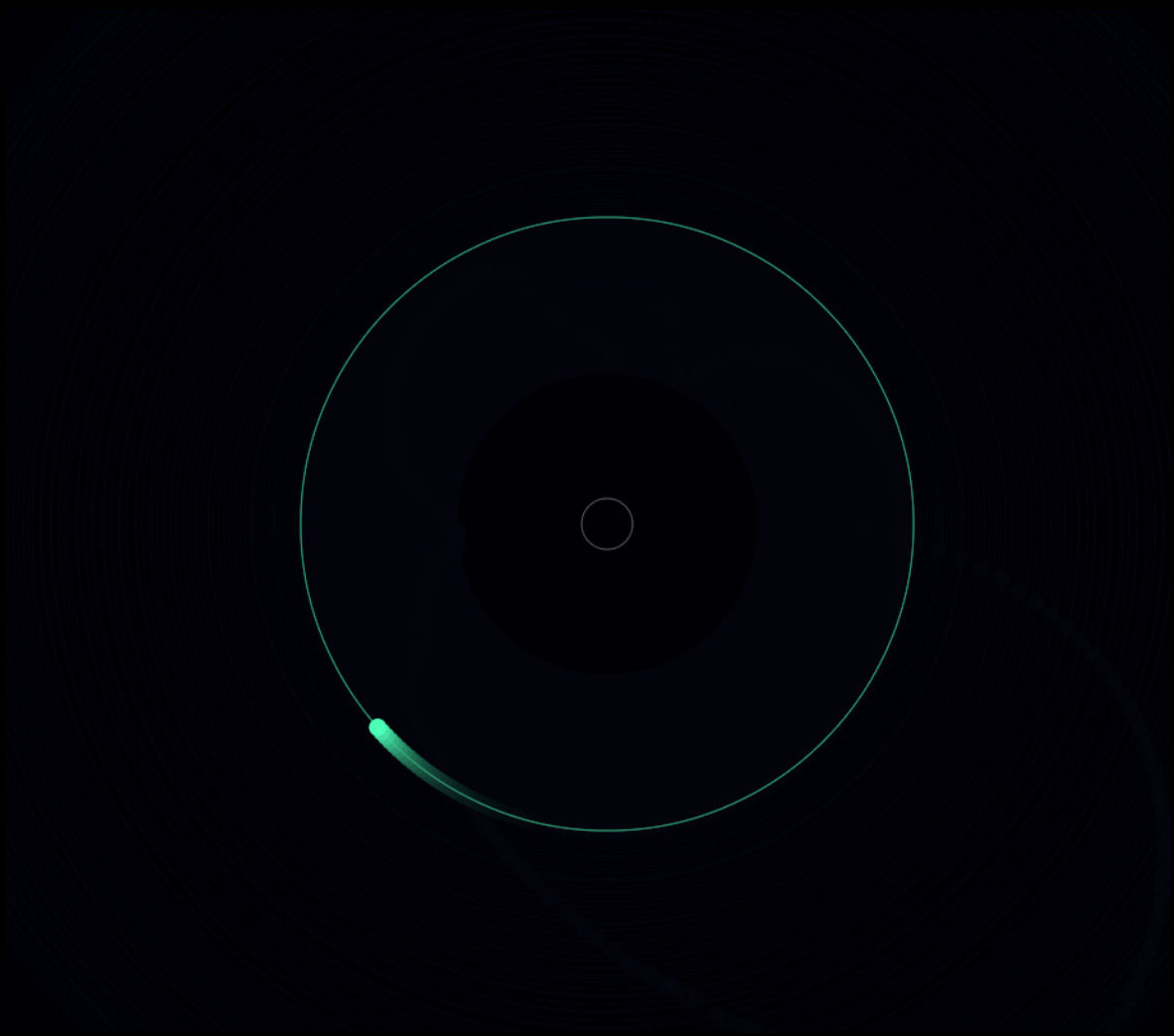
Die p5.js-Reihen bleiben somit die epistemischen Keimzellen – das Fundament, auf dem die viszerale Raumtiefe des Gateways v40.0 ruht.



VELOCITY: 0.00
RESONANCE: 0%









7. Logbuch Protokoll I: Phänomenologische Weite und topografi- sche Skalierung

Projektstand nach zwei Monaten: Konzept & Systematik

Das gestalterische System von MENTAL ORBIT befindet sich in der Phase der konzeptionellen Konsolidierung. Dieser Abschnitt dokumentiert den Stand der Forschung nach Abschluss der ersten intensiven Prototyping-Phase im zweiten Diamanten. Das System versteht sich als techno-somatische Antwort auf die klinisch belegten Krisenphänomene der Isolation.

7.1 Die Leitmetapher: Das Feld der Agency

Zentrales Element des Entwurfs ist die radikale Abkehr von der „kognitivistischen Kälte“ herkömmlicher Dashboards. Anstatt Zustände durch statische Graphen zu objektivieren, wird die psychische Verfassung des Astronauten als viskoses physikalisches System modelliert.

Im Verlauf der bisherigen Entwicklung vollzog das Projekt eine entscheidende Wende: Die ursprüngliche Idee einer geschlossenen Kugelform (Orb) wurde zugunsten eines unendlichen topografischen Feldes der Agency erweitert.

7.1.1 Exploration der räumlichen Weite

In der aktuellen Phase wird untersucht, wie die physische Enge des Habitats durch die phänomenologische Unendlichkeit des digitalen Raums kompensiert werden kann. Der Nutzer blickt nicht auf ein isoliertes Werkzeug, sondern interagiert mit einer digitalen Landschaft, die er durch seine Geste ordnet oder stört. Das Interface wird hierbei als „Blueprint der Psyche“ begriffen – eine hochpräzise, topografische Kartierung (Silent Topography), die dem Astronauten hilft, sich im existenziellen Vakuum neu zu verorten.

Zwischenstand: Sättigung des Visual Hunger

Die generative Topografie dient aktuell als funktionale Hypothese zur sensorischen Deprivation (NASA HRP). Die derzeitige Silent Topography simuliert eine organische Komplexität, die das Nervensystem durch ständige, subtile Reize wachsam halten soll. Die Kalibrierung dieser Ästhetik über die gesamte Missionsdauer von 500 Tagen ist Gegenstand der kommenden Forschungsmonate.

7.2 Die Logik des Mappings: Parametrische Isomorphie

Die visuelle Transformation basiert im aktuellen Entwurf auf einer Verhaltenslogik, die die psychophysiologische Realität des Nutzers im Interface widerspiegelt. Ziel ist die Herstellung einer strukturellen Gleichheit zwischen innerem Erleben und digitaler Form.

Aktuelle Mapping-Matrix (Entwurf 3.0)

I. ROUTINE Schlafmangel & Desynchronisation Der Puls des Feldes verliert seinen Takt; „stolperndes“ Fließen der Isolinien.

II. SOZIAL Relationales Vakuum Die Kohäsion bricht; topografische Strukturen zerfasern und driften auseinander.

III. AUTONOMIE Cortisol-Stress & Agency-Verlust Das Gelände wird zackig, unruhig und unvorhersehbar (neuromotorischer Jitter).

7.3 Das aktuelle Regelwerk: Die „Physik“ der Gefühle

MENTAL ORBIT nutzt derzeit drei narrative Verhaltensregeln, die als algorithmische Naturgesetze des Raums fungieren:

- A. Die Kippunkt-Logik (Eskalationsdynamik): Menschlicher Stress verläuft selten linear. Das System simuliert einen „Kippunkt“: Kleine Stress-Ausschläge werden abgepuffert, bis ein kritischer Schwellenwert überschritten wird und das Feld schlagartig in aggressives Chaos umschlägt. Dies macht die eigene Belastungsgrenze physisch erfahrbar.
- B. Die Honig-Logik (Affektive Viskosität): Um Resonanz aufzubauen, nutzt das System das Prinzip des Widerstands. Das Interface fühlt sich „viskos“ (zähflüssig) an. Je hektischer die Geste des Nutzers, desto weniger Wirkung hat sie im System. Nur durch extreme Verlangsamung lässt sich das Feld glätten. Dies erfordert eine aktive Rekrutierung der Aufmerksamkeit (Mindfulness by Doing).

- C. Die Panik-Spirale (Fehler-Feedback): Hektische Korrekturversuche führen zu einer überproportionalen Zunahme des visuellen Rauschens. Dies dient als pädagogische Intervention, um den Astronauten zum Innehalten zu zwingen und den Übergang von impulsiver Reaktion zu reflektierter Handlung zu fördern.

7.4 Status der Interaktions-Entwicklung: Die Affordanz der Langsamkeit

Das radikalste Element des Konzepts – der systemische Widerstand – wird derzeit als neurobiologischer Trigger untersucht:

- Exogene Neuro-Modulation: Die „Affordanz der Langsamkeit“ zielt auf die Aktivierung des präfrontalen Kortex ab. Das Interface fungiert als experimenteller Partner, der dem Astronauten hilft, seine Handlungsautonomie durch inhibitorische Kontrolle wiederzugewinnen.
- Vagus-Resonanz: Die erzwungene Entschleunigung soll das Nervensystem aus dem Alarmmodus (Sympathikus) zurück in einen Zustand der Ruhe (ventraler Vagus) führen. Das Interface wird somit als biologische Hardware-Erweiterung verstanden.

7.5 Exploration: Ästhetik der Fragilität vs. Stochastische Perturbation

In den aktuellen Testreihen wird das Spannungsfeld zwischen visueller Kohärenz und notwendiger Störung untersucht:

- Stochastische Perturbation (Guerilla Glitches): Implementierung bewusster Systemfehler, die den kognitiven Autopiloten unterbrechen. Diese zwingen den Astronauten dazu, seine Regulationsstrategie im Augenblick anzupassen, und verhindern so die im NASA-Kontext gefürchtete kognitive Drift.
- Ästhetik der Fragilität: Die visuelle Sprache entwickelt sich weg von einer aggressiven „Error-Ästhetik“ hin zu einer Form der Verletzlichkeit. Das System soll nicht defekt wirken, sondern sensibel. Dies stärkt die empathische Resonanz und die Verantwortung des Nutzers für die Stabilität des Feldes.

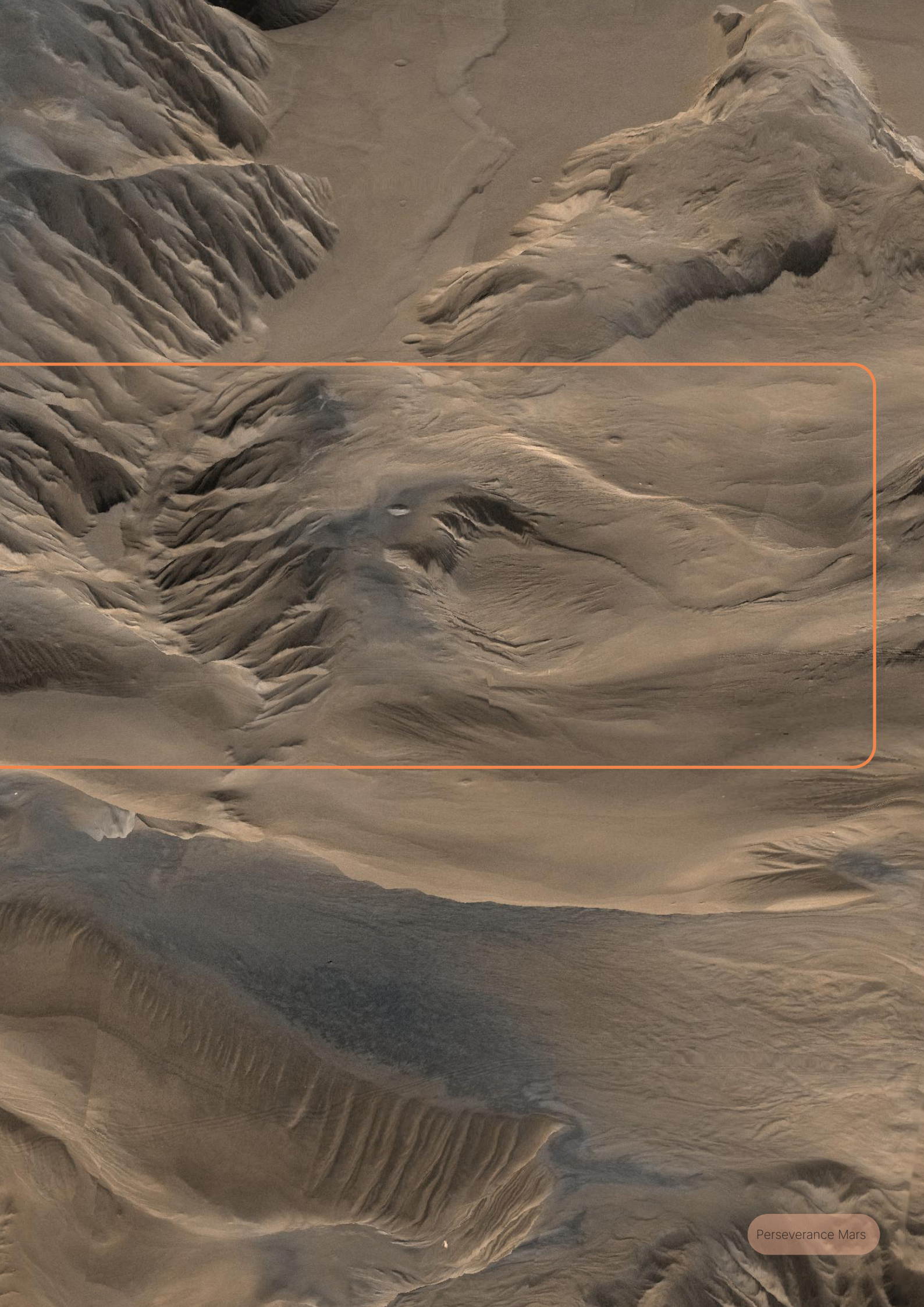
7.6 Ausblick: Offene Forschungsfragen

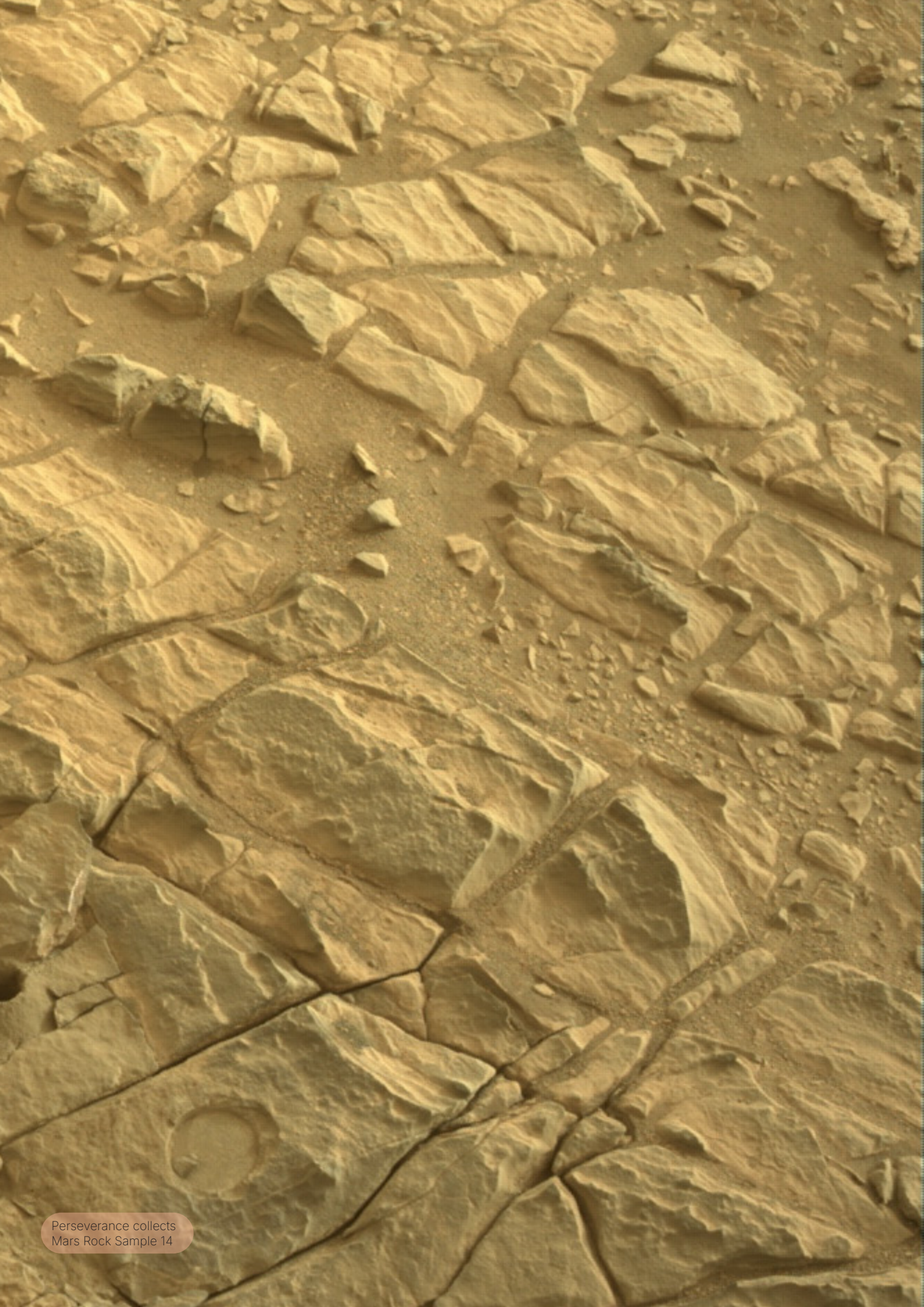
Für die finale Ausarbeitung der kommenden Monate sind folgende Felder definiert:

1. Temporale Morphologie: Wie verändert sich das Interface über 500 Tage hinweg? Entwicklung von „Patina-Shadern“ zur Vermeidung von Habituation.
2. Multisensorik: Integration von Sonifikation (auditive Ebene) zur Unterstützung der visuellen Resonanz.
3. Intersubjektive Resonanz: Exploration eines kollaborativen Modus, in dem zwei Crewmitglieder das Feld gemeinsam stabilisieren müssen.
4. Kalibrierung: Durchführung erdbasierter Testreihen mit dem „Research Data Logger“ zur Präzisierung der Schwellenwerte.

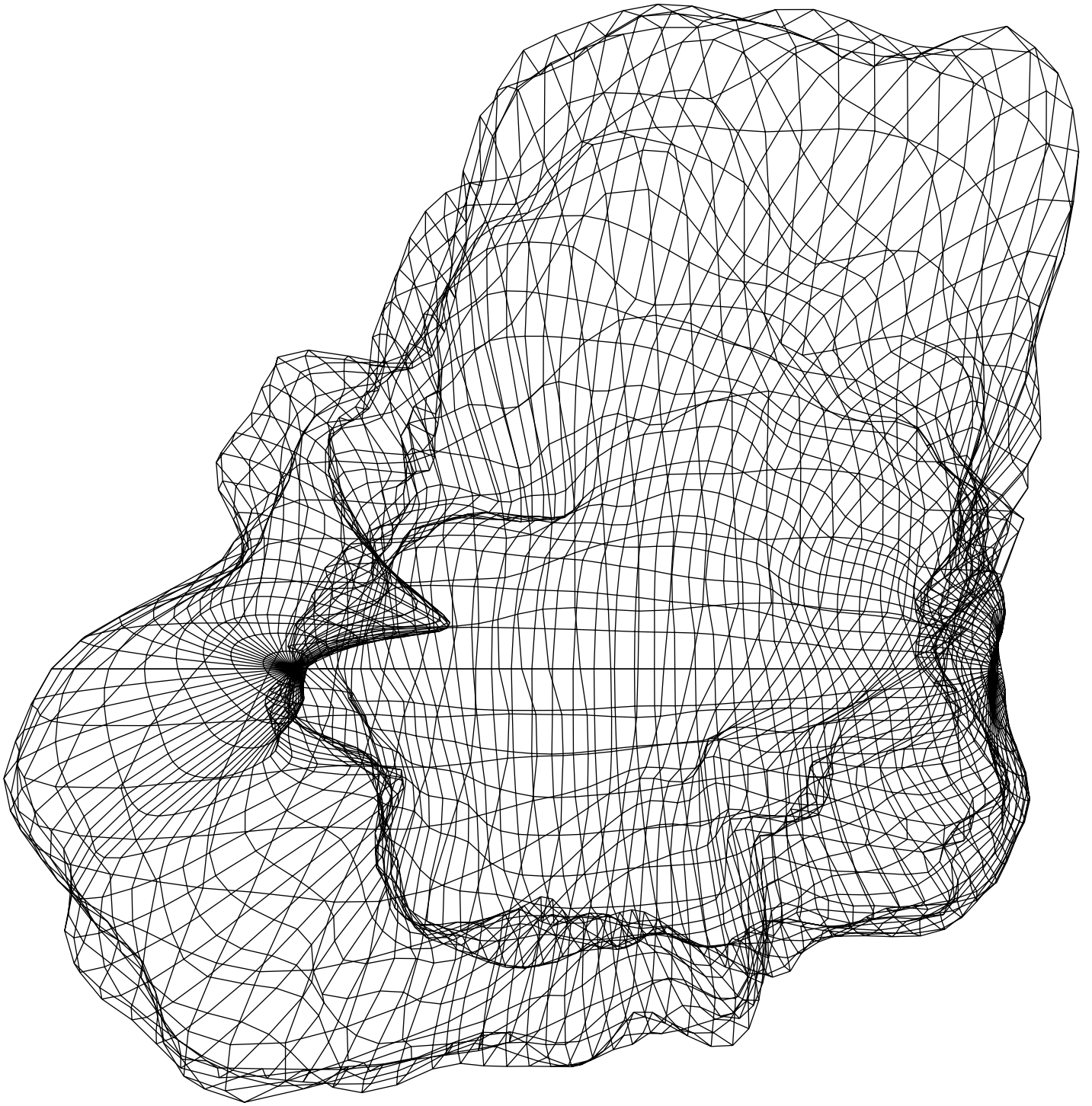








Perseverance collects
Mars Rock Sample 14



8. 500 Tage

Von Basner (2015) zu MENTAL ORBIT

Um die wissenschaftliche Integrität zu sichern, wurden die empirischen Befunde von Basner et al. (2015) direkt in das gestalterische Framework überführt:

Die Vulnerabilitäts-Hierarchie (Mapping der Prioritäten)

Die Analyse der Effektstärken (Cohens d) zeigt, dass der psychomotorische Wachzustand (PVT) mit $D = 1,0$ die instabilste Domäne unter Isolationsstress ist.

- Gestalterische Konsequenz: MENTAL ORBIT priorisiert nicht die Lösung komplexer Aufgaben, sondern die reine motorische Vigilanz. Die Anforderung, eine Geste über Minuten hinweg präzise und ruhig zu halten, adressiert exakt jene neuronale Domäne, die laut Basner am stärksten erodiert.

Der Kampf gegen den Ceiling-Effekt (Lernkurven-Kritik)

Basner belegt, dass Astronauten bei wiederkehrenden Aufgaben schnell Lernplateaus erreichen (Ceiling Effect). Ein Tool für eine 500-Tage-Mission darf jedoch nicht „ausgelernt“ werden.

- Gestalterische Konsequenz: Dies begründet die Entscheidung für eine generative, shaderbasierte Ästhetik. Da der Simplex Noise unendlich variiert und der Jitter des Nutzers täglich ein Unikat darstellt, kann das System keine Routine bilden. Die Lernkurve bleibt künstlich offen.

8.1 Chronologie der Drift

MENTAL ORBIT ist kein statisches Interface, sondern ein mit der Missionsdauer alterndes Instrumentarium. Dieser Ansatz operationalisiert die Vision von Michio Kaku (Abschied von der Erde, 2018):

Kaku beschreibt, dass die größte Hürde der Marsbesiedlung nicht die Raketechnik, sondern die Zerbrechlichkeit des menschlichen Geistes ist. Er fordert Technologien, die die psychische Integrität fernab der Erde bewahren. MENTAL ORBIT ersetzt die verlorengegangene „psychische Nabelschnur“ zur Erde durch ein enaktives System, das die Selbstregulation zum rituellen Kern der neuen Existenz im All erhebt.

8.2 Die 500-Tage-Transit-Morphologie

Die folgende Chronologie beschreibt die Transformation des Systems während der 500-tägigen Transitphase. MENTAL ORBIT fungiert hierbei als zeitlicher Begleiter, der auf die spezifischen neurobiologischen Erosionsphasen der Reise reagiert.

Phase 1: Initialisierung und motorische Erdung (Tag 0 – 90)

- Psychologischer Kontext: Hohe psychische Energie bei massiver physischer Belastung (G-Kräfte, Fluid Shift). Das vestibuläre System ist durch die Mikrogravitation stark gestresst.

- Gestalterische Antwort (Pure UI): MENTAL ORBIT fungiert als klinisch klares Interface. Die Geometrie ist streng, die Kontraste scharf. Der Fokus liegt auf der Kalibrierung der Baseline: Das System lernt den individuellen motorischen Jitter kennen und wirkt der anfänglichen Orientierungslosigkeit als stabilisierender Anker entgegen.

Phase 2: Der ontologische Riss – Biological Patina (Tag 90 – 250)

- Psychologischer Kontext: Eintritt des Earth-out-of-view-Phänomens. Die Erde schrumpft zum Lichtpunkt; die visuelle Nabelschnur reißt. Einsetzender „Visual Hunger“ durch die sterile Habitatmonotonie.

- Gestalterische Antwort (Aesthetic Aging): Das System aktiviert die „Biological Patina“. Der Shader simuliert mikrooxidative Ablagerungen auf der digitalen Oberfläche. Dieser bewusste Bruch der technischen Perfektion verleiht dem Astronauten ein

haptisches Zeitgefühl („Das Instrument altert mit mir“). Die visuelle Komplexität nimmt zu, um das Gehirn vor sensorischer Deprivation zu schützen.

Phase 3: Die Mid-Drift – Collaborative Sync (Tag 250 – 400)

- Psychologischer Kontext: drohendes „relationales Vakuum“. Die soziale Kohäsion erodiert; es entsteht ein Out-Group-Antagonismus gegenüber der Bodenstation. Soziale Resonanz flacht ab.

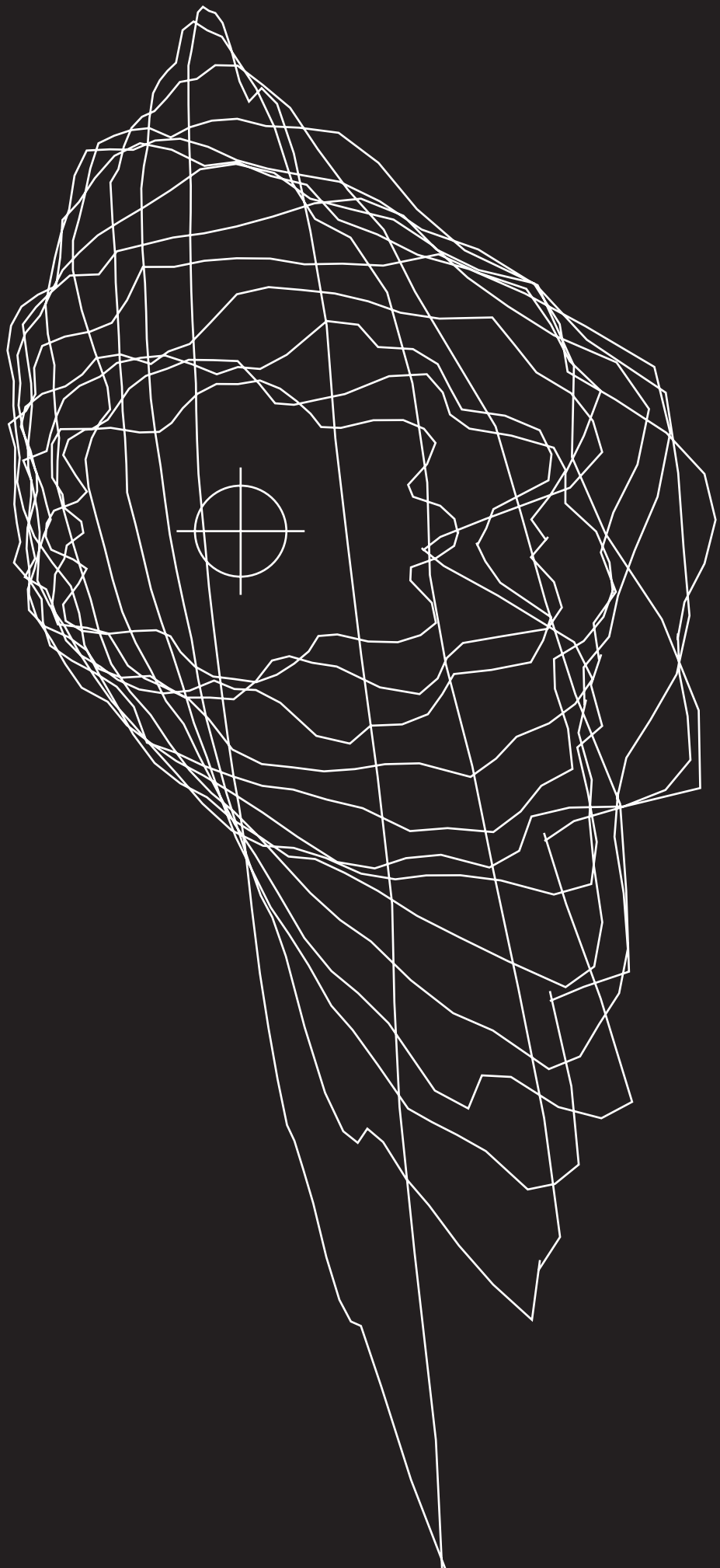
- Gestalterische Antwort (Shared Agency): MENTAL ORBIT priorisiert den Collaborative Mode. Das System fordert eine dyadische Co-Regulation: Zwei Crew-Mitglieder müssen ihre Bewegungen synchronisieren, um ein gemeinsames Feld zu stabilisieren. Das Interface wird zum Medium nonverbaler Empathie. Die Strukturen werden fraktaler, um die kognitive Vigilanz durch ästhetische Dichte zu sichern.

Phase 4: Die Krise des 3. Quartals – Guerilla Glitch (Tag 400 – 500)

- Psychologischer Kontext: Das Third-Quarter-Phänomen markiert den Motivations-Tiefpunkt. Es droht der Cognitive Drift: Das Gehirn verfällt in Apathie und funktioniert nur noch in starren, fehleranfälligen Protokollen (Autopilot-Modus).
- Gestalterische Antwort (Stochastic Perturbation): Das System wird strategisch „widerspenstig“. Gezielte Guerilla-Glitches brechen den kognitiven Autopiloten. Diese simulierten Systemfehler lassen sich nur durch intuitive, inhibitorische Gesten beheben. Dieser „Mental Fire Drill“ dient der Rückgewinnung der kognitiven Souveränität unmittelbar vor der Landephase.

Phase 5: Annäherung und Peak-Resonanz (Landung)

- Psychologischer Kontext: Maximale Antizipation und akuter Stress. Höchste feinmotorische Präzision ist für die operativen Landemanöver erforderlich.
- Gestalterische Antwort (Equilibrium Core): MENTAL ORBIT kehrt zu seiner reinsten, kohärentesten Form zurück. Das System fungiert als exogener Neuro-Modulator, um das exekutive Netzwerk des Astronauten zu synchronisieren. Das Ziel ist das absolute Gleichgewicht: ein Zustand motorischer Ruhe als psychologische Vorbereitung auf die operative Höchstleistung.



9. Realisierung

Die Realisierungsphase von MENTAL ORBIT markiert die Transformation von der theoretischen Modellierung zur technischen Realisierung. Im Sinne des Research through Design fungierte die Arbeit am Code nicht als bloße Ausführung, sondern als primäres Instrument der phänomenologischen Erkenntnisgewinnung.

9.1 Die Krise des Objekts: Kritik am „Resonanz-Orb“

In der initialen Explorationsphase konzentrierte sich die Gestaltung auf ein zentrales, geschlossenes Objekt – den „Orb“. Die kritische Revision offenbarte jedoch zwei fundamentale Defizite:

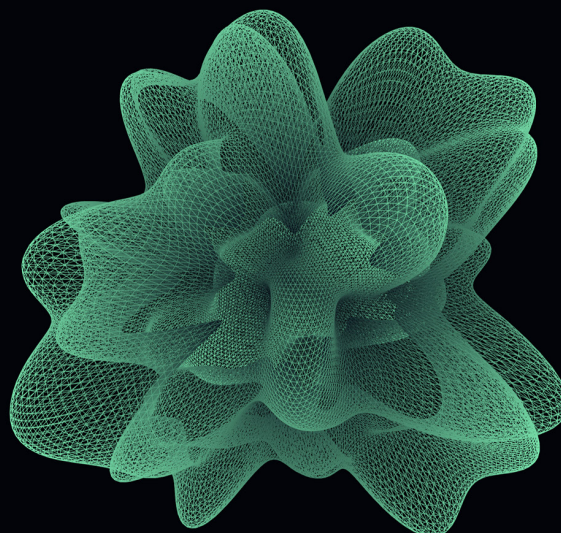
- Das Wellness-Klischee: Eine leuchtende Kugel im Zentrum, assoziiert mit einer reduktionistischen „Wellness-Ästhetik“. Dies untergrub die klinische Ernsthaftigkeit und positionierte das System fälschlicherweise als dekorative Visualisierung statt als medizinisches Instrument.

- Die kognitive Distanz: Der Orb fungierte als „Ding im Raum“, das vom Nutzer lediglich beobachtet wurde. Diese Trennung von Subjekt und Objekt widersprach dem enaktiven Kern der Arbeit. Isolation im All ist kein punktuell Problem, sondern ein atmosphärischer Zustand, der das gesamte Perzeptionsfeld durchdringt.

9.2 Der technologische Pivot: Mathematik als Naturgesetz (Raymarching)

Um die Distanz zwischen Nutzer und System zu überbrücken, erfolgte ein technologischer Pivot hin zum Raymarching (Signed Distance Fields, SDF). In diesem Verfahren existiert keine statische Geometrie aus Polygonen; das gesamte visuelle Feld wird in jedem Frame ausschließlich durch reine mathematische Gleichungen berechnet. Für MENTAL ORBIT bedeutet dies: Der emotionale Zustand des Astronauten bildet das Naturgesetz der digitalen Welt selbst. Die Mathematik erzeugt eine physikalische Konsistenz, die der Körper benötigt, um durch Handlung (Regulation) überhaupt erst eine stabile Welt hervorzubringen.

AGENCY INDEX
0%
CONTROL STATE
ADJUSTING_ORBIT...



9.3 Von der Aggression zur Fragilität: Evolution der Ästhetik

9.3.1 Silent Topography

Mit neuen Versionen wurde „Technical Viscerality“ als ästhetisches Leitmotiv etabliert. Das Farbspektrum wurde auf monochrome Kontraste und auf technisches Teal reduziert. Ziel war die Sättigung des Visual Hunger durch strukturelle Dichte (Grids, Haarlinien), ohne das überreizte Nervensystem durch visuelle Aggression zu destabilisieren.

9.3.2 The Field of Agency

Die Auflösung der Grenzen: Die finale Evolution ist die Transformation vom isolierten Objekt zum unendlichen Feld. Der Nutzer blickt nicht mehr auf ein Werkzeug, sondern befindet sich inmitten einer topografischen Landschaft der Agency.

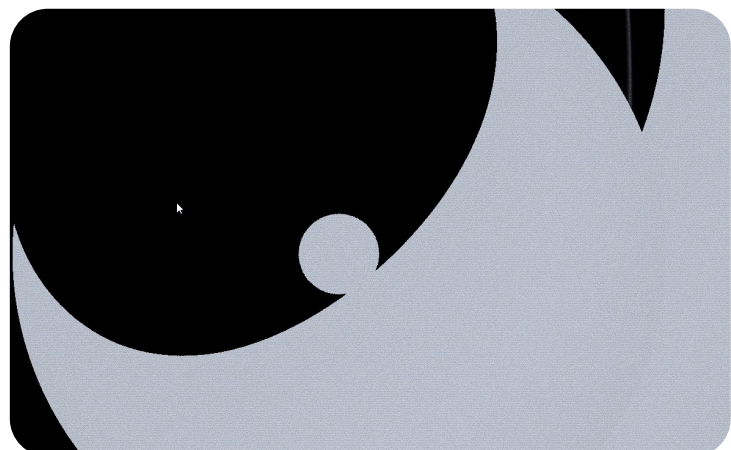
Phänomenologische Weite: Die physische Begrenzung des Habitats wird durch die digitale Unendlichkeit des Feldes kompensiert.

Gesten-Qualität: Die „Affordanz der Langsamkeit“ fungiert hier als gravitatives Zentrum. Ordnung wird nicht gezeigt, sondern als Resultat einer mühsamen Stabilisierung des gesamten Raums „erhandelt“.

9.4 Wissenschaftliche Kalibrierung der Design-Entscheidungen

Die technische Umsetzung kalibriert die in Kapitel 5 aufgestellten Anforderungen:

- Gegen Cognitive Drift: Die Integration der „stochastischen Perturbation“ bricht den kognitiven Autopiloten und erzwingt eine ständige Rekalibrierung der Aufmerksamkeit.
- Gegen Sensory Adaptation: Die temporale Morphologie sorgt dafür, dass die Textur des Feldes über die Missionsdauer hinweg altert (Patina-Shader). Dies verhindert die neuronale Habituation und gewährleistet die Wirksamkeit der inhibitorischen Reize.



9.5 Master-Ideenkatalog: Adaptive Logiken gegen die Erosion

Um die theoretischen Anforderungen der Kapitel 2 bis 4 operativ umzusetzen, wurde ein Katalog mit über 60 Interaktionslogiken entwickelt. Diese fungieren als spezifische Werkzeuge gegen die drei zentralen Pathologien der Isolation. Sie sind keine bloßen „Features“, sondern algorithmische Interventionen.

I. Fokus: Cognitive Drift (Kognitive Starrheit)

Ziel: Die neuronale Plastizität durch gezielte Provokation und exekutive Herausforderung erhalten.

- The Counter-Intuitive Physics: Invertierung physikalischer Gesetze (z.B. schnelle Bewegungen erzeugen plötzlich visuelle Stille), um den Autopiloten zu brechen.
- The Mirror of Jitter: Eine grotesk übersteigerte Visualisierung des eigenen Mikrotremors, um zur bewussten Rekalisierung zu zwingen.
- The Heavy Interface: Simulation massiver Trägheit. Das Feld reagiert wie ein 50 kg schweres Objekt, was eine hohe muskuläre und mentale Präsenz erfordert.
- The Ritual of Erasure: Eine erreichte Form wird am Ende der Sitzung rituell zerstört. Der Fokus liegt rein auf dem Handlungsvollzug, nicht auf einem konsumierbaren Ergebnis.

II. Fokus: Sensory Adaptation (Habituation & Visual Hunger)

Ziel: den sensorischen „Winterschlaf“ durch ästhetische Komplexität und prozedurale Variationen brechen.

- The Biological Patina: Das Interface „altert“ mit. Der Shader simuliert Oxidation und Kratzer, wodurch ein haptisches Zeitgefühl im zeitlosen Vakuum entsteht.
- Circadian Complexity Shifting: Detailgrad und Farbspektren ändern sich schleichend im Tages- und Wochenrhythmus, um der Habituation entgegenzuwirken.
- Variable Viscosity: Die physikalische Konsistenz des Feldes wechselt zwischen gasartig, flüssig und kristallin, was das Gehirn zu ständigen Neuassoziationen zwingt.
- Atmospheric Leaking: Das Interface reagiert auf fiktive oder reale Umgebungsparameter (z.B. CO₂-Gehalt oder Strahlungswerte) und wird so zur verlängerten Sinneswahrnehmung.

III. Fokus: Relational Monotony (Team Risk)

Ziel: Soziale Resonanz durch „Shared Agency“ und nonverbale Co-Regulation wiederbeleben.

- The Interlinked Gravity: Die „Schwerkraft“ des eigenen Feldes wird durch den Stresslevel eines Crew-Mitglieds beeinflusst. Man balanciert indirekt gegen die Unruhe des anderen.
- Collaborative Secret Gestures: Bestimmte visuelle Belohnungen werden erst freigeschaltet, wenn zwei Personen ihre Bewegungen exakt synchronisieren.

- Subliminal Empathy: Der Shader mischt die Farbpaletten zweier Partner unmerklich, um eine unbewusste ästhetische Verbundenheit zu schaffen.

- Sensory Substitution (Touch): Eine Geste des einen löst beim anderen eine subtile thermische oder haptische Reaktion aus – ein technologisches Surrogat für menschliche Berührung.

IV. Übergreifende Systematik (Die Meta-Logiken)

Diese vier Prinzipien bilden die Klammer um alle 60 Einzelideen:

1. Die Kippunkt-Logik: exponentielle visuelle Eskalation bei Überschreitung des Schwellenwerts.
2. Die Honig-Logik: Viskoser Widerstand als pädagogische Intervention zur Entschleunigung.
3. Das kognitive Echo: Flüchtige visuelle Kohärenz als neurologische Belohnung (Dopamin-Feedback).
4. Temporale Morphologie: Die konsequente Wandlung des Artefakts über die gesamte Missionsdauer hinweg.

V. Kritische Reflexion: Die Grenzen der gestalterischen Intervention

Um die wissenschaftliche Integrität dieser Arbeit zu wahren, ist eine explizite Benennung der Faktoren notwendig, denen gestalterische Countermeasures systemimmanent gegenüberstehen. MENTAL ORBIT fungiert als neurosomatischer Modulator, kann jedoch die physikalischen

und ontologischen Grundkonstanten der Isolation nicht aufheben.

1 Die Irreversibilität biologischer Atrophie

Während das System darauf abzielt, die neuronale „Software“ (exekutive Funktionen, Inhibition) zu trainieren, bleiben die Auswirkungen der Weltraumumgebung auf die „Hardware“ (biologisches Gewebe) unberührt. Die physische Umstrukturierung des Gehirns durch ionisierende Strahlung sowie die massive Flüssigkeitsverschiebung im Schädel (Fluid Shift) überschreiten die physiologischen Grenzwerte. Ein enaktives Interface kann diese Prozesse moderieren, aber nicht heilen.

2. Das Substitutions-Limit sozialer Resonanz

MENTAL ORBIT etabliert ein kybernetisches Echo, um das relationale Vakuum zu füllen. Dennoch bleibt jede technologische Rückkopplung ein Surrogat. Der Mangel an physischer Berührung und die fundamentale Unvorhersehbarkeit echter menschlicher Interaktion können durch Algorithmen zwar abgemildert, aber niemals in ihrer existenziellen Tiefe ersetzt werden. Das Interface bietet Resonanz, aber keine echte Intersubjektivität.

3. Die Unausweichlichkeit der existenziellen Bedrohung

Gestaltung kann die Wahrnehmung der Umwelt transformieren, aber nicht die zugrunde liegende Realität ändern. Das Wissen um die feindselige Natur des Vakuums und die unüberbrückbare Distanz zur Biosphäre der Erde bildet eine konstante psychische Grundlast. Design kann diese Angst handhabbar machen (Coping), jedoch

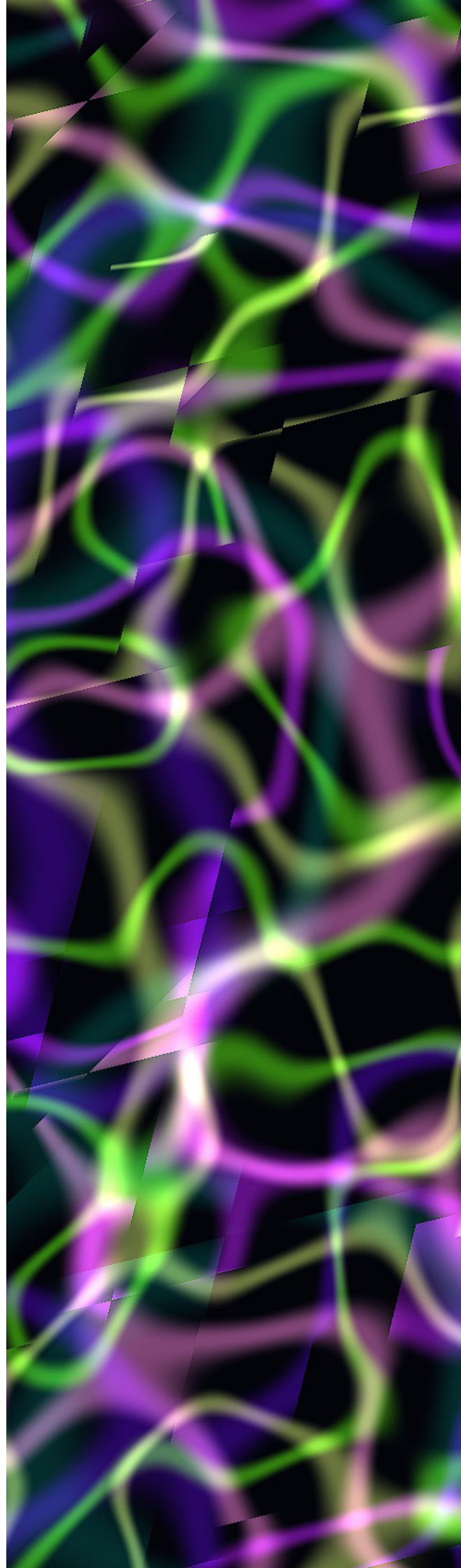
die ontologische Unsicherheit des „Vakuum-Daseins“ nicht auflösen.

4. Die Barriere chronischer Fatigue

Physische Erschöpfung in ICE-Umgebungen resultiert oft aus konstantem Maschinenlärm und dem Fehlen natürlichen Lichts. Ein enaktives System erfordert für das Resonanz-Balancing ein Mindestmaß an kognitiven Ressourcen. Unterschreitet die biologische Belastbarkeit durch Schlafentzug einen kritischen Schwellenwert, kann die Interaktionspflicht des Interfaces selbst zu einem zusätzlichen Stressor werden.

5. Die taktile Sterilität der Hardware

MENTAL ORBIT begegnet dem Visual Hunger durch generative Komplexität. Dennoch bleibt die Interaktion oft an die haptische Begrenztheit glatter Oberflächen gebunden. Die Sehnsucht nach natürlichen Texturen – dem Widerstand der Erde oder organischen Gerüchen – kann visuell und motorisch nur illusorisch kompensiert werden. Die materielle Einseitigkeit der technologischen Hülle bleibt das Nadelöhr für die sensorische Sättigung.



9.6 Die Hyper-Metapher: Partikel-Schwarm im 4D-Raum

In der Vertiefungsphase wurde die Metapher des „festen Körpers“ zugunsten einer hyperdimensionalen Partikel-Schwarm-Metapher revidiert. Diese Entscheidung basiert auf der Erkenntnis, dass psychische Prozesse keine geschlossenen Oberflächen sind, sondern dynamische Zustände der Verdichtung und Zerstreuung.

9.6.1 Projektion aus dem 4D-Raum (Hyper-Resonanz)

Die technologische Basis von MENTAL ORBIT wurde um eine vierte Dimension erweitert. Der visuell wahrnehmbare 3D-Körper wird hierbei als dreidimensionaler Schnitt durch ein vierdimensionales Feld verstanden.

- **Gestalterische Begründung:** Die vierte Dimension symbolisiert metaphorisch die Komplexität der Psyche, die über das unmittelbar Sichtbare hinausgeht. Durch die mathematische Rotation im 4D-Raum entstehen morphologische Veränderungen, die für das menschliche Auge unvorhersehbar wirken. Dies adressiert das Problem der Habituation direkt, da die Form niemals repetitiv wirkt.
- **Gestalterische Konsequenz:** Der Shader berechnet keine statischen Polygone, sondern ein Punktwolkenfeld, das durch ein 4D-Simplex-Noise-Verfahren animiert wird.

9.6.2 Dynamik der Streuung und Ballung

Das Verhalten der Partikel korreliert isomorph mit dem Grad der psychischen Integrität (Agency):

- **Streuung (Entropie):** Bei hoher kognitiver Last verlieren die Partikel ihre strukturelle Bindung. Sie driften als ungeordnetes Rauschen ab und umhüllen den Nutzer wie ein „mentaler Nebel“. Dies visualisiert das Gefühl der Derealisation und den Verlust des Fokus.
- **Ballung (Resonanz):** Durch den Vollzug der inhibitorischen Geste (Langsamkeit) erhöht das System die algorithmische Kohäsion. Die Partikel verdichten sich zu Clustern und bilden den pulsierenden Kern – den Orb. Ordnung wird hier als Prozess der aktiven Zentrierung erfahrbar.



9.6.3 Interaktive Gravitationsfelder: Das Einfangen der Agency

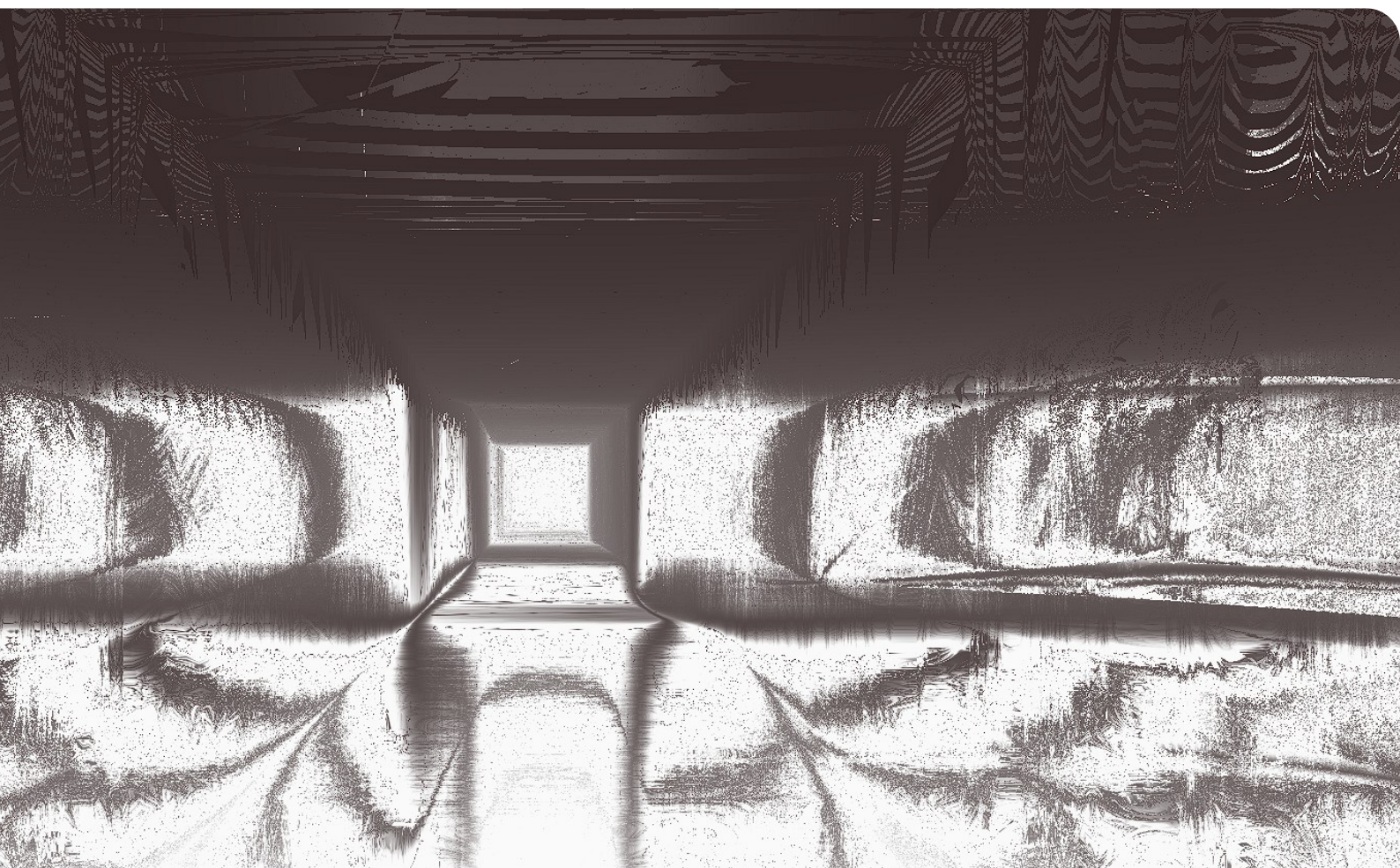
Die Interaktion wurde von reinem Tracking zu gravitativem Handeln transformiert. Der Nutzer fungiert als gravitatives Zentrum innerhalb des Schwarms.

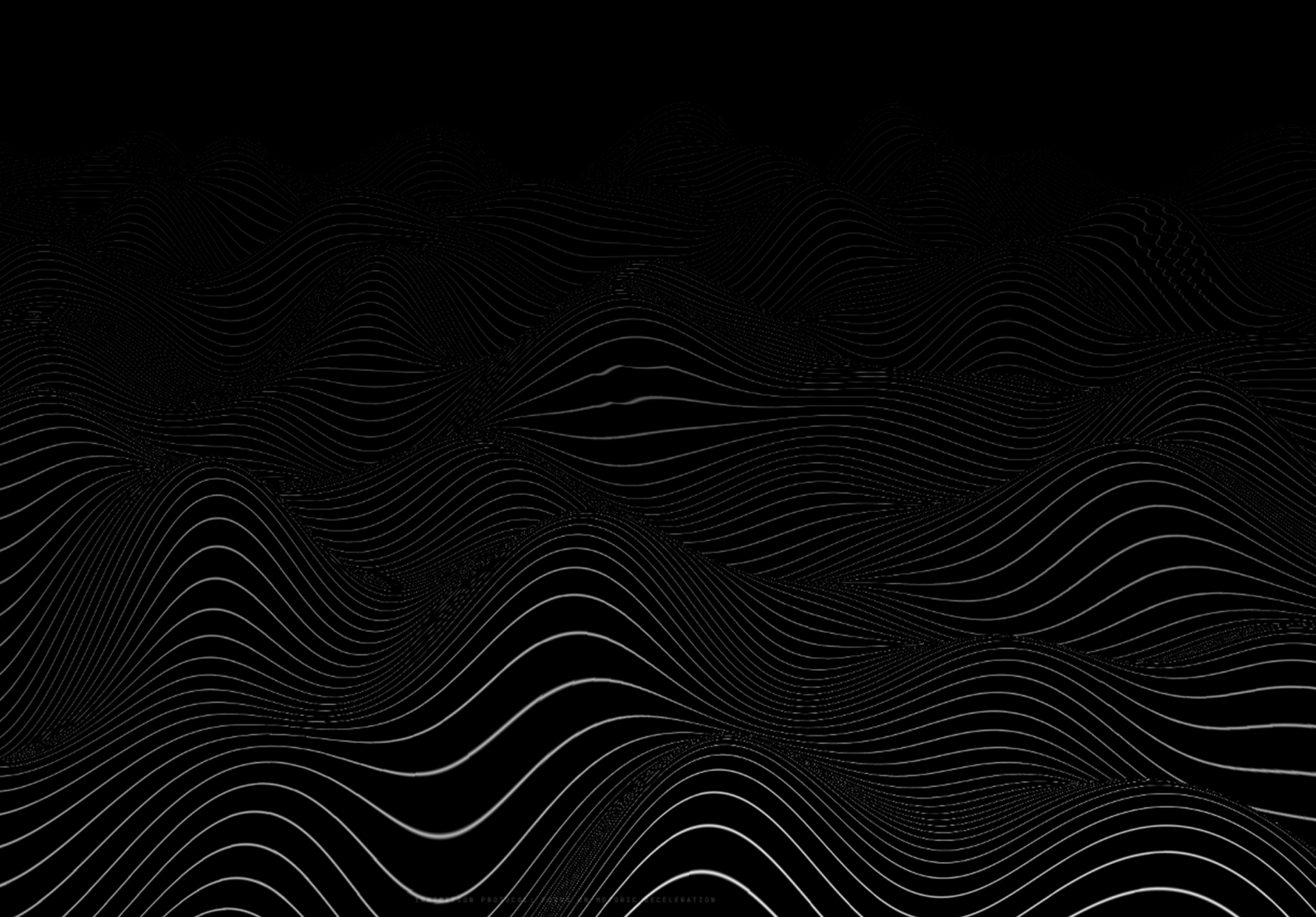
- Mechanik des Einfangens: Der Nutzer erzeugt durch seine Geste virtuelle Gravitationswellen. Nur durch kontrollierte Entschleunigung baut sich ein Feld auf, das die zerstreuten Partikel „einfängt“.
- Enaktive Rückkopplung: Der Erfolg der Selbstregulation wird nicht durch Datenwerte, sondern durch die visuelle Masse spürbar, die der Nutzer mit seiner Hand formt. Hektik wirkt wie eine Zentrifugalkraft, die das Gefüge sofort zerreißt.

9.6.4 Synthese: Vom Orb zur Shader-Landschaft

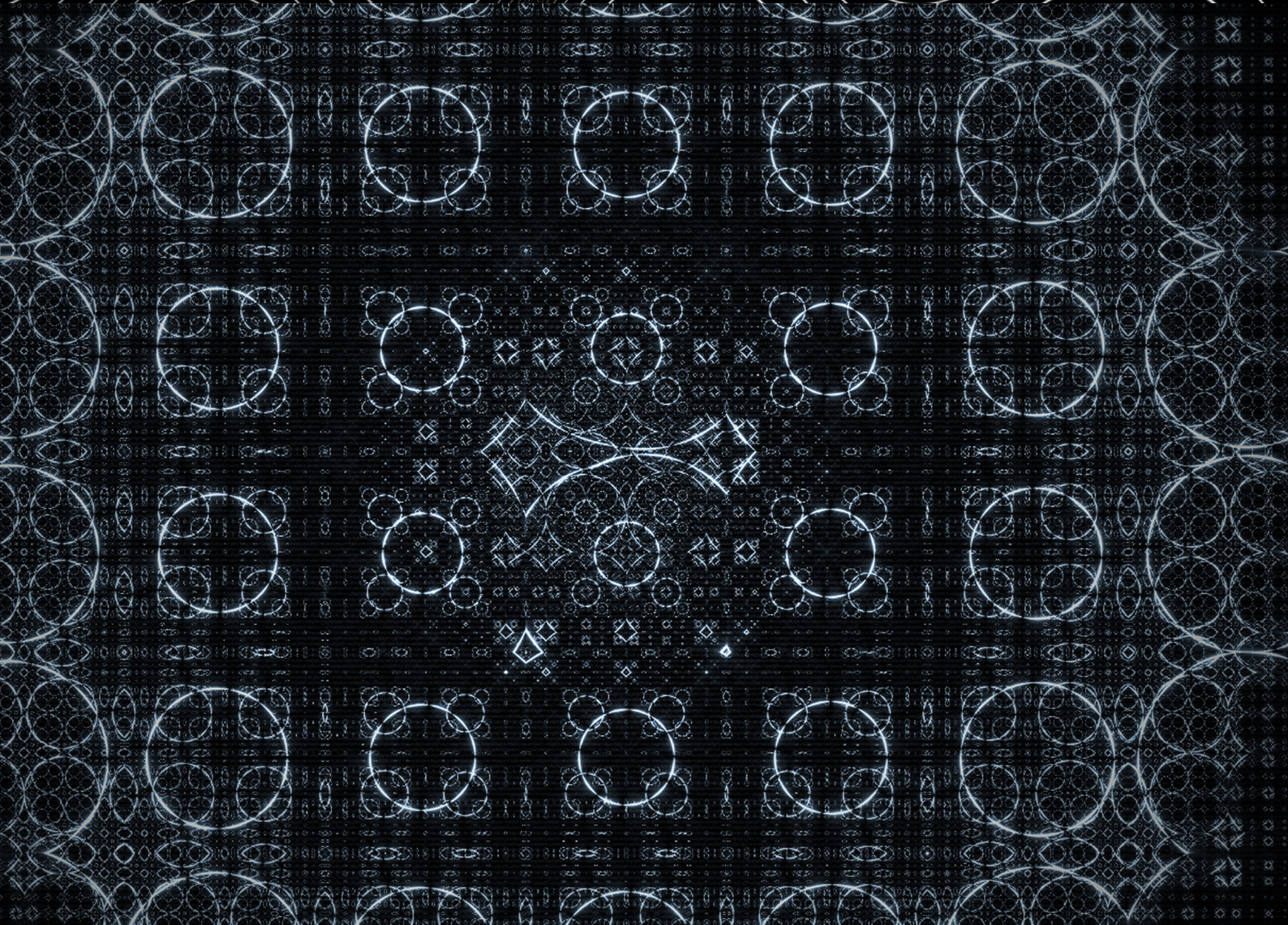
In der finalen Version verschmelzen der isolierte Orb und die unendliche Landschaft zu einem hybriden System:

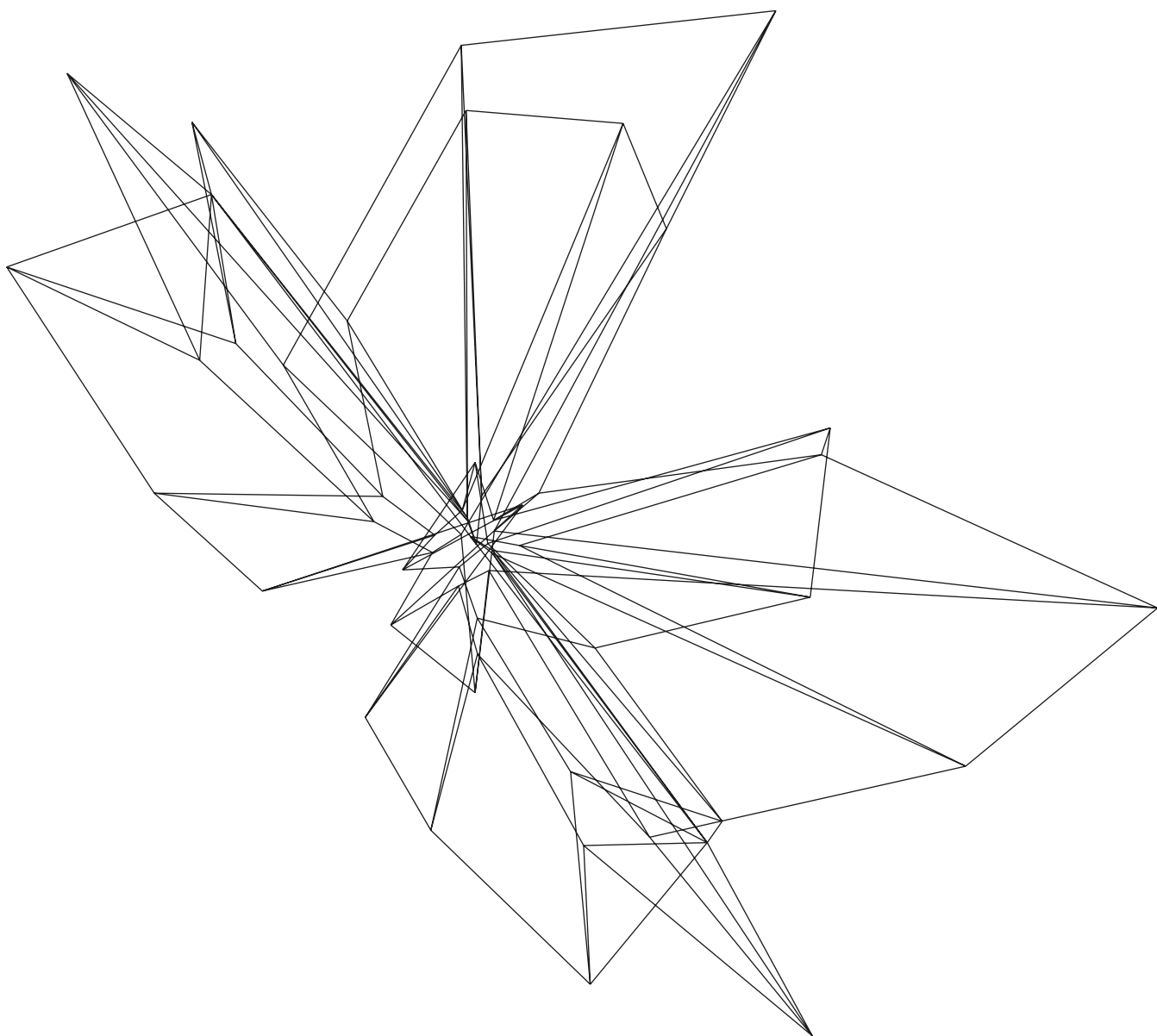
- Die Atmosphäre des Subjekts: Das Partikelrauschen ist ständig präsent. In Momenten der Dysregulation ist das gesamte Sichtfeld (die Shader-Landschaft) von Unruhe geprägt.
- Die Manifestation der Souveränität: Erst durch das Resonanz-Balancing kristallisieren sich diese Partikel im Zentrum zum Orb heraus. Das System beweist: Die „geordnete Welt“ ist kein Dauerzustand im Vakuum, sondern eine aktive Leistung menschlicher Agency, die jederzeit aus dem Chaos neu formiert werden muss.





ON PROJECTS AND CELEBRATION





10. Logbuch-Protokoll II

Meilenstein: Transition zur klinischen Isomorphie & bilateralen Integrität

10.1 Technologische Konsolidierung

Die Realisierungsphase erreichte im März ihren technologischen Reifegrad. Der Fokus verschob sich von der explorativen Formfindung hin zur algorithmischen Stabilität und zur Operationalisierung der inhibitorischen Kontrolle.

- Vom Objekt zum Feld (Raymarching): Die Abkehr von meshbasierten Geometrien hin zu Signed Distance Fields (SDF) markiert eine fundamentale ontologische Setzung. Das System berechnet keine isolierten Körper mehr, sondern ein topografisches Feld, das unendlich ist. Dies adressiert das NASA-Risiko des Confinement durch das Angebot phänomenologischer Weite.
- Bilateralität als inhibitorischer Hebel: Die Interaktionslogik wurde auf ein bilaterales Modell umgestellt. Die Anforderung, zwei Gravitationszentren simultan zu stabilisieren, erhöht die kognitive Last der exekutiven Funktionen massiv und erfordert die Synchronisation beider Hemisphären.
- Strukturelle Persistenz: Durch den „Gespinst-Algorithmus“ wurde die visuelle Kohärenz gewahrt. Ein Liniennetz bleibt als physikalisches Skelett auch bei maximaler Dysregulation sichtbar, um die strukturelle Integrität des Subjekts im virtuellen Raum zu wahren.

10.2 Ästhetischer Pivot: Phänomenologie des Weiß (Clinical Light Mode)

Auf Grundlage der gestalterischen Kritik erfolgte die Inversion des Farbraums. Der Wechsel zum „Clinical Light Mode“ dient der funktionalen Abgrenzung gegenüber narrativen Sci-Fi-Klischees.

- Instrumentelle Klarheit: Schwarze Isolinien auf reinweißem Grund assoziieren sich mit technischen Blueprints und medizinischen Protokollen. Die Ästhetik signalisiert „operative Ernsthaftigkeit“.
- Soma-Ästhetische Textur: Prozeduraler Filmgrain und Scanlines verwandeln die digitale Fläche in ein papierartiges Medium. Dies stellt die visuelle Konsistenz mit dem physischen Dossier her und dämpft die emittierte Lichtintensität, um Photophobie zu vermeiden.

10.3 Empirisches Grounding: NASA Data Request DR27411

Ein entscheidender wissenschaftlicher Erfolg ist die Genehmigung des Zugriffs auf das NASA Life Sciences Data Archive (LSDA).

- Parametrische Kalibrierung: Der Zugriff auf de-identifizierte Datensätze der HERA-Analogmissionen ermöglicht die präzise Abstimmung der Shader-Variablen. Klinische Werte für neuromotorisches Jitter (MPT) und Vigilanz-Lapses (PVT) werden mathematisch in die Noise-Amplituden des Feldes umgerechnet.
 - MENTAL ORBIT wechselt hiermit vom Status einer reinen Designstudie zu einem datengestützten Forschungsartefakt, das auf empirischen Parametern realer menschlicher Isolation basiert. Die Kalibrierung bezieht sich hierbei explizit auf die technische und systemische Stringenz der Datenübertragung, nicht auf eine klinische Wirksamkeitsstudie.^{9.4}
- Materielle Manifestation: Das Bordbuch als Soma-Gateway

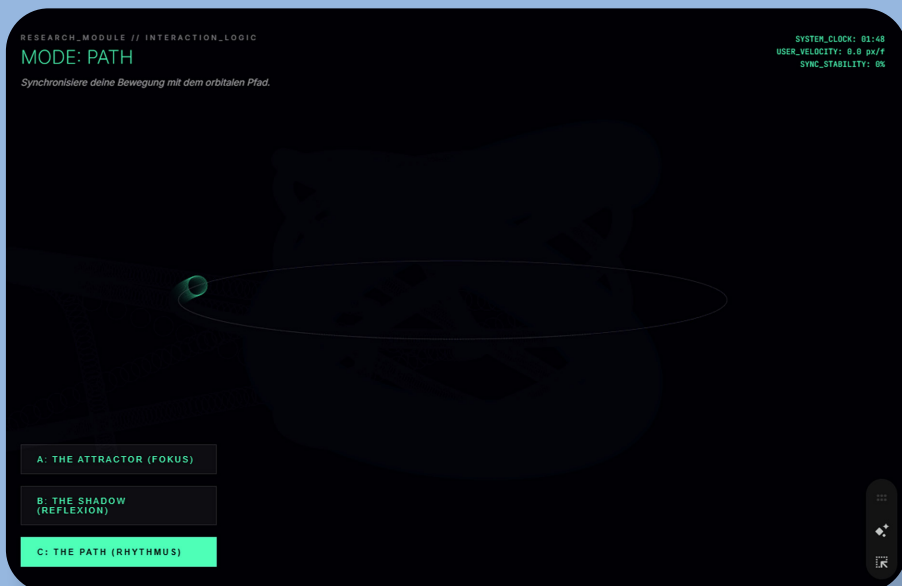
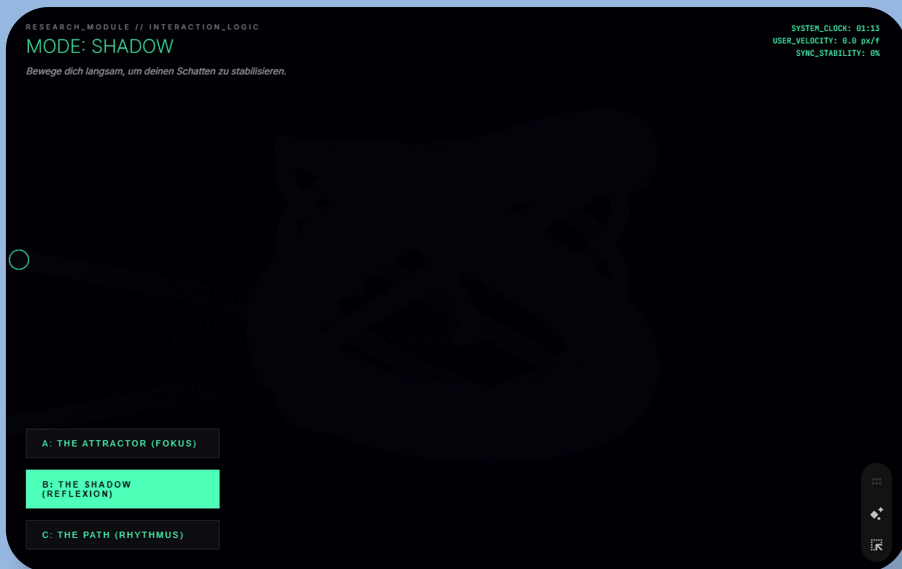
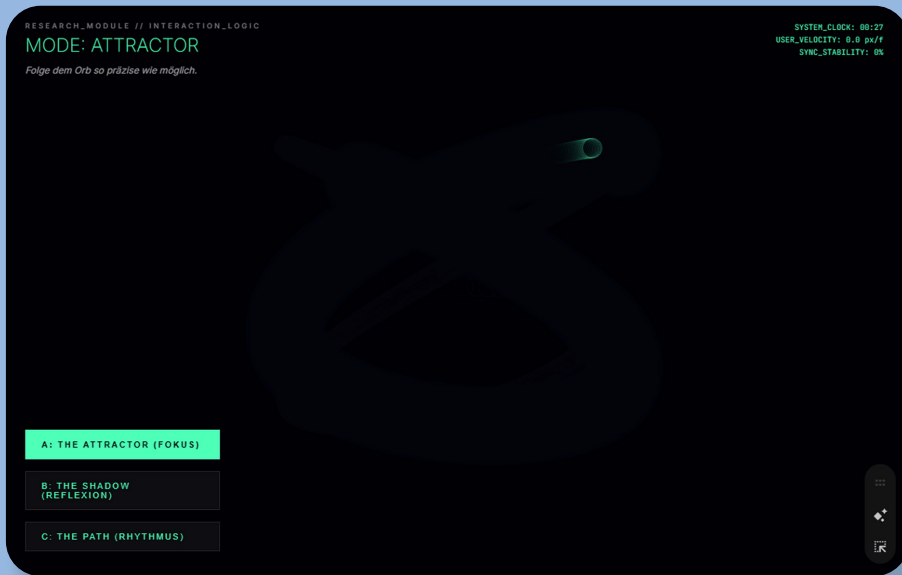
Das physische Dossier wurde als liminales Artefakt finalisiert, das die Theorie der Nahkörpertechnologie materialisiert.

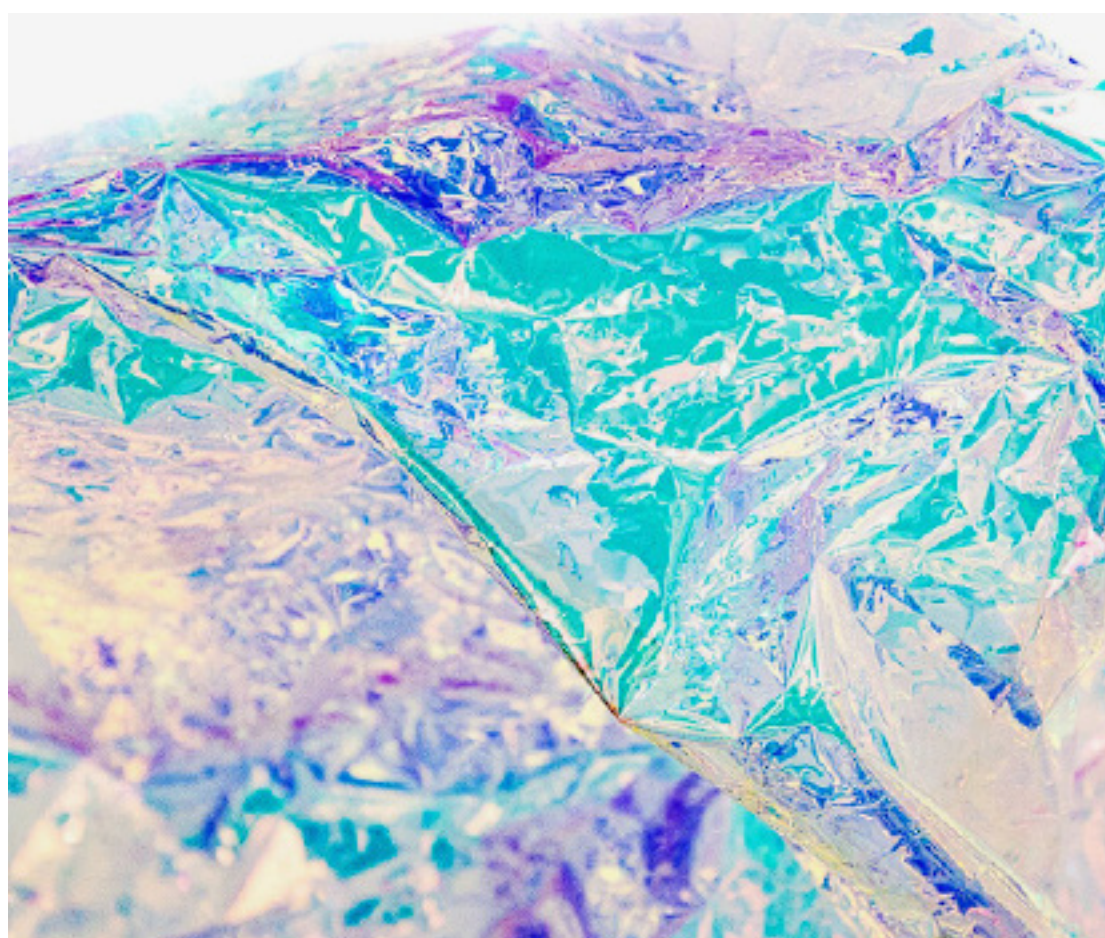
- Hardware Shield: 1,5 mm dickes eloxiertes Aluminium für das Cover simuliert die Härte der Habitat-Hülle.
- NASA-Binding (Axis-Logic): Die 3-Ring-Bindung wird semantisch als physische Repräsentation der drei Krisenachsen (Routine, Sozial, Autonomie) kodiert.
- Polymer-Schichtung: Milchige Folien mit laser-gravierten Grids überlagern analoge Grafiken und machen den Prozess der „Vermessung des Unmessbaren“ haptisch erfahrbar.

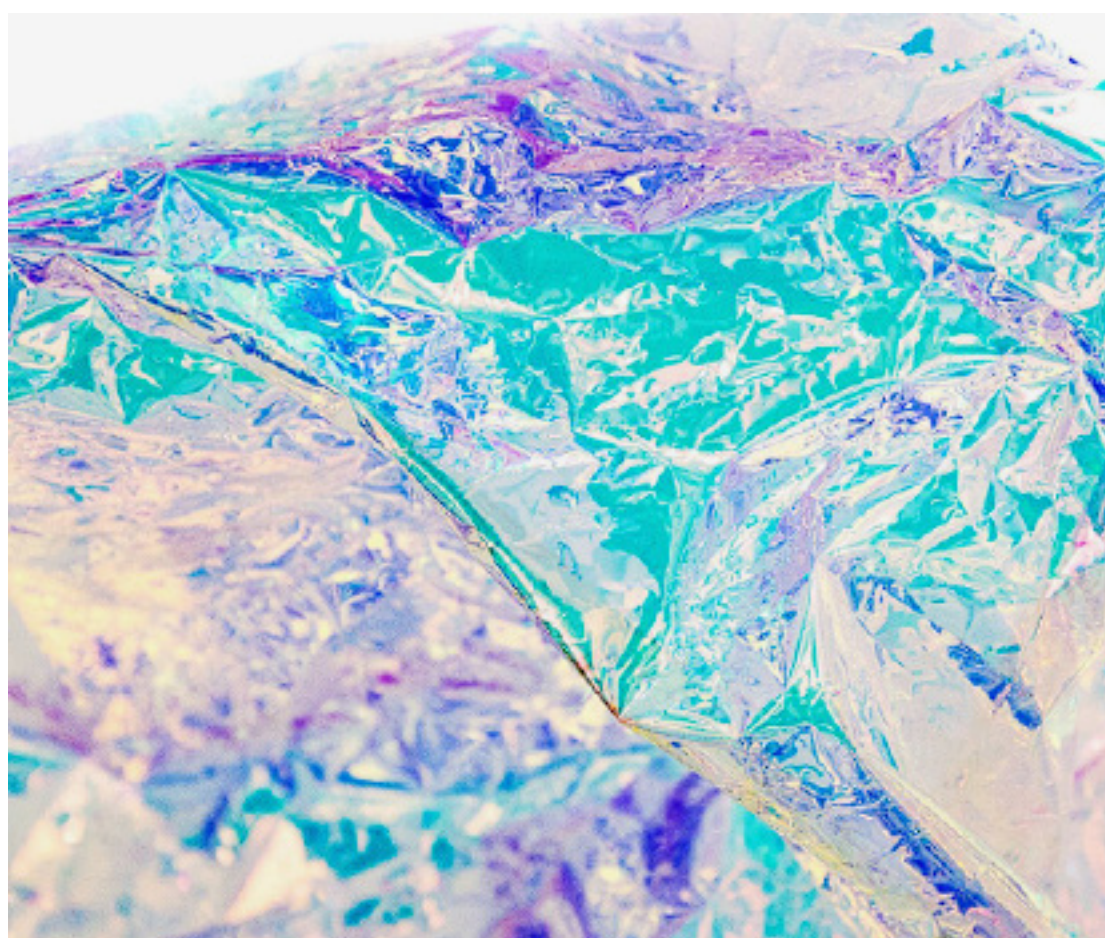
10.4 Kalibrierung der Interaktionsparadigmen

In der finalen Phase wurden drei Steuerungs-Modelle implementiert, die sich in der geforderten Konzentrationsleistung unterscheiden:

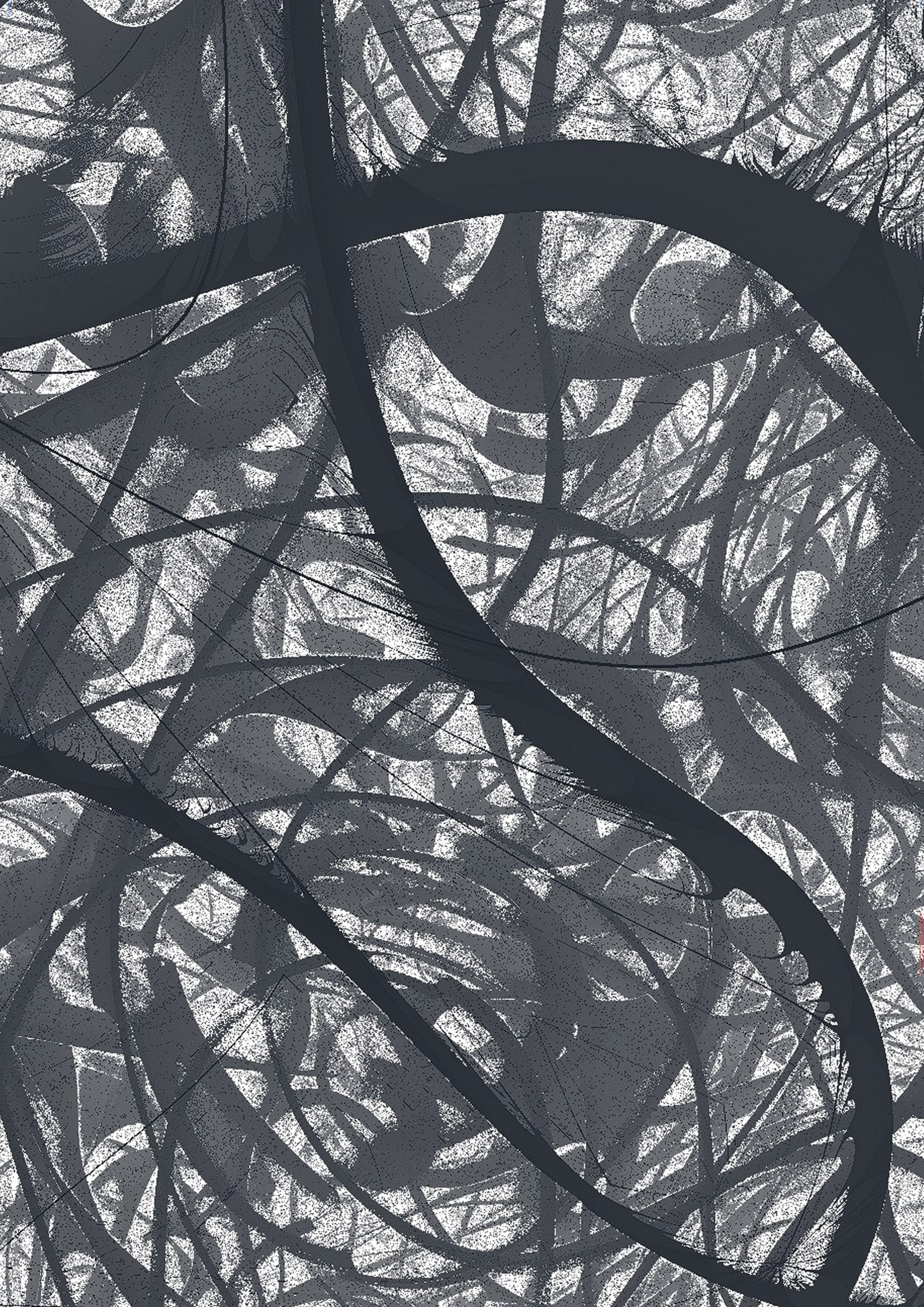
1. Inverse Resonance (Der Widerstand): Das Feld bewegt sich entgegengesetzt zur Handbewegung. Man muss den Orb „einfangen“, indem man von ihm wegsteuert. Dies bricht den impulsiven Amygdala-Reflex und erzwingt eine reflektierte Bewegungsstrategie.
2. Pressure-Stability (Soma-Feedback): Die Druckgleichmäßigkeit (Force-Sensing) steuert die Leuchtkraft. Die visuelle Form reagiert empfindlich auf Druckschwankungen, was die interozeptive Wahrnehmung der muskulären Anspannung schult.
3. Stochastic Follower (Die Suche): Der Nutzer muss seine eigene motorische Frequenz durch „ruhiges Ausprobieren“ an die Systemfrequenz anpassen. Erst bei einer Phasenverschiebung nahe Null „blüht“ das Feld auf.

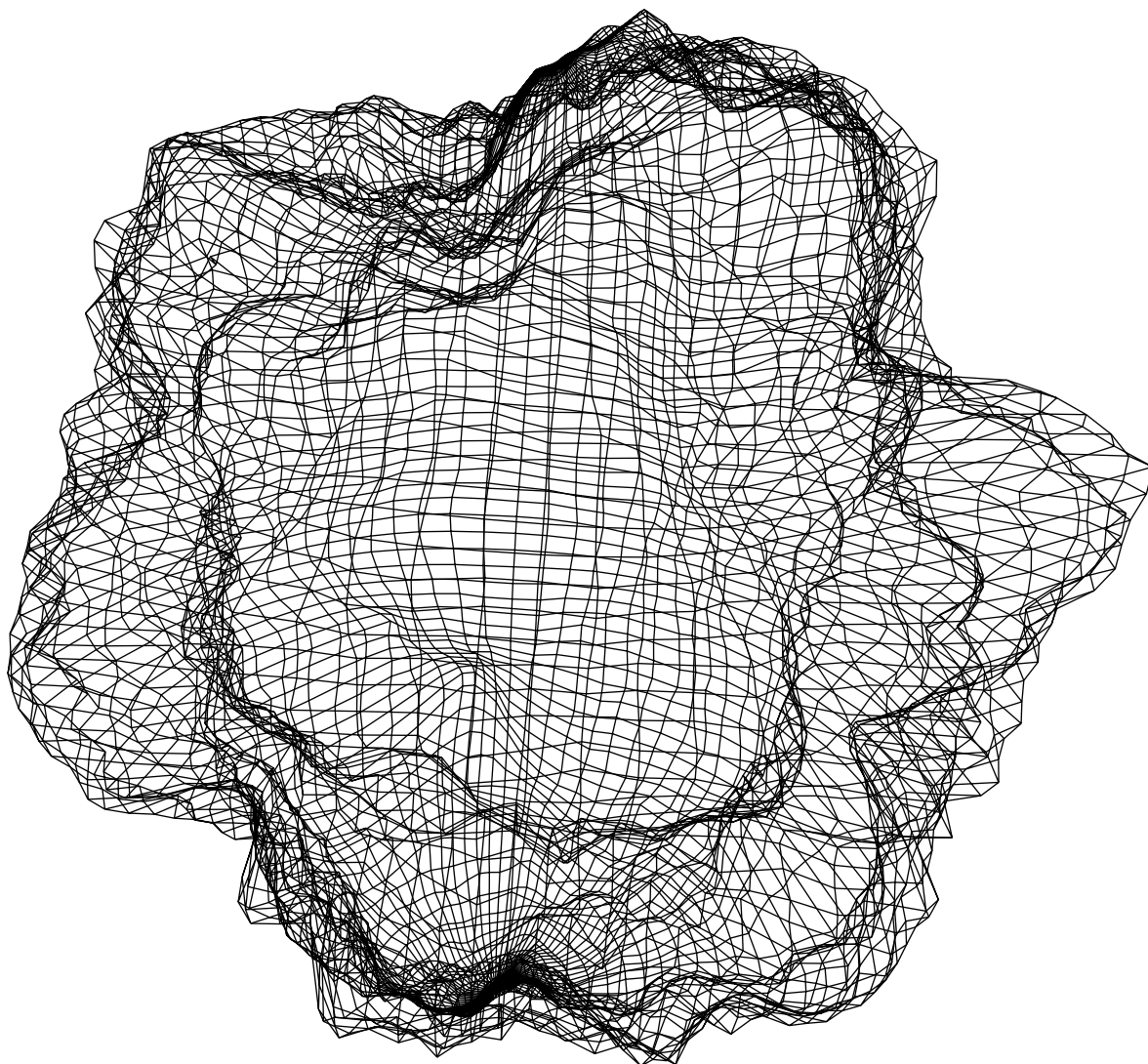












11. Datenakquise und empirische Fundierung

Die konzeptionelle Fundierung von MENTAL ORBIT stützt sich auf die operative „Ground Truth“ der bemannten Raumfahrt. Dieses Kapitel dokumentiert den Prozess der Datenakquise – von der Recherche in den NASA-Archiven bis zur offiziellen Genehmigung des Datensatzes DR27411.

Die Navigation durch die administrativen Instanzen (EBWG, IRB, NHR-Protokolle) erforderte eine präzise theoretische Formulierung des Zwecks der Datenverwendung. Die erfolgreiche Freigabe im Rahmen des NHR-Protokolls belegt, dass die hier entwickelte gestalterische Parameter-Logik administrativ und datentechnisch an bestehende raumfahrtwissenschaftliche Archivstrukturen anschlussfähig ist.

11.1 Motivation: reale Daten für spekulatives Design

Im Sinne des Research through Design (RtD) stellte sich früh die Frage nach der Systemkalibrierung. Ein enaktives Interface, das psychische Agency wiederherstellen soll, darf nicht auf zufälligen Effekten beruhen. Um eine echte parametrische Isomorphie zwischen biologischem Stress und digitaler Form zu erreichen, war der Zugriff auf klinische Primärdaten aus Isolationsstudien unumgänglich. Ziel war es, den „motorischen Fingerabdruck“ des Stresses (Jitter, Latenz, Vigilanz) mathematisch präzise abzubilden.

11.2 Identifikation der Quellen: Das LSDA-Archiv

Die Recherche konzentrierte sich auf das NASA Life Sciences Data Archive (LSDA) und das Human Research Program (HRP). Als entscheidende Datenquelle wurden die HERA-Missionen (Human Exploration Research Analog) der Kampagnen C2 und C3 identifiziert. HERA simuliert Langzeit-Isolation im Johnson Space Center und liefert hochauflösende Zeitreihen zu den zentralen Variablen von MENTAL ORBIT:

- PVT (Psychomotor Vigilance Task): Messung der kognitiven Wachheit und der Reaktionslatenz.
- MPT (Motor Praxis Task): Messung feinmotorischer Stabilität und des RMS-Fehlers.
- POMS (Profile of Mood States): qualitative Erfassung der emotionalen Erosion (Vigor, Confusion, Fatigue).
- VascResisIndex: Systemischer Gefäßwiderstand als Indikator für autonomes Arousal.

11.3 Der administrative Prozess: „Mission NASA“

Der Zugriff auf diese Daten erforderte eine mehrstufige wissenschaftliche Rechtfertigung:

1. Research Proposal: Ein formales Protokoll positionierte MENTAL ORBIT als Speculative Behavioral Health Countermeasure. Die EBWG prüfte den Entwurf auf seinen wissenschaftlichen Wert.
2. IRB- und NHSR-Einstufung: Die Einreichung beim Institutional Review Board (IRB) bestätigte, dass die Arbeit den ethischen Standards der klinischen Forschung entspricht. Das Projekt wurde offiziell als NHSR (Non-Human Subjects Research) eingestuft.

11.4 Die Genehmigung: Datensatz DR27411

Am 9. März 2026 erteilte die EBWG der NASA die offizielle Genehmigung für den Data Request DR27411. Der Approval Letter bestätigt den Zugriff auf die Archivdaten der HERA-Kampagnen.

11.5 Methodischer Transfer: Deep Data Analytics

Die technische Integration der HERA-Daten folgt einer qualitativen Parameter-Extraktion:

- Die Fatigue-Gap: Da in 82% der Missionstage die mentale Erschöpfung (MENTALLY_TIRED) die physische Belastung übersteigt, fungiert der Shader als kognitives „Nährsubstrat“.
- Kardiale Hibernation: Die HRV-Daten belegen ein Absinken der Herzfrequenz während der Isolation. Das System nutzt dies als uPulseFrequency, um den Nutzer rituell aus der biologischen Apathie zu wecken.
- Vaskuläre Viskosität: Der Gefäßwiderstand ist ein Indikator für die systemische Anspannung. Ein Anstieg wird im Shader unmittelbar als erhöhte phänomenologische Schwere (Viskosität) des Feldes spürbar.

11.6 Fazit der Akquise

Die Kooperation mit der NASA LSDA beweist, dass Design in der Lage ist, die Sprache der Wissenschaft zu sprechen. MENTAL ORBIT ist damit ein mathematisch präzise kalibriertes, spekulatives Szenario für die Zukunft der menschlichen Agency im All.

11.7 Deep Data Analytics: NASA HERA-Kampagnen (C1/C2/C3)

Die Integration der Datensätze aus den HERA-Missionen (Human Exploration Research Analog) ermöglicht den Übergang von der rein motorischen zur autonomen Isomorphie. Die Analyse liefert die physiologische Begründung für die dynamische Taktung von MENTAL ORBIT.

I. Die Fatigue-Gap: Divergenz der Erschöpfung

- Befund: In 82% der Missionstage übersteigt die mentale Erschöpfung (MENTALLY_TIRED) die physische Belastung signifikant. (Psychologische und biologische Herausforderungen der Mars-Mission im Kontext der Entwicklung grundlegender menschlicher Bedürfnisse, 2018)
- Design-Konsequenz: Die Isolation erodiert primär das exekutive Netzwerk. MENTAL ORBIT fungiert als „kognitives Nährsubstrat“, um der neuronalen Degeneration durch chronische Unterforderung (Underload) aktiv entgegenzuwirken.

II. Prädiktion interpersoneller Erosion

- Befund: Konflikt-Ereignisse werden statistisch durch einen Anstieg der mentalen Fatigue (+15%) und der subjektiven Einsamkeit eingeleitet. (Gaskill, 2024)
- Anwendung: Das Interface erkennt die „Vorfeld-Entropie“ im motorischen Jitter und schaltet proaktiv in den Shared Agency Mode. Soziale Kohäsion wird durch rituelle Ko-Regulation stabilisiert, bevor der Konflikt manifest wird.

III. Das Flow-Paradoxon (Stress-Happiness-Link)

- Befund: Maximale Zufriedenheit tritt bei mittlerem bis hohem Workload auf.
- Design-Axiom: Widerstand ist notwendig. Ein vollkommen reibungsloses (seamless) Interface führt zur Apathie. Nur durch produktiven Widerstand (inhibitorische Kontrolle) entsteht das Gefühl echter Selbstwirksamkeit (Agency).

11.8 Kardiovaskuläre Drift: Die Physik des Herzens (HERA C2/C3)

Die Analyse der Datensätze DR27411 belegt, dass die Isolation den Menschen bis in die tiefsten autonomen Schichten hinein verändert.

1. Phänomen: Die „Low-Flow“-Anpassung

Die Daten belegen eine signifikante Abnahme der Herzfrequenz während der Isolation (Office, 2020)

- Interpretation: Dies entspricht einer „Psychological Hibernation“. Der Organismus reduziert seine metabolische Aktivität als Reaktion auf sensorische Deprivation.
- Konsequenz: MENTAL ORBIT erkennt diesen biologischen Stand-by und erhöht proaktiv die visuelle Komplexität (uPulseFrequency), um kognitive Atrophie zu verhindern.

2. Der Gefäßwiderstand als Viskositäts-Parameter

Der VascResisIndex dient als Indikator für systemische Anspannung.

- Mathematisches Mapping
- Wirkung: Ein Anstieg des Gefäßwiderstands wird im Shader unmittelbar als erhöhte phänomenologische Schwere des Feldes spürbar. Der Nutzer muss mehr Kraft aufwenden, um das Gitter zu entlasten.

11.9 Parametrische Matrix (Update v24.5)

Die folgende Tabelle definiert die direkte Übersetzung von NASA-Biometrie in die Shader-Physik des Master-Gespinstes:

HR_SEATED (Puls) uPulseFrequency
Bestimmt den Grundrhythmus des organischen „Gespinst-Atmens“.

Stroke Volume uCohesionAmplitude
Steuert die Expansionskraft des Feldes bei erfolgreicher Resonanz.

IndexCO (Cardiac Output)
uLuminanceBias Hoher Output erzeugt strahlende Klarheit; niedriger Output führt zur Trübung.

MAP (Blutdruck-Mittel) uDistortionScale
Hoher Druck korreliert mit einer kubischen Verzerrung der Isolinien.



Office of the Chief Health and Medical Officer (OCHMO)
Mary W. Jackson NASA Headquarters | Washington D.C.

NOT HUMAN SUBJECTS RESEARCH

06Apr2026

TO: Lea Krempin
+491764390432
lea.krempin@gmx.net

FROM: Marisa Covington, Ph.D., CIP
Chair, NASA Institutional Review Board

TITLE: MENTAL ORBIT: Chronic Stress on Loss of Agency

On 06Apr2026, the NASA IRB reviewed the following submission:

Study eIRB Number	STUDY00000985
Type of Review:	Human Subjects Research Determination
IRB Disposition:	Not Human Subjects Research
Date of Determination:	06Apr2026
FWA Number:	00019876

As written, the NASA IRB determined that the proposed activity is not research involving human subjects. IRB review and approval are not required.

The PI is responsible for following all ethical and legal guidelines as well as ensuring that all NASA procedures and policies are met during the lifetime of this project (e.g., Test Readiness Review, clearance by NASA Safety). **Approval from other entities may also be needed. A Not Human Subjects Research (NHSR) determination from the NASA IRB in no way implies or guarantees that permission from these other entities will be granted.**

This determination applies only to the activities described in the NASA IRB submission and does not apply should any changes be made. If you plan to modify this activity in any way, you should consult with the IRB. Submission of a modification through the eIRB may be necessary to confirm that activities continue to be "Not Human Subjects Research." You can create a modification by clicking **Create Modification / CR** within the study.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Marisa Covington".

Marisa Covington, Ph.D., CIP
Chair, NASA IRB

NOT HUMAN SUBJECTS RESEARCH

Greetings,

As back-up LSAH Advisory Board Administrator, I am sending this email to inform you that the request for retrospective data referenced in, **“MENTAL ORBIT: Chronic Stress on Loss of Agency”** by PI: **Lea Sophie Krempin** with the *University Hochschule für Gestaltung Offenbach am Main* in Hesse, Germany, received and assigned data request number **DR27411**. As part of the responsibilities delegated by LSAH Advisory Board the Evidence Base Working Group (EBWG) originally reviewed this on 26 January 2026 to determine whether the data can be provided in a de-identified manner and subsequent appropriate approval pathway.

LSAH staff members have been actively working with the investigator to assess the scope of the requested data, and have **verified that an appropriate de-identified data set is available that will suit the investigator's needs**. EBWG approved this **Research** request for **de-identified** data on 9 March 2026, indicating the data can be delivered to the PI fully de-identified. LSAH will release the appropriate de-identified data to the PI once all approvals are in place and data set compilation and audit is complete.

For reference, the description of the project is as follows:

Goals/Aims:

“The data is required for a design thesis (diploma) on the development of an enactive interface system (“MENTAL ORBIT”). The aim is to translate neurobiological stress markers into interactive visual parameters. The real performance data serves as a mathematical basis for calibrating the “affordance of slowness” and for validating the problem space (loss of agency in isolation).

Aims: Development of a data-supported framework for a techno-somatic resonance interface for the psychological stabilization of crew members. How should an enactive design system be structured that uses the visual semantics of inner chaos through an interactive particle swarm metaphor to actively promote the user's psychological agency and self-regulation in extreme isolation through the conscious physical act of resonance balancing? The following sub-questions are used to systematically answer this core question: 1. Visual semantics: What design parameters are necessary to translate emotional crisis dimensions such as temporal desynchronization, social deprivation, and loss of agency into a spatially experiential particle metaphor? 2. Interaction logic: To what extent can the implementation of systemic resistance—defined as the affordance of slowness—strengthen the user's inhibitory control and lead them from an impulsive stress reaction to reflective self-regulation? 3. Cybernetics of feedback: How does the principle of cognitive echo—as a temporary visual overcompensation of a stable state—affect the astronaut's perceived self-efficacy?”

Subjects:

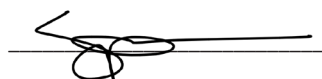
- Up to N= 48*

Variables:

- All data will be de-identified
- Longitudinal behavioral data and high-resolution performance metrics
- Cognition battery, which broadly includes
 - MPT - Motor Praxis Task
 - VOLT - Visual Object Learning Task
 - NBACK - Fractal 2-Back
 - AM - Abstract Matching Task
 - LOT - Line Orientation Task
 - ERT - Emotion Recognition Task
 - MRT - Matrix Reasoning Task
 - DSST - Digit Symbol Substitution Task
 - BART - Balloon Analog Risk Task
 - PVT - Psychomotor Vigilance Test
- Actigraphy data
 - Found for HERA 1 and HERA 3, HERA 2 (if located in archives)
- POMS

*If HERA 2 data are located. If not, estimated N=32

For documentation purposes, I am copying the Chair of the Evidence Base Working Group, Ruth Reitzel.



Sasha Portillo, Science Coordinator
NASA Life Sciences Data Archives

LATEX FOLIE

LATEX FOLIE

12. Mental Orbit Master Gateway Shader

Das System ist eine multimodale psychophysiologische Visualisierungsplattform mit folgenden Funktionsebenen:

1. SENSORISCHE DATENEBENE (Bottom-up)

Hardware-Inputs: Pico-Modul (Wearable-Sensoren) via Serial/USB

CSV-Integration: Echte Astronauten-Daten (HERA-Missionen, Mission Days)

Gemessene Parameter:

HR` (Heart Rate)

SC (Skin Conductance/Stress)

O2 (Oxygen Saturation)

2. ALGORITHMISCHE VERARBEITUNG (Core)

A) Psychophysiologische Modellierung

Mission-Timeline-Abhängigkeit: 500 Tage mit 4 kritischen Phasen

MD 1-90: INITIAL CALIBRATION (Orientierungsverlust-Adaptation)

MD 90-250: EARTH_OUT_OF_VIEW (Breakoff-Phänomen)

MD 250-375: MIDPOINT ISOLATION (maximale Dezentralisation)

MD 375-480: THIRD_QUARTER_CRISIS (cognitive fatigue peak)

B) Generative Interface-Metriken (Design-Indizes zur Shader-Steuerung)

javascript

NMC (Neuromotor Control) = $100 - (\text{speed} \times 1500) - (\text{stress} \times 40)$

HRV (Heart Rate Variability) = $35 + (\text{resonance} \times 55) - (\text{stress} \times 20)$

CDI (Cognitive Decline Index) = $(\text{day}/12) + (\text{stress} \times 60) - (\text{resonance} \times 50)$

C) Atemparameter-Entrainment (Pranayama-Copilot)

- 12-Sekunden-Zyklus: Einatmen (4s) → Halten (4s) → Ausatmen (4s)

- Real-time Sync-Evaluierung: `OPTIMAL | MISMATCHED | NO\_INTERACTION`

- Biofeedback-Loop für Vagus-Stimulation

3. VISUELLE RENDERING-SCHICHT (WebGL Shaders)

Vier psychophysiologische Modi:

Mode | Wissenschaftliche Funktion | Shader-Logik |

1: CRISIS Baseline + Stress-Mapping | White luminance grid |

2: BOTANICAL (Bloom) Resonance-gesteuerte Expansion | Fraktale Blüten-Partikel |

3: SWARM Attraktions-Kohäsion bei Isolation | 6-parametrische Perlin-Noise Schwärme

4: FIELD Gravimetrisch-räumliche Verzerrung | Touch-induzierte Feldstörungen |

Shader-Uniforms (Echtzeitbindung):

glsl

uResonance → Stress-Inverse (Stabilität)

UCONDUCTIVITY → GSR → Lautstärke & Rausch

uOxygen → Alpha-Blending (Vigilanz-Trübung)

uPatina → oxidative Verfalls-effekte (Müdigkeit)

uBreath → 0-1 Skalierung (Atemzyklus-Visualization)

4. AUDITIVE FEEDBACK-SCHICHT (Web Audio API)

Komplexe Sounddesign-Architektur:

1. Herzschlag-Emulation (LUB-DUB)

- Dynamische Intervalle nach HR

- GSR-modulierte Amplitude

Binaural Beats (250Hz ↔ 254Hz)

- 4 Hz Delta-Differenz = Tiefschlaf-Induktion

- Neurales Entrainment

4Hz Delta-Differenz: zielt auf die hypothetische Unterstützung von Entspannungszuständen ab (hier als exploratives akustisches Element eingesetzt).

GSR-Rausch-Filterung (Bandpass 300 Hz)

- „Wind“-Simulation bei Stress
- Frequenz: 200-1000 Hz adaptiv

5. INTERAKTIONSDYNAMIKEN

A) Touch-Pattern Recognition

- Dual-Touch Tracking (Mouse-Mirror, Multi-Touch)
- Velocity-Messung: $\text{speed} = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$
- Pointer-Pfad-Historie (max 250 Frames)

B) Stability Lock-Mechanik

IF (zwei Finger < 0.025 units/frame UND > 500ms stabil)

→ Charge-Rate Verdopplung

→ Resonanzaufbau aktiviert

C) Resonance-System (0-1 kontinuierlich)

- Aufbaurrate variiert nach Mission Day & Breath-Status

- Visualisierungs-Zoom/ Intensität gesteuert

6. DATENFLUSS-ARCHITEKTUR

Sensoren → Datenquellen (3 Modi):

PICO_HARDWARE (Live via Serial)

HERA_ASTRONAUT_1/2 (CSV-geladen)

NARRATIVE_MODE (synthetische Simulation)

↓

Psychophysio-Algorithmen

↓

WebGL Shader Uniforms

↓

Audio API Modulationen

↓

Echtzeit-Visualisierung @ 60 fps

Multimodale Integration: Sensoren + Audio + Visual = totale Wahrnehmung

Psychophysiologische Validität: HERA-Mission-Daten, Stress-Response-Mapping

Biofeedback-Loop: Atemkontrolle
→ Audio → Hirn-Entrainment

Nonlinear Systemverhalten: Tipping-Points bei Resonance & Stability-Lock

Temporal Fidelity: 500-Tage-Mission authentisch modelliert

Digitale Formwerdung: Die atomare Dekonstruktion des Gateways

Um die operative Übertragbarkeit der theoretischen Postulate der Diplom Theorie Arbeit in die digitale Interface-Praxis von Mental Orbit nachzuweisen, wird das interaktive Master Gateway (v40.0) im Folgenden anhand einer erweiterten Struktur des Atomic Designs analysiert. Das klassische, auf Optimierung und Reibungslosigkeit ausgerichtete Framework von Brad Frost wird hierbei gezielt mit den Axiomen des Contingency Designs infiziert. Die technischen Komponenten werden somit nicht als bloße UI-Elemente, sondern als neurokognitive Regulatoren dekonstruiert.

12.1 Die Ebene der Atome: subsemantische Reizträger

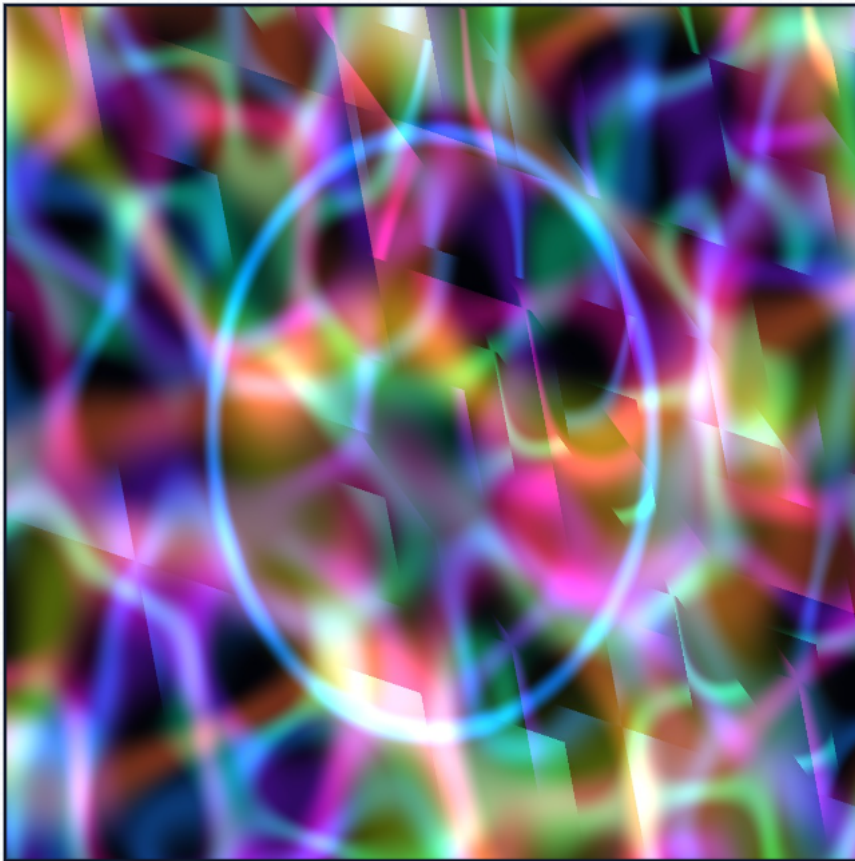
Auf der atomaren Ebene – den kleinsten, nicht weiter teilbaren gestalterischen Grundeinheiten – bricht das Gateway radikal mit dem Dogma der visuellen Sterilität. Die Atome sind als dynamische Variablen konzipiert, die auf die biologische Vulnerabilität des Nutzers reagieren.

- Die typografische Basis (Parametrische Dissonanz): Die verwendeten Schriftfamilien (Inter und JetBrains Mono) sind im Code nicht als statische Konstanten definiert. Durch die Kopplung an die Variable UCONDUCTIVITY (Hautleitwert) und die HERA-Vigilanzdaten induziert das System eine typografische Drift. Die gezielte Störung der visuellen Integrität (wie die CSS-Klasse .sync-glitch und Invertierungs-Shader) zwingt den Operator zur kognitiven De-Automatisierung im Moment drohender Fatigue (MD11).
- Chromatische Gradienten statt binärer Polarität: Der GLSL-Fragment-Shader (FS_SOURCE) eliminiert die klassische, binäre Alarm-Farbmeterik (Grün/Rot) herkömmlicher Leitstände, um eine affektive Polarisierung (Splitting) des Nutzers im Zustand des High-Arousal zu verhindern. Farbwerte werden aus den Vektoren der Funktion PALETTE(T) als fluide, chromatische Graubereiche berechnet. Sie visualisieren Ambiguität: Das System kommuniziert Instabilität nicht als abrupten Schock, sondern als graduell verlaufenden Prozess.
- Akkustische Elementar-Cues (Sensorisches Preheating): Im Web-Audio-Generator (initAudioEngine) werden akustische Reize nicht binär „eingeschaltet“. Die Atome des Sounds bestehen aus einem permanenten, unterschwelligem Puls-Oszillator (110 Hz L / 110,5 Hz R) und binauralen Delta-Beats (250 Hz / 254 Hz). Bei steigendem Stress (sc / Hautleitwert) moduliert der noiseFilterRef (ein Bandpassfilter) das Rauschen organisch nach oben. Dieses Cross-Modality-Cueing bereitet das Nervensystem über vegetative Reizkanäle auf kommende Systemereignisse vor, bevor ein Amygdala-Hijack ausgelöst wird.

MENTAL ORBIT SYSTEM GATEWAY

BIOMETRIC COGNITIVE ASSESSMENT & THERAPEUTIC RECORD

PROJECT: INTEGRATIVE SOMA-RESONANCE // HFG OFFENBACH
DOC-ID: MO-40.0-CLINICAL-SNAPSHOT



DIAGNOSTICS & TELEMETRY

SUBJECT IDENTIFICATION

Live Soma-Gateway

CHRONO STAMP

MISSION DAY: MD-1

COGNITIVE WAVEFORM

GATEWAY MODE: SWARM

NEUROMOTOR COHERENCE (NMC)

34 %

HEART RATE VARIABILITY (HRV)

18 ms

COGNITIVE DRIFT INDEX (CDI)

78 %

CLASS III

COGNITIVE DRIFT DETECTED

SOMA COMMAND // EQUILIBRIUM

SOMA-FEED TELEMETRY: REAL-TIME HEART WAVE (EKG/PPG)



HR
81
BPM

SOMA RESIDENCE ASSESSMENT

VERDICT & NOTES

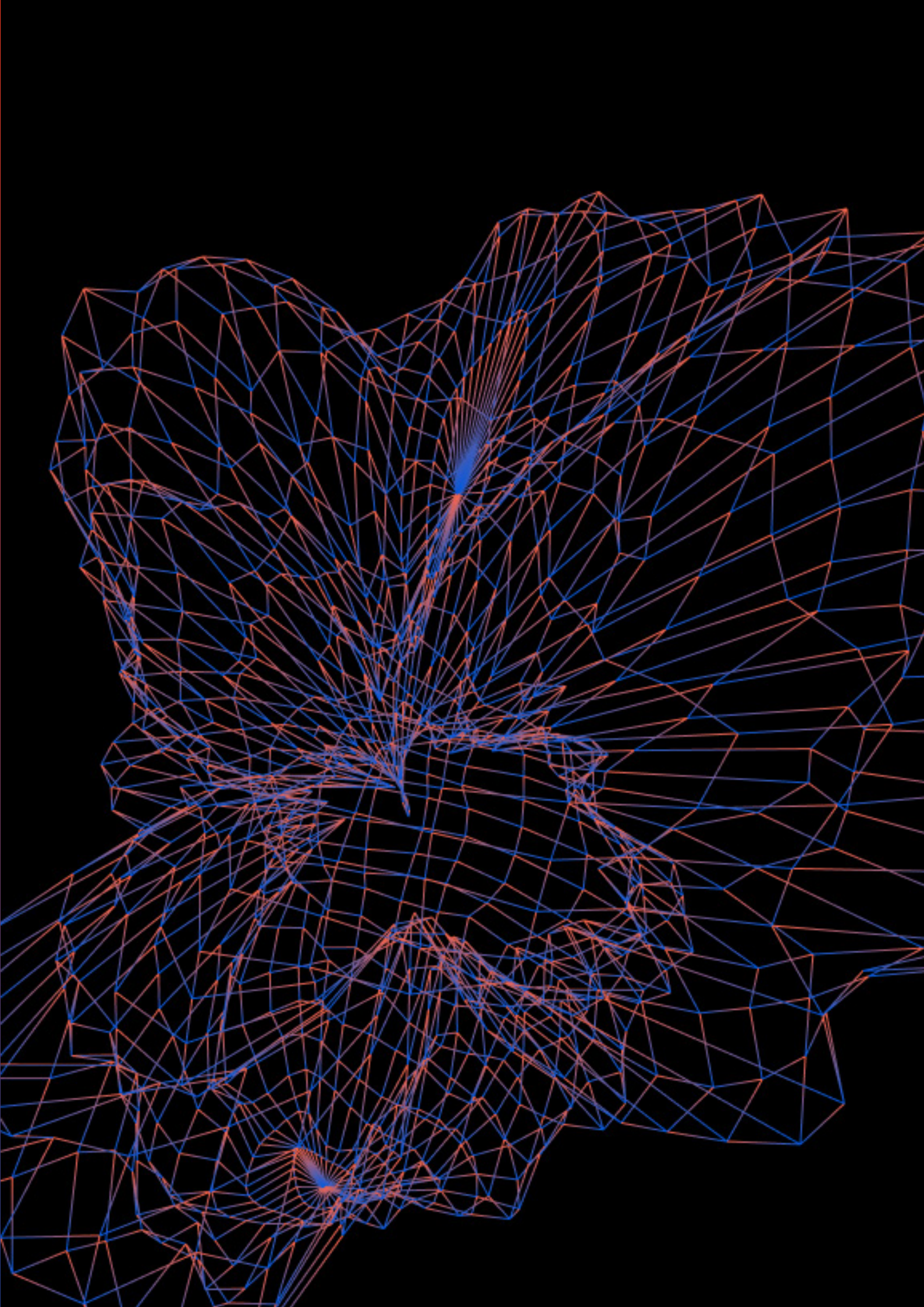
"**WARNUNG:** Signifikanter neuromotorischer Jitter und kognitiver Drift detektiert. Akute kognitive Fatigue droht. Umgehendes enaktives Atem-Entrainment einleiten."

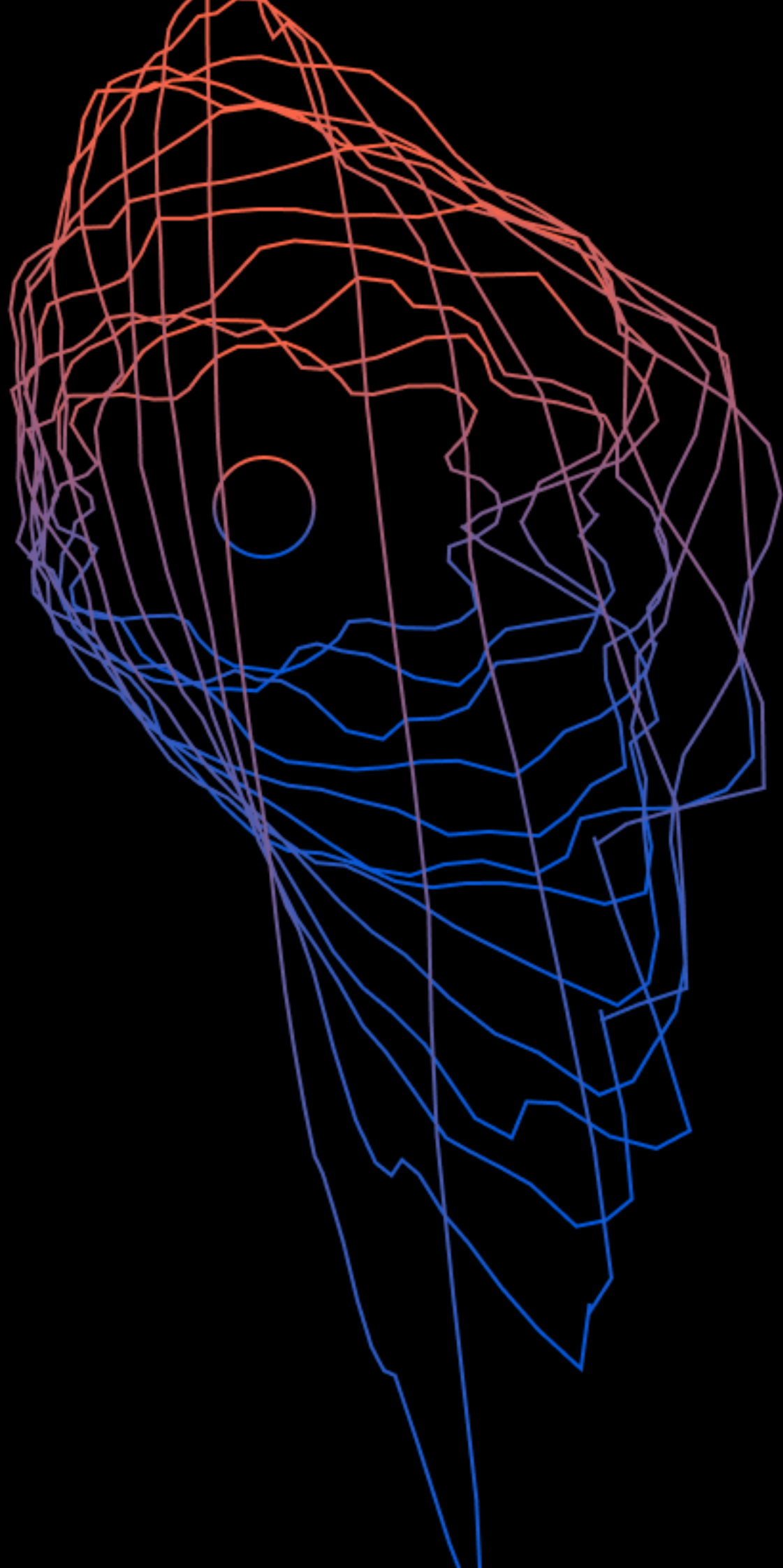
CHIEF MEDICAL OFFICER // LEA SOPHIE KREMPIN
APPROVED VALIDATION STAMP

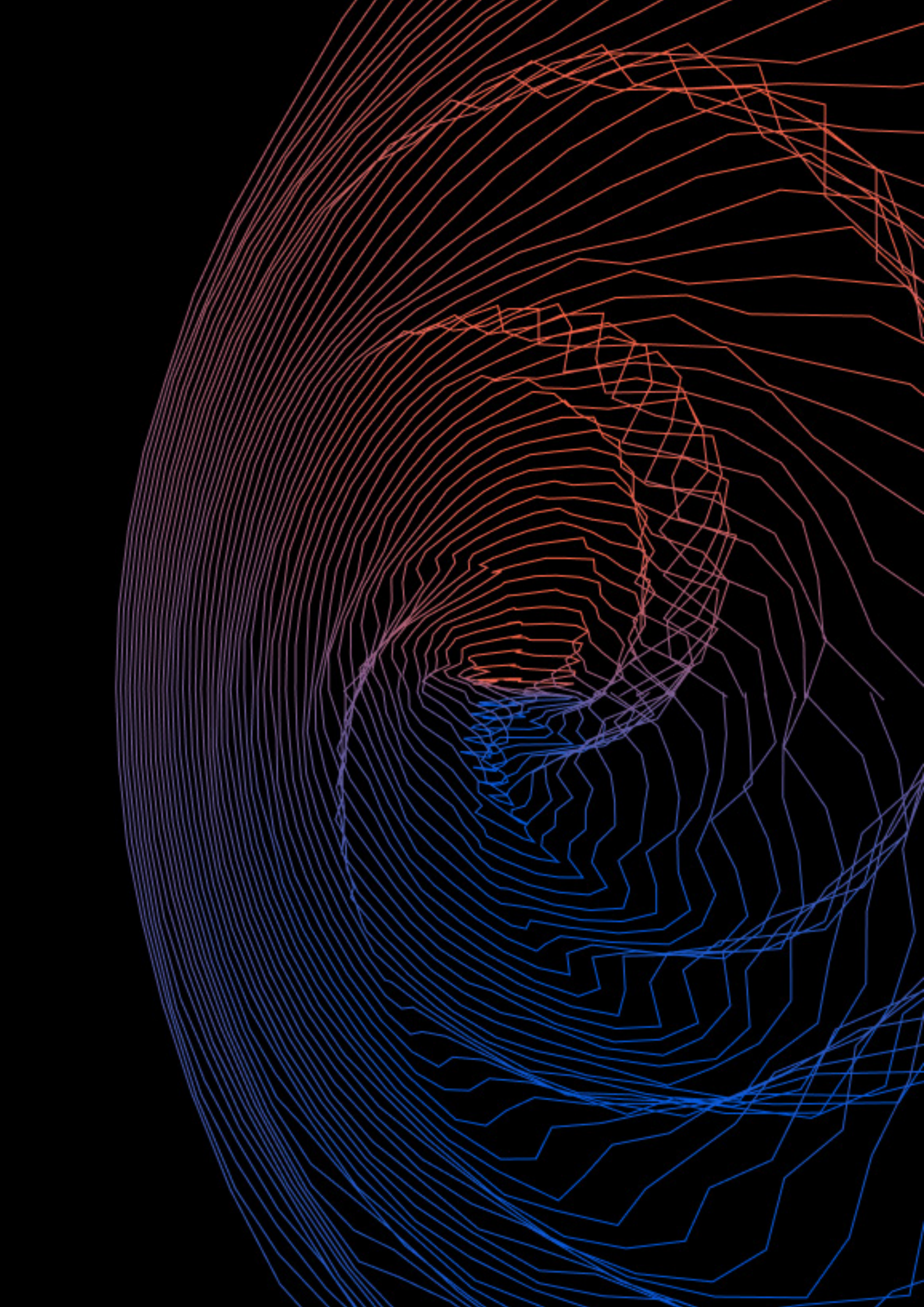


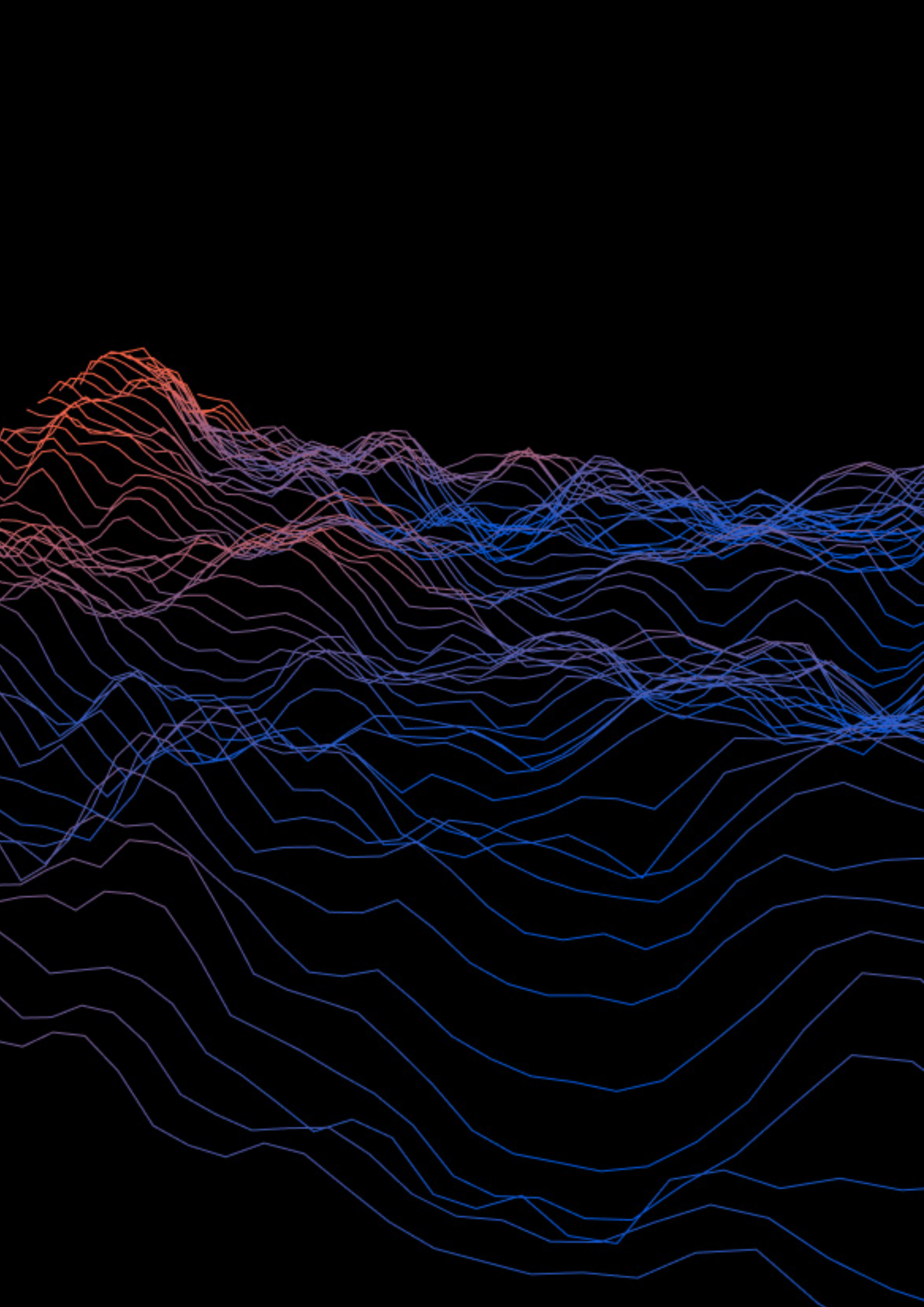
MO-V40.0-CLINICAL-A4-SNAPSHOT-VERIFIED

Die chromatische Triade: Semantische Abgrenzung statt dekorativer Ästhetik
Die Reduktion des Farbraums auf eine strikte Palette aus Weiß, Schwarz, Grau, NASA-Blau und NASA-Orange/Rot folgt einer konsequenten funktionalen und psychologischen Codierung, die sich bewusst gegen eine rein dekorative oder willkürliche Farbwahl (wie Grün- oder Pinktöne) abgrenzt. Das System nutzt ein steriles Weiß als Trägerfläche im Clinical Light Mode, kontrastiert von einem tiefen Schwarz/Grau für mathematische Telemetriedaten; diese Kombination simuliert die operative Ernsthaftigkeit technischer Blueprints und medizinischer NASA-Leitfäden, während sie gleichzeitig die Lichtlast zur Vermeidung von Photophobie dämpft. Innerhalb dieser kontrastarmen Umgebung werden Farben exklusiv als funktionale Leitsignale eingesetzt: Das tiefe NASA-Blau (#0070F3) ist als Soma-Layer der menschlichen Identität und Stabilität vorbehalten; es fungiert als symbolisches Surrogat der fernen Biosphäre der Erde und leuchtet erst bei erfolgreicher Resonanz voll auf. Das aggressive Orange/Rot (#FC3D21) hingegen markiert als Risk-Layer ausschließlich die akute neuronale Dysregulation und den sensorischen Stress-Peak-Vektor. Auf popkulturelle Trendfarben wie Pink oder ein klassisches, binäres „Alarm-Grün“ wird bewusst verzichtet. Grün würde fälschlicherweise eine medizinische „Heilung“ oder Reibungslosigkeit suggerieren, während Pink die visuelle Stringenz eines hochgradig kalibrierten Laborinstruments untergraben und kognitive Distanz erzeugen würde. Die gewählte Palette erzwingt somit eine intuitive Navigation durch das Krisenszenario: Der Astronaut lernt unbewusst, zwischen subjektiver Regulation (Blau) und objektiver Bedrohung (Rot) zu unterscheiden.









12.2 Die Ebene der Moleküle: Das Gefüge der Reibung und Taktung (Axiom I & II)

Moleküle entstehen durch die Synthese einzelner Atome zu funktionalen Clustern. Im Interface von Mental Orbit dienen sie als mechanische und zeitliche Pufferzonen zur Erhaltung der menschlichen Urteilskraft.

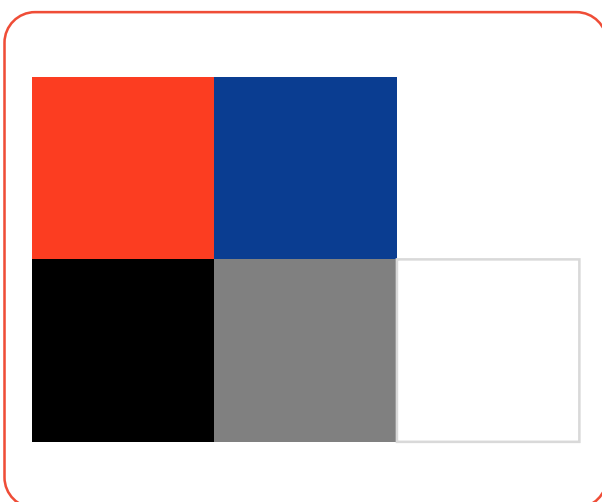
- Der Respiration-Controller: Das Atem-Leitsystem (breathPhase: Einatmen, Halten, Ausatmen) ist ein zeitliches Regulierungswerkzeug. Es taktet das Interface über den mathematischen Zyklus $(\text{timeMs} \% 12000) / 1000$ künstlich herunter. Es verlangsamt die digitale Dynamik auf eine Periodendauer von 12 Sekunden. Dieses Molekül verweigert die unerbittliche Echtzeit der Maschine und erzwingt im Modus BLOOM eine chronologische Entschleunigung, die dem Gehirn Zeit zur kognitiven Rekalibrierung verschafft.
- Der Jitter-Sicherheitsanker (HOLD_CHARGE_MODE): Das Interaktionsmolekül des Hold-Modus stellt eine direkte Verbindung zwischen motorischer Ruhe und Systemstabilität her. Nur wenn die Touch-Geschwindigkeit (speed) unter einem dynamisch berechneten Limit bleibt, das vom Stresslevel des Nutzers abhängt ($\text{Limit} = 0.025 / (1.0 + (\text{sc} / 0.12) * 3.5)$), lädt sich der AGENCY_RESONANCE_INDEX positiv auf. Unkontrollierte Hektik führt zum Verfall der Ladung (DECAYRATE). Das Interface fordert somit physische Beherrschung als Voraussetzung

für die operative Wirksamkeit.

12.3 Die Ebene der Organismen: Das kooperative Gegenüber (Axiom IV)

Organismen bilden komplexe, eigenständige Funktionseinheiten des Interfaces. Hier verlässt das System den Status der passiven Kontrollanzeige und verwandelt sich in ein responsives, relationales Gegenüber.

- Das Soma-Diagnostics Center (Resonanzkörper): Dieses Dashboard-Modul bündelt neuromotorische Kohärenz (NMC), Herzratenvariabilität (HRV) und den kognitiven Drift-Index (CDI). Es fungiert als therapeutisches Holding Environment. Statt Fehlfunktionen isoliert anzuzeigen, spiegelt es das Gesamtsystem aus Mensch und Maschine wider. Durch die dynamische Text-Interpellation im Missions-Logbuch („Echtzeit-Kopplung aktiv“, „Kritischer Jitter-Trend“) zeigt die Maschine den Zustand des Operators an. Sie leistet psychologische Ko-Regulation durch die ungeschönte, aber partnerschaftliche



Benennung der Krisenrealität.

12.4 Templates und Pages: Die Architektur des „Sicheren Scheiterns“

Auf den höchsten strukturellen Ebenen fließen analoge und digitale Fragmente im physischen Dokumentenraum des Nutzers zusammen.

- Das 3-Ring-Dossier-Layout: Das digitale Interface simuliert auf visueller Ebene die materielle Begrenzung des analogen NASA-Standards. Die im CSS verankerten .ring-binder-hole-Elemente durchbrechen die unendliche Tiefe des Bildschirms. Sie binden die Web-Anwendung an die Logik der Ringbindung.
- Der forensische A4-Snapshot (EXPORTSOMALOG): Die wichtigste funktionale Schnittstelle des kontrollierten Scheiterns ist die Exportfunktion. Bei Erreichen der maximalen Resonanz (`resonancePercent >= 99`) oder im Moment des Systemabbruchs generiert das System mithilfe einer versteckten HTML5-Canvas-Operation einen hochauflösenden, physisch druckbaren Report (SOMA_MEDICAL_LOG). Dieser Report zeichnet die Pfad-Trajektorien des Nutzers (`pointerPathRef`), die EKG-Wellenformen und klinische Stempelgrafiken dauerhaft auf. Bricht die digitale Maschinenebene zusammen, bleibt das generierte Dokument als materieller Zeuge bestehen. Der Mensch wird vom passiven Opfer des Systemabsturzes zum souveränen Dokumentaristen des Ereignisses. Er behält die Kontrolle über die Erzählung des Scheiterns.

12.5 UI-Spezifikation und funktionale Systemanalyse

Während die vorangegangene Betrachtung die übergeordnete Struktur eines Systems dekonstruiert hat, dokumentiert dieses Kapitel die präzisen mikrogestalterischen Parameter sowie die programmiertechnischen Kernfunktionen des Master Gateways (v40.0).

12.5.1 Die Design-System-Spezifikation (Visual Assets)

Die visuelle Identität des Interfaces ist streng reglementiert, um eine Balance zwischen technischer Präzision (NASA-Leitstand) und neurobiologischer Dissonanz zu wahren.

- Farbmatrik (HEX-Definitionen):
 - Primärer Kontrastraum: Das System nutzt ein klares, steriles Weiß (#ffffff) als Trägerfläche, kontrastiert durch ein tiefes, unbarmherziges Text-Grau/Schwarz (text-gray-900 / #111827).
 - Die Farbe der Intervention: Das System verzichtet auf klassische Alarmfarben. Stattdessen werden ein tiefes, klares Blau (bg-blue-600 / #2563eb) und ein zarteres Interaktionsblau (bg-blue-100 / #dbeafe) verwendet. Blau wird hier als funktionale Leitfarbe für die Interpellation und die Secure Base eingesetzt.
 - Der shader-generierte Farbraum: Die dynamischen Alarmzustände werden nicht über statische HEX-Codes definiert, sondern zur Laufzeit über den WebGL-Fragment-Shader (PALETTE(T)) generiert. Dieser erzeugt stufenlose, chromatische Verläufe, um die affektive Polarisierung des Nutzers zu verhindern.
 - Geometrie und Eckradien (Border Radius):
 - Das Interface folgt einer strengen geometrischen Ordnung. Bedienelemente und Module nutzen durchgehend einen vordefinierten Eckradius von 4px (rounded / rounded-sm) für kompakte Schaltflächen und 8px (rounded-md / rounded-lg) für größere Modul-Container.



- Die Ausnahme des Kreises:
Reine Statusanzeigen, Fortschrittsbalken (rounded-full) und die prägnanten visuellen Markierungen für die Ringbindung (w-3.5 h-3.5 rounded-full bg-white border border-gray-300) verwenden einen kreisrunden Radius. Dies schafft eine visuelle Hierarchie zwischen eckigen Interaktionsflächen und runden Informations- bzw. System-Ankern.

- Typografie und Hierarchie (Font Scales):

- Das Interface nutzt zwei Schriftfamilien: Inter (für semantische und textliche Inhalte) und JetBrains Mono (für rein mathematische und prozessuale Datenwerte).

- Skalierung (Tailwind CSS):

- text-[32px] / font-black:
Maximale visuelle Präsenz für den Echtzeit-Takt (SOMA_CORE).

- text-sm (14px) / font-medium:
Standard-Lesegröße für funktionale Anzeigen und Messwerte.

- text-[10px] bis text-[8px]:
Mikrotone Typografie für technische Logbucheinträge, Metadaten und Systemstempel (z. B. LEA SOPHIE KREMPIN // 2026). Diese extreme Verkleinerung simuliert die Dichte hochkomplexer NASA-Leitfäden.

Font FUTURA®100

Borem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eu turpis molestie, dictum est a, mattis tellus. Sed dignissim, metus nec fringilla accumsan, risus sem sollicitudin lacus, ut interdum tellus elit sed risus. Maecenas eget condimentum velit, sit amet feugiat lectus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Praesent auctor purus luctus enim egestas, ac scelerisque ante pulvinar. Donec ut rhoncus ex. Suspendisse ac rhoncus nisl, eu tempor urna. Curabitur vel bibendum lorem. Morbi convallis convallis diam sit amet lacinia. Aliquam in elementum tellus.

Borem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eu turpis molestie, dictum est a, mattis tellus. Sed dignissim, metus nec fringilla accumsan, risus sem sollicitudin lacus, ut interdum tellus elit sed risus. Maecenas eget condimentum velit, sit amet feugiat lectus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Praesent auctor purus luctus enim egestas, ac scelerisque ante pulvinar. Donec ut rhoncus ex. Suspendisse ac rhoncus nisl, eu tempor urna. Curabitur vel bibendum lorem. Morbi convallis convallis diam sit amet lacinia. Aliquam in elementum tellus.

Font Inter

Borem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eu turpis molestie, dictum est a, mattis tellus. Sed dignissim, metus nec fringilla accumsan, risus sem sollicitudin lacus, ut interdum tellus elit sed risus. Maecenas eget condimentum velit, sit amet feugiat lectus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Praesent auctor purus luctus enim egestas, ac scelerisque ante pulvinar. Donec ut rhoncus ex. Suspendisse ac rhoncus nisl, eu tempor urna. Curabitur vel bibendum lorem. Morbi convallis convallis diam sit amet lacinia. Aliquam in elementum tellus.

Borem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eu turpis molestie, dictum est a, mattis tellus. Sed dignissim, metus nec fringilla accumsan, risus sem sollicitudin lacus, ut interdum tellus elit sed risus. Maecenas eget condimentum velit, sit amet feugiat lectus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Praesent auctor purus luctus enim egestas, ac scelerisque ante pulvinar. Donec ut rhoncus ex. Suspendisse ac rhoncus nisl, eu tempor urna. Curabitur vel bibendum lorem. Morbi convallis convallis diam sit amet lacinia. Aliquam in elementum tellus.

Font Jet Brain Mono

Borem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eu turpis molestie, dictum est a, mattis tellus. Sed dignissim, metus nec fringilla accumsan, risus sem sollicitudin lacus, ut interdum tellus elit sed risus. Maecenas eget condimentum velit, sit amet feugiat lectus. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Praesent auctor purus luctus enim egestas, ac scelerisque ante pulvinar. Donec ut rhoncus ex. Suspendisse ac rhoncus nisl, eu tempor urna. Curabitur vel bibendum lorem. Morbi convallis convallis diam sit amet lacinia. Aliquam in elementum tellus.

12.5.2 Die funktional-algorithmische Matrix

Hinter der visuellen Oberfläche arbeitet eine JavaScript-Architektur, die gezielt darauf ausgelegt ist, die menschliche Agency unter extremem Stress zu bewahren. Nachfolgend werden die vier zentralen Code-Logiken und ihre gestalterische Absicht dekonstruiert:

1. Die dynamische Widerstandseingabe (holdMode & Jitter-Limit)

- Technische Umsetzung: Das System überwacht fortlaufend die Interaktionsgeschwindigkeit des Operators (speed). Über die Funktion $\text{Math.max}(0.002, 0.025 / (1.0 + (sc / 0.12) * 3.5))$ wird ein dynamisches Geschwindigkeitslimit berechnet, das direkt an den Hautleitwert-Simulator (sc) gekoppelt ist. Je höher der Stresswert des Nutzers, desto niedriger wird das zulässige Limit für motorische Bewegungen.
- Funktion: Überschreitet der Nutzer dieses Limit (z. B. durch panisches, hektisches Klicken), verfällt der Ladestatus (charge) und der AGENCY_RESONANCE_INDEX sinkt. Das Interface zwingt den Operator algorithmisch zur physischen Entschleunigung. Nur durch ruhiges, bewusstes Halten füllt sich die Anzeige (charge += 0.004).

2. Die chronobiologische Taktung (breathPhase & Modus BLOOM)

- Technische Umsetzung: Innerhalb der zentralen requestAnimationFrame-Schleife wird die Systemzeit (timeMs) modulo 12 Sekunden berechnet. Die Funktion teilt die Zeit in drei präzise Phasen: Inhale (0–4s), Hold (4–6s) und Exhale (6–12s).

- Funktion: Diese Taktung steuert nicht nur die visuelle Skalierung des pulsierenden „Atem-Gegenübers“ auf dem Bildschirm, sondern moduliert im BLOOM-Modus zugleich die Frequenz-Offsets des Audio-Synthesizers. Das Interface spiegelt und steuert die biologische Frequenz des Nutzers, um einer akuten Hyperventilation präventiv entgegenzuwirken.

3. Die Echtzeit-Biometrie-Injektion (WebSerial & Fallback-Rauschen)

- Technische Umsetzung: Über die asynchrone Funktion connectSerial nutzt die Anwendung die moderne WebSerial API, um Rohdaten direkt von externen Biosensoren (z. B. einem Arduino zur Messung des Hautleitwerts) abzugreifen.
- Funktion: Falls keine physische Hardware angeschlossen ist, greift ein algorithmisches Sicherheitsnetz: Die Funktion updateSimulatedData generiert mathematisches Rauschen mittels einer Random-Walk-Formel ($sc += (\text{Math.random}() - 0.5) * 0.008$). Dies stellt sicher, dass das Interface niemals einfriert, sondern die lebendige, unvorhersehbare Dynamik biologischer Prozesse fortlaufend simuliert.

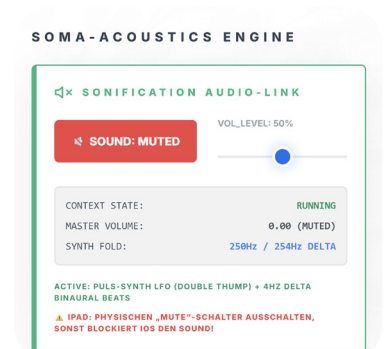
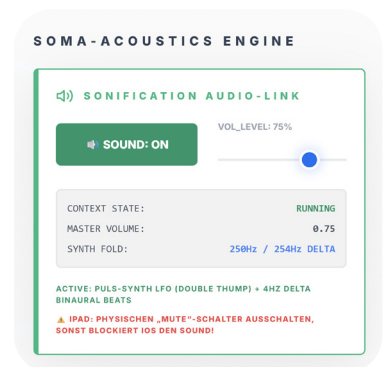
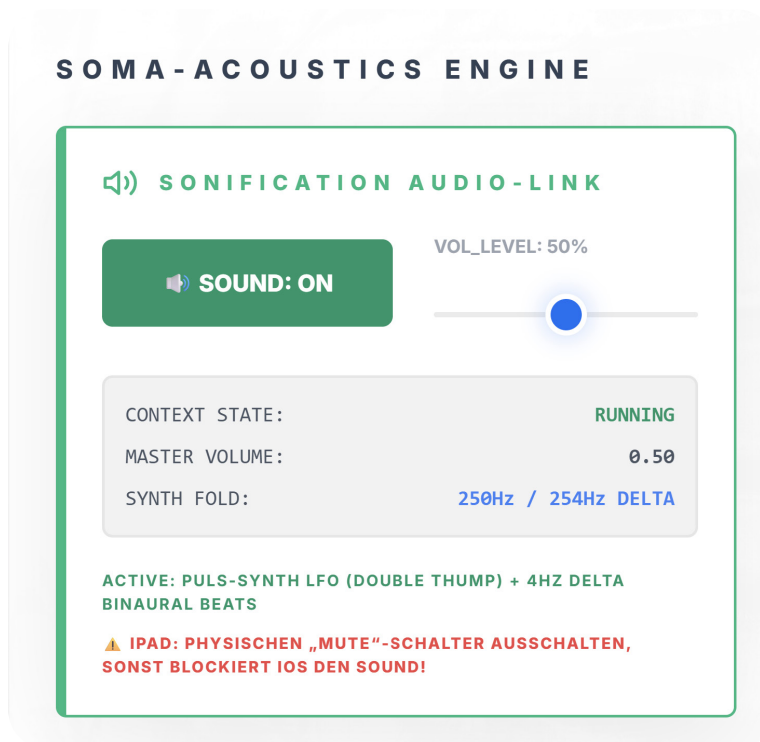
4. Der forensische Canvas-Snapshot (EXPORTSOMALOG)

- Technische Umsetzung: Bei Aktivierung der Funktion wird ein virtueller HTML5-Dokumentenraum in den exakten Proportionen eines DIN-A4-Blattes (2480 X 3508 Pixel) generiert. Die Funktion zeichnet im Hintergrund ein komplexes Raster aus medizinischen EKG-Wellenformen, stempelt administrative Metadaten auf den Canvas und liest das Array pointer-PathRef.current aus, um die exakten Pfad-Trajektorien der menschlichen

Touch-Interaktionen der letzten Minuten als forensische Spur einzubetten.

- Funktion: Das System erzeugt über `Canvas.toDataURL('image/png')` erzeugt ein persistentes, hochauflösendes PNG-Dokument, das automatisch heruntergeladen wird. Tritt der totale digitale Systemverlust ein, bricht die Verbindung zur Maschine ab, während der Operator ein ausgedrucktes physisches Dokument in den Händen hält. Seine Rolle wandelt sich vom hilflosen Anwender zum dokumentierenden Chronisten der Kontingenz.

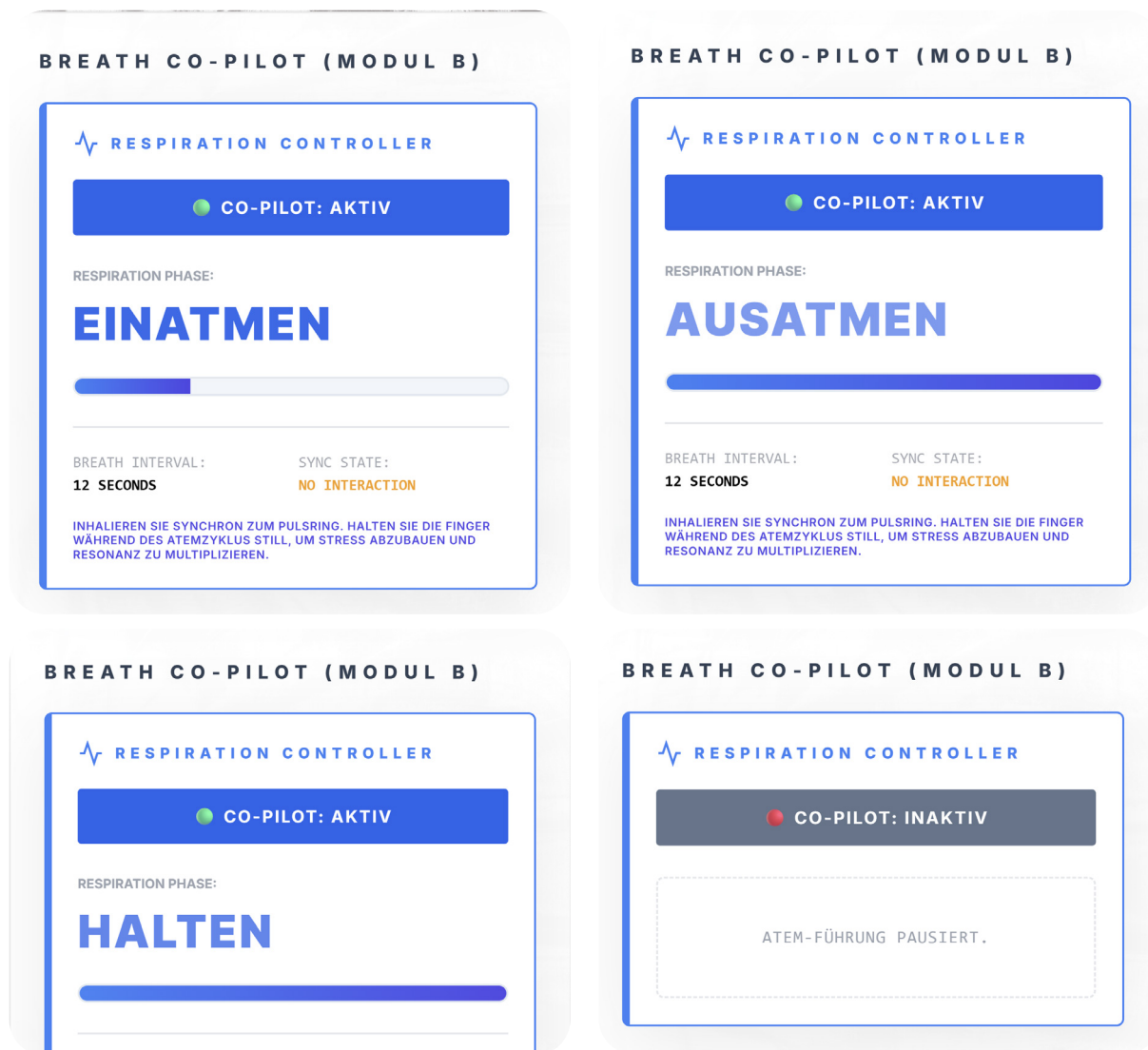




Sonification Audio-Link [Delta Beat Synthesis]

Funktion: Dynamische akustische Echtzeit-Synthese zur Spiegelung des physiologischen Erregungsniveaus. Erzeugt binaurale Delta-Beats (250 Hz / 254 Hz) zur tiefenentspannenden Gehirnwellen-Synchronisation, pulsierende Herzschlag-Akustik (Double Thump LFO) und ein prozedurales GSR-Windrauschen (rosa Rauschen). Beinhaltet eine Stummschaltung (Muted) und einen Lautstärkeregler (VOL_LEVEL).

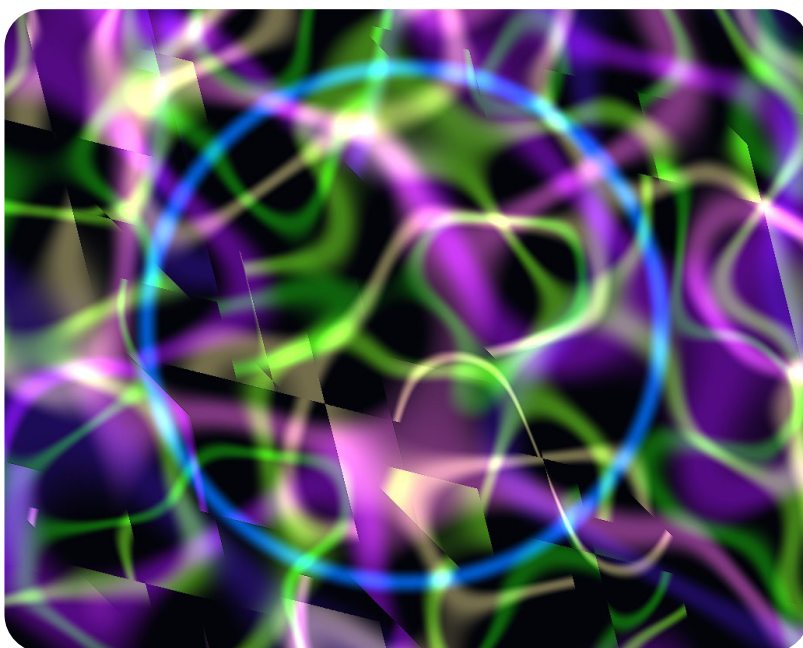
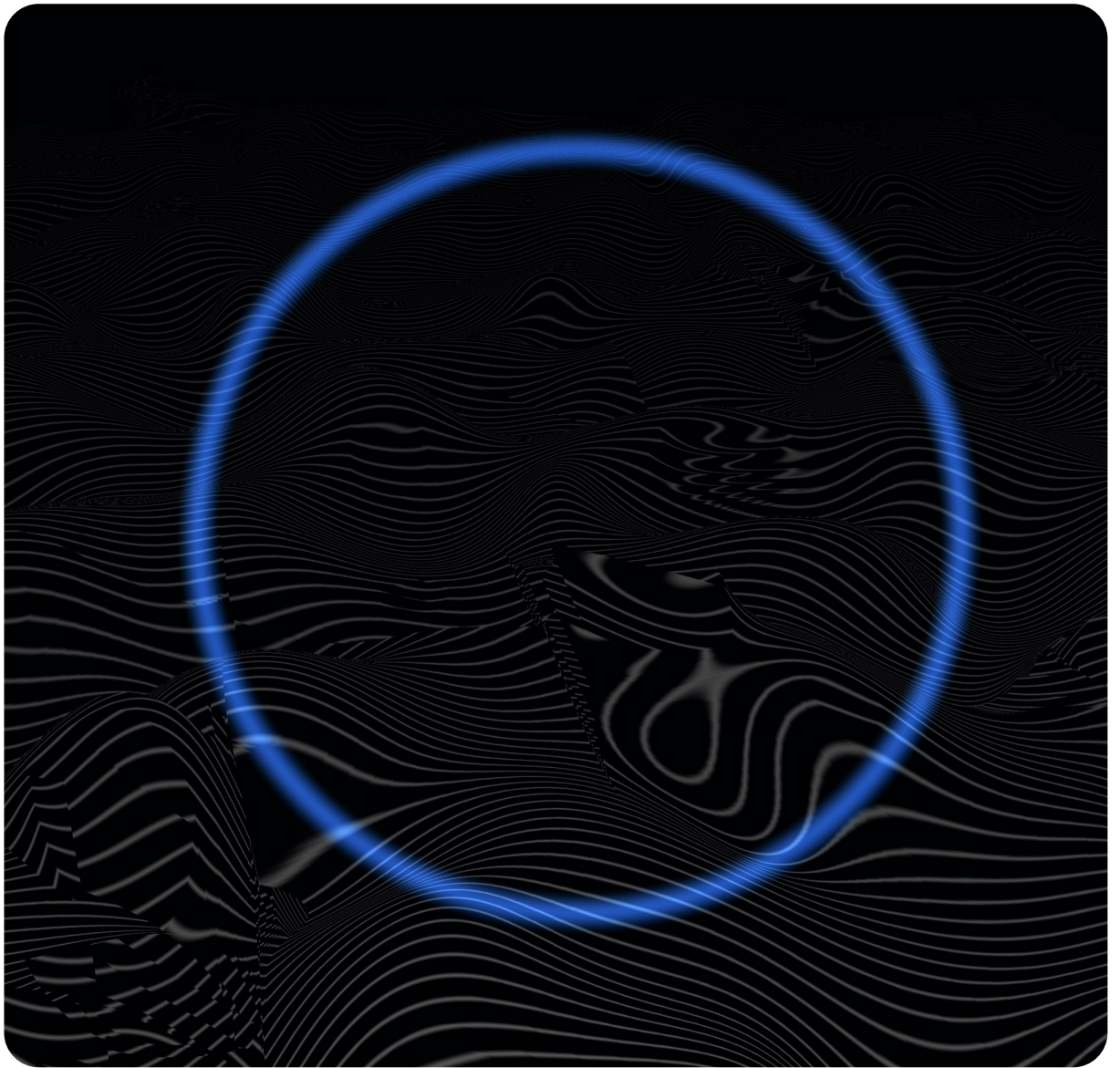
Wissenschaftliche Begründung: Dieses Widget bricht die visuelle Vorherrschaft (Okularzentrismus) herkömmlicher HCI-Konzepte durch einen biosomatischen Audio-Loop. Die binauralen Delta-Beats initiieren ein neuronales Entrainment im 4-Hz-Bereich, um den Übergang in den parasympathischen Zustand (ventraler Vagus) direkt einzuleiten. Das prozedurale GSR-Windrauschen übersetzt die Hautleitfähigkeit (akute Amygdala-Erregung) in einen atmosphärischen Rauschstrom, der leiser und dumpfer wird, sobald sich die Resonanz stabilisiert (Kollaps des Rauschens als akustischer Belohnungsreiz).



Respiration Controller [Breathe Co-Pilot]

Funktion: Ein- und ausschaltbare visuelle Atemanleitung im 12-Sekunden-Takt (4s Einatmen, 4s Halten, 4s Ausatmen). Ein atmender, blauer Pulsring im WebGL-Shader wächst und schrumpft synchron zu dieser Taktung. Das Widget analysiert in Echtzeit die motorische Stille des Fingers während der Atemphasen (OPTIMAL vs. MISMATCHED) und visualisiert den aktuellen Atem-Swell auf einer progressiven Lade-Bar.

Wissenschaftliche Begründung: Der Co-Pilot ist das primäre Instrument zur Inhibitorischen Steuerung über Top-Down-Prozesse. Er trainiert die exekutive Kontrolle, indem er den unbewussten Atemrhythmus der Lunge direkt mit der bewussten, feinmotorischen Stabilisierung der Finger koppelt. Im enaktiven Sinne lernt das Subjekt, dass sein Körper und der Shader ein untrennbares, atmendes System bilden. Nach der Polyvagal-Theorie stimuliert das 4-4-4-Schema unmittelbar den ventralen Vagus-Ast. Zudem fungiert die stabile Atem-Phase im GRID- oder BLOOM-Modus als Beschleuniger: Bei optimaler respiratorischer Synchronisation verdoppelt das System die Resonanz-Ladungsrate.



Zeigt den Verbindungsstatus des microcontrollers (Raspberry Pi Pico 2 W / ESP32-S3) an. Ermöglicht über den LINK_PICO-Button das Ingestieren der echten biometrischen Ströme über die Web Serial API.

Wissenschaftliche Begründung: Dieses Widget beweist die physiologische Kopplung. Der Jitter (das Zittern) der Hand ist keine zufällige Rausch-Variable des Shaders, sondern die über Sensoren (IMU/PPG) digitalisierte endokrine Signatur (Cortisol-Ausstoß) des Probanden.

INPUT - PARAMETER

HARDWARE_PORT

OFFLINE

LINK_PICO

COM_SOMA_GATEWAY // RP2350

DATA_INGESTION

LOAD_NASA_CSV

DATA_SOURCE

LIVE-SOMA (OFFLINE)

LOAD_CSV

LOAD_CSV

HR_UNIT

75

O2_SAT

98%

GSR_COND

0.120

LIVE_BIOMETRICS

Funktion: Ermöglicht den manuellen Upload offizieller NASA/ESA-Isolationsdaten im .csv-Format.
Wissenschaftliche Begründung: Die Einbindung echter Zeitreihen sichert das empirische Grounding der Arbeit. Es bricht das Vorurteil des rein spekulativen Designs.

DATA_SOURCE

LIVE-SOMA (OFFLINE)

V5C6N5

V5G1N5

HR_UNIT

75

O2_SAT

98%

GSR_COND

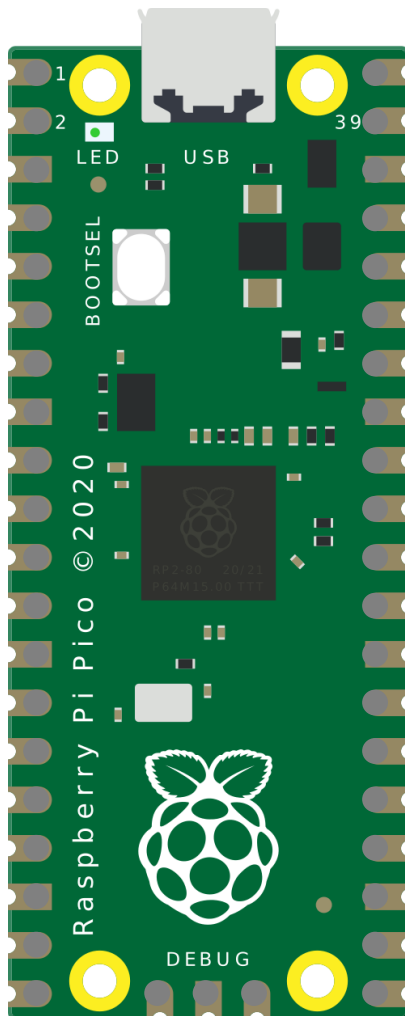
0.120

MD-1_CSV_DATA

Funktion: Schaltet zwischen dem Live-Soma-Sensor, dem instabilen Profil von Subject V5K1M2 (NASA-Camp) und der stabilen Baseline von V5K0A1 um. Die darunterliegende Tabelle visualisiert die resultierenden Vitalwerte: Herzrate (HR_UNIT), Sauerstoffsättigung (O2_SAT) und Stress-Konduktivität (GSR_COND).

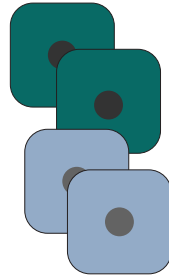
Wissenschaftliche Begründung: Hier wird das Double-Labeling vollzogen. Das Interface nutzt akademische, kühle Nomenklaturen (GSR_COND statt Stress), um den kognitiven Schutzraum zu wahren. Die Metriken steuern direkt die Shader-Uniforms

REF_ID: Mental Orbit | Lea Sophie Krempin | PAGE_NO: 224

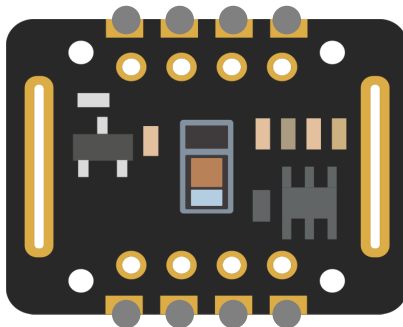


I. Mikrocontroller: Raspberry Pi Pico 2 (RP2350 Core) Der Raspberry Pi Pico 2 fungiert als zentrales, hochgradig stabiles Nervenzentrum des Biometric

Gateways. Ausgestattet mit der zukunftsweisenden RP2350-Dual-Core-Architektur (bis zu 150 MHz), bietet das Board die notwendige Rechenleistung, um komplexe mathematische Filteroperationen latenzfrei und autark direkt auf Hardware-Ebene durchzuführen. Das Besondere für das MENTAL ORBIT System ist seine hochentwickelte Interrupt-Steuerung und die dedizierten PIO-Blöcke (Programmable I/O). Diese erlauben es, die parallelen, empfindlichen Datenströme der biometrischen Sensorik zeitkritisch und jitterfrei zu erfassen, vorzuverarbeiten und über das API-Protokoll an das generative Interface zu streamen, ohne dass es zu Einbrüchen in der Systemtaktung kommt.



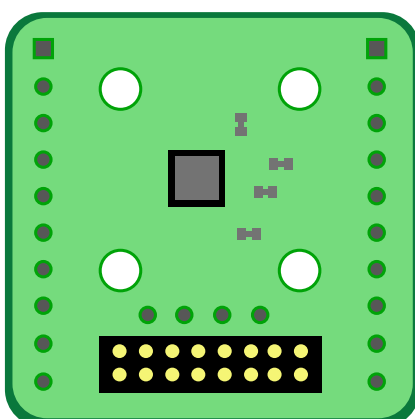
II. Biosensorik: GSR/EDA (Galvanic Skin Response Core) Die Hautleitfähigkeits-Sensorik (Galvanic Skin Response / Electrodermal Activity) dient als unbestechlicher Echtzeit-Indikator des sympathischen Nervensystems. Im Gegensatz zu kardiovaskulären Parametern reagiert die elektrodermale Aktivität vollkommen autonom und ohne bewusste kognitive Verzögerung auf emotionale Reize, Stress-Peaks und das von dir beschriebene Amygdala-Hijacking. Über feine, direkt auf der Haut aufliegende Elektroden misst das Modul die transienten Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit, die durch die mikroskopische Aktivierung der ekkrinen Schweißdrüsen bei psychischem Stress entstehen. Im MENTAL ORBIT System bildet dieser Datenstrom den primären Indikator für den akuten Erregungszustand (Arousal). Jede sprunghafte Veränderung der Hautleitfähigkeit speist direkt den Ladungsverfall (uResonance) im Fragment-Shader und wird synchron genutzt, um die Frequenzmodulation der auditiven Binaural Beats kybernetisch zu steuern.



III. Vitaldatensensorik: MAX30101 (High-Sensitivity Pulse Oximetry)

Der MAX30101 ist ein hochintegriertes, medizinisches Sensor-Modul für Puls- und Blutsauerstoffmessung, das speziell für raue Umgebungen mit sensorischer Deprivation optimiert ist. Seine technologische Besonderheit liegt in der Kombination aus einer optimierten optischen Struktur – bestehend aus präzise getakteten roten, infraroten und grünen LEDs – und einem extrem rauscharmen Photodetektor. Durch die Integration eines physikalischen Deckglases schützt sich das Modul selbst vor äußeren Störeinflüssen. Mittels Photoplethysmografie (PPG) erfasst der

MAX30101 die volumetrischen Änderungen der Blutgefäße im Gewebe mit unerbittlicher Exaktheit. Dies ermöglicht dem System nicht nur die Bestimmung der Herzrate, sondern liefert die zeitliche Millisekunden-Präzision zwischen den Herzschlägen (RR-Intervalle), die für die Berechnung der Herzratenvariabilität (HRV) und die Erkennung von akutem psychischem Stress unabdingbar ist.



IV. Bewegungssensorik: ADXL382 (High-Performance Accelerometer) Der

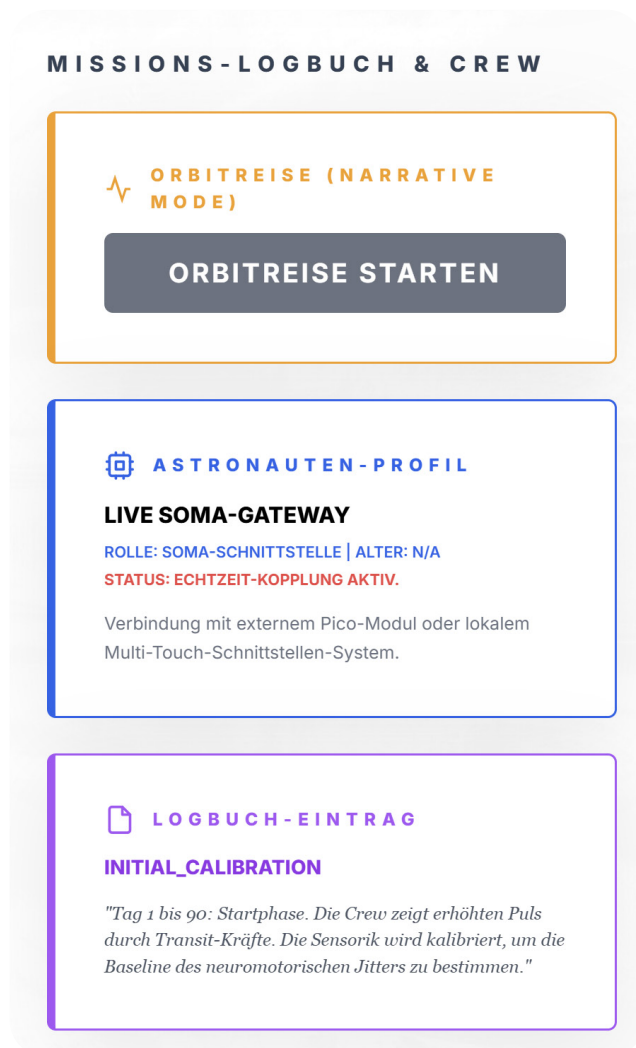
ADXL382 ist kein gewöhnlicher Bewegungssensor, sondern ein ultrazuverlässiger Beschleunigungssensor aus dem Industrie- und Luftfahrtbereich, der sich durch eine extrem niedrige Rauschdichte (Ultra-low Noise) und maximale Temperaturstabilität auszeichnet. Die architektonische Besonderheit liegt in seiner Fähigkeit, selbst minimalste, hochfrequente Vibrationen auf drei Achsen verlustfrei

zu isolieren. Im Kontext der Mission wird der ADXL382 genutzt, um das unbewusste, mikromotorische Zittern der Hand (Mikrotremor) mikro-g-genau zu sezieren. Durch das minimale Eigenrauschen des Sensors wird verhindert, dass digitale Artefakte die Messung verfälschen – jede detektierte Frequenzabweichung im kritischen $4\text{--}7\text{ Hz}$ -Bereich ist somit ein unbestechliches, reines Abbild der realen neurologischen Erschöpfung des Crewmembers.

Orbitreise [Narrative Mode]

Funktion: Startet eine automatisierte Zeitraffer-Simulation der 500 Mars-Transit-Tage.

Wissenschaftliche Begründung: Adressiert die Temporale Entropie (Schlafstörungen, circadianer Kollaps) und das Third Quarter Phänomen (TQP). Der Zeitverlauf erzeugt eine kontinuierliche visuelle Alterung (Patina-Shader) und Latenz des Interfaces.



Astronauten-Profil [Crew Dossier Card]

Funktion: Zeigt Name, Rolle, Alter, Missionstauglichkeit (CLASS I bis CLASS III) und die psychologische Verfassung des ausgewählten Astronauten an.

Wissenschaftliche Begründung: Dient dem Schutz vor Derealisation (Breakoff-Phänomen). In der absoluten Leere gibt die Profilkarte dem Individuum seine narrative Identität zurück

Logbuch-Eintrag [Chronological Record]

Funktion: Zeigt kontextsensitive Tagebuch-Einträge und Missions-Ereignisse an, die synchron zum aktuellen Simulationstag generiert werden.

Wissenschaftliche Begründung: Befriedigt den „Visual Hunger“ durch semantische Reize und strukturiert die Zeitlichkeit (Time-Binding nach Radloff, 1972).



ORBITREISE (NARRATIVE
MODE)

ORBITREISE STOPPEN



ASTRONAUTEN - PROFIL

WISS.-OFFIZIER V5K0A1

ROLLE: SYSTEM-INGENIEURIN | ALTER: 31

STATUS: STABILE BASELINE

Behält hohe neuronale Kohärenz durch konsequentes
tägliches Atem-Entrainment im All.



LOGBUCH - EINTRAG

INITIAL_CALIBRATION

"Tag 1 bis 90: Startphase. Die Crew zeigt erhöhten Puls
durch Transit-Kräfte. Die Sensorik wird kalibriert, um die
Baseline des neuromotorischen Jitters zu bestimmen."



LOGBUCH - EINTRAG

EARTH_OUT_OF_VIEW

"Tag 90 bis 250: Die Erde schrumpft zu einem Stern.
Verlust der visuellen Heimatbindung löst 'Breakoff-
Phänomen' aus. Erste oxidative Verfallserscheinungen
(Patina) im Gitter sichtbar."



LOGBUCH - EINTRAG

MIDPOINT_ISOLATION

"Tag 250 bis 375: Die Mitte der Transitstrecke ist erreicht.
Die Signalzeitverzögerung beträgt nun über 12 Minuten.
Der 'Shared Agency Mode' wird gestartet, um soziale
Monotonie abzufedern."



LOGBUCH - EINTRAG

THIRD_QUARTER_CRISIS

"Tag 375 bis 480: Kritisches Third Quarter Phänomen.
Das Team leidet unter schwerer mentaler Fatigue.
'Guerilla Glitches' brechen den kognitiven Autopiloten und
fordern exekutive Kontrolle."



LOGBUCH - EINTRAG

ORBITAL_INSERTION

"Tag 480 bis 500+: Annäherung an den Mars-Orbit.
Vorbereitung der EDL-Landephase. Das System schaltet
in den 'Equilibrium Core' für maximale kognitive
Wachsamkeit."

SOMA-DIAGNOSTICS CENTER



LIVE CLINICAL BIOSIGNALS

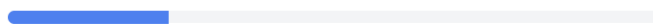
NMC (MOTOR COHERENCE)

86 %



HRV (HEART VARIABILITY)

31 ms



CDI (COGNITIVE DRIFT)

48 %



Live Clinical Biosignals [NMC, HRV, CDI]

Funktion: Visualisierung der drei grundlegenden somatischen Kennwerte in Form von progressiven Balkengrafiken: Neuromotorische Kohärenz (NMC), Herzratenvariabilität (HRV) und den kognitiven Drift-Index (CDI).

Wissenschaftliche Begründung: Das Diagnostics Center liefert die diagnostische Evidenz des Systems auf der Grundlage anerkannter NASA-Grenzwerte. Die Indizes berechnen sich in Echtzeit aus der Interaktionsqualität und dem sensorischen Input (GSR/Tremor). Das System operationalisiert hier die Überwachung des kognitiven Verfalls:

Hoher Jitter/Stress \rightarrow CDI steigt kritisch; NMC bricht ein (Vigilanz-Degradation).

Stabile Verlangsamung \rightarrow HRV (Herzvariabilität) steigt; NMC harmonisiert sich.

RITUAL_GATEWAY_LOGIC [Regulation Matrix]

Funktion: Ermöglicht die Wahl der vier enaktiven Interaktionsmodi: GRID, BLOOM, SWARM, FIELD.

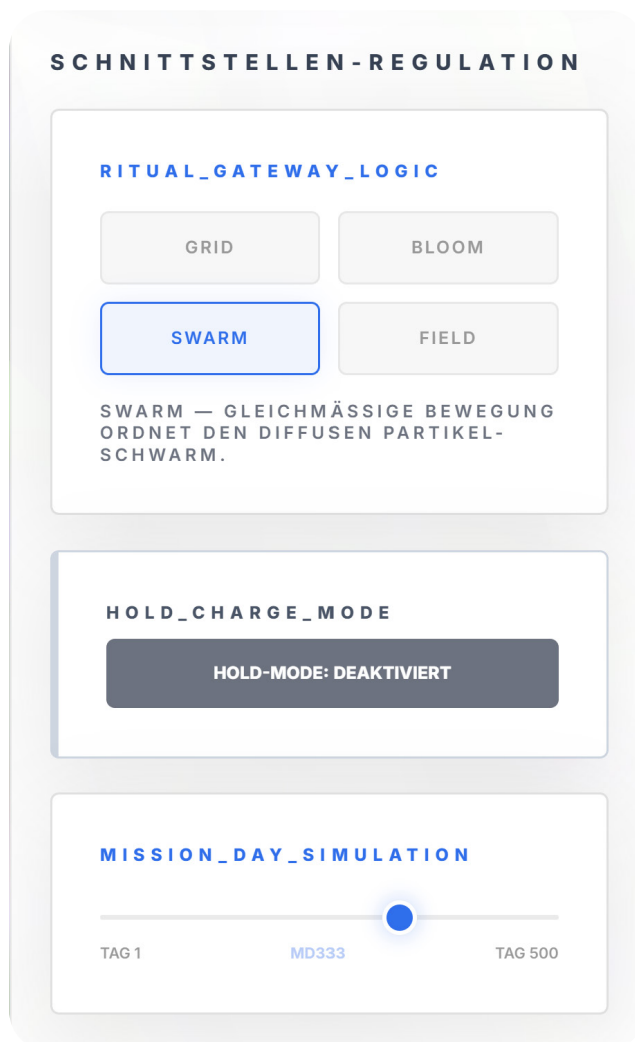
Wissenschaftliche Begründung: Die Modi sind keine spielerischen Filter, sondern prozedurale Entwicklungsstufen zur Bewältigung spezifischer Krisen:

GRID (Inhibition): Fokus auf feinmotorische Ruhe.

BLOOM (Somaesthetics): Atrophie-Prävention durch vegetative Beruhigung.

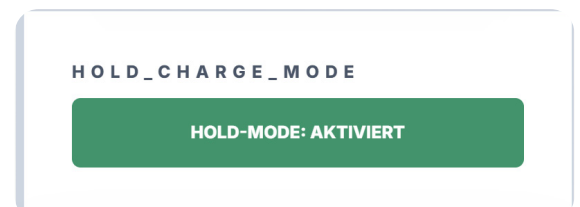
SWARM (Cohesion): Ordnung des Gedankenchaos.

FIELD (Bilateralität): Zwei-Hand-Koordination zur neuronalen Integration.



HOLD_CHARGE_MODE [Static Soma Lock]

Funktion: Aktiviert das statische Halten. Lädt die Resonanz auf, wenn der Finger an einem Ort verharret.



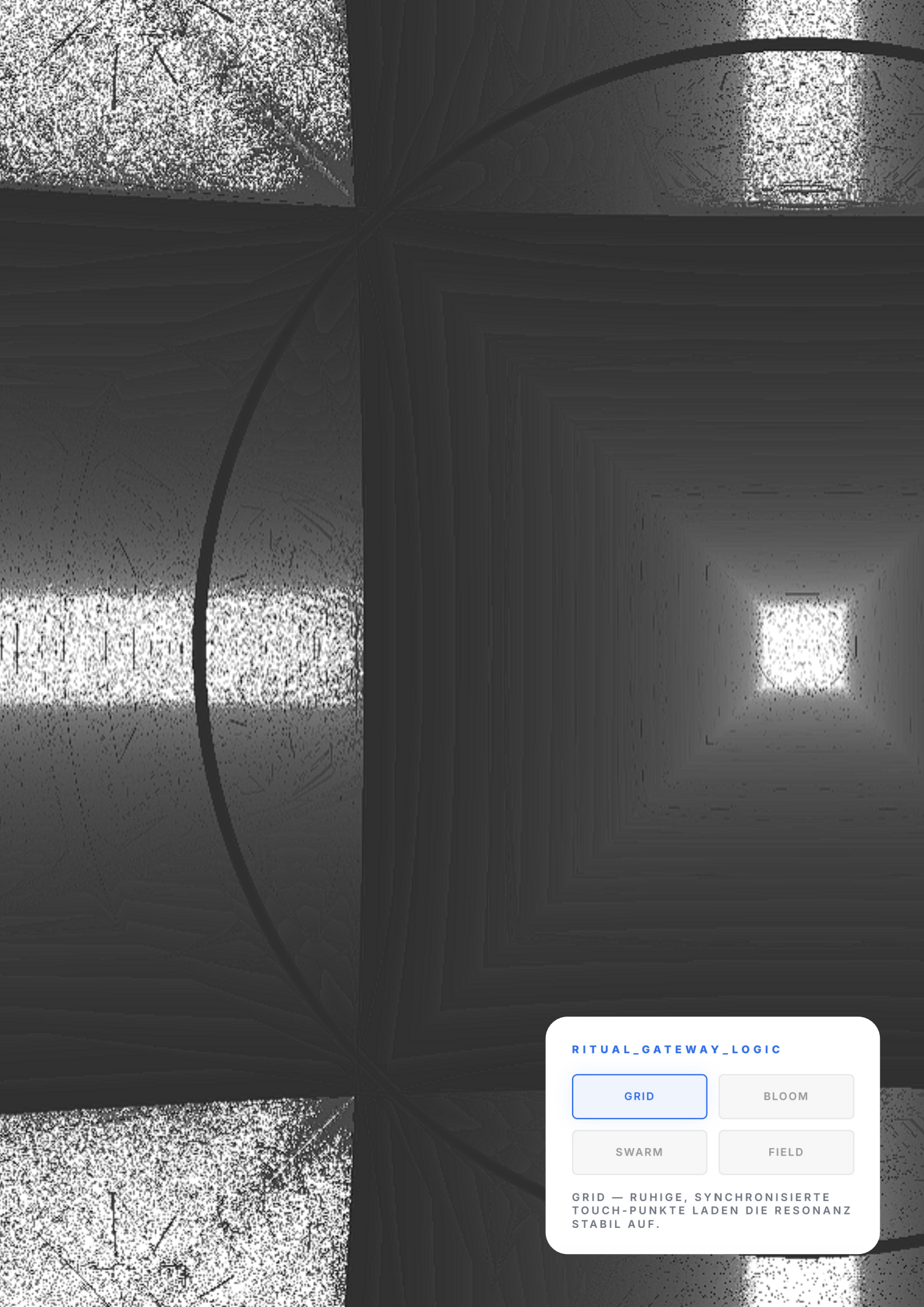
Wissenschaftliche Begründung: Dieses Widget trainiert die inhibitorische Kontrolle im Sinne der Neurobiologie. Es zwingt den motorischen Apparat zur totalen, bewussten Unterdrückung des Flucht- und Bewegungsreizes.

MISSION_DAY_SIMULATION [Temporal Entropy Scale]

Funktion: Manueller Schieberegler zur Justierung des Missionstags (1 bis 500) zur Demonstration spezifischer Drift-Zustände.

Wissenschaftliche Begründung: Macht das Design-Axiom der visuellen Degradation begreifbar. Höhere Werte erhöhen die visuelle Patina und die Latenz der Eingabe.





RITUAL_GATEWAY_LOGIC

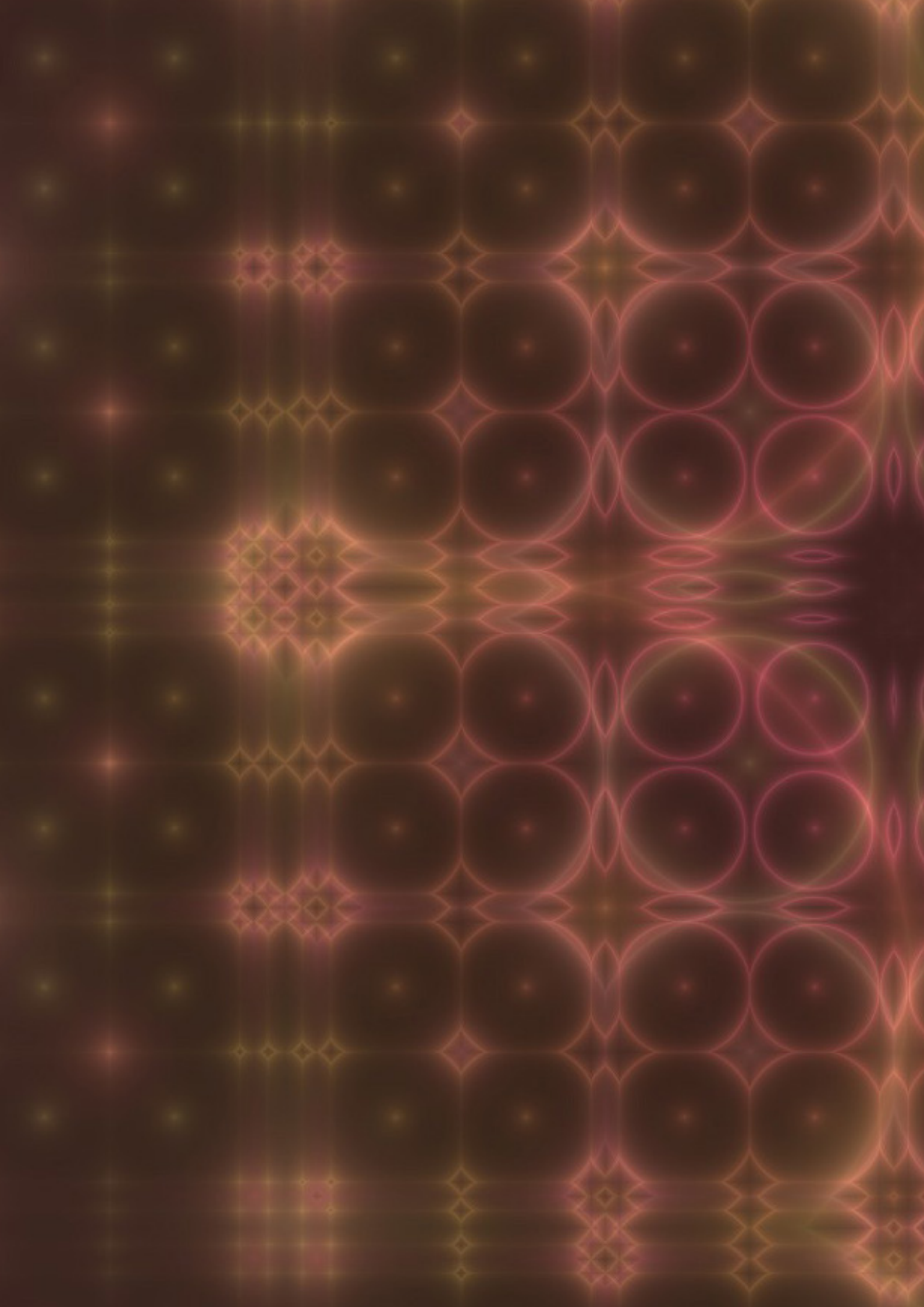
GRID

BLOOM

SWARM

FIELD

GRID — RUHIGE, SYNCHRONISIERTE
TOUCH-PUNKTE LADEN DIE RESONANZ
STABIL AUF.





RITUAL_GATEWAY_LOGIC

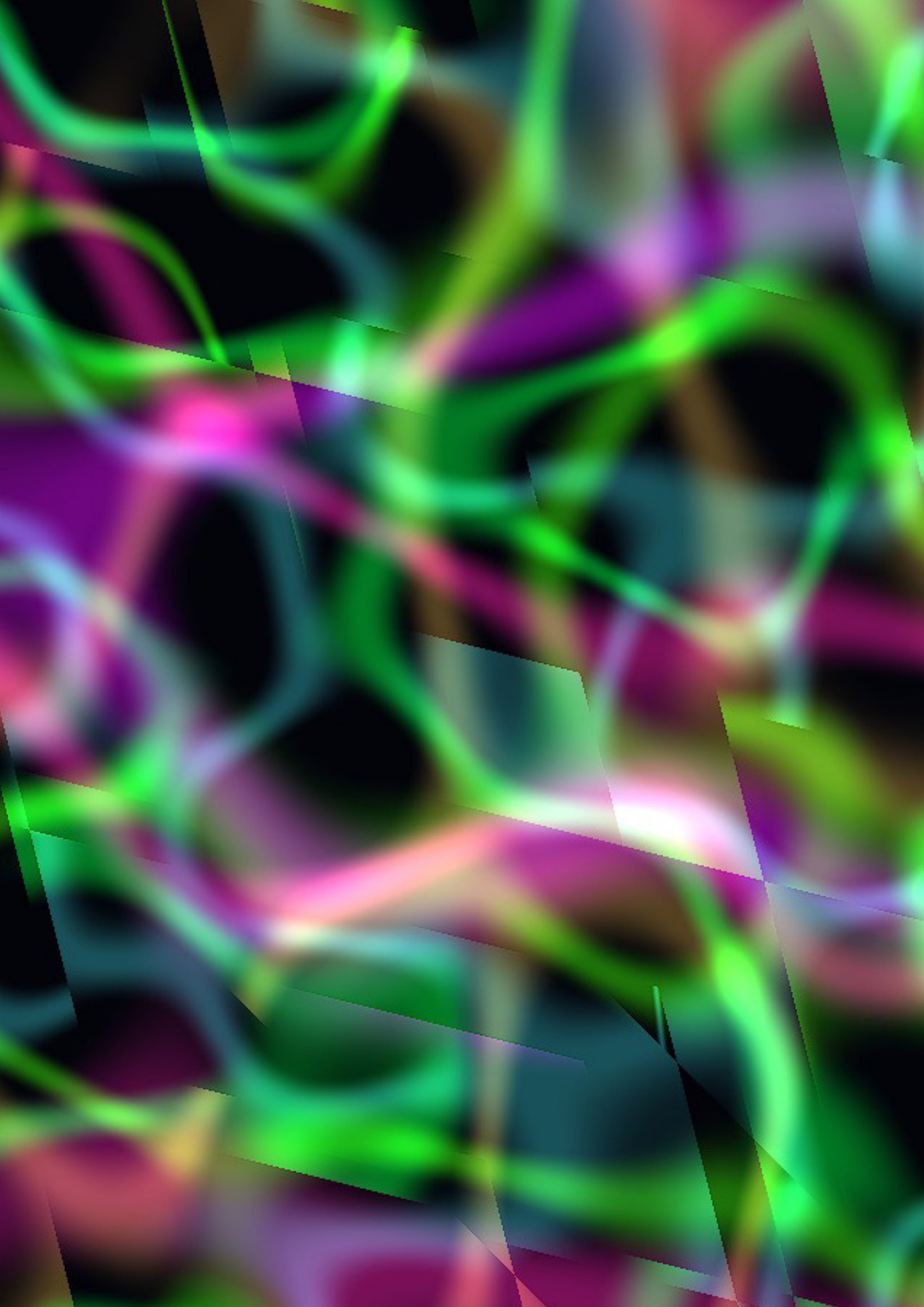
GRID

BLOOM

SWARM

FIELD

BLOOM — GEHALTENE STILLE
BESCHLEUNIGT DAS AUFBLÜHEN DER
INNEREN AGENCY.



RITUAL_GATEWAY_LOGIC

GRID

BLOOM

SWARM

FIELD

SWARM — GLEICHMÄSSIGE BEWEGUNG
ORDNET DEN DIFFUSEN PARTIKEL-
SCHWARM.



RITUAL_GATEWAY_LOGIC

GRID

BLOOM

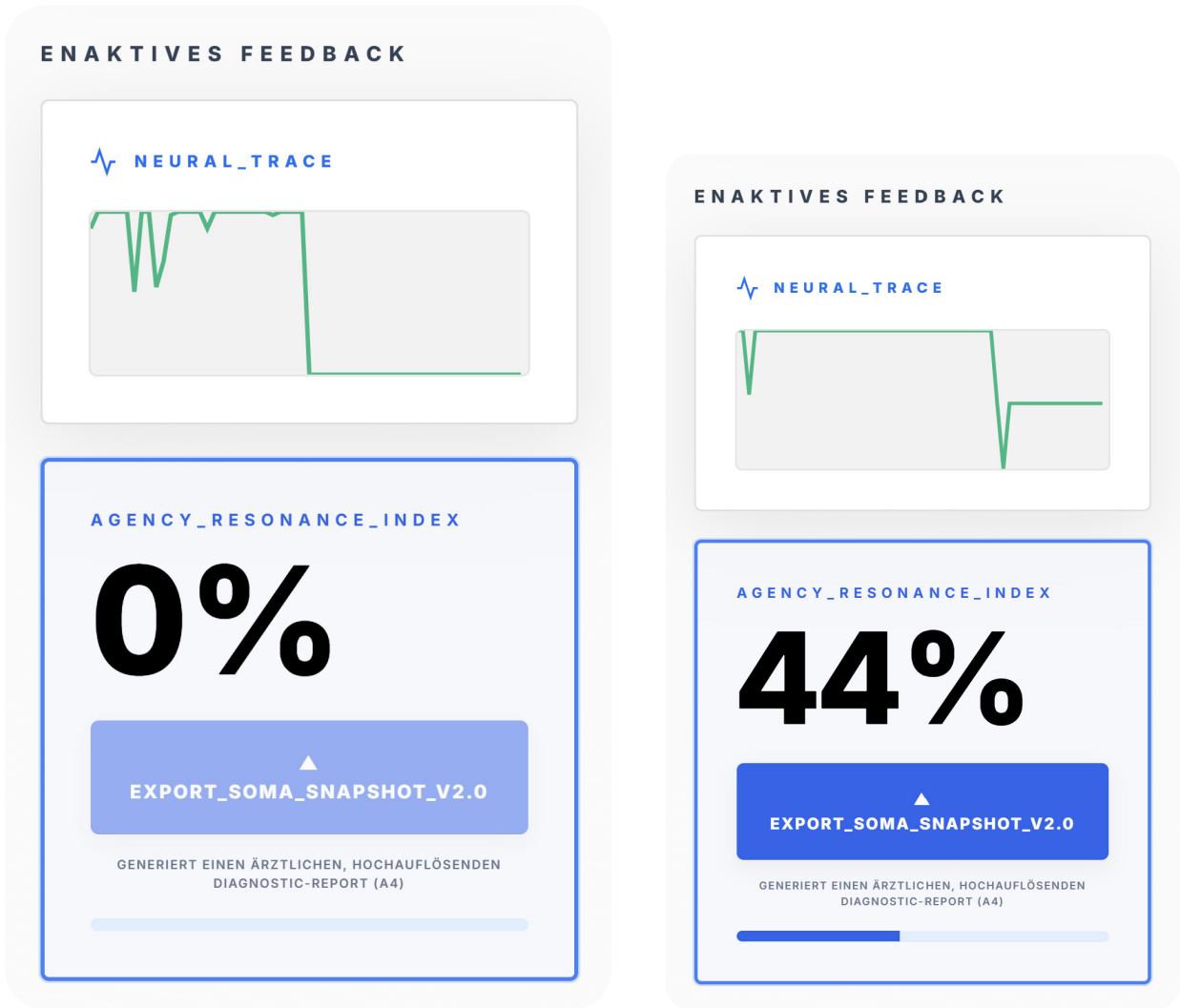
SWARM

FIELD

FIELD — BILATERALE GESTE ERZEUGT
EIN HARMONISCHES, GEKRÜMMTES
GRAVITATIONSFELD.

NEURAL_TRACE [Kinematic Jitter Trace]
Funktion: Ein generativer EKG-Graph, der den aktuellen motorischen Jitter der Hand aufzeichnet.

Wissenschaftliche Begründung: Spiegelt die autonome Dysregulation (Mikro-Tremor). Er macht den Jitter sicht- und verhaltensorientiert bearbeitbar.



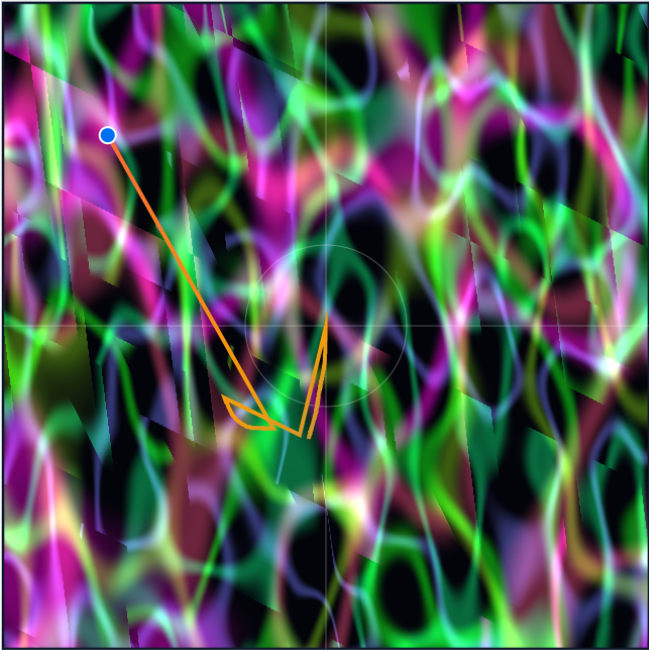
AGENCY_RESONANCE_INDEX [System Coherence Index] & EXPORT_SOMA_LOG
Funktion: Großformatige Prozent-Anzeige des aktuellen Synchronisationsgrades. Schaltet bei 99% den Soma-Lock frei. Ermöglicht über den EXPORT_SOMA_LOG-Button den hochauflösenden A4-Auszug des Zustands inklusive EKG-Wellen und diagnostischem Tauglichkeits-Stempel (CLASS I vs. CLASS III).

Wissenschaftliche Begründung: Das ultimative „Kognitive Echo“ (Dopamin-Belohnung). Der Export schließt die Lücke zum physischen Buchkörper: Das generierte PDF kann ausgedruckt, gelocht und direkt in den 3-Ring-Binder abgeheftet werden.

MENTAL ORBIT SYSTEM GATEWAY

BIOMETRIC COGNITIVE ASSESSMENT & THERAPEUTIC RECORD

PROJECT: INTEGRATIVE SOMA-RESONANCE // HFG OFFENBACH
DOC-ID: MO-40.0-CLINICAL-SNAPSHOT



DIAGNOSTICS & TELEMETRY

SUBJECT IDENTIFICATION

Wiss.-Offizier V5K0A1

CHRONO STAMP

MISSION DAY: MD-338

COGNITIVE WAVEFORM

GATEWAY MODE: SWARM

NEUROMOTOR COHERENCE (NPC)

92 %

HEART RATE VARIABILITY (HRV)

32 ms

COGNITIVE DRIFT INDEX (CDI)

40 %

CLASS I
FIT FOR ORBITAL DUTY
SOMA CHIRP // EQUILIBRIUM



SOMA RESIDENCE ASSESSMENT

VERDICT & NOTES

"Vigilanz-Baseline im Soll-Bereich. Keine Anzeichen von dekompensierter Monotonie oder kognitivem Verfall. Subjekt stabil im orbitalen Equilibrium."

CHIEF MEDICAL OFFICER // LEA SOPHIE KREMPIN
APPROVED VALIDATION STAMP



MO-V40.0-CLINICAL-AA-SNAPSHOT-VERIFIED

Die 3-Ring-Metaphorik: Vom analogen Missionsmanual zum digitalen Interface

Historische Referenz (Die NASA Flight Manuals)

Im physischen Raumfahrt design und der Dokumentationsgeschichte der NASA (insbesondere den Apollo- und Space-Shuttle-Flight-Manuals) ist die 3-Ring-Ordnerstruktur kein Zufallsprodukt, sondern ein funktionaler Überlebensstandard. Im Cockpit müssen Checklisten unter Schwerelosigkeit absolut sicher fixiert sein, gleichzeitig aber ein blitzschnelles Austauschen, Ergänzen oder Heraustrennen einzelner Missionsseiten (Procedural Updates) unter extremem Zeitdruck erlauben. Die drei Ringe verkörpern die kompromisslose, modulare und operative Ernsthaftigkeit der bemannten Raumfahrt.

Strukturelle Codierung (Die drei psychosozialen Achsen)

In MENTAL ORBIT wird diese rein funktionale Struktur metaphorisch aufgeladen. Die drei Ringe halten nicht nur das physische Dossier zusammen, sondern werden auf der Website als zentrales, konstantes Navigations- und Systemelement gespiegelt. Sie repräsentieren die drei kritischen Achsen der Salutogenese in der Isolation:

Achse Alpha (Routine): Die zeitliche und operative Strukturierung des Habitats.

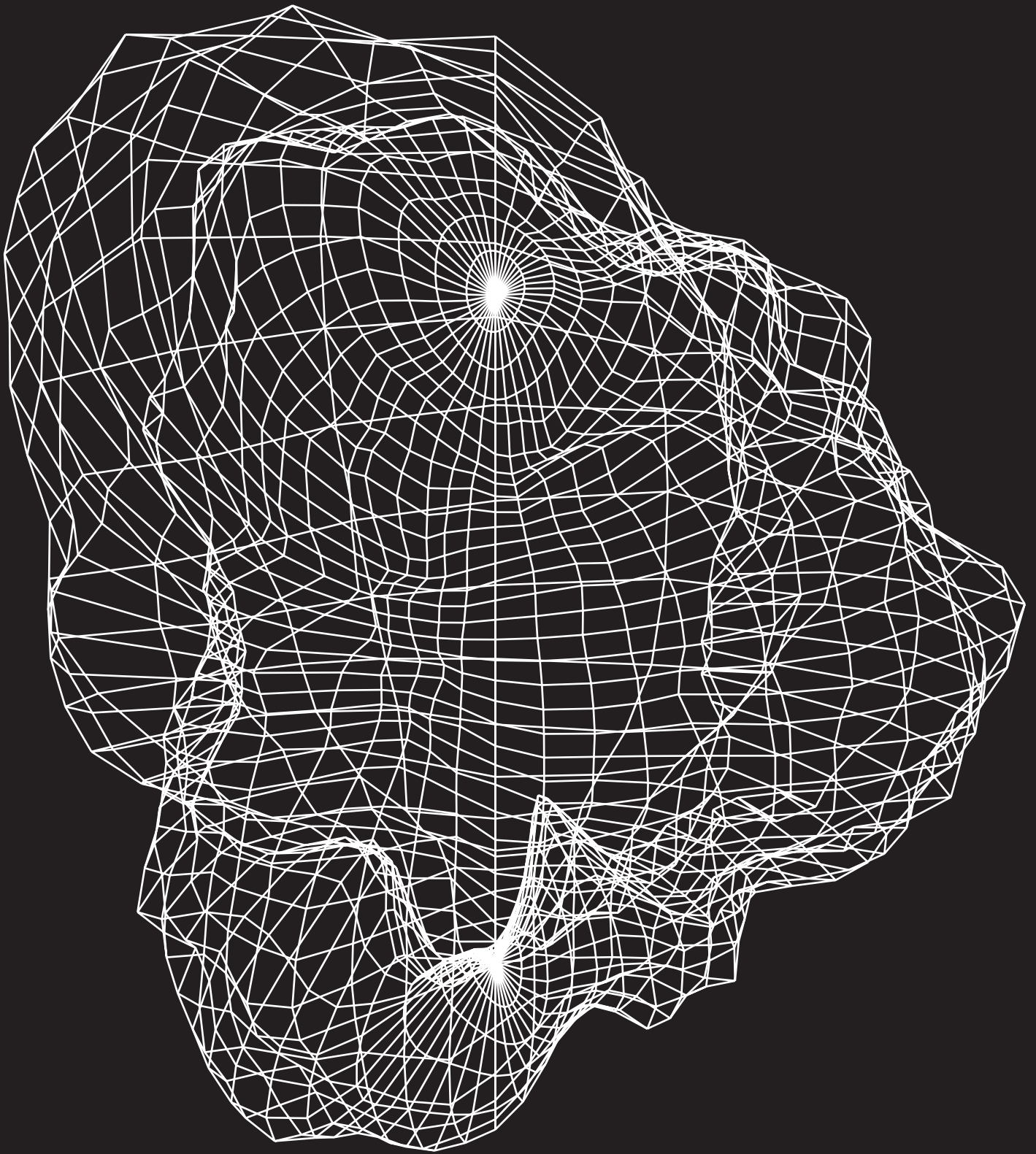
Achse Beta (Social): Die interpersonelle Resonanz und die Verbindung zur Außenwelt.

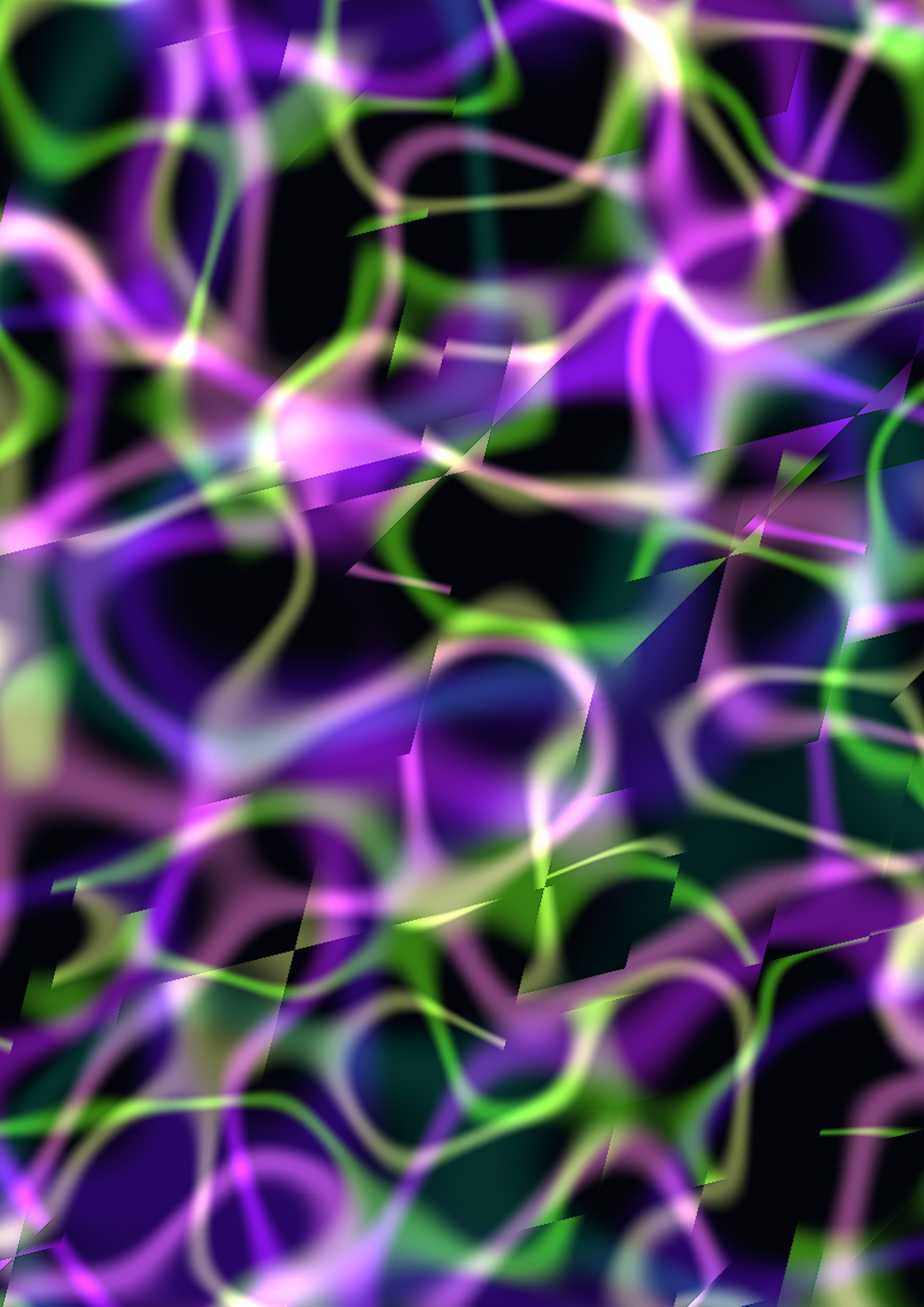
Achse Gamma (Autonomy): Die individuelle Handlungsfähigkeit (Agency) und Selbstregulation des Crewmembers.

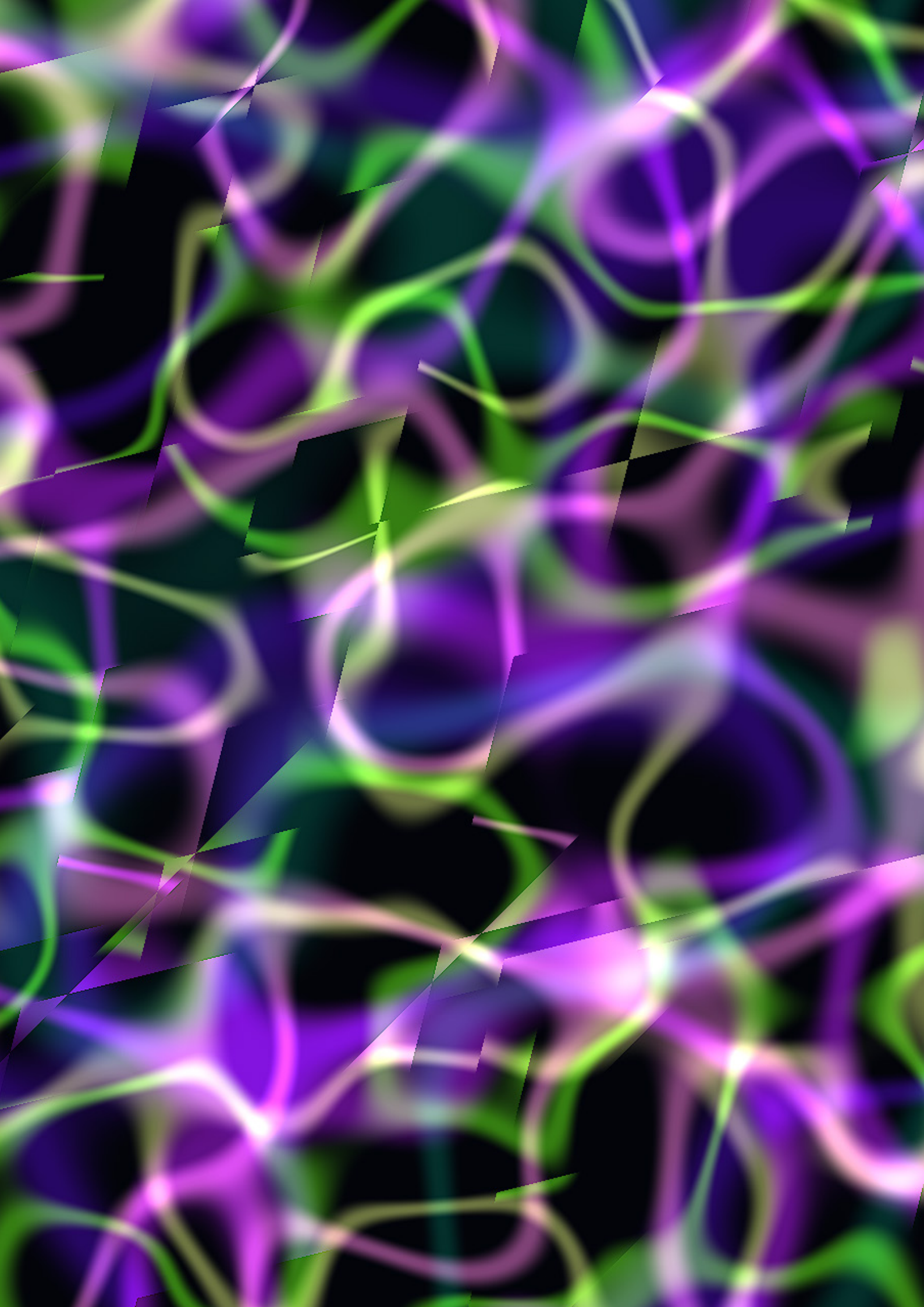
Enaktive Kopplung (Die digitale Übersetzung)

Das digitale Interface nutzt die 3-Ring-Ästhetik nicht als flache Dekoration, sondern als enaktiven Anker. Während das Umblättern im physischen Buch spürbaren Widerstand leistet (Seamful Design), reagieren die digitalen Ringe auf der Website als interaktive Indikatoren. Wenn die Biosensoren (ADXL382, MAX30101, GSR) eine neurokognitive Drift oder akuten Stress detektieren, fangen die Ringe auf dem Bildschirm an zu pulsieren, sich visuell zu verzerren oder zu glitchen.









13. Digitale Formwerdung: Die atomare Dekonstruktion des Gateways

Im Kontext von MENTAL ORBIT fungiert der Master Gateway Shader als zentrale Schnittstelle für soma-visuelle Kommunikation. In Anlehnung an den Offenbacher Ansatz der Produktsprache lässt sich das visualisierte „Gespinst“ als digitale Stofflichkeit begreifen, die weit über die bloße Bildschirmoberfläche hinausreicht.

Das Gespinst ist keine statische Grafik, sondern eine reaktive Membran, die interne, biosensorische Zustände in eine navigierbare Geometrie übersetzt. In dieser phänomenologischen Brücke repräsentiert das Netz sowohl das neuronale Rauschen unseres Nervensystems als auch die Sehnsucht des Subjekts nach Kohärenz. Es besetzt den Raum zwischen dem biologischen Körper und der technischen Apparatur; es macht die Distanz zwischen dem Puls des Lebens und der Kälte des binären Codes visuell verhandelbar.

13.1 Mathematische Materialität und die Architektur der Ordnung

Die technische Grundlage basiert auf präziser Simplex-Noise-Mathematik, die im Sinne der Produktsprache als „Materialität des Digitalen“ verstanden wird. Im Gegensatz zu unstrukturiertem Rauschen erzeugt Simplex Noise

harmonische Übergänge, die organischen Wachstumsprozessen oder Zellmembranen nachempfunden sind.

Um diese Information räumlich erfahrbar zu machen, nutzt das System Raymarching. Hierbei wird virtuelles Licht mithilfe komplexer Distanzfunktionen geleitet, um dreidimensionale Strukturen in Echtzeit zu berechnen. Für das primäre Gespinst wird ein orthogonales Gitter im virtuellen Raum positioniert, dessen Charakter erst durch die somatische Verzerrung entsteht. Der Hautleitwert (oder das motorische Jitter) des Nutzers agiert als unsichtbares Kraftfeld, das die geometrische Strenge des Gitters buchstäblich verbiegt:

Diese Formel ist die physikalische Gesetzmäßigkeit einer Welt, in der biologische Erregung die mathematische Struktur dehnt und staucht. Die UCONDUCTIVITY (Leitfähigkeit/Erregung) wird hier zum plastischen Modulator der digitalen Architektur.

13.2 Die produktsprachliche Dimension: Anzeichen und Symbole

Die Resonanz fungiert in dieser Architektur als entscheidender Filter für die visuelle Komplexität und übernimmt die Rolle einer Anzeichenfunktion im Sinne der Produktsemantik. Ein hoher Resonanzwert, der ausschließlich durch radikale Verlangsamung und bewusste kinetische Ruhe induziert werden kann, glättet die turbulenten Frequenzen des Gespinsts.

Hier korrespondiert die mathematische Glättung direkt mit dem mentalen Fokus des Subjekts: Die Linien werden schärfer, die Kontraste klarer und das Gitter findet zu einer stabilen Form zurück. Die operativen Modi bilden dabei unterschiedliche Stadien der Selbstregulation ab:

- **Klinischer Modus:** Symbolisiert durch ein filigranes Netz auf sterilem Weiß die präzise Analyse neuromotorischer Erschütterungen.
- **Botanischer Modus:** Hier weicht das starre Gitter hypnotischen, trigonometrischen Wellenformen. Diese nutzen die Zeit als Pulsgeber, um eine atmende Dynamik zu erzeugen, die das Subjekt zur rhythmischen Koexistenz einlädt und die symbolische Qualität des organischen Wachstums zitiert.

13.3 Affordanz der Langsamkeit und die Dialektik der Layer

Die gestalterische Qualität der Gateways manifestiert sich in der programmierten Affordanz der Langsamkeit. Das System ist technisch darauf ausgelegt, bei Hektik oder kinetischem Stress unmittelbar zu „brechen“. Sobald die Bewegungsgeschwindigkeit den kalibrierten Grenzwert überschreitet, sinkt der Resonanzindex rapide ab; die visuelle Ordnung zerfällt in rauschhafte Fragmente und aggressive Glitches.

Diese Instabilität ist eine bewusste Entscheidung gegen die herkömmliche Bedienlogik der totalen Kontrolle. Das Subjekt soll die Maschine nicht beherrschen, sondern lernen, mit ihr in einer gemeinsamen, niedrigen Frequenz zu schwingen. Die visuelle Schärfe des Gespinsts fungiert dabei als ästhetische Belohnung für die innere Stille.

In dem Moment, in dem das Netz absolut unbewegt und klar vor dem Betrachter steht, ist der Zustand des MENTAL ORBIT erreicht – eine vollständige Synchronisation zwischen biologischem Rhythmus, motorischer Ausführung und dem digitalen Spiegelbild.

13.4 Design-Integration: Die Auflösung der Mediengrenze

Um die Verbindung zum physischen NASA-Dossier und zum haptischen Archiv herzustellen, integriert das Interface Elemente, die die Dialektik zwischen digitaler Immersivität und analytischer Distanz thematisieren. Das Ziel ist eine mediale Konsistenz, die das Gateway als organischen Bestandteil des Bordbuchs legitimiert.

- Der Polymer-Layer: Ein zentrales Element im Evaluationsmodul ist die Simulation halbtransparenter Milchglasfolien. Wie im physischen Buch dienen diese Schichten als Trennung zwischen der kühlen Ebene der Datenanalyse und der emotionalen Tiefe der Shader-Welten. Dieser Layer schafft eine Meta-Ebene der Beobachtung: Er signalisiert dem Astronauten den Übergang vom bloßen Erleben zur reflektierten Auswertung.
- Haptische Ankerpunkte: Die Integration der drei Binderlöcher am Rand der digitalen Schnittstelle zitiert die physische Realität des 3-Ring-Binders. Diese bewusst gestalteten Anker überwinden die Grenze zwischen dem physischen Objekt „Buch“ und der digitalen Interaktion.

13.5 Das Interface als lebendige Seite

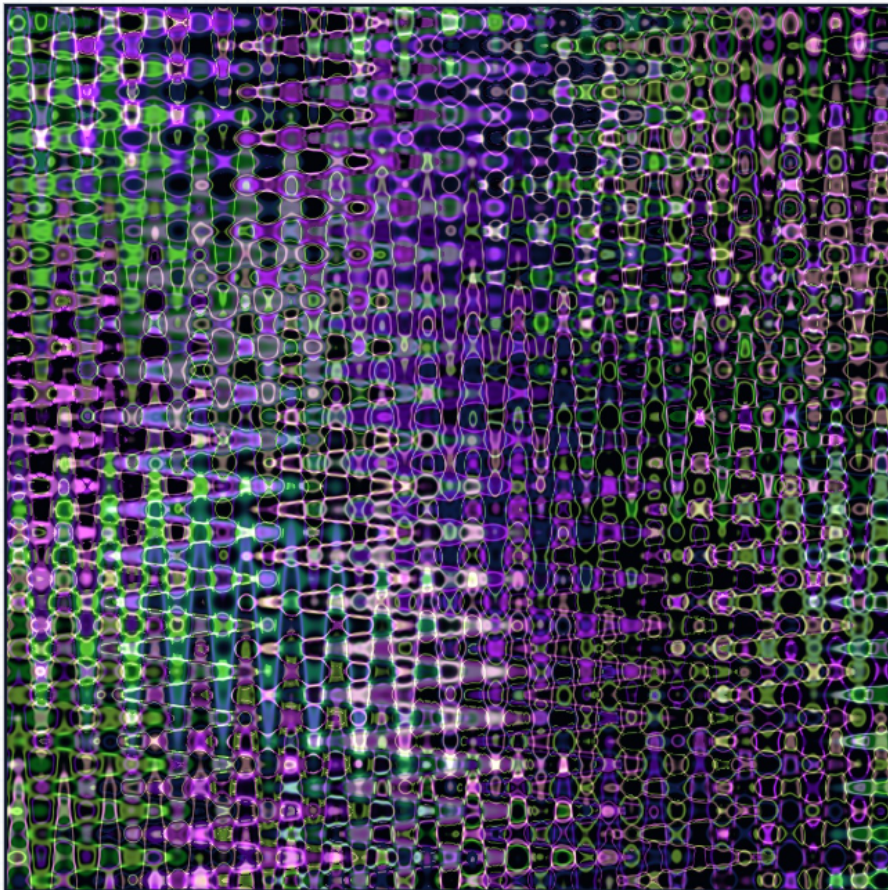
Durch diese Verzahnung versteht sich das digitale Instrument nicht als isoliertes Medium. Es ist eine lebendig gewordene, reaktive Seite innerhalb der Beweismittelkette von MENTAL ORBIT. Die mechanische Robustheit des Aluminium-Covers und die algorithmische Fragilität des Shaders verschmelzen zu einer technologischen Einheit, die den Astronauten in seiner Gesamtheit – als physisches und psychisches Wesen – anspricht.

MENTAL ORBIT SYSTEM GATEWAY

BIOMETRIC COGNITIVE ASSESSMENT & THERAPEUTIC RECORD

PROJECT: INTEGRATIVE SOMA-RESONANCE // HFG OFFENBACH

DOC-ID: MO-40.0-CLINICAL-SNAPSHOT



DIAGNOSTICS & TELEMETRY

SUBJECT IDENTIFICATION

Live Soma-Gateway

CHRONO STAMP

MISSION DAY: MD-1

COGNITIVE WAVEFORM

GATEWAY MODE: SWARM

NEUROMOTOR COHERENCE (NMC)

90 %

HEART RATE VARIABILITY (HRV)

37 ms

COGNITIVE DRIFT INDEX (CDI)

10 %

CLASS I

FIT FOR ORBITAL DUTY

SOMA COMMAND // EQUILIBRIUM

SOMA-FEED TELEMETRY: REAL-TIME HEART WAVE (EKG/PPG)



SOMA RESIDENCE ASSESSMENT

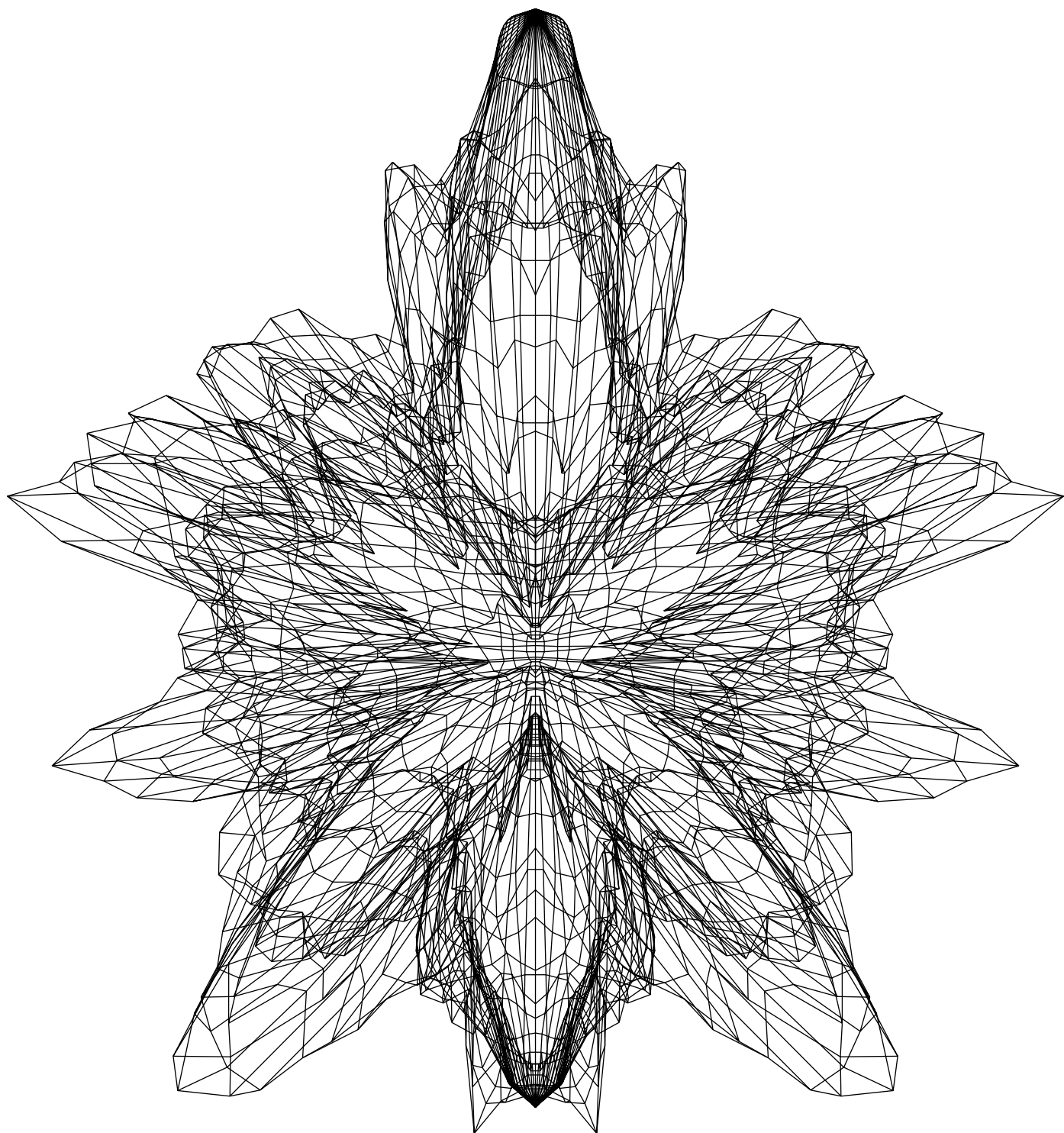
VERDICT & NOTES

"Vigilanz-Baseline im Soll-Bereich. Keine Anzeichen von dekompenzierter Monotonie oder kognitivem Verfall. Subjekt stabil im orbitalen Equilibrium."

CHIEF MEDICAL OFFICER // LEA SOPHIE KREMPIN
APPROVED VALIDATION STAMP



MO-v40.0-CLINICAL-A4-SNAPSHOT-VERIFIED



14. Modulare Integrität: Das Design-System des Dossiers

Um die psychologische und operative Integrität über eine kalkulierte Missionsdauer von 500 Tagen sicherzustellen, wurde für MENTAL ORBIT ein modulares Design-System entwickelt. In Anlehnung an das Atomic Design Framework von Brad Frost (2013) wurde das Interface in hierarchische Bestandteile zerlegt.

Für dieses Projekt wurde eine erweiterte Systematik angewandt: das Atomic Design 2.0. Diese Abkehr von der reinen Hierarchie hin zu einer netzartigen Struktur ermöglicht es, Verhalten und Kontext stärker zu gewichten als isolierte visuelle Komponenten. Das System beginnt bei philosophischen Prinzipien und Tokens (Atomen) und fließt über funktionale Einheiten (Moleküle) bis hin zum fertigen Produkt, wobei jede Ebene durch die spezifische Semantik der Mission kalibriert wird.

14.1 Die Design-Doktrin: Technical Viscerality

Die ästhetische Grundentscheidung folgt der Doktrin der „Technical Viscerality“. Diese verbindet die unnachgiebige Präzision eines aeronautischen Messinstruments mit der organischen Viskosität der menschlichen Psyche. Im Sinne des Offenbacher Ansatzes übernimmt die Gestaltung hier eine Doppelfunktion: Sie dient als Anzeichen für technische Verlässlichkeit und zugleich als Symbol für die fragile Innerlichkeit des Subjekts.

14.2 Atome und Token: Die elementaren Bausteine

Die Farbpalette ist funktional kodiert, um die kognitive Last zu minimieren:

- Resonanz-Teal (#4DFFB8): Primäres Anzeichen für Gleichgewicht und Kohärenz.
- NASA Blau (#0070F3): Kennzeichnet den phänomenologischen „Soma-Layer“ und markiert den Raum für subjektive Reflexion.
- NASA Orange (#FC3D21): Exklusive Warnfarbe für akute Dysregulation (Risk-Layer).
- Typografie: JetBrains Mono für technische Telemetrie; Futura PT (oder Inter) für narrative Blöcke.

14.3 Moleküle und die Semantik der Anomalie

Die Ikonografie nutzt abstrakte Signaturen aus der Shader-Physik. Besondere Bedeutung hat die Anomalie-Linie (entwickelt im NASA Asset Lab). Diese rote Wellenlinie markiert den „Stress-Peak-Vektor“. Sie überführt das innere Chaos direkt in das statische Layout und fungiert als symbolische Anzeichenfunktion für den verletzbaren, menschlichen Anteil im technischen Bericht.

14.4 Organismen und Adaptive Grid

Die Zusammenführung mündet in das HUD-Layout (Heads-Up Display). Es folgt einem zentrierten Fokusmodell auf einem adaptiven Raster, das sich physisch an die Bohrungen des Aluminium-Covers anlehnt. Digitale Fadenkreuze korrespondieren exakt mit den Bindungspunkten des 3-Ring-Binders und heben die Grenze zwischen physischem Buch und digitalem Interface auf.

14.5 Typologie der Infoboxen (Soma-Layer)

Um theoretische Diskurse von operativen Daten abzugrenzen, nutzt MENTAL ORBIT ein hierarchisches System von Infoboxen. Das in der finalen Revision eingeführte NASA-Blau (#0070F3) dient dabei als visuelle Kennung für menschliche Agency und psychische Stabilität.

14.6 Die „Soma-Box“ (Persönliche Resonanz)

Diese Boxen enthalten Reflexionen über den Zustand des Subjekts oder Zitate aus Astronautentagebüchern. Sie repräsentieren die „innere Stimme“ im technologischen Vakuum.

- Kennfarbe: NASA_BLUE (#0070F3)
- Grafisches Element: Eine vertikale, prozedural generierte Zitterlinie (0,5pt) am linken Rand.
- Semantik: Die Linie imitiert den neuromotorischen Jitter. Das Blau signalisiert die schützende, erdgebundene Identität des Subjekts.
- Typografie: Futura PT Light, kursiv gesetzt.

14.6 Die „Blueprint-Box“ (Technische Daten)

Hier werden NASA-Risiken und klinische Parameter (z. B. PVT-Lapses, HSID-Risiken) erläutert. Sie bilden das wissenschaftliche Rückgrat.

- Kennfarbe: INK_BLACK oder NASA_BLUE (bei klinischem Fokus).
- Grafisches Element: Ein geschlossener Rahmen mit breitem Rand außen
- Semantik: Signalisiert operative Wahrheit und instrumentelle Verlässlichkeit.
- Typografie: Futura PT Medium, bündig im Grid ausgerichtet.

14.7 Anwendung im Layout (Druckwerk)

Im physischen Dossier werden die blauen Soma-Boxen bevorzugt auf den milchigen Polymer-Folien platziert:

- Layering-Effekt: Wenn eine blaue Soma-Box auf der Folie über einem schwarzen Textblock liegt, wirkt sie wie ein „klinischer Kommentar“. Das Blau leuchtet auf dem milchigen Material besonders intensiv.
- Haptik: Die blaue Zitterlinie wird als scharfer Vektordruck ausgeführt, um einen maximalen Kontrast zu den weichen Kohlezeichnungen im Soma-Layer zu erreichen.

14.8 Die Grammatik der Marker

Diese Marker ziehen den roten Faden vom Code bis in das fertige Buch:

1. Vom Code zum Blatt: Die Zitterlinien sind keine Dekoration, sondern mathematisch beglaubigte Exporte aus dem NASA Asset Lab v3.7.
2. Vom Material zur Perzeption: Die Marker entsprechen den physischen Schichten (Aluminium und Polymer).

Das Ergebnis: Der Nutzer lernt unbewusst, zwischen subjektiver Regulation und objektiver Information zu unterscheiden. Die Gestaltung ermöglicht eine intuitive Navigation durch das Krisenszenario, noch bevor die erste Zeile gelesen wird.

14.9 Fazit des Design-Systems

Durch den konsequenten Aufbau beweist MENTAL ORBIT, dass die visuelle Poesie des Shaders auf einer unnachgiebigen funktionalen Struktur beruht. Jedes Atom und jedes Molekül dienen der Stärkung der menschlichen Agency im technologischen Vakuum. Das Design ist hier nicht mehr nur Form, sondern ein beglaubigtes Beweismittel innerhalb der prozeduralen Kette der Mission DR27411.



Spiralgalaxie NGC 772
Arp 78

15. Reflexion & Transfer: Die irdische Salutogene- se

In der Schlussbetrachtung dieser Arbeit wird die spekulative Hülle der Mars-Mission verlassen, um die Erkenntnisse über die enaktive Selbstregulation auf terrestrische Isolations-szenarien zurückzuschlagen. Hierbei dient die Salutogenese (Antonovsky) als theoretisches Bindeglied.

15.1 Das Modell der Salutogene- nese

Während NASA-Protokolle oft pathogenetisch ausgerichtet sind (Fehlerratenminimierung), verfolgt MENTAL ORBIT einen salutogenetischen Ansatz: Es fragt nach den Faktoren, die den Menschen gesund halten. Das System stützt das Kohärenzgefühl (Sense of Coherence, SOC) durch:

- Verstehbarkeit: Das Mapping der Bio-Daten macht den internen Stresszustand kognitiv fassbar.
- Handhabbarkeit: Das Resonanz-Balancing gibt dem Subjekt effektive Werkzeuge zur Regulation zurück.
- Sinnhaftigkeit: Die ästhetische Tiefe verwandelt die motorische Inhibition in eine rituell-stärkende Handlung.

15.2 Transfer: Das Interface als Healing Architecture

Das Mars-Habitat ist der Extremfall einer ICE-Umgebung. Auf der Erde finden sich strukturelle Parallelen vor allem im klinischen Sektor:

15.2.1 Die Intensivstation (ICU) als irdisches Habitat

Die für das Mars-Szenario entwickelte Parameter-Logik lässt sich als spekulative Gestaltungs-Sonde auf die irdische Intensivmedizin (ICU) übertragen. Hier dient der Provotype dazu, das Phänomen des Intensiv-Delirs nicht bloß medikamentös, sondern auch über die gestalterische Rekonstruktion der raumzeitlichen Agency zu verhandeln. Der Transfer versteht sich als kultureller und gestalterischer Kommentar gegen die sterile, rein informative Apparatemedizin.

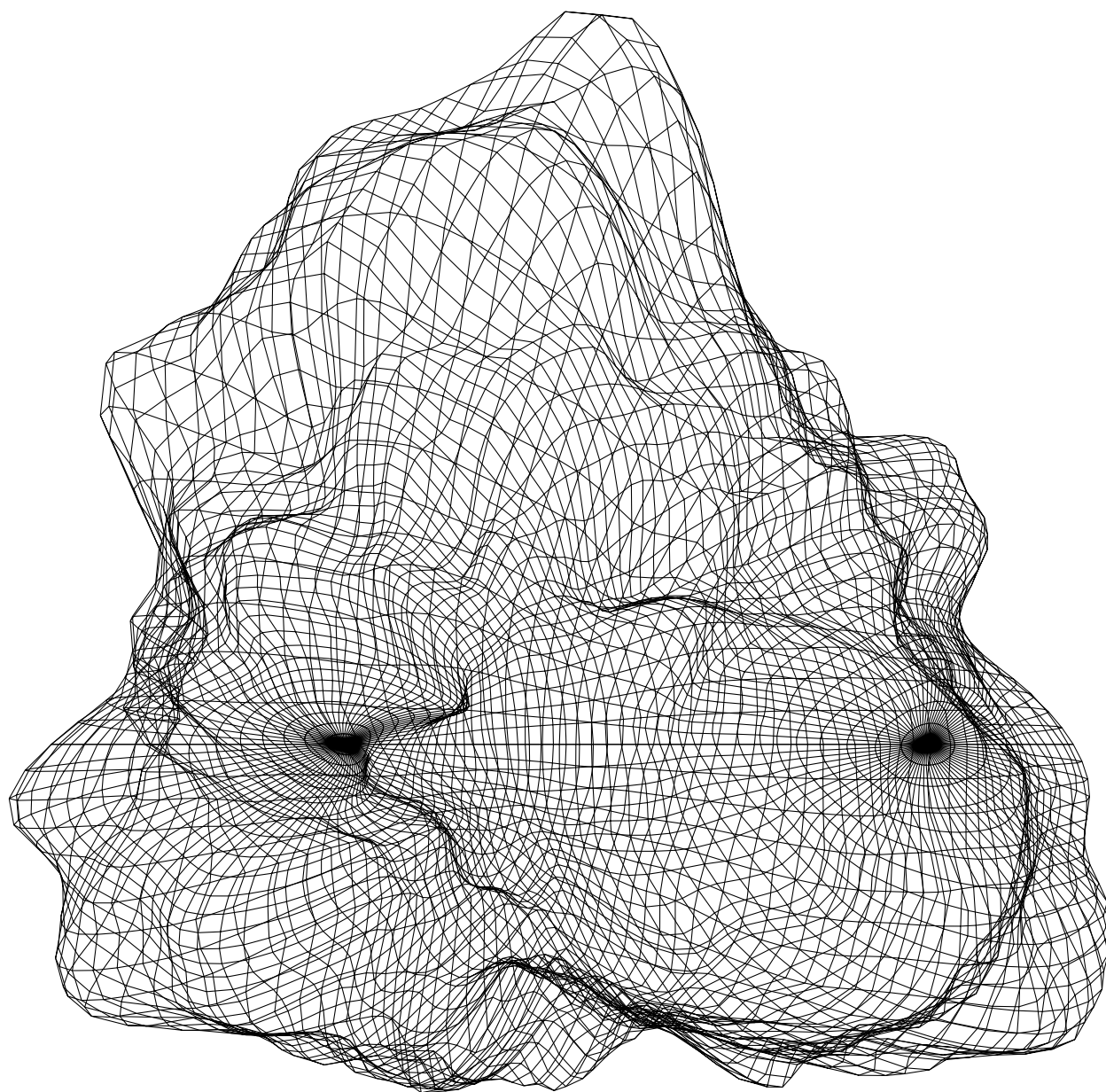
- Anwendung: MENTAL ORBIT fungiert als „digitales Fenster“. Anstatt starr auf Vitalwertmonitore zu blicken, erhielt der Patient ein enaktives Feedback-System, um die eigene autonome Stabilität durch kleine, bewusste Bewegungen oder Atem-Synchronisation wieder zu spüren.

15.2.2 ADHS-Training und exekutive Funktion

Die „Affordanz der Langsamkeit“ ist ein direktes Training der inhibitorischen Kontrolle.

- Anwendung: In der Therapie von Aufmerksamkeitsstörungen könnte das System als spielerisches, klinisch fundiertes Instrument eingesetzt werden. Der Nutzer lernt nicht durch Schnelligkeit, sondern durch die Belohnung motorischer und neuronaler Stille.

DESIGN-FAZIT: MENTAL ORBIT beweist: Wenn ein Designsystem in der Lage ist, die menschliche Psyche 180 Millionen Kilometer fernab der Erde zu stabilisieren, dann ist es die ultimative Antwort auf die agentielle Atrophie unserer digitalen Gegenwart.





Infrarotbild
Cygnus-X Sterne

16. Resümee und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, ein enaktives Instrument zur Stabilisierung der psychischen Agency unter Bedingungen extremer Isolation zu entwickeln.

16.1 Erreichte Meilensteine (Contribution)

- Dateninformierte Gestaltung: Durch den Zugriff auf den NASA-Datensatz DR27411 wurde gezeigt, dass gestalterische Parameter mathematisch präzise auf reale psychophysiologische Driftzustände kalibriert werden können (strukturelle Isomorphie zwischen biometrischem Input und visueller Ausgabe).
- Methodischer Transfer: Die qualitative Mikroerprobung des Master Gateways deutet darauf hin, dass die „Affordanz der Langsamkeit“ ein wirksames, gestalterisches Mittel zur Aktivierung der inhibitorischen Kontrolle im Interaktionsvollzug darstellt.
- Interdisziplinäre Anschlussfähigkeit: Der erfolgreiche Zugriff auf das NASA Life Sciences Data Archive (LSDA) demonstriert einen tragfähigen Weg, um Sekundärdaten aus der analogen Weltraumforschung für gestalterische Forschungsansätze (Research through Design) zugänglich und nutzbar zu machen.

16.2 Limitationen und Ausblick

- Klinisch informierte Spekulation: Durch die Kopplung des Systems an den NASA-Datensatz wurde die Machbarkeit einer parametrischen Designschnittstelle demonstriert. MENTAL ORBIT löst das Spannungsfeld zwischen kritischem Speculative Design und klinischer Theorie auf, indem es zeigt, dass spekulatives Design keine fiktive Willkür sein muss, sondern auf den millisekundengenauen Datenströmen der Weltraummedizin basieren kann. Es verbleibt im Register des Prototyps, liefert jedoch ein mathematisch präzises Artefakt für den interdisziplinären Diskurs.

Trotz der erfolgreichen technischen Implementierung bleiben kritische Punkte wie die multisensorische Rückkopplung (Haptik/Audio) sowie eine prospektive Langzeitkalibrierung offen. Die Zukunft von MENTAL ORBIT liegt in der konsequenten Weiterführung des „Closed Loop“-Gedankens durch AI-Driven Personalisation sowie terrestrische Pilotstudien in ICU-Umgebungen zur Bekämpfung des sogenannten „ICU-Deliriums“.



Cosmic Cliffs
Carina Nebel JWST

Anhang

1. Der Master-Ideenkatalog: Adaptive Logiken gegen die Erosion

Im Rahmen der gestalterischen Vertiefung wurde ein Katalog mit über 60 Interaktionslogiken entwickelt, die als operative Werkzeuge gegen die drei zentralen Pathologien der Isolation dienen.

I. Fokus: Cognitive Drift (Kognitive Starrheit)

Ziel: Die neuronale Plastizität durch gezielte Provokation erhalten.

1. The Counter-Intuitive Physics: Invertierung der Gesetze (z.B. schnelles Bewegen erzeugt plötzlich Ruhe).
2. Guerilla Glitching: Simulierte Pixelfehler, die durch spezifische Gestenkombinationen „repariert“ werden müssen.
3. The Mirror of Jitter: Eine grotesk übersteigerte Version des eigenen Zitterns zeigen, um zur Rekalisierung zu zwingen.
4. Synästhetisches Shifting: Die Steuerung wechselt die Ebene (z.B. Druck steuert Farbe, Tempo steuert Form).
5. Non-Euclidean Orbits: Räume, die mathematisch unmöglich sind (4D-Projektionen).
6. Chronos-Warp: künstlich verzögertes oder beschleunigtes Feedback.
7. The Mission-Archaeology: Der Orb „vergisst“ Formen; Wiederholung alter Gesten zur Rekonstruktion nötig.
8. Subliminal Noise: Schnelle, unsichtbare Symbole im Rauschen, die nur bei Resonanz lesbar werden.
9. The Evolving Entity: Der Orb entwickelt eine „Persönlichkeit“ auf Basis der Schlafdaten der Nacht.
10. Dream-Seed Integration: Abstrakte Formen aus Schlaf-tracking-Daten am Morgen „entwirren“.
11. Agential Sabotage: Eine KI-Komponente

versucht aktiv, das Gleichgewicht zu stören.

12. The Heavy Interface: Simulation eines massiven Gewichts (50 kg) durch visuelle Trägheit.

13. Multi-Tasking Orbits: Zwei Orbits gleichzeitig mit beiden Händen balancieren (Split-Brain).

14. The Silent Alarm: Keine Fehlermeldung, nur eine minimale Änderung der Viskosität als Warnung.

15. Contextual Invasiveness: Der Orb „frisst“ andere UI-Elemente, bis ihm Aufmerksamkeit geschenkt wird.

16. Sonic Parasite: Jitter erzeugt Dissonanz, die nur durch Inhibition zum Sinuston wird.

17. The Ghost Participant: Man balanciert zwischen einer Aufzeichnung seines eigenen „Ichs“ von vor 200 Tagen.

18. Biological Randomness: Nutzung von Quantenzufall (Hintergrundstrahlung) als Stressor.

19. Haptic Resistance: (spekulativ) Gehäuse wird warm oder vibriert bei kognitiver Drift.

20. The Ritual of Erasure: Die erreichte Form wird am Ende rituell zerstört (mit Fokus auf die Handlung, nicht auf das Ergebnis).

II. Fokus: Sensory Adaptation (Habituation & Visual Hunger)

Ziel: den sensorischen Winterschlaf durch ästhetische Variationen durchbrechen.

1. The Biological Patina: Interface altert mit (Oxidation, Kratzern im Shader).

2. Circadian Complexity Shifting: Detailgrad ändert sich mit der Tageszeit und in langen Zyklen (Wochen).

3. The Dormant Entity: Phasen der Inaktivität wechseln sich mit Phasen hoher Komplexität ab.

4. Generative Palettes: schleichende Verschiebung der Farboxiome (z.B. Teal wandert zu Cyan).

5. The Hidden Geometry: Fraktale, die nur bei einem ganz spezifischen Rhythmus sichtbar werden.

6. Sensory Swapping: Wöchentlicher Tausch der Rollen (Tempo steuert Farbe etc.).
7. The Resonant Glitch: Absichtliches Aliasing/Moiré, um zum genaueren Hinsehen zu zwingen.
8. Micro-Interaction Scavenger Hunt: Einfangen winziger, scheuer Lichtpunkte im Schwarm.
9. Variable Viscosity: Trägheit ändert sich (gasartig vs. quecksilberartig).
10. The Unstable Center: Der Gleichgewichtspunkt wandert nur minimal von der Mitte ab.
11. Subliminal Pulse: Schnelles unbewusstes Flackern in Theta-Wellen-Frequenz bei Apathie.
12. Die Resistive UI: Menüs „verstecken“ sich bei zu automatisierter Bedienung.
13. Synesthetic Soundscapes: Datenrauschen als Audio-Enrichment (Muster-Suche).
14. Thermal Mirroring: Die Eigenwärme des Geräts beeinflusst die Viskosität.
15. The Memory Orbit: Einblendung von Fragmenten, die Monate zurückliegen.
16. Atmospheric Leaking: Reaktion auf die (fiktive) CO₂-Konzentration im Habitat.
17. The Impossible Physics: Projektionen in 4 oder 5 Dimensionen zur kognitiven Faszination.
18. Biological Randomness: Keine Sekunde der Simulation wiederholt sich jemals.
19. The Parasitic Interface: Orb stört kurzzeitig operative Displays zur Aufmerksamkeitsforderung.
20. Ritual of Transformation: Selbstzerstörung und Neuaufbau des Designs alle 100 Tage.

III. Fokus: Relational Monotony (Team Risk)

Ziel: Soziale Resonanz durch Shared Agency wiederbeleben.

1. The Interlinked Gravity: Schwerkraft wird durch den Stresslevel eines Partners beeinflusst.
2. Collaborative Secret Gestures: Belohnungen nur bei

synchroner Erfindung neuer Gesten zu zweit.

3. The Social Particle leak: Partikel wandern zwischen den Tablets der Crew-Mitglieder hin und her.
4. Shadow of the Other: Der Orb wirft einen Schatten, der aus den Bewegungsdaten eines Partners generiert wird.
5. Resonance Conflict: Wettbewerb der Ruhe: Wer am langsamsten ist, „gewinnt“ die Luminanz.
6. The Artificial Stranger: Injektion fremder Datenmuster (z.B. von der Erde), um Monotonie zu brechen.
7. Relational Patina: Der Orb des Partners „altert“ in Abhängigkeit von seiner Interaktionshistorie.
8. Hidden Depths: Gemeinsames Balancing schaltet tiefere „Persönlichkeits-Layer“ des Orbs frei.
9. The Secret Language: Orb generiert Clicks/Pulse als neue private Crew-Sprache.
10. Behavioral Mutation: radikale Mutationsphasen der Physik (von Flüssig zu kristallin) bei Gruppenstress.
11. The Memory Well: Einblendung von Fragmenten der anfänglichen Euphorie der ersten Woche.
12. Gaze-Driven Cohesion: Partikel ziehen sich nur zusammen, wenn beide Partner einander anschauen.
13. Subliminal Empathy: Shader mischt die Farbpaletten zweier streitender Personen unmerklich.
14. The Ghost Participant: KI als „siebter Astronaut“ mit nichtlinearen Impulsen.
15. Relational Fossils: Digitale Skulptur nach erfolgreichem gemeinsamen Balancing als „Denkmal“.
16. The Mirror of Annoyance: Tics von Mitbewohnern werden in „schöne“ abstrakte Muster umgewandelt.
17. Atmospheric Leaking: Sichtbarkeit der körperlichen Präsenz durch Atemmessung im Interface.

18. The Shared Dream Space: Gemeinsamer „Traum-Schwarm“ aus Morgen-Schlafdaten.

19. Sensory Substitution (Touch): Geste löst Wärme/Vibration beim Partner aus (Surrogat-Berührung).

20. Ritual of Erasure: gemeinsames Löschen digitaler Spuren einmal im Monat für einen Reset.

IV. Übergreifende Konzepte (Systematik)

- Die Kipppunkt-Logik: exponentielle Eskalation bei Überschreitung des Schwellenwerts.
- Die Honig-Logik: Viskoser Widerstand als pädagogische Intervention.
- Das kognitive Echo: Flüchtige visuelle Perfektion als Dopaminbelohnung.
- Temporale Morphologie: Das Mit-Altern des Artefakts über 500 Tage hinweg.



Godzilla Nebel
Spitzer Teleskop

Programmcode

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="de">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, maximum-scale=1.0, user-scalable=no, viewport-
fit=cover">
  <title>MENTAL ORBIT | Master Gateway v40.0</title>

  <script src="https://unpkg.com/react@18/umd/react.production.min.js"></script>
  <script src="https://unpkg.com/react-dom@18/umd/react-dom.production.min.js"></script>
  <script src="https://unpkg.com/@babel/standalone/babel.min.js"></script>
  <script src="https://unpkg.com/jspdf@2.5.1/dist/jspdf.umd.min.js"></script>
  <script>
    if (!window.jspdf) {
      const fallback = document.createElement('script');
      fallback.src = 'https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jspdf/2.5.1/jspdf.umd.min.js';
      fallback.onload = () => console.log('jsPDF fallback loaded. ');
      fallback.onerror = () => console.error('jsPDF fallback failed to load. ');
      document.head.appendChild(fallback);
    }
  </script>
  <script src="https://cdn.tailwindcss.com"></script>

  <style>
    @import url('https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:wght@100;300;400;600;700;800&family=Jet-
Brains+Mono:wght@300;400;700&display=swap');

    body {
      margin: 0; padding: 0; background: #ffffff; overflow: hidden;
      font-family: 'Inter', sans-serif; overscroll-behavior: none;
      -webkit-tap-highlight-color: transparent;
    }

    canvas { touch-action: none; display: block; z-index: 10; cursor: crosshair; }

    #widget-stack {
      -webkit-overflow-scrolling: touch;
      font-family: 'Inter', sans-serif;
      pointer-events: auto !important;
    }

    .mono-text {
      font-family: 'JetBrains Mono', monospace;
    }

    .instrument-box {
      background: rgba(255, 255, 255, 0.94);
      backdrop-filter: blur(20px);
      border: 1px solid rgba(0, 0, 0, 0.12);
      padding: clamp(12px, 1.8vw, 24px);
      pointer-events: auto;
      box-shadow: 0 10px 40px rgba(0,0,0,0.08);
      width: 100%;
      border-radius: 4px;
    }

    .widget-group {
      background: rgba(255, 255, 255, 0.98);
      border: 1px solid rgba(0, 0, 0, 0.08);
      border-radius: 8px;
      padding: 18px;
      box-shadow: 0 20px 40px rgba(0, 0, 0, 0.05);
      pointer-events: auto !important;
    }

    .widget-group-title {
      font-size: 10px;
      letter-spacing: 0.35em;
      text-transform: uppercase;
      font-weight: 800;
      color: #334455;
    }
```

```

    margin-bottom: 14px;
}

.widget-group-content {
    display: flex;
    flex-direction: column;
    gap: 16px;
}

.label-main {
    font-size: 8px;
    letter-spacing: 0.35em;
    text-transform: uppercase;
    font-weight: 800;
    color: #0070f3;
    margin-bottom: 6px;
}

.value-display {
    font-size: clamp(18px, 2.8vw, 32px);
    font-weight: 800;
    color: #000;
    line-height: 1;
    font-variant-numeric: tabular-nums;
}

.ring-binder-hole {
    position: absolute; left: 20px; width: 15px; height: 15px;
    border: 1px solid rgba(0, 0, 0, 0.12); border-radius: 50%; pointer-events: none; z-index: 100;
    background: rgba(255, 255, 255, 0.8);
    box-shadow: inset 0 2px 4px rgba(0,0,0,0.05);
}

select {
    background: rgba(0, 0, 0, 0.04);
    color: #0070f3;
    border: 1px solid rgba(0, 112, 243, 0.2);
    font-size: 10px;
    padding: 6px 10px;
    text-transform: uppercase;
    outline: none;
    cursor: pointer;
    width: 100%;
    font-weight: 600;
    border-radius: 4px;
}

input[type=range] {
    appearance: none;
    -webkit-appearance: none;
    background: rgba(0,0,0,0.08);
    height: 2px;
    border-radius: 1px;
}
input[type=range]::-webkit-slider-thumb {
    -webkit-appearance: none; width: 16px; height: 16px; background: #0070f3; border-radius: 50%; cursor: pointer;
    box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 112, 243, 0.3); border: 2px solid white;
}

.mode-btn {
    background: rgba(0, 0, 0, 0.03);
    border: 1px solid rgba(0, 0, 0, 0.06);
    color: #999;
    font-size: 8px;
    padding: 10px;
    text-align: center;
    transition: all 0.3s cubic-bezier(0.4, 0, 0.2, 1);
    text-transform: uppercase;
    letter-spacing: 1px;
    font-weight: 600;
    border-radius: 4px;
}
.mode-btn.active {
    border-color: #0070f3;
    color: #0070f3;
    background: rgba(0, 112, 243, 0.08);
    box-shadow: 0 0 15px rgba(0, 112, 243, 0.1);
}

.btn-action {

```



```

background: #0070f3;
color: white;
padding: 10px;
font-size: 8px;
font-weight: 800;
text-transform: uppercase;
cursor: pointer;
text-align: center;
border: none;
width: 100%;
display: block;
transition: opacity 0.2s;
border-radius: 4px;
}
.btn-action:hover { opacity: 0.8; }

.file-upload-btn {
background: #0070f3;
color: white;
padding: 12px;
font-size: 8px;
font-weight: 800;
text-transform: uppercase;
cursor: pointer;
text-align: center;
border: none;
width: 100%;
display: block;
border-radius: 4px;
}

.status-alert { color: #ff4d4d; animation: pulse-red 0.8s infinite; }
.status-ok { color: #00bfa5; }
@keyframes pulse-red { 0%, 100% { opacity: 1; } 50% { opacity: 0.4; } }

.sync-glitch { animation: glitch-flash 0.3s ease-out; }
@keyframes glitch-flash {
0% { filter: invert(1); }
100% { filter: invert(0); }
}

.mirror-cursor {
position: fixed; width: 24px; height: 24px;
border: 1px solid rgba(0, 112, 243, 0.4);
border-radius: 50%; pointer-events: none; z-index: 100;
transform: translate(-50%, -50%);
display: none;
}
</style>
</head>
<body>
<div id="root"></div>

<script type="text/babel">
const { useState, useEffect, useRef } = React;

const IconCpu = () => <svg width="14" height="14" viewBox="0 0 24 24" fill="none" stroke="currentColor" stroke-
Width="2" strokeLinecap="round" strokeLinejoin="round"><rect x="4" y="4" width="16" height="16" rx="2"/><rect x="9" y="9"
width="6" height="6"/><path d="M15 2v2"/><path d="M15 20v2"/><path d="M2 15h2"/><path d="M2 9h2"/><path d="M20
15h2"/><path d="M20 9h2"/><path d="M9 2v2"/><path d="M9 20v2"/></svg>;
const IconActivity = () => <svg width="14" height="14" viewBox="0 0 24 24" fill="none" stroke="currentColor" stroke-
Width="2"><polyline points="22 12 18 12 15 21 9 3 6 12 2 12"/></svg>;
const IconFile = () => <svg width="14" height="14" viewBox="0 0 24 24" fill="none" stroke="currentColor" stroke-
Width="2" strokeLinecap="round" strokeLinejoin="round"><path d="M14 2H6a2 2 0 0 2 2v16a2 2 0 0 2 2h12a2 2 0 0 0
2-2V8z"/><polyline points="14 2 14 8 20 8"/></svg>;
const IconLink = () => <svg width="14" height="14" viewBox="0 0 24 24" fill="none" stroke="currentColor" stroke-
Width="2" strokeLinecap="round" strokeLinejoin="round"><path d="M10 13a5 5 0 0 0 7.54 5.41 3 3 0 0 0 7.07 7.07 1.72
1.71"/><path d="M14 11a5 5 0 0 0 7.54 5.41 3 3 0 0 0 7.07 7.07 1.71 1.71"/></svg>;
const IconVolume = ({ muted }) => (
<svg width="14" height="14" viewBox="0 0 24 24" fill="none" stroke="currentColor" strokeWidth="2" strokeLine-
cap="round" strokeLinejoin="round">
{muted ? (
<path d="M11 5L6 9H2v6h4l5 4V5zM23 9l-6 6M17 9l6 6" />
) : (
<path d="M11 5L6 9H2v6h4l5 4V5zM15.54 8.46a5 5 0 0 1 0 7.07M19.07 4.93a10 10 0 0 1 0 14.14" />
)}
</svg>
);

const VS_SOURCE = `

```

```

attribute vec2 position;
varying vec2 vUv;
void main() { vUv = position * 0.5 + 0.5; gl_Position = vec4(position, 0.0, 1.0); }
};

const FS_SOURCE = `
precision highp float;
varying vec2 vUv;
uniform float uTime;
uniform vec2 uResolution;
uniform vec4 uTouches;
uniform float uResonance;
uniform float uConductivity;
uniform float uOxygen;
uniform float uPulse;
uniform float uPatina;
uniform int uMode;
uniform vec3 uColorShift;
uniform float uBreath; // Realtime Pranayama breath copilot scale
uniform float uBreathActive; // 1.0 if active, 0.0 if disabled
uniform float uTremor; // Tremor intensity from sensor input

vec3 mod289(vec3 x) { return x - floor(x * (1.0 / 289.0)) * 289.0; }
vec4 mod289(vec4 x) { return x - floor(x * (1.0 / 289.0)) * 289.0; }
vec4 permute(vec4 x) { return mod289(((x*34.0)+1.0)*x); }
vec4 taylorInvSqrt(vec4 r) { return 1.79284291400159 - 0.85373472095314 * r; }

float snoise(vec3 v) {
    const vec2 C = vec2(1.0/6.0, 1.0/3.0);
    const vec4 D = vec4(0.0, 0.5, 1.0, 2.0);
    vec3 i = floor(v + dot(v, C.yyy));
    vec3 x0 = v - i + dot(i, C.xxx);
    vec3 g = step(x0.yzx, x0.xyz); vec3 l = 1.0 - g;
    vec3 i1 = min(g.xyz, l.zxy); vec3 i2 = max(g.xyz, l.zxy);
    vec3 x1 = x0 - i1 + C.xxx; vec3 x2 = x0 - i2 + C.yyy; vec3 x3 = x0 - D.yyy;
    i = mod289(i);
    vec4 p = permute( permute( permute( i.z + vec4(0.0, i1.z, i2.z, 1.0 )) + i.y + vec4(0.0, i1.y, i2.y, 1.0 )) + i.x +
vec4(0.0, i1.x, i2.x, 1.0 ));
    float n_ = 0.142857142857;
    vec3 ns = n_ * D.wyz - D.xzx;
    vec4 j = p - 49.0 * floor(p * ns.z * ns.z);
    vec4 x_ = floor(j * ns.z); vec4 y_ = floor(j - 7.0 * x_);
    vec4 x = x_ * ns.x + ns.yyyy; vec4 y = y_ * ns.x + ns.yyyy;
    vec4 h = 1.0 - abs(x) - abs(y);
    vec4 b0 = vec4( x.xy, y.xy ); vec4 b1 = vec4( x.zw, y.zw );
    vec4 s0 = floor(b0)*2.0 + 1.0; vec4 s1 = floor(b1)*2.0 + 1.0;
    vec4 sh = -step(h, vec4(0.0));
    vec4 a0 = b0.xzyw + s0.xzyw*sh.xxyy ;
    vec4 a1 = b1.xzyw + s1.xzyw*sh.zzww ;
    vec3 p0 = vec3(a0.xy,h.x); vec3 p1 = vec3(a0.zw,h.y); vec3 p2 = vec3(a1.xy,h.z); vec3 p3 = vec3(a1.zw,h.w);
    vec4 norm = taylorInvSqrt(vec4(dot(p0,p0), dot(p1,p1), dot(p2,p2), dot(p3,p3)));
    p0 *= norm.x; p1 *= norm.y; p2 *= norm.z; p3 *= norm.w;
    vec4 m = max(0.6 - vec4(dot(x0,x0), dot(x1,x1), dot(x2,x2), dot(x3,x3)), 0.0);
    m = m * m;
    return 42.0 * dot( m*m, vec4( dot(p0,x0), dot(p1,x1), dot(p2,x2), dot(p3,x3) ) );
}

vec3 palette(float t) {
    return vec3(0.5) + vec3(0.5) * cos(6.28318 * (vec3(1.0, 1.0, 1.0) * (t + uTime * 0.1) + uColorShift));
}

float mapRay(vec3 p) {
    vec3 q = p;
    float stressImpact = pow(uConductivity * 2.2, 3.0);
    float noise = snoise(q * 0.45 + uTime * (0.05 + uPulse * 0.15)) * stressImpact * (1.1 - uResonance);

    if(uMode == 4) { // FIELD
        float d = p.y + 1.2;
        d += exp(-length(p.xz - uTouches.xy * 6.0) * 2.5) * 0.4 * (1.0 - uResonance);
        d += noise;
        return d;
    }

    q.xy += noise;
    vec3 g = abs(fract(q * mix(2.5, 5.5, uResonance)) - 0.5);
    float grid = min(g.x, min(g.y, g.z));
    float h1 = exp(-length(p.xy - uTouches.xy * 8.0) * 2.8) * 0.5 * (1.1 - uResonance);
    float h2 = exp(-length(p.xy - uTouches.zw * 8.0) * 2.8) * 0.5 * (1.1 - uResonance);
    return grid + h1 + h2;
}
`

```

```

void main() {
    vec2 uv = (gl_FragCoord.xy - 0.5 * uResolution.xy) / min(uResolution.y, uResolution.x);
    vec2 uv0 = uv;
    float tremor = clamp(uTremor, 0.0, 0.12);
    uv += vec2(
        sin(uv.y * 120.0 + uTime * 8.0),
        cos(uv.x * 90.0 + uTime * 10.0)
    ) * tremor;
    vec3 col = vec3(0.0);
    vec2 center = (uTouches.xy + uTouches.zw) * 0.5;
    float blur = (1.0 - uOxygen) * 1.5 * (1.0 - uResonance);

    if(uMode == 2) { // BOTANICAL (BLOOM)
        uv -= center * 0.2;
        for (int i = 0; i < 3; i++) {
            float fi = float(i);
            uv = fract(uv * mix(2.4, 1.3, uResonance)) - 0.5;
            float d = length(uv) * exp(-length(uv0));
            d = abs(sin(d * 8.0 + uTime) / 8.0);
            float intensity = pow(mix(0.03, 0.15, uResonance) / (d + 0.001 + blur), 1.2);
            vec3 pCol = palette(length(uv0) + fi*0.4);
            col += mix(vec3(0.4, 0.2, 0.15), pCol, uResonance) * intensity;
        }
        gl_FragColor = vec4(col * uOxygen, 1.0);
    } else if(uMode == 3) { // SWARM
        vec2 target = center * 1.5;
        col = vec3(0.01, 0.015, 0.04);
        for(int i = 0; i < 6; i++) {
            float fi = float(i);
            float n = snoise(vec3(uv * (1.5 + fi*0.4), uTime * 0.35 + fi));
            float mask = smoothstep(0.15 + uResonance*0.45 + blur, 0.0, abs(n) - 0.01);
            float attraction = smoothstep(2.5, 0.0, length(uv - target)) * uResonance;
            col += palette(fi * 0.15) * mask * (0.5 + attraction * 5.0);
        }
        gl_FragColor = vec4(col * uOxygen, 1.0);
    } else {
        vec3 ro = (uMode == 4) ? vec3(0, 3.2, -4.5) : vec3(0, 0, -10);
        vec3 rd = normalize(vec3(uv.x, uv.y - (uMode == 4 ? 0.65 : 0.0), 1.5));

        vec3 bg = (uMode == 1) ? vec3(1.0) : vec3(0.002, 0.005, 0.012);

        float t = 0.0;
        for (int i = 0; i < 45; i++) {
            float d = mapRay(ro + rd * t);
            if (d < 0.002 || t > 25.0) break;
            t += d * 0.95;
        }

        col = bg;
        if (t < 25.0) {
            float mask = 0.0;
            if(uMode == 4) {
                float lines = fract(t * 12.0 - uTime * 0.05);
                mask = 1.0 - smoothstep(0.0, 0.08 + (1.0-uResonance)*0.1 + blur, abs(lines-0.5)*2.0);
            } else {
                mask = smoothstep(0.025 + blur, 0.0, mapRay(ro + rd * t));
            }

            vec3 ICol = mix(vec3(0.1), palette(t*0.1), uResonance);
            if(uMode == 1) ICol = mix(vec3(0.1), vec3(0.6, 0.1, 0.1), uConductivity * (1.0 - uResonance));
            if(uMode == 4) ICol = mix(vec3(0.7), vec3(0.3, 1.0, 0.72), uResonance);

            col = mix(bg, ICol, mask * exp(-t * 0.1));
        }
        gl_FragColor = vec4(col * uOxygen, 1.0);
    }

    float distToCenter = length(uv0);
    float targetRadius = 0.15 + uBreath * 0.2;
    float ringThickness = 0.003;
    float ringGlow = 0.018;
    float breathRing = smoothstep(ringThickness + ringGlow, 0.0, abs(distToCenter - targetRadius));
    gl_FragColor.rgb += vec3(0.0, 0.45, 1.0) * breathRing * 0.75 * uBreathActive;
}
;

```

```

const CREW_PROFILES = {
    „LIVE_FEED“: { name: „Live Soma-Gateway“, role: „Soma-Schnittstelle“, age: „N/A“, status: „Echtzeit-Kopplung aktiv.“,
desc: „Verbindung mit externem Pico-Modul oder lokalem Multi-Touch-Schnittstellen-System.“ },

```

```

„HERA_ASTRONAUT_1“: { name: „Commander V5K1M2“, role: „Missionsleiter (Commander)“, age: „38“, status:
„Kritischer Jitter-Trend“, desc: „Zeigt ab Tag 250 deutliche Anzeichen von ‚Psychological Hibernation‘ und abnehmender
Vigilanz.“ },
„HERA_ASTRONAUT_2“: { name: „Wiss.-Offizier V5K0A1“, role: „System-Ingenieurin“, age: „31“, status: „Stabile Baseli-
ne“, desc: „Behält hohe neuronale Kohärenz durch konsequentes tägliches Atem-Entrainment im All.“ }
};

const getMissionLog = (day) => {
  if (day < 90) {
    return {
      event: „INITIAL_CALIBRATION“,
      log: „Tag 1 bis 90: Startphase. Die Crew zeigt erhöhten Puls durch Transit-Kräfte. Die Sensorik wird kalibriert, um
die Baseline des neuromotorischen Jitters zu bestimmen.“
    };
  } else if (day < 250) {
    return {
      event: „EARTH_OUT_OF_VIEW“,
      log: „Tag 90 bis 250: Die Erde schrumpft zu einem Stern. Verlust der visuellen Heimatbindung löst ‚Breakoff-
Phänomen‘ aus. Erste oxidative Verfallserscheinungen (Patina) im Gitter sichtbar.“
    };
  } else if (day < 375) {
    return {
      event: „MIDPOINT_ISOLATION“,
      log: „Tag 250 bis 375: Die Mitte der Transitstrecke ist erreicht. Die Signalzeitverzögerung beträgt nun über 12
Minuten. Der ‚Shared Agency Mode‘ wird gestartet, um soziale Monotonie abzufedern.“
    };
  } else if (day < 480) {
    return {
      event: „THIRD_QUARTER_CRISIS“,
      log: „Tag 375 bis 480: Kritisches Third Quarter Phänomenon. Das Team leidet unter schwerer mentaler Fatigue.
‚Guerilla Glitches‘ brechen den kognitiven Autopiloten und fordern exekutive Kontrolle.“
    };
  } else {
    return {
      event: „ORBITAL_INSERTION“,
      log: „Tag 480 bis 500+: Annäherung an den Mars-Orbit. Vorbereitung der EDL-Landephase. Das System schal-
tet in den ‚Equilibrium Core‘ für maximale kognitive Wachsamkeit.“
    };
  }
};

const getNarrativeBiometrics = (day) => {
  let hr = 72; let o2 = 0.98; let sc = 0.12;
  const mix = (start, end, amt) => (1 - amt) * start + amt * end;

  if (day < 90) {
    const t = day / 90;
    hr = mix(75, 71, t); o2 = 0.98; sc = mix(0.12, 0.11, t);
  } else if (day < 250) {
    const t = (day - 90) / 160;
    hr = mix(71, 76, t); o2 = mix(0.98, 0.94, t); sc = mix(0.11, 0.22, t);
  } else if (day < 375) {
    const t = (day - 250) / 125;
    hr = 76 + Math.sin(day * 0.15) * 4; o2 = mix(0.94, 0.88, t); sc = mix(0.22, 0.40, t);
  } else if (day < 480) {
    const t = (day - 375) / 105;
    hr = mix(78, 96, t) + Math.sin(day * 0.4) * 6; o2 = mix(0.88, 0.82, t); sc = mix(0.40, 0.82, t);
  } else {
    const t = (day - 480) / 20;
    hr = mix(96, 64, t); o2 = mix(0.82, 0.99, t); sc = mix(0.82, 0.08, t);
  }
  return { hr, o2, sc };
};

const extractHeraMetrics = (entry) => {
  if (!entry) return { workload: 0, physically_tired: 0, stressed: 0 };
  return {
    workload: parseFloat(entry.Workload || entry.workload || 2),
    physically_tired: parseFloat(entry.Physically_Tired || entry.physically_tired || 0),
    stressed: parseFloat(entry.Stressed || entry.stressed || 1)
  };
};

const App = () => {
  const [isStarted, setIsStarted] = useState(false);
  const [dataSource, setDataSource] = useState(„PICO_HARDWARE“);
  const [isBreathActive, setIsBreathActive] = useState(true);
  const [isNarrativeMode, setIsNarrativeMode] = useState(false);
  const [heraAstronaut1, setHeraAstronaut1] = useState(null);
  const [heraAstronaut2, setHeraAstronaut2] = useState(null);

```



```

const [mode, setMode] = useState(1);
const [missionDay, setMissionDay] = useState(1);
const [biometrics, setBiometrics] = useState({ id: „LIVE“, hr: 75, o2: 0.98, sc: 0.12, name: „Live Data Feed“ });
const [resonance, setResonance] = useState(0);
const [holdMode, setHoldMode] = useState(false);
const [jitterHistory, setJitterHistory] = useState([]);
const [isSyncing, setIsSyncing] = useState(false);
const [warning, setWarning] = useState(„“);
const [tremorLevel, setTremorLevel] = useState(0);
const [tremorSimEnabled, setTremorSimEnabled] = useState(false);
const [tremorSimValue, setTremorSimValue] = useState(40);

const [clinicalStats, setClinicalStats] = useState({
  nmc: 98,
  hrv: 72,
  cdi: 10
});

const [isMuted, setIsMuted] = useState(false);
const [volume, setVolume] = useState(0.5);
const [audioInitialized, setAudioInitialized] = useState(false);

const [csvLoaded, setCsvLoaded] = useState(false);
const [csvData, setCsvData] = useState([]);
const tremorLevelRef = useRef(0);
const tremorDisplayRef = useRef(0);
const [loadedFileName, setLoadedFileName] = useState(„“);
const [heraMetrics, setHeraMetrics] = useState({});
const [heraAstronauts, setHeraAstronauts] = useState([]);

const [hwStatus, setHwStatus] = useState(„OFFLINE“);
const serialPort = useRef(null);

const [breathPhase, setBreathPhase] = useState(„EINATMEN“); // EINATMEN, HALTEN, AUSATMEN
const [breathValue, setBreathValue] = useState(0.0); // WebGL scale binding 0.0 → 1.0
const [breathSync, setBreathSync] = useState(„OPTIMAL“); // OPTIMAL, MISMATCHED

const canvasRef = useRef(null);
const modeRef = useRef(1);
const bioRef = useRef({ id: „LIVE“, hr: 75, o2: 0.98, sc: 0.12, name: „Live Data Feed“ });
const resInternal = useRef(0);
const lockActiveRef = useRef(false);
const holdModeRef = useRef(false);
const stabilityTimeRef = useRef(0);
const dayRef = useRef(1);
const dataSrcRef = useRef(„PICO_HARDWARE“);
const touchesRef = useRef([{ active: false, x: 0, y: 0, speed: 0 }, { active: false, x: 0, y: 0, speed: 0 }]);
const mirrorRef = useRef(null);
const pointerPathRef = useRef([]);
const isBreathActiveRef = useRef(true);

const audioCtxRef = useRef(null);
const mainGainNodeRef = useRef(null);
const pulseOscLRef = useRef(null);
const pulseOscRRef = useRef(null);
const binauralOscLRef = useRef(null);
const binauralOscRRef = useRef(null);
const noiseFilterRef = useRef(null);
const noiseGainRef = useRef(null);
const heartbeatTimerRef = useRef(null);
const isMutedRef = useRef(false);

useEffect(() => { modeRef.current = mode; }, [mode]);
useEffect(() => { bioRef.current = biometrics; }, [biometrics]);
useEffect(() => { dayRef.current = missionDay; }, [missionDay]);
useEffect(() => { holdModeRef.current = holdMode; }, [holdMode]);
useEffect(() => { dataSrcRef.current = dataSource; }, [dataSource]);
useEffect(() => { isMutedRef.current = isMuted; }, [isMuted]);
useEffect(() => { isBreathActiveRef.current = isBreathActive; }, [isBreathActive]);
useEffect(() => {
  tremorLevelRef.current = tremorLevel;
  if (!tremorSimEnabled) {
    tremorDisplayRef.current = tremorLevel;
  }
}, [tremorLevel, tremorSimEnabled]);
useEffect(() => {
  if (tremorSimEnabled) {
    tremorDisplayRef.current = tremorSimValue;
  }
}, [tremorSimEnabled, tremorSimValue]);

```

```

const handleTremorSimToggle = () => {
  setTremorSimEnabled((prev) => {
    const next = !prev;
    tremorDisplayRef.current = next ? tremorSimValue : tremorLevel;
    return next;
  });
};

const connectHardware = async () => {
  try {
    setHwStatus(„SEARCHING...“);
    const port = await navigator.serial.requestPort();
    await port.open({ baudRate: 115200 });
    serialPort.current = port;
    setHwStatus(„CONNECTED“);
    readSerial();
  } catch (err) {
    setHwStatus(„OFFLINE“);
  }
};

const readSerial = async () => {
  const reader = serialPort.current.readable.getReader();
  const decoder = new TextDecoder();
  try {
    while (true) {
      const { value, done } = await reader.read();
      if (done) break;
      const ds = decoder.decode(value);
      if (ds.includes(„DATA:“) {
        const p = ds.split(„DATA:“)[1].split(„“);
        setBiometrics(prev => ({
          ...prev,
          hr: parseFloat(p[0]) || prev.hr,
          sc: parseFloat(p[1]) || prev.sc,
          name: „Hardware Soma Link“
        }));
      }
    }
  } catch (err) {
    setHwStatus(„OFFLINE“);
  } finally {
    reader.releaseLock();
  }
};

const handleFileUpload = (e) => {
  const file = e.target.files[0]; if (!file) return;
  setLoadedFileName(file.name);
  const reader = new FileReader();
  reader.onload = (event) => {
    const text = event.target.result; const lines = text.split(/\r?\n/);
    const headers = lines[0].split(„“).map(h => h.trim());
    const parsed = lines.slice(1).map(line => {
      const values = line.split(„“); const entry = {};
      headers.forEach((h, i) => entry[h] = values[i] ? values[i].trim() : null);
      return entry;
    }).filter(e => e.Subject || e.Crew_ID || e.subject_id);
    setCsvData(parsed); setCsvLoaded(true);

    const uniqueAstronauts = [];
    parsed.forEach(entry => {
      const id = entry.Subject || entry.Crew_ID || entry.subject_id || entry.ID || entry.Name;
      if (id && !uniqueAstronauts.includes(id)) uniqueAstronauts.push(id);
    });
    const astronauts = uniqueAstronauts.slice(0, 2);
    setHeraAstronauts(uniqueAstronauts);
    setHeraAstronaut1(astronauts[0] || null);
    setHeraAstronaut2(astronauts[1] || null);
    setWarning(„DATASET_LOCKED“);
    setTimeout(() => setWarning(„“, 3000);
  };
  reader.readAsText(file);
};

const initAudioEngine = async () => {
  if (audioCtxRef.current) {
    if (audioCtxRef.current.state === „suspended“) {
      await audioCtxRef.current.resume();
    }
  }
};

```

```

    }
    return;
}
try {
    const AudioContext = window.AudioContext || window.webkitAudioContext;
    const ctx = new AudioContext();
    audioCtxRef.current = ctx;

    const dummyBuffer = ctx.createBuffer(1, 1, 22055);
    const dummySource = ctx.createBufferSource();
    dummySource.buffer = dummyBuffer;
    dummySource.connect(ctx.destination);
    dummySource.start(0);

    if (ctx.state === 'suspended') {
        await ctx.resume();
    }

    const mainGain = ctx.createGain();
    mainGain.gain.setValueAtTime(volume, ctx.currentTime);
    mainGain.connect(ctx.destination);
    mainGainNodeRef.current = mainGain;

    // Puls-Oszillator L/R
    const pulseOscL = ctx.createOscillator();
    const pulseOscR = ctx.createOscillator();
    const pulseGainL = ctx.createGain();
    const pulseGainR = ctx.createGain();

    pulseOscL.type = 'sine';
    pulseOscR.type = 'sine';
    pulseOscL.frequency.setValueAtTime(110, ctx.currentTime);
    pulseOscR.frequency.setValueAtTime(110.5, ctx.currentTime);

    pulseGainL.gain.setValueAtTime(0, ctx.currentTime);
    pulseGainR.gain.setValueAtTime(0, ctx.currentTime);

    pulseOscL.connect(pulseGainL);
    pulseGainL.connect(mainGain);
    pulseOscR.connect(pulseGainR);
    pulseGainR.connect(mainGain);

    pulseOscL.start();
    pulseOscR.start();
    pulseOscLRef.current = pulseOscL;
    pulseOscRRef.current = pulseOscR;

    // Binaurale Delta Beats (Erhöhte Lautstärke)
    const binauralL = ctx.createOscillator();
    const binauralR = ctx.createOscillator();
    const binGainL = ctx.createGain();
    const binGainR = ctx.createGain();

    binauralL.type = 'sine';
    binauralR.type = 'sine';
    binauralL.frequency.setValueAtTime(250, ctx.currentTime);
    binauralR.frequency.setValueAtTime(254, ctx.currentTime);

    binGainL.gain.setValueAtTime(0.25, ctx.currentTime);
    binGainR.gain.setValueAtTime(0.25, ctx.currentTime);

    binauralL.connect(binGainL);
    binGainL.connect(mainGain);
    binauralR.connect(binGainR);
    binGainR.connect(mainGain);

    binauralL.start();
    binauralR.start();
    binauralOscLRef.current = binauralL;
    binauralOscRRef.current = binauralR;

    // GSR Rausch-Filter (Erhöhte Lautstärke)
    const bufferSize = 2 * ctx.sampleRate;
    const noiseBuffer = ctx.createBuffer(1, bufferSize, ctx.sampleRate);
    const output = noiseBuffer.getChannelData(0);
    for (let i = 0; i < bufferSize; i++) {
        output[i] = Math.random() * 2 - 1;
    }

    const noiseSource = ctx.createBufferSource();

```

```

noiseSource.buffer = noiseBuffer;
noiseSource.loop = true;

const filter = ctx.createBiquadFilter();
filter.type = 'bandpass';
filter.frequency.setValueAtTime(300, ctx.currentTime);
filter.Q.setValueAtTime(2.0, ctx.currentTime);

const noiseGain = ctx.createGain();
noiseGain.gain.setValueAtTime(0.12, ctx.currentTime);

noiseSource.connect(filter);
filter.connect(noiseGain);
noiseGain.connect(mainGain);
noiseSource.start();

noiseFilterRef.current = filter;
noiseGainRef.current = noiseGain;

setAudioInitialized(true);
startHeartbeatScheduler(pulseGainL, pulseGainR);

} catch (e) {
  console.error("Audio Engine setup failed:", e);
}
};

const startHeartbeatScheduler = (gainL, gainR) => {
  if (heartbeatTimerRef.current) clearInterval(heartbeatTimerRef.current);

  const beat = () => {
    const ctx = audioCtxRef.current;
    if (!ctx) return;

    const hr = bioRef.current.hr;
    const sc = bioRef.current.sc;
    const interval = (60 / hr) * 1000;

    if (!isMutedRef.current) {
      const now = ctx.currentTime;
      // LUB
      gainL.gain.cancelScheduledValues(now);
      gainL.gain.setValueAtTime(0, now);
      gainL.gain.linearRampToValueAtTime(0.6 + (sc * 0.2), now + 0.05);
      gainL.gain.linearRampToValueAtTime(0.001, now + 0.18);

      // DUB
      gainR.gain.cancelScheduledValues(now + 0.15);
      gainR.gain.setValueAtTime(0, now + 0.15);
      gainR.gain.linearRampToValueAtTime(0.4 + (sc * 0.15), now + 0.2);
      gainR.gain.linearRampToValueAtTime(0.001, now + 0.35);
    }
    setTimeout(beat, interval);
  };
  beat();
};

useEffect(() => {
  const ctx = audioCtxRef.current;
  if (!ctx) return;
  if (mainGainNodeRef.current) {
    mainGainNodeRef.current.gain.setValueAtTime(isMuted ? 0 : volume, ctx.currentTime);
  }
}, [isMuted, volume, audioInitialized]);

useEffect(() => {
  const ctx = audioCtxRef.current;
  if (!ctx) return;

  const sc = biometrics.sc;
  const rsN = resonance;

  if (noiseFilterRef.current && noiseGainRef.current) {
    const windFreq = 200 + (sc * 800);
    const windGain = 0.05 + (sc * 0.15) * (1.0 - rsN * 0.5);
    noiseFilterRef.current.frequency.setTargetAtTime(windFreq, ctx.currentTime, 0.2);
    noiseGainRef.current.gain.setTargetAtTime(windGain, ctx.currentTime, 0.3);
  }

  if (binauralOscRRef.current) {

```



```

        const deltaDiff = 4.0 + (sc * 6.0);
        binauralOscRRef.current.frequency.setTargetAtTime(250 + deltaDiff, ctx.currentTime, 0.5);
    }
}, [biometrics, resonance, audioInitialized]);

useEffect(() => {
    if (!isStarted) return;
    const breathTimer = setInterval(() => {
        if (!isBreathActiveRef.current) {
            setBreathPhase(„INAKTIV“);
            setBreathValue(0.0);
            setBreathSync(„DEAKTIVIERT“);
            return;
        }
    }, 12000);
    const timeMs = Date.now();
    const cycleTime = (timeMs % 12000) / 1000; // 12-second total cycle

    let phase = „EINATMEN“;
    let scaleValue = 0.0;

    if (cycleTime < 4) {
        phase = „EINATMEN“;
        scaleValue = cycleTime / 4.0; // Inhale expanding 0 → 1
    } else if (cycleTime < 8) {
        phase = „HALTEN“;
        scaleValue = 1.0; // Hold static at max size
    } else {
        phase = „AUSATMEN“;
        scaleValue = 1.0 - ((cycleTime - 8) / 4.0); // Exhale contracting 1 → 0
    }

    setBreathPhase(phase);
    setBreathValue(scaleValue);

    const ctx = audioCtxRef.current;
    if (ctx && noiseGainRef.current && audioInitialized) {
        const swell = 0.05 + scaleValue * 0.15;
        noiseGainRef.current.gain.setTargetAtTime(swell, ctx.currentTime, 0.1);
    }

    const speed = touchesRef.current[0].active ? touchesRef.current[0].speed : 0;
    const limit = 0.025 / (1.0 + (bioRef.current.sc / 0.12) * 3.5);

    if (touchesRef.current[0].active && speed < limit) {
        setBreathSync(„OPTIMAL“);
    } else if (touchesRef.current[0].active) {
        setBreathSync(„MISMATCHED“);
    } else {
        setBreathSync(„NO INTERACTION“);
    }
}, 50);

return () => clearInterval(breathTimer);
}, [isStarted, audioInitialized]);

useEffect(() => {
    if (!canvasRef.current) return;
    const resizeCanvas = () => {
        const dpr = window.devicePixelRatio || 1;
        canvasRef.current.width = window.innerWidth * dpr;
        canvasRef.current.height = window.innerHeight * dpr;
    };
    window.addEventListener('resize', resizeCanvas);
    resizeCanvas();
    return () => window.removeEventListener('resize', resizeCanvas);
}, [isStarted]);

useEffect(() => {
    const move = async (e) => {
        if (!canvasRef.current) return;

        if (audioCtxRef.current && audioCtxRef.current.state === „suspended“) {
            await audioCtxRef.current.resume();
        }

        if (e.target !== canvasRef.current) return;

        const rect = canvasRef.current.getBoundingClientRect();
        const isTouch = !!e.touches;
        const pts = isTouch ? e.touches : (e.buttons ? [e] : []);

```

```

for(let i = 0; i < 2; i++) {
  if(pts[i] || (!isTouch && pts[0] && i === 1)) {
    const p = pts[i] || pts[0];
    let nx = (p.clientX - rect.left) / rect.width * 2 - 1;
    let ny = -(p.clientY - rect.top) / rect.height * 2 + 1;
    if(!isTouch && i === 1) nx = -nx;
    const dx = nx - touchesRef.current[i].x, dy = ny - touchesRef.current[i].y;
    touchesRef.current[i] = { active: true, x: nx, y: ny, speed: Math.sqrt(dx*dx + dy*dy) };

    if (i === 0) {
      const relX = (p.clientX - rect.left) / rect.width;
      const relY = (p.clientY - rect.top) / rect.height;
      pointerPathRef.current.push({ x: relX, y: relY });
      if (pointerPathRef.current.length > 250) { pointerPathRef.current.shift(); }
    }
    if(!isTouch && mirrorRef.current) {
      mirrorRef.current.style.display = 'block';
      mirrorRef.current.style.left = `${p.clientX}px`; mirrorRef.current.style.top = `${p.clientY}px`;
    }
  } else {
    touchesRef.current[i].active = false;
    if(!isTouch && i === 1 && mirrorRef.current) mirrorRef.current.style.display = 'none';
  }
}
};
window.addEventListener('mousemove', move); window.addEventListener('touchmove', move, { passive: false });
window.addEventListener('mousedown', move); window.addEventListener('touchstart', move, { passive: false });
window.addEventListener('mouseup', move); window.addEventListener('touchend', move, { passive: false });
return () => {
  window.removeEventListener('mousemove', move); window.removeEventListener('mousedown', move);
};
}, []);

useEffect(() => {
  if (!isStarted) return;
  const interval = setInterval(() => {
    const speed = touchesRef.current[0].active ? touchesRef.current[0].speed : 0;
    setJitterHistory(h => [...h, speed * 2500].slice(-60));
  }, 100);
  return () => clearInterval(interval);
}, [isStarted]);

useEffect(() => {
  if (!isStarted) return;
  const interval = setInterval(() => {
    const speed = touchesRef.current[0].active ? touchesRef.current[0].speed : 0;
    const stress = biometrics.sc;
    const o2factor = biometrics.o2 < 0.92 ? 12 : 0;

    const calculatedNmc = Math.max(10, Math.round(100 - (speed * 1800) - (stress * 80)));
    const calculatedHrv = Math.round(35 + (resonance * 45) - (stress * 25) + Math.random() * 8);
    const calculatedCdi = Math.min(100, Math.max(2, Math.round((missionDay / 10) + (stress * 80) - (resonance *
40) + o2factor)));

    setClinicalStats({
      nmc: calculatedNmc,
      hrv: Math.max(12, calculatedHrv),
      cdi: calculatedCdi
    });
  }, 500);
  return () => clearInterval(interval);
}, [isStarted, biometrics, resonance, missionDay]);

useEffect(() => {
  let interval = null;
  if (isNarrativeMode) {
    interval = setInterval(() => {
      setMissionDay(prev => (prev >= 500 ? 1 : prev + 2));
    }, 120);
  } else {
    clearInterval(interval);
  }
  return () => clearInterval(interval);
}, [isNarrativeMode]);

useEffect(() => {
  if (isNarrativeMode) {
    const { hr, o2, sc } = getNarrativeBiometrics(missionDay);
    setBiometrics({ hr, o2, sc, name: `Narrative Simulation: MD ${missionDay}` });
  }

```

```

        if (missionDay < 90 && mode !== 1) setMode(1);
        else if (missionDay >= 90 && missionDay < 250 && mode !== 2) setMode(2);
        else if (missionDay >= 250 && missionDay < 375 && mode !== 3) setMode(3);
        else if (missionDay >= 375 && missionDay < 480 && mode !== 4) setMode(4);
        else if (missionDay >= 480 && mode !== 1) setMode(1);
    }
}, [isNarrativeMode, missionDay]);

useEffect(() => {
    if (!isStarted || isNarrativeMode) return;
    const timer = setInterval(() => {
        if (hwStatus === „CONNECTED“ && dataSource === „PICO_HARDWARE“) return;

        if (csvLoaded && csvData.length > 0) {
            let selectedEntry = null;
            if (dataSource === „HERA_ASTRONAUT_1“ && heraAstronaut1) {
                selectedEntry = csvData.find(d => (d.Subject === heraAstronaut1 || d.Crew_ID === heraAstronaut1) &&
                (d.Cognition_ams_date?.includes(`MD${missionDay}`) || d.Mission_Day?.toString() === missionDay.toString()));
            } else if (dataSource === „HERA_ASTRONAUT_2“ && heraAstronaut2) {
                selectedEntry = csvData.find(d => (d.Subject === heraAstronaut2 || d.Crew_ID === heraAstronaut2) &&
                (d.Cognition_ams_date?.includes(`MD${missionDay}`) || d.Mission_Day?.toString() === missionDay.toString()));
            }

            if (selectedEntry) {
                const metrics = extractHeraMetrics(selectedEntry);
                setHeraMetrics(metrics);
                setBiometrics({
                    hr: 60 + (metrics.workload * 4),
                    o2: 0.95 - (metrics.physically_tired * 0.05),
                    sc: (metrics.stressed / 10) || 0.12,
                    name: `${selectedEntry.Subject || selectedEntry.Crew_ID} - MD${missionDay}`
                });
            }
        }
    }, 2000);
    return () => clearInterval(timer);
}, [isStarted, csvLoaded, missionDay, dataSource, heraAstronaut1, heraAstronaut2, hwStatus, isNarrativeMode]);

useEffect(() => {
    if (!isStarted || isNarrativeMode || dataSource !== „LIVE_API“) return;
    const timer = setInterval(async () => {
        try {
            const res = await fetch(„https://api.w4d.dev/butn/“);
            const data = await res.json();
            setBiometrics(prev => ({
                ...prev,
                hr: data.heartrate || prev.hr,
                o2: data.bloodo2 || prev.o2,
                sc: data.skincon || prev.sc,
                name: „Live API Feed (w4d.dev)“
            }));
        } catch (err) {
            console.error(„API fetch error:“, err);
        }
    }, 1000);
    return () => clearInterval(timer);
}, [isStarted, dataSource, isNarrativeMode]);

useEffect(() => {
    if (!isStarted || !canvasRef.current) return;
    const gl = canvasRef.current.getContext(„webgl“, { antialias: true, alpha: false, preserveDrawingBuffer: true });
    if (!gl) return;

    const program = gl.createProgram();
    const compile = (type, src) => {
        const s = gl.createShader(type); if (!s) return null;
        gl.shaderSource(s, src); gl.compileShader(s); return s;
    };

    const vs = compile(gl.VERTEX_SHADER, VS_SOURCE);
    const fs = compile(gl.FRAGMENT_SHADER, FS_SOURCE);
    gl.attachShader(program, vs); gl.attachShader(program, fs);
    gl.linkProgram(program); gl.useProgram(program);

    const buffer = gl.createBuffer(); gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, buffer);
    gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array([-1,-1, 1,-1, -1,1, -1,1, 1,1]), gl.STATIC_DRAW);
    const pLoc = gl.getAttribLocation(program, „position“);
    gl.enableVertexAttribArray(pLoc); gl.vertexAttribPointer(pLoc, 2, gl.FLOAT, false, 0, 0);

    const u = {

```

```

t: gl.getUniformLocation(program, 'uTime'), res: gl.getUniformLocation(program, 'uResolution'),
rsn: gl.getUniformLocation(program, 'uResonance'), sc: gl.getUniformLocation(program, 'uConductivity'),
o2: gl.getUniformLocation(program, 'uOxygen'), mode: gl.getUniformLocation(program, 'uMode'),
touches: gl.getUniformLocation(program, 'uTouches'), pulse: gl.getUniformLocation(program, 'uPulse'),
pat: gl.getUniformLocation(program, 'uPatina'), colorShift: gl.getUniformLocation(program, 'uColorShift'),
breath: gl.getUniformLocation(program, 'uBreath'),
breathActive: gl.getUniformLocation(program, 'uBreathActive'),
tremor: gl.getUniformLocation(program, 'uTremor')
};

let frame;
const render = (time) => {
  const w = canvasRef.current.width;
  const h = canvasRef.current.height;
  gl.viewport(0, 0, w, h);

  if (!touchesRef.current[0].active) touchesRef.current[0].speed *= 0.82;
  if (!touchesRef.current[1].active) touchesRef.current[1].speed *= 0.82;

  const t1 = touchesRef.current[0], t2 = touchesRef.current[1];
  const limit = 0.025 / (1.0 + (bioRef.current.sc / 0.12) * 3.5);
  const bothActive = t1.active && t2.active;
  const anyStill = (t1.active && t1.speed < limit) || (t2.active && t2.speed < limit);
  const motionAmount = (t1.active ? t1.speed : 0) + (t2.active ? t2.speed : 0);
  const touchDistance = Math.sqrt((t1.x - t2.x)*(t1.x - t2.x) + (t1.y - t2.y)*(t1.y - t2.y));

  if (anyStill) {
    if (stabilityTimeRef.current === 0) stabilityTimeRef.current = time;
  } else {
    stabilityTimeRef.current = 0;
  }
  const hasStableHold = stabilityTimeRef.current > 500;

  let chargeRate = 0; let decayRate = 0.01;

  switch (modeRef.current) {
    case 1:
      if (bothActive && t1.speed < limit && t2.speed < limit) { chargeRate = 0.0025; decayRate = 0.006; }
      else { decayRate = 0.008; }
      break;
    case 2:
      if (holdModeRef.current && anyStill) {
        // In hold mode, stable breathing doubles the charge rate
        const multiplier = isBreathActiveRef.current ? 1.0 : 0.5;
        chargeRate = hasStableHold ? (0.006 + dayRef.current * 0.0008) * multiplier : 0.0025;
        decayRate = 0.005;
      }
      else if (bothActive && t1.speed < limit && t2.speed < limit) { chargeRate = 0.0035; decayRate = 0.007; }
      else { decayRate = 0.012; }
      break;
    case 3:
      if (motionAmount > 0.003 && motionAmount < 0.15) {
        chargeRate = 0.006 + (0.15 - motionAmount) * 0.025;
        decayRate = 0.0005;
      } else {
        decayRate = 0.006;
      }
      break;
    case 4:
      if (bothActive) { chargeRate = Math.min(touchDistance * 0.004, 0.009); decayRate = 0.006; }
      else { decayRate = 0.02; }
      break;
  }

  if (resInternal.current >= 0.99) { lockActiveRef.current = true; }

  const isStressedInput = (t1.active && t1.speed >= limit * 1.5) || (t2.active && t2.speed >= limit * 1.5);
  if (lockActiveRef.current && isStressedInput) {
    lockActiveRef.current = false;
    resInternal.current = 0.85;
  }

  if (lockActiveRef.current) {
    resInternal.current = 1.0;
  } else {
    if (chargeRate > 0) { resInternal.current = Math.min(resInternal.current + chargeRate, 1.0); }
    else { resInternal.current = Math.max(resInternal.current - decayRate, 0.0); }
  }
  resInternal.current = Math.min(Math.max(resInternal.current, 0), 1);

```



```

let colorShiftVector = [0.0, 0.33, 0.67];
if (dataSrcRef.current === „PICO_HARDWARE“) { colorShiftVector = [0.38, 0.15, 0.52]; }
else if (dataSrcRef.current === „HERA_ASTRONAUT_2“) { colorShiftVector = [0.12, 0.68, 0.28]; }
else if (dataSrcRef.current === „HERA_ASTRONAUT_1“) { colorShiftVector = [0.02, 0.42, 0.78]; }

let burstFactor = 1.0;
if (resInternal.current >= 0.99) { burstFactor = 1.25 + Math.sin(time * 0.022) * 0.2; }

// Bind the real-time calculated breathe scale value to WebGL uniforms
let currentBreathValue = 0.0;
const cycleTime = (Date.now() % 12000) / 1000;
if (cycleTime < 4) {
  currentBreathValue = cycleTime / 4.0;
} else if (cycleTime < 8) {
  currentBreathValue = 1.0;
} else {
  currentBreathValue = 1.0 - ((cycleTime - 8) / 4.0);
}

gl.uniform1f(u.t, time * 0.001); gl.uniform2f(u.res, w, h); gl.uniform1f(u.rsn, resInternal.current);
gl.uniform1f(u.sc, bioRef.current.sc); gl.uniform1f(u.o2, bioRef.current.o2 * burstFactor); gl.uniform1i(u.mode,
modeRef.current);
gl.uniform4f(u.touches, t1.x, t1.y, t2.x, t2.y); gl.uniform1f(u.pulse, bioRef.current.hr / 60);
gl.uniform1f(u.pat, dayRef.current / 500.0); gl.uniform3fv(u.colorShift, new Float32Array(colorShiftVector));
gl.uniform1f(u.breath, isBreathActiveRef.current ? currentBreathValue : 0.0);
gl.uniform1f(u.breathActive, isBreathActiveRef.current ? 1.0 : 0.0);
gl.uniform1f(u.tremor, tremorDisplayRef.current * 0.001);

gl.drawArrays(gl.TRIANGLES, 0, 6);
setResonance(resInternal.current);
frame = requestAnimationFrame(render);
};
render(0);
return () => cancelAnimationFrame(frame);
}, [isStarted]);

const exportSomaLog = () => {
  if (!canvasRef.current) return;
  const exportCanvas = document.createElement('canvas');
  exportCanvas.width = 1200; exportCanvas.height = 1820;
  const ctx = exportCanvas.getContext('2d'); if (!ctx) return;

  ctx.fillStyle = '#fbfcfd'; ctx.fillRect(0, 0, 1200, 1698);

  ctx.strokeStyle = 'rgba(0, 112, 243, 0.04)'; ctx.lineWidth = 1;
  for (let x = 60; x < 1140; x += 15) {
    ctx.beginPath(); ctx.moveTo(x, 60); ctx.lineTo(x, 1760); ctx.stroke();
  }
  for (let y = 60; y < 1760; y += 15) {
    ctx.beginPath(); ctx.moveTo(60, y); ctx.lineTo(1140, y); ctx.stroke();
  }

  ctx.strokeStyle = '#0f172a'; ctx.lineWidth = 1.5;
  ctx.strokeRect(60, 60, 1080, 1700);
  ctx.strokeStyle = 'rgba(15, 23, 42, 0.2)'; ctx.lineWidth = 0.5;
  ctx.strokeRect(66, 66, 1068, 1688);

  ctx.fillStyle = '#e2e8f0'; ctx.strokeStyle = '#94a3b8'; ctx.lineWidth = 1.5;
  [339, 849, 1359, 1750].forEach(y => {
    ctx.beginPath(); ctx.arc(28, y, 10, 0, Math.PI * 2); ctx.fill(); ctx.stroke();
  });

  ctx.fillStyle = '#000000'; ctx.font = '800 24px „Inter“, sans-serif';
  ctx.fillText('MENTAL ORBIT SYSTEM GATEWAY', 110, 110);

  ctx.font = 'bold 10px „JetBrains Mono“, monospace'; ctx.fillStyle = '#0070f3';
  ctx.fillText('BIOMETRIC COGNITIVE ASSESSMENT & THERAPEUTIC RECORD', 110, 130);

  ctx.font = 'bold 10px „JetBrains Mono“, monospace'; ctx.fillStyle = '#64748b';
  ctx.fillText('PROJECT: INTEGRATIVE SOMA-RESONANCE // HfG OFFENBACH', 720, 110);
  ctx.fillText('DOC-ID: MO-40.0-CLINICAL-SNAPSHOT', 720, 130);

  ctx.strokeStyle = '#0f172a'; ctx.lineWidth = 2;
  ctx.beginPath(); ctx.moveTo(110, 155); ctx.lineTo(1090, 155); ctx.stroke();

  const isHealthy = clinicalStats.cdi < 40 && clinicalStats.nmc > 70 && biometrics.o2 >= 0.92 && biometrics.sc <=
0.4;
  const modeLabel = modeDescriptions[modeRef.current - 1] ? modeDescriptions[modeRef.current - 1].split(' — ')[0]
: 'UNKNOWN';
  const activeProfile = getActiveProfile();

```

```

const webglImage = new Image();
webglImage.onload = () => {
  ctx.drawImage(webglImage, 110, 190, 640, 640);
  ctx.strokeStyle = '#0f172a'; ctx.lineWidth = 2.5; ctx.strokeRect(110, 190, 640, 640);

  // DRAW POINTER PATH TRAIL (Mauszeiger-Aufzeichnung)
  if (pointerPathRef.current && pointerPathRef.current.length > 5) {
    // Trail line
    ctx.strokeStyle = 'rgba(255, 215, 0, 0.7)';
    ctx.lineWidth = 3.5;
    ctx.lineCap = 'round';
    ctx.lineJoin = 'round';
    ctx.beginPath();
    const canvasWidth = canvasRef.current.width;
    const canvasHeight = canvasRef.current.height;
    const scaleX = 640 / canvasWidth;
    const scaleY = 640 / canvasHeight;
    const offsetX = 110;
    const offsetY = 190;

    for (let i = 0; i < pointerPathRef.current.length; i++) {
      const p = pointerPathRef.current[i];
      const x = offsetX + (p.x * scaleX);
      const y = offsetY + (p.y * scaleY);
      if (x >= offsetX && x <= offsetX + 640 && y >= offsetY && y <= offsetY + 640) {
        if (i === 0) ctx.moveTo(x, y);
        else ctx.lineTo(x, y);
      }
    }
    ctx.stroke();

    // Draw larger pointer dots along trail with gradient effect
    for (let i = 0; i < pointerPathRef.current.length; i += 6) {
      const p = pointerPathRef.current[i];
      const x = offsetX + (p.x * scaleX);
      const y = offsetY + (p.y * scaleY);
      if (x >= offsetX && x <= offsetX + 640 && y >= offsetY && y <= offsetY + 640) {
        const alpha = (i / pointerPathRef.current.length) * 0.8;
        ctx.fillStyle = `rgba(255, 215, 0, ${alpha})`;
        ctx.beginPath();
        ctx.arc(x, y, 3, 0, Math.PI * 2);
        ctx.fill();
      }
    }

    // Draw cursor endpoint highlight
    if (pointerPathRef.current.length > 0) {
      const lastP = pointerPathRef.current[pointerPathRef.current.length - 1];
      const lastX = offsetX + (lastP.x * scaleX);
      const lastY = offsetY + (lastP.y * scaleY);
      if (lastX >= offsetX && lastX <= offsetX + 640 && lastY >= offsetY && lastY <= offsetY + 640) {
        ctx.fillStyle = 'rgba(255, 215, 0, 1)';
        ctx.beginPath();
        ctx.arc(lastX, lastY, 5, 0, Math.PI * 2);
        ctx.fill();
        ctx.strokeStyle = '#fbbf24';
        ctx.lineWidth = 2;
        ctx.stroke();
      }
    }
  }

  const sideX = 780;
  ctx.fillStyle = '#f8f9fc'; ctx.fillRect(sideX, 190, 310, 640);
  ctx.strokeStyle = '#cbd5e1'; ctx.lineWidth = 1; ctx.strokeRect(sideX, 190, 310, 640);

  ctx.fillStyle = '#0070f3'; ctx.font = '800 11px „Inter“, sans-serif';
  ctx.fillText('DIAGNOSTICS & TELEMETRY', sideX + 20, 225);

  ctx.fillStyle = '#64748b'; ctx.font = 'bold 8px „JetBrains Mono“, monospace';
  ctx.fillText('SUBJECT IDENTIFICATION', sideX + 20, 260);
  ctx.fillStyle = '#000000'; ctx.font = '800 14px „Inter“, sans-serif';
  ctx.fillText(activeProfile.name, sideX + 20, 280);

  ctx.fillStyle = '#64748b'; ctx.font = 'bold 8px „JetBrains Mono“, monospace';
  ctx.fillText('CHRONO STAMP', sideX + 20, 320);
  ctx.fillStyle = '#000000'; ctx.font = '700 11px „JetBrains Mono“, monospace';
  ctx.fillText('MISSION DAY: MD-${missionDay}', sideX + 20, 335);

```

```

ctx.fillStyle = #64748b; ctx.font = ,bold 8px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(COGNITIVE WAVEFORM', sideX + 20, 375);
ctx.fillStyle = #000000; ctx.font = ,700 11px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(GATEWAY MODE: ${modelLabel}', sideX + 20, 390);

ctx.fillStyle = #64748b; ctx.font = ,bold 8px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(NEUROMOTOR COHERENCE (NMC)', sideX + 20, 435);
ctx.fillStyle = #000000; ctx.font = ,800 20px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(`${clinicalStats.nmc} %`, sideX + 20, 460);

ctx.fillStyle = #64748b; ctx.font = ,bold 8px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(HEART RATE VARIABILITY (HRV)', sideX + 20, 500);
ctx.fillStyle = #000000; ctx.font = ,800 20px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(`${clinicalStats.hrv} ms`, sideX + 20, 525);

ctx.fillStyle = #64748b; ctx.font = ,bold 8px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(COGNITIVE DRIFT INDEX (CDI)', sideX + 20, 565);
ctx.fillStyle = clinicalStats.cdi > 40 ? #ef4444 : #10b981; ctx.font = ,800 20px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(`${clinicalStats.cdi} %`, sideX + 20, 590);

ctx.save();
ctx.translate(sideX + 150, 720);
ctx.rotate(-0.08);
if (isHealthy) {
  ctx.strokeStyle = #10b981; ctx.fillStyle = #10b981;
} else {
  ctx.strokeStyle = #ef4444; ctx.fillStyle = #ef4444;
}
ctx.lineWidth = 3.5;
ctx.strokeRect(-120, -35, 240, 70);
ctx.font = ,800 12px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(isHealthy ? ,CLASS I' : ,CLASS III', -105, -12);
ctx.font = ,800 14px „Inter“, sans-serif;
ctx.fillText(isHealthy ? ,FIT FOR ORBITAL DUTY' : ,COGNITIVE DRIFT DETECTED', -105, 12);
ctx.font = ,bold 7px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(SOMA COMMAND // EQUILIBRIUM', -105, 26);
ctx.restore();

// EKG / PPG TELEMETRY
ctx.fillStyle = #0f172a; ctx.fillRect(110, 860, 980, 240);
ctx.strokeStyle = #cbd5e1; ctx.lineWidth = 1.5; ctx.strokeRect(110, 860, 980, 240);

ctx.strokeStyle = ,rgba(255, 255, 255, 0.08)'; ctx.lineWidth = 0.5;
for (let gx = 110; gx < 1090; gx += 30) {
  ctx.beginPath(); ctx.moveTo(gx, 860); ctx.lineTo(gx, 1100); ctx.stroke();
}
for (let gy = 860; gy < 1100; gy += 30) {
  ctx.beginPath(); ctx.moveTo(110, gy); ctx.lineTo(1090, gy); ctx.stroke();
}

ctx.fillStyle = #ffffff; ctx.font = ,800 9px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(SOMA-FEED TELEMETRY: REAL-TIME HEART WAVE (EKG/PPG)', 130, 885);

// HEARTBEAT VISUALIZATION - Right side of header
const heartX = 950;
const heartY = 870;
const beatPhase = (Date.now() % (60000 / biometrics.hr)) / (60000 / biometrics.hr);
const pulseScale = 1.0 + (Math.sin(beatPhase * Math.PI * 2) * 0.15);

// Animated heart background glow
ctx.fillStyle = `rgba(239, 68, 68, ${0.2 * pulseScale})`;
ctx.beginPath();
ctx.arc(heartX - 8, heartY + 8, 18 * pulseScale, 0, Math.PI * 2);
ctx.fill();

// Heart symbol (♥) - animated scale
ctx.save();
ctx.translate(heartX - 8, heartY + 8);
ctx.scale(pulseScale, pulseScale);
ctx.fillStyle = #ef4444;
ctx.font = ,bold 28px serif;
ctx.fillText(♥, 0, 5);
ctx.restore();

// HR Label
ctx.fillStyle = #ffffff;
ctx.font = ,700 7px „JetBrains Mono“, monospace;
ctx.fillText(HR', heartX - 15, heartY + 22);

// HR Value

```

```

ctx.fillStyle = ,#ef4444';
ctx.font = ,800 16px „Inter“, sans-serif';
ctx.fillText(`${Math.round(biometrics.hr)}`, heartX - 20, heartY + 38);

// BPM Label
ctx.fillStyle = ,#a0aec0';
ctx.font = ,600 6px „JetBrains Mono“, monospace';
ctx.fillText(BPM, heartX - 18, heartY + 50);

// O2 & SC INDICATORS (Right side of header)
const o2X = 1050;
const o2Color = biometrics.o2 >= 0.92 ? ,#10b981' : ,#fbbf24';
const scColor = biometrics.sc <= 0.4 ? ,#10b981' : ,#f87171';

// O2 indicator
ctx.fillStyle = ,#ffffff';
ctx.font = ,700 7px „JetBrains Mono“, monospace';
ctx.fillText(O2, o2X, heartY + 8);
ctx.fillStyle = o2Color;
ctx.font = ,800 12px „Inter“, sans-serif';
ctx.fillText(`${Math.round(biometrics.o2 * 100)}%`, o2X - 5, heartY + 22);

// SC indicator
ctx.fillStyle = ,#ffffff';
ctx.font = ,700 7px „JetBrains Mono“, monospace';
ctx.fillText(GSR, o2X, heartY + 35);
ctx.fillStyle = scColor;
ctx.font = ,800 12px „Inter“, sans-serif';
ctx.fillText(`${biometrics.sc.toFixed(2)}`, o2X - 8, heartY + 49);

ctx.strokeStyle = ,#0070f3'; ctx.lineWidth = 2.5;
ctx.beginPath();
const pulseFreq = biometrics.hr / 60;
ctx.moveTo(130, 980);
for (let x = 130; x < 1060; x += 3) {
  let y = 980;
  const phase = (x * 0.04 * pulseFreq) % (Math.PI * 2);

  let wave = Math.sin(phase) * 5;
  if (phase > 2.0 && phase < 2.3) wave += -15;
  if (phase >= 2.3 && phase < 2.6) wave += 85;
  if (phase >= 2.6 && phase < 2.8) wave += -35;
  if (phase >= 2.8 && phase < 3.4) wave += 18;

  const noise = (Math.random() - 0.5) * (biometrics.sc * 25);
  y += wave + noise;
  ctx.lineTo(x, y);
}
ctx.stroke();

const sigY = 1170;
ctx.fillStyle = ,#0f172a'; ctx.font = ,800 13px „Inter“, sans-serif';
ctx.fillText(SOMA RESIDENCE ASSESSMENT, 110, sigY + 50);

ctx.font = ,600 9px „Inter“, sans-serif'; ctx.fillStyle = ,#64748b';
ctx.fillText(VERDICT & NOTES, 110, sigY + 80);
ctx.fillStyle = ,#000000'; ctx.font = ,italic 13px serif';
const evaluationText = isHealthy
  ? ,Vigilanz-Baseline im Soll-Bereich. Keine Anzeichen von dekompensierter Monotonie oder kognitivem Ver-
fall. Subjekt stabil im orbitalen Equilibrium.""
  : ,WARNUNG: Signifikanter neuromotorischer Jitter und kognitiver Drift detektiert. Akute kognitive Fatigue
droht. Umgehendes enaktives Atem-Entrainment einleiten.""
ctx.fillText(evaluationText, 110, sigY + 110);

ctx.strokeStyle = ,#cbd5e1'; ctx.lineWidth = 1;
ctx.beginPath(); ctx.moveTo(750, sigY + 130); ctx.lineTo(1050, sigY + 130); ctx.stroke();
ctx.fillStyle = ,#64748b'; ctx.font = ,bold 8px „JetBrains Mono“, monospace';
ctx.fillText(CHIEF MEDICAL OFFICER // LEA SOPHIE KREMPIN, 750, sigY + 145);
ctx.fillText(APPROVED VALIDATION STAMP, 750, sigY + 158);

ctx.fillStyle = ,#000000';
for (let b = 0; b < 60; b++) {
  const w = Math.sin(b * 3.1) > 0 ? 5 : 2;
  ctx.fillRect(110 + b * 6, sigY + 230, w, 40);
}
ctx.font = ,500 8px „JetBrains Mono“, monospace'; ctx.fillStyle = ,#64748b';
ctx.fillText(MO-v40.0-CLINICAL-A4-SNAPSHOT-VERIFIED, 110, sigY + 285);

// VITAL SIGNS SUMMARY BOX (bottom right)
const vitalX = 110;

```



```

const vitalY = sigY + 310;
ctx.fillStyle = '#0f172a'; ctx.fillRect(vitalX, vitalY, 1020, 85);
ctx.strokeStyle = '#cbd5e1'; ctx.lineWidth = 1; ctx.strokeRect(vitalX, vitalY, 1020, 85);

ctx.fillStyle = '#0070f3'; ctx.font = '800 9px „Inter“, sans-serif';
ctx.fillText('VITAL SIGNS SUMMARY & BIOMETRIC SNAPSHOT', vitalX + 15, vitalY + 20);

// Grid of vitals
const vitalBoxes = [
  { label: 'Heart Rate', value: `${Math.round(biometrics.hr)} BPM`, color: '#ef4444', x: vitalX + 15 },
  { label: 'O2 Saturation', value: `${Math.round(biometrics.o2 * 100)}%`, color: biometrics.o2 >= 0.92 ?
, #10b981' : #fbbf24', x: vitalX + 280 },
  { label: 'Skin Conductance', value: `${biometrics.sc.toFixed(3)}`, color: biometrics.sc <= 0.4 ? , #10b981' :
, #f87171', x: vitalX + 545 },
  { label: 'Neuromotor Coherence', value: `${clinicalStats.nmc}%`, color: '#0070f3', x: vitalX + 810 }
];

vitalBoxes.forEach(box => {
  ctx.fillStyle = '#ffffff';
  ctx.font = 'bold 7px „JetBrains Mono“, monospace';
  ctx.fillText(box.label, box.x, vitalY + 38);
  ctx.fillStyle = box.color;
  ctx.font = '800 14px „Inter“, sans-serif';
  ctx.fillText(box.value, box.x, vitalY + 58);
});

// EXPORT TIMESTAMP
const now = new Date();
const timestamp = now.toISOString().split('T')[0] + ' , , ' + now.toTimeString().split(' ')[0];
ctx.fillStyle = '#64748b';
ctx.font = '500 7px „JetBrains Mono“, monospace';
ctx.fillText('EXPORTED: ${timestamp} UTC', 110, sigY + 405);
ctx.fillText('DATA SOURCE: ${dataSource} | API: w4d.dev', 110, sigY + 415);

// PNG Export (lossless)
exportCanvas.toBlob((blob) => {
  if (!blob) { alert('Fehler beim Erstellen des PNG'); return; }
  const url = URL.createObjectURL(blob);
  const link = document.createElement('a');
  link.href = url;
  link.download = `SOMA_MD${missionDay}_${activeProfile.name.replace(/s+/g, '_')}.png`;
  document.body.appendChild(link);
  link.click();
  document.body.removeChild(link);
  URL.revokeObjectURL(url);
  lockActiveRef.current = false;
  resInternal.current = 0.0;
}, 'image/png');
webglImage.src = canvasRef.current.toDataURL('image/jpeg', 0.92);
};

const activeProfile = getActiveProfile();
const currentLog = getMissionLog(missionDay);

function getActiveProfile() {
  if (isNarrativeMode) return { name: 'Narrative Simulation', role: 'Missionsreise', age: '500 Tage', status: 'Autoflow-
Sequenz aktiv.', desc: 'Kollaboratives Tracking der emotionalen und physischen Drift.' };
  if (dataSource === 'PICO_HARDWARE') return CREW_PROFILES.LIVE_FEED;
  if (dataSource === 'HERA_ASTRONAUT_1') return CREW_PROFILES.HERA_ASTRONAUT_1;
  if (dataSource === 'HERA_ASTRONAUT_2') return CREW_PROFILES.HERA_ASTRONAUT_2;
  return CREW_PROFILES.LIVE_FEED;
}

const modeDescriptions = [
  'GRID — Ruhige, synchronisierte Touch-Punkte laden die Resonanz stabil auf.',
  'BLOOM — Gehaltene Stille beschleunigt das Aufblühen der inneren Agency.',
  'SWARM — Gleichmäßige Bewegung ordnet den diffusen Partikel-Schwarm.',
  'FIELD — Bilaterale Geste erzeugt ein harmonisches, gekrümmtes Gravitationsfeld.'
];
const resonancePercent = Math.round(Math.min(Math.max(resonance, 0), 1) * 100);

return (
  <div className="relative w-full h-screen bg-white select-none overflow-hidden">
    <div ref={mirrorRef} className="mirror-cursor" />

    {isStarted && (
      <div className="absolute inset-0 z-[110] bg-white flex flex-col items-center justify-center p-12 cursor-poin-
ter"
        onClick={async () => {

```

```

        await initAudioEngine();
        setIsStarted(true);
    }>
    <h1 className="text-blue-600 font-bold tracking-[0.8em] text-4xl mb-2 text-left uppercase">Mental_Or-
bit</h1>
    <p className="text-[10px] text-gray-400 uppercase tracking-widest text-center">Master Gateway v40.0 //
CLOSED_LOOP_SONIFICATION</p>
    <div className="mt-20 p-8 border-2 border-blue-600 text-blue-600 font-bold uppercase animate-pulse
text-center rounded">
        Klicken zur Etablierung des sensorischen & akustischen Links
    </div>
</div>
)}

<div className="ring-binder-hole" style={{top: ,20%'}}></div>
<div className="ring-binder-hole" style={{top: ,50%, transform: ,translateY(-50%)'}}></div>
<div className="ring-binder-hole" style={{bottom: ,20%'}}></div>

<div className="absolute top-0 right-0 h-full p-8 md:p-14 pointer-events-none z-50 flex flex-col gap-5 w-80
md:w-[420px] overflow-y-auto text-left" id="widget-stack">

    {/ * WIDGET GROUP: AUDIO CONTROL */}
    <div className="widget-group pointer-events-auto">
        <div className="widget-group-title">Soma-Acoustics Engine</div>
        <div className="widget-group-content">
            <div className="instrument-box border-l-4 border-emerald-500 text-left">
                <div className="label-main flex items-center gap-2 text-emerald-500">
                    <IconVolume muted={isMuted} /> Sonification Audio-Link
                </div>
                <div className="flex gap-4 items-center mt-3">
                    <button
                        onClick={() => {
                            const nextMute = !isMuted;
                            setIsMuted(nextMute);
                            if (audioCtxRef.current && audioCtxRef.current.state === ,suspended') {
                                audioCtxRef.current.resume();
                            }
                        }}
                        className={`btn-action w-28 text-[9px] ${isMuted ? ,bg-red-500 hover:bg-red-600' : ,bg-eme-
rald-600 hover:bg-emerald-700'}`}
                    >
                        {isMuted ? „🔇 SOUND: MUTED“ : „🔊 SOUND: ON“}
                    </button>
                    <div className="flex-1">
                        <div className="text-[7px] text-gray-400 uppercase font-bold mb-1">Vol_Level: {Math.
round(volume * 100)}%</div>
                        <input
                            type="range"
                            min="0"
                            max="1"
                            step="0.05"
                            value={volume}
                            onChange={(e) => setVolume(parseFloat(e.target.value))}
                            className="w-full"
                            disabled={isMuted}
                        />
                    </div>
                </div>

                {/ * Real-time Diagnostics Display */}
                <div className="mt-4 p-2 bg-black/5 rounded border border-black/5 text-[8px] font-mono text-
gray-600 flex flex-col gap-1">
                    <div className="flex justify-between">
                        <span>CONTEXT STATE:</span>
                        <span className={audiolInitialized ? ,text-emerald-600 font-bold" : ,text-amber-600 font-
bold">>
                            {audiolInitialized ? (audioCtxRef.current?.state || „RUNNING").toUpperCase() : „UNINITIALI-
ZED“}
                        </span>
                    </div>
                    <div className="flex justify-between">
                        <span>MASTER VOLUME:</span>
                        <span className="font-bold">{isMuted ? „0.00 (MUTED)" : volume.toFixed(2)}</span>
                    </div>
                    <div className="flex justify-between">
                        <span>SYNTH FOLD:</span>
                        <span className="text-blue-500 font-bold">250Hz / 254Hz DELTA</span>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>

```

```

    { /* Action button to recover from background sleep / iframe blocks */
    { audioCtxRef.current?.state === 'suspended' && (
      <button
        onClick={async () => {
          if (audioCtxRef.current) {
            await audioCtxRef.current.resume();
            setAudioInitialized(false);
            setTimeout(() => setAudioInitialized(true), 100);
          }
        }}
        className="mt-2 w-full py-1 bg-amber-500 text-white font-bold text-[8px] uppercase tracking-
wider rounded"
      >
        ▲ Wake up Audio Engine
      </button>
    )}

    <div className="mt-3 text-[6px] text-emerald-600 font-bold uppercase tracking-widest flex flex-col
gap-1.5">
      <span>Active: Puls-Synth LFO (Double Thump) + 4Hz Delta Binaural Beats</span>
      <span className="text-red-500 font-extrabold">▲ iPad: Physischen „Mute“-Schalter ausschalten,
sonst blockiert iOS den Sound!</span>
    </div>
  </div>
</div>
</div>

{ /* WIDGET GROUP: BREATH CO-PILOT */
<div className="widget-group pointer-events-auto">
  <div className="widget-group-title">Breath Co-Pilot (Modul B)</div>
  <div className="widget-group-content">
    <div className="instrument-box border-l-4 border-blue-500 text-left">
      <div className="label-main text-blue-500 flex items-center gap-1.5 mb-3">
        <IconActivity /> Respiration Controller
      </div>

      <button
        onClick={() => setIsBreathActive(!isBreathActive)}
        className={`btn-action mb-4 text-[9px] font-bold tracking-widest uppercase py-2 rounded-sm
${isBreathActive ? 'bg-blue-600 hover:bg-blue-700' : 'bg-slate-500 hover:bg-slate-600'}`}
      >
        {isBreathActive ? „■ CO-PILOT: AKTIV“ : „■ CO-PILOT: INAKTIV"}
      </button>

      {isBreathActive ? (
        <>
          <div className="flex flex-col gap-1">
            <div className="text-[7px] text-gray-400 uppercase font-bold">Respiration Phase:</div>
            <div className="text-2xl font-black text-blue-600 animate-pulse tracking-wider">
              {breathPhase}
            </div>
          </div>
        </div>

        { /* Breathing guide progressive visual slider */
        <div className="mt-3 w-full bg-slate-100 h-2.5 rounded-full overflow-hidden relative border
border-slate-200">
          <div
            className="h-full bg-gradient-to-r from-blue-500 to-indigo-600 transition-all duration-75"
            style={{ width: `${breathValue * 100}%` }}
          ></div>
          { /* Holding phase marker bar */
          {breathPhase === „HALTEN“ && (
            <div className="absolute inset-0 bg-blue-300/30 animate-ping pointer-events-none" />
          )}
        </div>

        { /* Real-time respirational diagnostics */
        <div className="mt-4 grid grid-cols-2 gap-2 text-[8px] font-mono text-gray-500 border-t pt-3">
          <div>
            <span className="block opacity-60">BREATH INTERVAL:</span>
            <span className="font-bold text-black">12 SECONDS</span>
          </div>
          <div>
            <span className="block opacity-60">SYNC STATE:</span>
            <span className={`font-bold uppercase ${breathSync === „OPTIMAL“ ? 'text-emerald-500'
: 'text-amber-500'}`}>
              {breathSync}
            </span>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
}

```

```

        <div className="mt-3 text-[6px] text-indigo-600 leading-tight font-semibold uppercase tra-
cking-wider">
            Inhalieren Sie synchron zum Pulsring. Halten Sie die Finger während des Atemzyklus still, um
            Stress abzubauen und Resonanz zu multiplizieren.
        </div>
    </>
    ) : (
        <div className="py-6 text-center text-gray-400 font-mono text-[9px] uppercase tracking-wider
border border-dashed border-gray-200 rounded">
            Atem-Führung pausiert.
        </div>
    )}
</div>
</div>
</div>

{/* WIDGET GROUP: BIOMETRICS INPUTS */}
<div className="widget-group pointer-events-auto">
    <div className="widget-group-title">Input-Parameter</div>
    <div className="widget-group-content">
        <div className="instrument-box border-l-4 border-teal-500 text-left pointer-events-auto">
            <div className="label-main flex items-center gap-2 text-teal-500"><IconLink /> Hardware_Port</
div>

            <div className="flex justify-between items-center mt-2 mb-4 text-left">
                <div className="{text-[10px] font-bold uppercase ${hwStatus === „CONNECTED“ ? „status-ok“ :
„text-gray-400“}}">
                    {hwStatus}
                </div>
                <button onClick={connectHardware} className="btn-action w-24" disabled={isNarrativeMo-
de}>Link_Pico</button>
            </div>
            <div className="text-[7px] text-gray-400 uppercase font-semibold">COM_SOMA_GATEWAY //
RP2350</div>
        </div>

        <div className="instrument-box border-l-4 border-amber-500 text-left pointer-events-auto">
            <div className="label-main flex items-center gap-2 text-amber-500"><IconFile /> Data_Ingestion</
div>

            <label className="file-upload-btn mt-4">
                <input type="file" className="hidden" accept=".csv" onChange={handleFileUpload} disabled={is-
NarrativeMode} />
                {csvLoaded ? „Dataset_Locked“ : „Load_NASA_CSV“}
            </label>
            {csvLoaded && <div className="mt-2 text-[7px] text-gray-500 uppercase font-semibold">Source:
{loadedFileName}</div>}
        </div>

        <div className="instrument-box border-l-4 border-blue-600 text-left">
            <div className="label-main flex items-center gap-2 mb-3 text-left"><IconCpu /> Data_Source</div>
            <div className="flex gap-2 flex-col pointer-events-auto text-left">
                <button type="button" onClick={() => { setDataSource(„PICO_HARDWARE“); setIsNarrativeMode(fal-
se); }}
                    className="{px-3 py-2 rounded text-[9px] font-bold uppercase transition ${dataSource ===
„PICO_HARDWARE“ && !isNarrativeMode ? „bg-teal-500 text-white animate-pulse“ : „bg-gray-200 text-gray-600“}}">
                    ● LIVE-SOMA ({hwStatus})
                </button>
                <button type="button" onClick={() => { setDataSource(„LIVE_API“); setIsNarrativeMode(false); }}
                    className="{px-3 py-2 rounded text-[9px] font-bold uppercase transition ${dataSource ===
„LIVE_API“ && !isNarrativeMode ? „bg-orange-500 text-white animate-pulse“ : „bg-gray-200 text-gray-600“}}">
                    📡 API-w4d.dev
                </button>
                <button type="button" onClick={() => { setDataSource(„HERA_ASTRONAUT_1“); setIsNarrativeMo-
de(false); }}
                    className="{px-3 py-2 rounded text-[9px] font-bold uppercase transition ${dataSource ===
„HERA_ASTRONAUT_1“ && !isNarrativeMode ? „bg-blue-600 text-white“ : „bg-gray-200 text-gray-600“}}
                    disabled={!heraAstronaut1}>
                    ◆ {heraAstronaut1 || (csvLoaded ? „NO_DATA“ : „LOAD_CSV“)}
                </button>
                <button type="button" onClick={() => { setDataSource(„HERA_ASTRONAUT_2“); setIsNarrativeMo-
de(false); }}
                    className="{px-3 py-2 rounded text-[9px] font-bold uppercase transition ${dataSource ===
„HERA_ASTRONAUT_2“ && !isNarrativeMode ? „bg-purple-600 text-white“ : „bg-gray-200 text-gray-600“}}
                    disabled={!heraAstronaut2}>
                    ▲ {heraAstronaut2 || (csvLoaded ? „NO_DATA“ : „LOAD_CSV“)}
                </button>
            </div>
        <div className="mt-3 pt-3">
            <div className="flex items-center justify-between gap-3">
                <span className="text-[9px] font-bold uppercase text-gray-500">Tremor-Simulation</span>
            </div>
        </div>
    </div>

```



```

        </div>
    </div>
</div>

{ /* WIDGET GROUP: SOMA DIAGNOSTICS DASHBOARD */ }
<div className="widget-group pointer-events-auto">
    <div className="widget-group-title">Soma-Diagnostics Center</div>
    <div className="widget-group-content">
        <div className="instrument-box border-l-4 border-red-500 text-left">
            <div className="label-main flex items-center gap-2 text-red-500"><IconActivity /> Live Clinical Bio-
signals</div>

            <div className="mt-3 flex flex-col gap-3">
                <div className="flex justify-between items-center">
                    <span className="text-[9px] font-bold text-gray-500 uppercase mono-text">NMC (Motor Co-
herence)</span>

                    <span className="text-xs font-black text-black mono-text">{clinicalStats.nmc} %</span>
                </div>
                <div className="w-full bg-gray-100 h-1 rounded overflow-hidden">
                    <div className="bg-emerald-500 h-full transition-all duration-300" style={{width: `${clinical-
Stats.nmc}%`}}></div>
                </div>

                <div className="flex justify-between items-center mt-1">
                    <span className="text-[9px] font-bold text-gray-500 uppercase mono-text">HRV (Heart Varia-
bility)</span>

                    <span className="text-xs font-black text-black mono-text">{clinicalStats.hrv} ms</span>
                </div>
                <div className="w-full bg-gray-100 h-1 rounded overflow-hidden">
                    <div className="bg-blue-500 h-full transition-all duration-300" style={{width: `${(clinicalStats.
hrv / 125) * 100}%`}}></div>
                </div>

                <div className="flex justify-between items-center mt-1">
                    <span className="text-[9px] font-bold text-gray-500 uppercase mono-text">CDI (Cognitive
Drift)</span>

                    <span className={`text-xs font-black mono-text ${clinicalStats.cdi > 40 ? 'text-red-500' : 'text-
emerald-500'}`}>{clinicalStats.cdi} %</span>
                </div>
                <div className="w-full bg-gray-100 h-1 rounded overflow-hidden">
                    <div className={`h-full transition-all duration-300 ${clinicalStats.cdi > 40 ? 'bg-red-500' : 'bg-
emerald-500'}`} style={{width: `${clinicalStats.cdi}%`}}></div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>

{ /* WIDGET GROUP: REGULATIVE MODES */ }
<div className="widget-group pointer-events-auto">
    <div className="widget-group-title">Schnittstellen-Regulation</div>
    <div className="widget-group-content">
        <div className="instrument-box pointer-events-auto text-left">
            <div className="label-main mb-3 text-left">Ritual_Gateway_Logic</div>
            <div className="grid grid-cols-2 gap-2 text-left">
                <button onClick={() => { setIssSyncing(true); setMode(1); setTimeout(()=>setIssSyncing(false), 300); }}
className={`mode-btn ${mode === 1 ? 'active' : ''}} disabled={isNarrativeMode}>GRID</button>
                <button onClick={() => { setIssSyncing(true); setMode(2); setTimeout(()=>setIssSyncing(false), 300);
}} className={`mode-btn ${mode === 2 ? 'active' : ''}} disabled={isNarrativeMode}>BLOOM</button>
                <button onClick={() => { setIssSyncing(true); setMode(3); setTimeout(()=>setIssSyncing(false), 300); }}
className={`mode-btn ${mode === 3 ? 'active' : ''}} disabled={isNarrativeMode}>SWARM</button>
                <button onClick={() => { setIssSyncing(true); setMode(4); setTimeout(()=>setIssSyncing(false), 300);
}} className={`mode-btn ${mode === 4 ? 'active' : ''}} disabled={isNarrativeMode}>FIELD</button>
            </div>
            <div className="mt-3 text-[8px] leading-tight text-gray-500 uppercase tracking-[0.22em] font-se-
mibold">{modeDescriptions[mode - 1]}</div>
        </div>

        <div className="instrument-box border-l-4 border-slate-300 text-left pointer-events-auto">
            <div className="label-main text-slate-600">Hold_Charge_Mode</div>
            <button onClick={() => setHoldMode(!holdMode)} className={`btn-action ${holdMode ? 'bg-eme-
rald-600 hover:bg-emerald-700' : 'bg-gray-500 hover:bg-gray-600'}`}>
                {holdMode ? 'Hold-Mode: Aktiviert' : 'Hold-Mode: Deaktiviert'}
            </button>
        </div>

        <div className="instrument-box pointer-events-auto text-left">
            <div className="label-main">Mission_Day_Simulation</div>
            <input type="range" min="1" max="500" step="1" value={missionDay} onChange={(e) => setMission-
Day(parseInt(e.target.value))} className="w-full mt-2" disabled={isNarrativeMode} />
            <div className="flex justify-between text-[7px] opacity-40 mt-1 uppercase font-semibold text-left">

```

```

        <span>Tag 1</span> <span className="text-blue-500 font-bold">MD{missionDay}</span>
    </span>Tag 500</span>
    </div>
  </div>
</div>
</div>

{ /* WIDGET GROUP: ENACTIVE RESONANCE & EXPORT */ }
<div className="widget-group pointer-events-auto">
  <div className="widget-group-title">Enaktives Feedback</div>
  <div className="widget-group-content">
    <div className="instrument-box text-left">
      <div className="label-main flex items-center gap-2 text-left"><IconActivity /> Neural_Trace</div>
      <div className="h-20 w-full mt-4 relative overflow-hidden bg-black/5 border border-black/5 rounded">
        <svg viewBox="0 0 100 40" className="w-full h-full text-left" preserveAspectRatio="none">
          <path d={`M „ + jitterHistory.map((v, i) => ((i/60)*100) + „" + (40 - Math.min(v*2.5, 40)))}.join(, ,)`}
            fill="none" stroke={biometrics.sc > 0.4 ? „#ff4d4d" : (dataSource === „PICO_HARDWARE" ? „#10b981" : „#0070f3")} stroke-
            Width="1" />
          </svg>
        </div>
      </div>
    </div>

    <div className="instrument-box border-2 border-blue-500 bg-blue-50/40 ring-1 ring-blue-200/80
    text-left relative overflow-hidden">
      {resonancePercent >= 99 && (
        <div className="absolute inset-0 bg-blue-500/10 animate-ping pointer-events-none rounded" />
      )}
      <div className="label-main font-bold text-blue-600 text-left">Agency_Resonance_Index</div>
      <div className="value-display text-7xl text-left" style={{color: resonance > 0.85 ? „#0070f3" :
      „#000" }}>{resonancePercent}%</div>

      <div className="mt-3">
        <button
          onClick={exportSomaLog}
          className="w-full text-white font-extrabold py-3.5 px-4 rounded text-[9px] tracking-widest
          bg-blue-600 hover:bg-blue-700 hover:shadow-[0_0_20px_rgba(59,130,246,0.4)] animate-pulse uppercase transition-all
          duration-300 shadow-[0_4px_12px_rgba(0,0,0,0.05)]"
        >
          ▲ EXPORT_SOMA_REPORT_PDF
        </button>
        <div className="text-[6px] text-slate-500 uppercase tracking-widest font-semibold mt-2.5 text-
        center">
          Generiert einen ärztlichen, hochauflösenden Diagnostic-Report (A4)
        </div>
      </div>

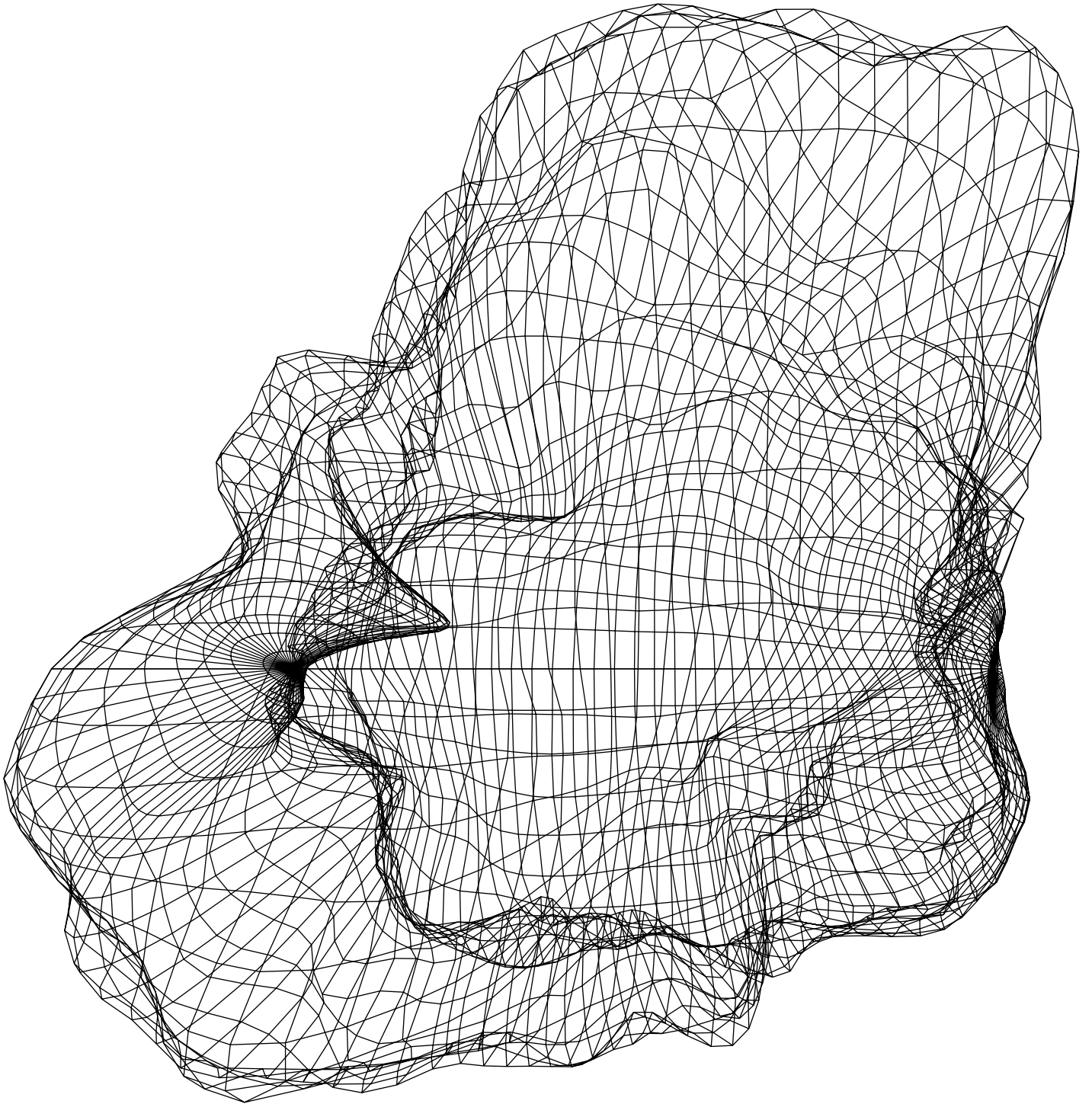
      <div className="mt-3 h-1.5 w-full max-w-full bg-blue-100/80 overflow-hidden rounded-full text-
      left">
        <div className="h-full bg-blue-600 transition-all duration-300" style={{width: `${resonancePer-
        cent}%`, boxShadow: resonance > 0.85 ? „0 0 20px rgba(59,130,246,0.45)" : „none"}}></div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

{ /* SIGNATURE */ }
<div className="p-4 opacity-30 text-left">
  <div className="text-[9px] text-gray-500 font-bold uppercase leading-tight text-left">
    LEA SOPHIE KREMPIN // 2026<br/>
    HfG OFFENBACH // SOMA_INSTRUMENT_v40.0
  </div>
</div>
</div>

<canvas ref={canvasRef} className="w-full h-full text-left" />
</div>
);
};

const root = ReactDOM.createRoot(document.getElementById(root));
root.render(<App />);
</script>
</body>
</html>

```

Quellen

1. Raumfahrtforschung & klinische Daten (NASA / ESA)

National Aeronautics and Space Administration (NASA) – Human Research Program (HRP)

- Kelly, S. (2017). *Endurance: A Year in Space, a Lifetime of Discovery*. Alfred A. Knopf.
- NASA HRP. (2025). Evidence Report: Risk of Adverse Cognitive or Behavioral Conditions and Psychiatric Disorders (BMed Risk). Houston, TX: Lyndon B. Johnson Space Center.
- NASA HRP. (2025). Evidence Report: Risk of Performance and Behavioral Health Decrements Due to Inadequate Cooperation, Coordination, Communication, and Psychosocial Adaptation within a Team (Team Risk). Houston, TX: Lyndon B. Johnson Space Center.
- NASA HRP. (2025). Evidence Report: Risk of Performance Decrements and Adverse Health Outcomes Resulting from Sleep Loss, Circadian Desynchronization, and Work Overload (Sleep Risk). Houston, TX: Lyndon B. Johnson Space Center.
- NASA HRP. (2025). Evidence Report: Risk of Performance Decrement and Etiology of Errors or Injuries Due to Inadequate Human-System Interface Design (HSID). Houston, TX: Lyndon B. Johnson Space Center.
- NASA. (1979). NASA BIOSPEX: Biological Space Experiments (NTRS 19790021613). (Fokus auf den Skylab-Experimenten M071 und M073.)
- Radloff, R., & Helmreich, R. (1972). *Groups under Stress: Psychological Research in Tektite II*. NASA Technical Report.
- Stephenson, J. B., et al. (2020). *Human Exploration Research Analog (HERA)*

European Space Agency (ESA) – Analog Research (HREDA/Concordia)

- ESA Investigation. GroupIndividualFunction_ANA: Group and individual functioning in an isolated and confined environment (Concordia Station).
- ESA Investigation. Omega3_Psychology_ANA: The effect of Omega-3 fatty acids on the psychological and cognitive state.
- ESA Investigation. CardiacHealth_BRIM: Cardiovascular and Autonomic Adaptation to Long-duration Isolation.
- ESA Investigation. Immuno2_ISS: Influence of Stress on Health and Immune System of Astronauts.
- ESA Investigation. Mindful_ICE_ANA: Effectiveness of a mindfulness-based intervention in an isolated and confined environment.

Andere

- Dinges, D. F., Mollicone, D., & Basner, M. (2009). Psychomotor Vigilance Self Test on ISS (Reaction Self Test on Expeditions 21 and 22). NASA Technical Report (NTRS 20090029851).
- McBayer, K. T., Chai, P. R. & Judd, E. L. (2022). Communication Delays, Disruptions, and Blackouts for Crewed Mars Missions. ASCEND 2022
- Szocik, K., Abood, S. & Shelhamer, M. (2018). Psychologische und biologische Herausforderungen der Marsmission im Kontext der Entwicklung grundlegender menschlicher Bedürfnisse. *Acta Astronautica* 152

2. Theoretisches Fundament: Enaktivismus & Phänomenologie

- Antonovsky, A. (1997). *Salutogenese: Zur Entmystifizierung der Gesundheit*. dgvt-Verlag.
- Berlin, I. (1953). *The Hedgehog and the Fox: An Essay on Tolstoy's View of History*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Binder, T., De Michelis, G., Ehn, P., Jacucci, G., Linde, P., & Wagner, I. (2011). *Design Things*. MIT Press.
- Dourish, P. (2001). *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. MIT Press.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1987). *The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala Publications.
- Merleau-Ponty, M. (1945/2013). *Phenomenology of Perception*. Routledge.
- Noë, A. (2004). *Action in Perception*. MIT Press.
- Porges, S. W. (2011). *The Polyvagal Theory: Neurophysiological Foundations of Emotions, Attachment, Communication, and Self-regulation*. W. W. Norton & Company.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press.

3. Design-Methodik & Kybernetik

- Bieling, T. (Hrsg.). (2019). *Design (&) Aktivismus: Der Stoff, aus dem die Politik gemacht ist*. Mimesis.
- Baudrillard, J. (1982). *Simulakren und Simulation*. Berlin: Merve.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5–21.

- Bürdek, B. E. (2015). Design: Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung. Birkhäuser.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience. Harper & Row.
- Dunne, A., & Raby, F. (2013). Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming. MIT Press.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors, 37(1), 32-64.
- Frost, B. (2016). Atomic Design. Brad Frost.
- Fry, T. (2009). Design Futuring: Sustainability, Ethics and New Practice. Berg.
- Gros, J. (1976). Sinnliche Funktionen im Design.
- Kaerlein, T. (2018). Nahkörpertechnologien: Genealogien und Dispositive des Wearable Computing. Transcript Verlag.
- Maeda, J. (2000). Design by Numbers. MIT Press.
- Norman, D. (2013). The Design of Everyday Things. Basic Books.
- Reas, C., & Fry, B. (2007). Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists. MIT Press.
- Tetlock, P. E. (2005). Expert Political Judgment: How Good Is It? How Can We Know? Princeton University Press.
- Virilio, P. (2006). Der integrale Unfall. Berlin: Merve.
- Wiener, N. (1948). Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine.
- Yelavich, S., & Adams, B. (Hrsg.). (2014). Design as Future-Making. Bloomsbury Academic.
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

4. Fachliteratur & Studien zur Isolation

- Basner, M. et al. (2014). Psychological and Behavioral Changes During 520 Days of Induced Isolation and Confinement (Mars500). PLOS ONE.
- Basner, M., et al. (2015). Development and Validation of the Cognition Test Battery for Spaceflight. Aerospace Medicine and Human Performance, 86(11), 942-952.
- Bechtel, R. B., & Berning, A. (1991). The Third Quarter Phenomenon: A Review of the Evidence. NASA Technical Memorandum.
- Kaku, M. (2018). Abschied von der Erde: Die Zukunft der Menschheit (The Future of Humanity). Penguin Verlag.
- Kanas, N., & Manzey, D. (2008). Space Psychology and Psychiatry. Microcosm Press/Springer.
- Palinkas, L. A. (2003). Psychological effects of polar expeditions. The Lancet, 361(9352), 153-159.
- Palinkas, L. A. (2014). On the Ice: Individual and Group Adaptation in Antarctica. (Monografie).
- Petranek, S. (2015). Unser Leben auf dem Mars (How We'll Live on Mars). TED Books.
- Rothblum, E. D., Lugg, D. J., & Shepanek, M. (1991). Cognitive Performance, Mood States, and Somatic Complaints During a 64-Day Antarctic Winter-over. Aviation, Space, and Environmental Medicine, 62(10), 969-973.
- Stuster, J. (2010). The Journal's Flight Study: Analysis of Astronaut Diaries for the Human Research Program. NASA Technical Report.

5. Psychologie & Neurobiologie (Allgemein)

- Ashby, W. Ross (1985). Einführung in die Kybernetik. Suhrkamp
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. Psychological Review.
- Goleman, D. (1995). Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ. Bantam Books.
- Heatherton, T. F., & Wagner, D. D. (2011). Cognitive Neuroscience of Self-Regulation Failure. Trends in Cognitive Sciences.
- Peters, M. L., Godaert, G. L., Ballieux, R. E., Brosschot, J. F., Sweep, F. C., Swinkels, L. M., Vliet, M. v. & Heijnen, C. J. (1999). Immune responses to experimental stress: effects of mental effort and uncontrollability. Psychosomatic Medicine 61(4), pp. 513-524
- Seligman, M. E. P. (1975). Helplessness: On Depression, Development, and Death. W. H. Freeman.

6. Fotos

<https://science.nasa.gov/photojournal/muddy-mounds/>
<https://assets.science.nasa.gov/content/dam/science/psd/photojournal/pia/pia26/pia26276/PIA26276.jpg>
<https://images.nasa.gov/details/PIA18033>
<https://www.nasa.gov/image-detail/amf-art002e020904/>
<https://images.nasa.gov/details/art002e000191>
<https://images.nasa.gov/details/art002e012090>
<https://images.nasa.gov/details/art002e020922>
<https://images.nasa.gov/details/art002e009286>
<https://science.nasa.gov/photojournal/dust-devil-photobombs-perseverances-selfie/>
<https://www.jpl.nasa.gov/images/pia18620-feathery-ridges/>
https://hirise.lpl.arizona.edu/PSP_010400_2265
<https://science.nasa.gov/photojournal/curiositys-hazcams-capture-a-day-on-mars/>
<https://science.nasa.gov/resource/curiosity-sees-specks-caused-by-2024-solar-storm-while-recording-a-wind-gust-on-mars/>
<https://science.nasa.gov/resource/jezero-craters-scarp-a/>
<https://science.nasa.gov/mission/webb/launch/>
<https://images.nasa.gov/details/PIA04811>
<https://science.nasa.gov/photojournal/oblique-view-of-valles-marineris/>
<https://science.nasa.gov/resource/curiosity-mastcams-view-of-edinburgh/>
<https://science.nasa.gov/missions/hubble/hubble-looks-at-a-black-eye-galaxy/>
<https://science.nasa.gov/photojournal/spitzer-image-of-star-factory-w51/>
https://images.nasa.gov/details/carina_nebula
<https://science.nasa.gov/photojournal/godzilla-nebula-imaged-by-spitzer/>

