

Bachelor Projekt

P7B SS23 | Interactive Media Design

LUNA

(Learning Unified Natural Ambience)

vorgelegt von Tom Leissler

Matrikelnummer 765028

Datum 17.08.2023

Referenten Prof. Andrea Krajewski & Prof. Tsunemitsu Tanaka



Abstract

In dieser Arbeit geht es um die moderne Gesellschaft, gesundheitliche Auswirkungen von Technologie und einen potentiellen Lösungsansatz für Schulen, ihren Unterricht im digitalen Zeitalter gesünder und effektiver zu gestalten. Mit einem Licht- und Tonsystem für den Klassenraum (Luna) soll die Gesundheit und das Wohlbefinden von Schülern und Lehrern im Schulalltag verbessert werden. Dies geschieht durch verschiedene Licht- und Tonstimmungen, welche unter anderem die Entspannung und Konzentration der Schüler während des Unterrichts fördern können. Das System basiert auf einer umfassenden Literaturrecherche zu den Zusammenhängen zwischen Design und mentaler Gesundheit sowie auf Untersuchungen zur Wirksamkeit von Licht und Ton im schulischen Alltag. Insgesamt liefert diese Arbeit vielfältige Einblicke in die Möglichkeiten, wie Design dazu genutzt werden kann, die Gesundheit zu verbessern.

Methodik

2.1 Zitierstil

In dieser Arbeit werden Gedanken und Informationen von anderen Autoren mithilfe der American Psychological Association, zitiert.

2.2 Methode

Bei der Entwicklung von Luna wurde ausgewählte Literatur hinzugezogen. Diese umfasst Bücher, Fachartikel und andere Nachschlagewerke. Sie werden an benötigten Stellen zitiert, um meine Aussagen und Argumente zu kräftigen und Glaubwürdigkeit zu schaffen.

2.3 Genderhinweise

In der vorliegenden Bachelorarbeit wurde zur Vereinfachung und aus Gründen der Lesbarkeit überwiegend die männliche Form verwendet. Es wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die in der Arbeit getroffenen Aussagen und Erkenntnisse auf alle Geschlechter beziehen.

2.4 Abkürzungsverzeichnis

Abb. Abbildung

bzw. beziehungsweise

etc. et cetera, zu Deutsch: und so weiter

o.J. ohne Jahr

o.D. ohne Datum

u.a. unter anderem

v.a. vor allem

z.B. zum Beispiel

et al. et aliae, zu Deutsch: und andere

Thank You

Danke an Prof. Krajewski und Prof. Tanaka für die Betreuung dieses Projektes und den positiven Verlauf meines Studiums. Außerdem möchte ich meinem Papa, Prof. Dr. Martin Leissler, für seine kontinuierliche Unterstützung während meiner gesamten Studienzzeit danken.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1	2023	1
1.2	Schule im Wandel	2
1.3	Lernen	3
1.4	Gestaltung von Schulen	4
1.5	Die Wirkung von Licht	5
1.6	Zitat	6

2. Idee

2.1	Projekt Idee	7
2.2	Projektziel	8

3. Konzept

3.1	Luna	9
3.2	Value Proposition	10
3.3	Zielgruppe und Interaktion	11
3.4	Szenario: Unterricht	12
3.5	Anforderungen und Bedürfnisse	13
3.6	Das passende Lichtdesign	14
3.7	Unterstützende Farben	15
3.8	Grundlegende Tonkonzepte	16
3.9	Anforderungen an Luna	17

4. Lichtphasen

4.1	1: Die Interaktionsphase	18
4.2	2: Individuelles Arbeiten	19
4.3	3: Pause	20
4.4	4: Vermittlung von Wissen	21
4.5	5: Kreatives Denken	22
4.6	Standby	23

5. UI-Design

5.1	Anforderungen	24
5.2	User Interface	25
5.3	App Starten	26
5.4	System aktivieren	27
5.5	Lichtphase aktivieren	28
5.6	Lichtphase einstellen	29
5.7	Timer	30
5.8	Einstellungen	31
5.9	Phase wechseln	32
5.10	Ende einer Lichtphase	33
5.11	App Icon	34
5.12	Details zur User Experience	35

Inhaltsverzeichnis

6. Technik

6.1	Technologie Recherche	36
6.2	Technologisches Konzept	37
6.3	Systemdiagramm	38

7. Umsetzung

7.1	Unity	39
7.2	Charakter von Luna	40
7.3	Die Testumgebung	41
7.4	1: Interaktionsphase	42
7.5	1: Wirkung	43
7.6	2: Individuelles Arbeiten	44
7.8	2: Wirkung	45
7.9	3: Pause	46
7.10	3: Wirkung	47
7.11	4: Vermittlung von Wissen	48
7.12	4: Wirkung	49
7.13	5: Kreatives Denken	50
7.14	5: Wirkung	51
7.15	6: Standby	52
7.16	6: Wirkung	53

8. Business

8.1	Überblick	54
8.2	SWOT Analyse	55
8.3	Business Model Canvas	56

9. Zukunft

9.1	Ausblick	57
-----	----------	----

Menschen leben aktuell in einer dauerhaft vernetzten Gesellschaft. Sie tragen im Alltag Technologie bei sich und sind zu jeder Zeit mit dem Internet verbunden. Drei Stunden täglich verbringen Menschen mit ihrem Smartphone, 55 Mal nehmen sie es zur Hand. (Markowetz A., 2015) Das Internet und die digitalen Medien bieten den Nutzenden hierbei täglich unzählige Möglichkeiten. Von der Bestellung des Abendessens über einen Online-Lieferservice, bis hin zur Filmwahl auf einem Streaming-Dienst des Vertrauens. Der moderne Alltag ist geprägt von ständiger Verfügbarkeit und einem dauerhaften Pegel an Informationen.

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Lebensqualität vieler Menschen unter diesem Zustand leidet. Besonders Kinder und Jugendliche, die in dieser unkontrollierten Umgebung aufwachsen, leiden vermehrt unter Symptomen von psychischen Erkrankungen: von Konzentrationsschwierigkeiten, über dauerhaften Stress, bis hin zu Verhaltensstörungen. Die konstante Überflutung mit Informationen und die ununterbrochene Vernetzung führen zu einer Verschlechterung der Gesundheit der Menschen. (Markowetz A., 2015), (Götz M., 2022)

Diese Problematik spiegelt sich insbesondere an Schulen wider, einem Ort, wo Schüler und Schülerinnen eigentlich lernen und sich persönlich und sozial entwickeln sollen. Doch immer öfter beeinträchtigen Konzentrationsprobleme und Stress die schulische Laufbahn. (Rechtschaffen, D., 2018) Aus diesem Anlass beschäftigte ich mich genauer mit der aktuellen Lage an Schulen und begann, mögliche Lösungswege zu erforschen. Das Thema „gesundheitsfördernde Umgebungen“ offenbarte dabei interessante Methoden und Ansätze, welche die Verbindung von Gesundheit und Design aufzeigten: Moderne Gestaltungselemente wie eine dynamisch einstellbare Raumbelichtung und die gezielte Verwendung von Licht können beispielsweise dabei helfen, Stress im Körper zu reduzieren und ein gesteigertes Wohlbefinden zu erzeugen. Dies wirkt sich wiederum positiv auf die körperliche Gesundheit aus, da reduzierter Stress mit einer geringeren Anfälligkeit für Krankheiten einhergeht. (Glaser, R., et al., 1991) Es ist allgemein anerkannt, dass die Kindheit den Grundstein für die spätere Lebensentwicklung legt, vor allem im Bereich Gesundheit (Böhm, M., & Moor, I., 2022). Infolgedessen ist es von großer Bedeutung, dass Kinder, insbesondere während ihrer Schulzeit, die den Großteil ihres Alltags ausmacht, eine förderliche Umgebung erfahren, die sich positiv auf sie auswirkt.

Schule im Wandel

1

Die Schule ist eine Institution für die Bildung und Entwicklung von Kindern. Das Hauptziel besteht darin, **Wissen und Fähigkeiten zu vermitteln**, damit Schüler und Schülerinnen sich in persönlicher, sozialer und intellektueller Hinsicht entfalten können. Ursprünglich wurde viel Wert auf traditionellen frontalen Unterricht und schriftliche Materialien gelegt. Doch die Schule hat sich im Laufe der Zeit stetig weiterentwickelt, um den Veränderungen in der Gesellschaft und heutzutage der Technologie gerecht zu werden. Durch die Digitalisierung haben Schulen inzwischen eine grundlegende Veränderung erfahren: An vielen Einrichtungen wurden digitale Medien und moderne Technologie im Unterricht eingeführt.

(Konrad, F. M., 2007) Der moderne Schulalltag bietet zahlreiche Herausforderungen, darunter die stetige Präsenz von Technologie und die Notwendigkeit, digitale Kompetenzen zu lernen. Daher erfordert es von Schulen eine sorgfältige Überlegung, wie moderne Technologien effektiv in die Lernumgebung integriert werden können.

Schulen haben auch häufig aus Philosophien hergeleitete Konzepte. Sie können unterschiedlichen Ansätzen folgen, wie unter anderem der Montessori oder Waldorf Philosophie. Montessori betont beispielsweise die Selbstbestimmung und Individualität der Schüler. Hier steht das eigenständige Lernen im Vordergrund, unterstützt durch eine speziell gestaltete Lernumgebung. Im Gegensatz dazu legt die Waldorf-Pädagogik großen Wert auf künstlerische und handwerkliche Aktivitäten sowie die Förderung von Kreativität und sozialer Interaktion. (Stephenson, S.M., 2017) Trotz der vielfältigen Ansätze für Schulen und der schnellen gesellschaftlichen Entwicklung heutzutage, teilen sich alle Schulen nach wie vor einen zentralen Fokus: **die Förderung des Lernens.**

Lernen

1

Beim Lernen im schulischen Kontext spielen verschiedene Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle, unter anderem die aktive Beteiligung der Schüler, ausreichend Konzentration, regelmäßige Wiederholung von Informationen und ein klarer Fokus auf das Ziel. Das "**Information Processing Model**" (Abb. 1) ist eine Theorie, die den Lernprozess als schrittweise Verarbeitung von Informationen im Gehirn betrachtet. (Rosnov, D., & Roberts, M., 2005)

1 Wahrnehmung von Informationen

Informationen werden durch menschliche Sinne, wie Sehen oder Hören im Gehirn aufgenommen.

2 Selektion / Evaluation

Die erhaltenen Informationen werden vom Gehirn gefiltert und selektiv ausgewählt.

3 Interpretation

Die Informationen werden interpretiert und mit bereits vorhandenem Wissen in Verbindung gebracht.

4 Speicherung

Die Informationen werden im Gedächtnis gespeichert, wo sie später abgerufen werden können.

5 Abruf

Später kann das gespeicherte Wissen aus dem Gedächtnis abgerufen und erneut genutzt werden.

Abb. 1

Die Umgebung, in der Lernen und Informationsverarbeitung stattfinden, kann einen erheblichen Einfluss darauf haben, wie effektiv diese Prozesse ablaufen. Ein angenehmes und stimulierendes Umfeld kann das Lernen fördern, während Ablenkungen und unangenehme Bedingungen den Lernerfolg behindern können. Der mentale Zustand und die Emotionen während des Lernens und Arbeitens spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Schüler und Schülerinnen, die positiv gestimmt sind, nehmen Informationen aufmerksamer auf und behalten sie besser. Hingegen können Stress und Ablenkungen die Leistung mindern.

(Pekrun, R., 2014)

Dementsprechend sollten Lernumgebungen so gestaltet werden, dass sie den Prozess der Informationsverarbeitung unterstützen und fördern.

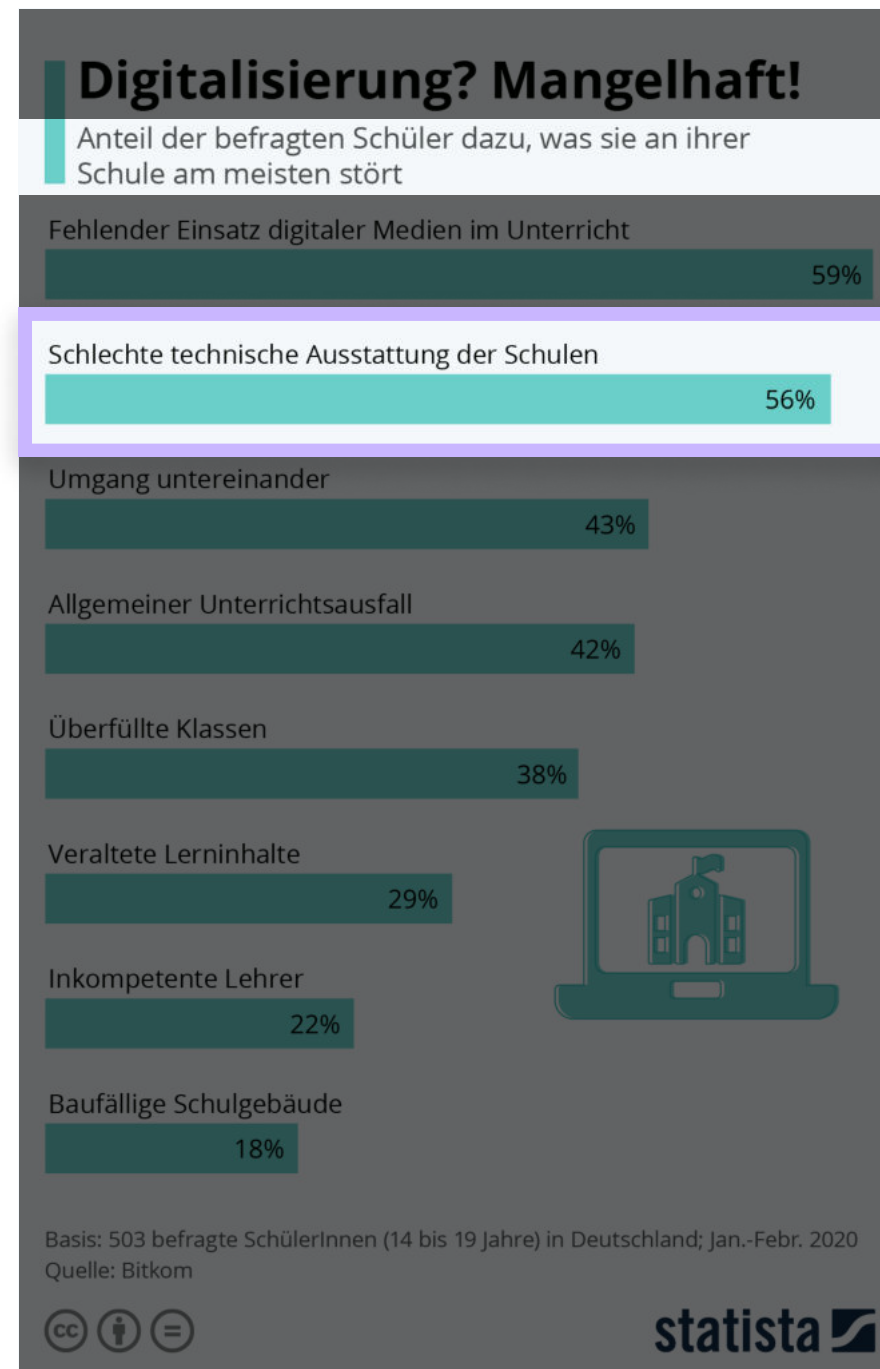
Gestaltung von Schulen

1

Die persönlichen Bedürfnisse und Meinungen von Schülern sind entscheidend, um eine optimale Lernumgebung zu schaffen. Ein Faktor, der in diesem Kontext immer wieder hervorgehoben wird, ist die mangelhafte technische Ausstattung an Schulen. (Abb. 1) Schüler von heute sind als „Digital Natives“ aufgewachsen und haben entsprechende Erwartungen an die Technologie in ihrem Alltag. (Bennett, S et al., 2008) Eine schlechte technische Ausstattung an Schulen kann zu Frustration und negativen Emotionen während des Alltags führen. Von veralteten Projektoren für Präsentationen bis hin zu einer flackernden Raumbelichtung während dem Arbeiten: Es ist essenziell für das Wohlbefinden der Schüler, dass Schulen ihre technische Infrastruktur den Anforderungen ihrer Schüler gerecht machen, um ihnen ein besseres Lernerlebnis zu ermöglichen.

Eine Erneuerung der technischen Ausstattung kann nicht nur dazu beitragen, das Wohlbefinden von Schülern zu erhöhen, sondern auch dabei helfen, den Unterricht grundsätzlich effektiver zu gestalten und das allgemeine Erlebnis in der Schule zu verbessern.

Abb. 2



Die Wirkung von Licht

Bei der Gestaltung einer optimalen Lernumgebung, zeigte sich vor allem ein Thema immer essenziell: **Licht**. Wir nehmen etwa 83% unseres Erlebens durch das Sehen wahr. Der visuelle Sinn ist somit besonders dominant und oftmals in Kombination mit dem Hören, entscheidend dafür, was Menschen wahrnehmen und fühlen. (Michel K., 1973) Bis zum Jahr 1879 kannten die Menschen nur natürliches Licht. Tagsüber war die Sonne die einzige Lichtquelle, während sie nachts auf den Mond, die Sterne und Feuer angewiesen waren. Im Jahr 1879 patentierte dann Thomas Edison die "Glühlampe" (Incandescent light bulb), eine künstliche Lichtquelle, die warmes Licht erzeugte, farblich ähnlich wie die Sonne. Die Glühlampe konnte auch gedimmt werden, allerdings war sie sehr energieineffizient, weshalb Jahre später die Kompakt-Leuchtstofflampen entwickelt wurden. Diese waren zwar energieeffizienter, aber strahlten ein ungesundes, kaltes Licht aus und flackerten oftmals, was bei einigen Menschen Kopfschmerzen und Müdigkeit verursachte. Erst im Jahr 1962 erfolgte die Erfindung der LED (Light Emitting Diode) in Japan. Eine Lichtquelle, die eine Vielzahl von Vorteilen mit sich brachte. LEDs sind energieeffizient, können gedimmt werden und bieten sehr helles Licht. Besonders interessant ist, dass LEDs ein "Vollspektrumlicht" erzeugen, also ein Licht, das dem natürlichen Farbspektrum des Sonnenlichts sehr ähnlich ist. (Grandjean N., 2010)

Der menschliche Körper besitzt biologisch betrachtet verschiedene Lichtrezeptoren, die auf verschiedene Arten von Licht unterschiedlich reagieren. Die emotionale Stimmung und das menschliche Verhalten können durch Licht beeinflusst werden, indem bestimmte Hormone im Körper reguliert werden. Beispielsweise führt warmes, gedimmtes Licht zu Entspannung, da es die Ausschüttung von Melatonin (Schlafhormon) anregt. Kaltes, helles Licht lässt hingegen den Cortisolspiegel ansteigen und fördert somit die Produktivität und Aufmerksamkeit. Diese Verhaltensweise hat ihren Ursprung darin, dass Menschen morgens durch das Licht des Sonnenaufgangs aktiviert und später am Tag durch das Nachlassen des Tageslichts müde werden. (Engwall M., 2015)

Damit Licht eine gezielte Wirkung hat, müssen viele verschiedene Parameter beachtet werden, wie die Temperatur, Helligkeit oder auch Form und Positionierung einer Lichtquelle. (LeGates et al., 2021)

„We have not fully embraced the powerful effects that light has on our health“

-Dan Pardi (Ted Talk, 2019)

Projekt Idee

2

Meine ursprüngliche Idee für das Projekt war es, ***etwas für Klassenzimmer zu entwickeln, das mit Licht und Ton Stimmungen erzeugt, welche die Gesundheit der Schüler verbessern.***

Mein erster Gedanke damals war eine dynamische Licht- und Tonquelle im Klassenraum. Diese sollte Lehrern verschiedene Lichtoptionen bieten, um den Unterricht interaktiver und strukturierter zu gestalten und so die Konzentration und Aufmerksamkeit der Schüler zu fördern. (Abb. 3)

Doch es wurde schnell klar, dass zur Schaffung einer ganzheitlichen emotionalen Stimmung im Klassenraum eine lokale Lichtquelle nicht ausreicht. Diese würde nur die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und wäre somit selbst eine Ablenkung. Die ursprüngliche Idee entwickelte sich deshalb schnell von einem lokalen Lichtobjekt, zu einem *umfassenden Lichtsystem, das den gesamten Klassenraum ausfüllt und verschiedene Stimmungen erzeugen kann.*

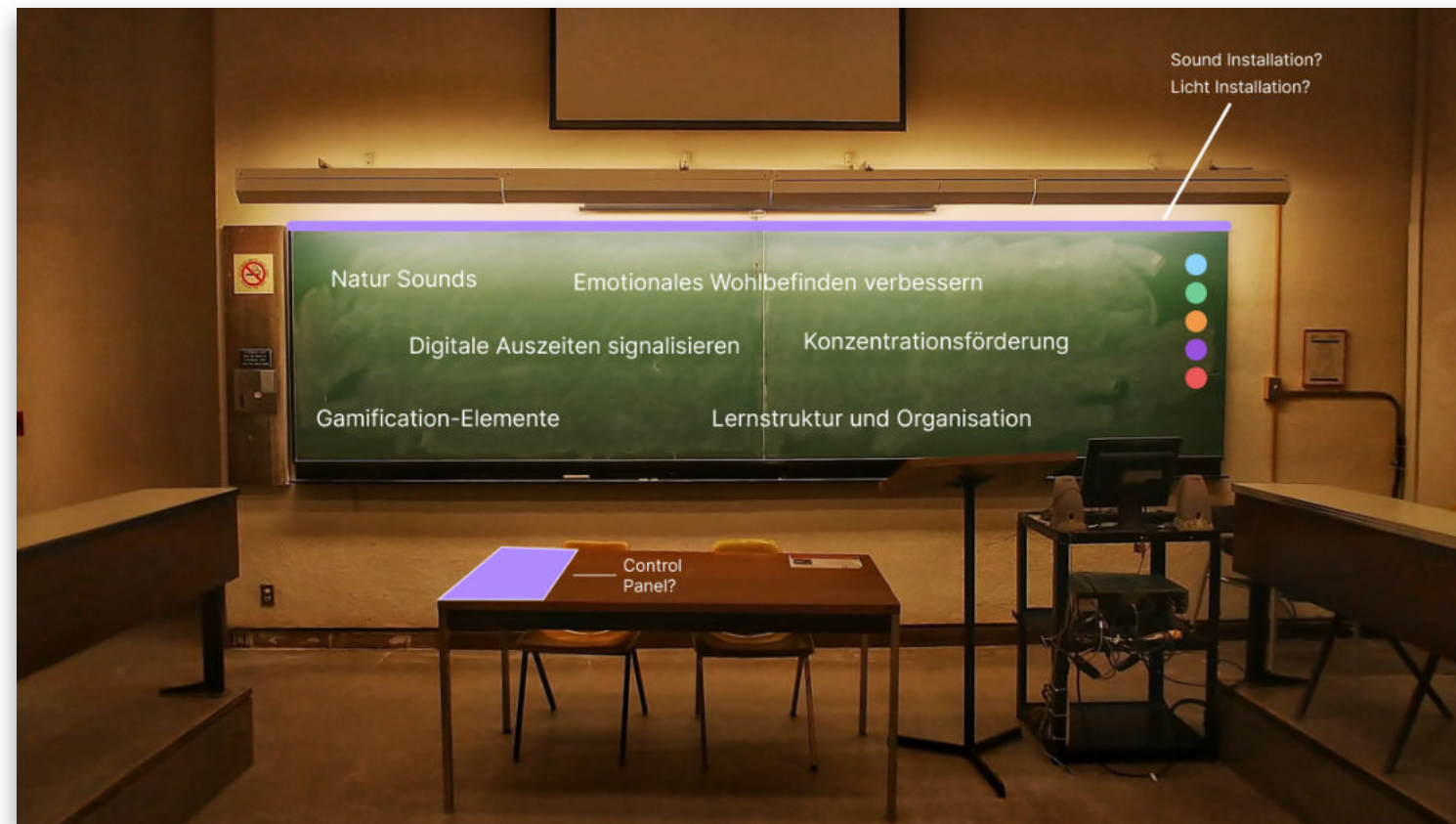
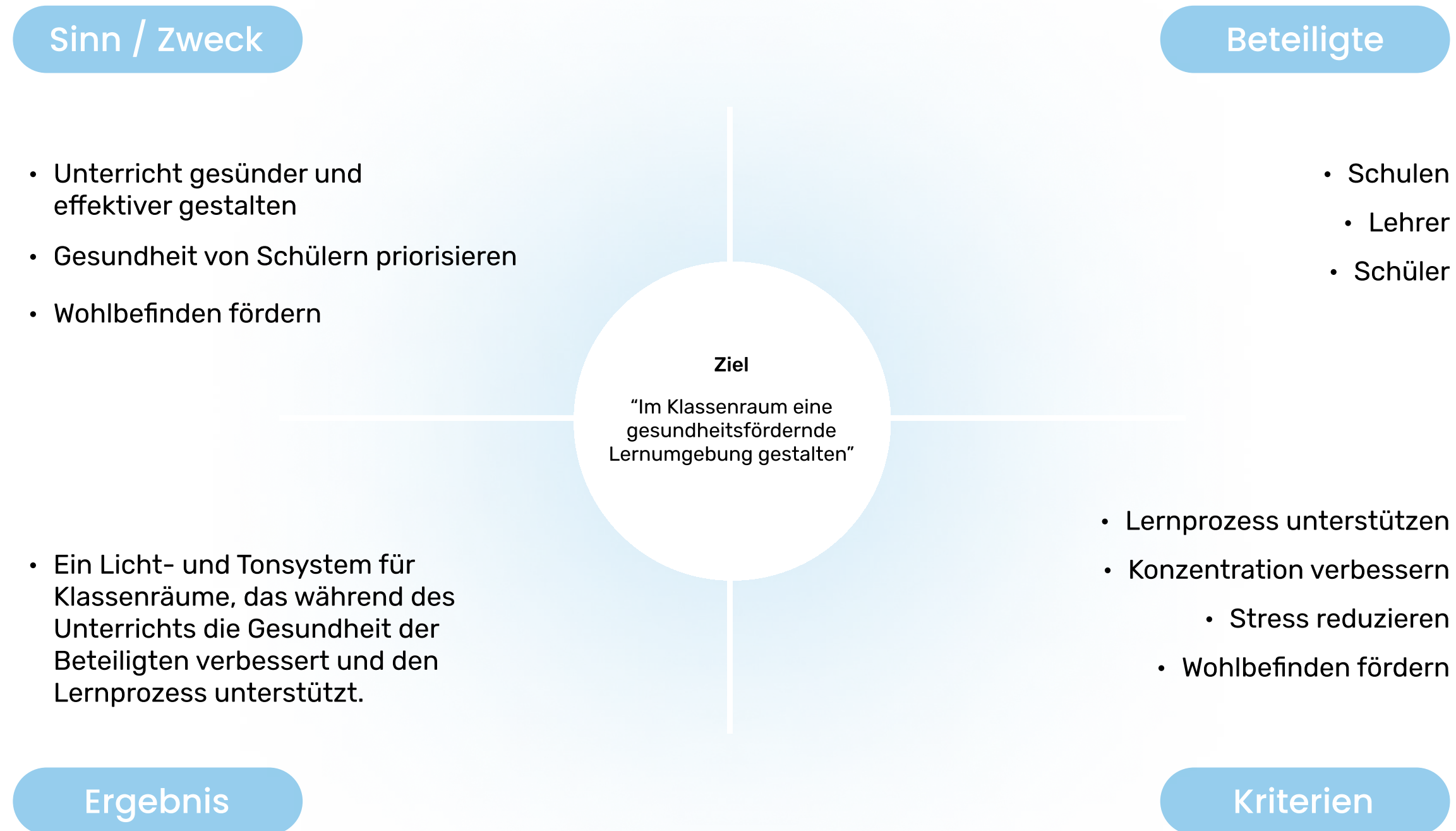


Abb. 3

Projekt Ziel

Abb. 4

2



Konzept

Luna

3

Zu Beginn dieses Projektes sprach ich mit einem Kollegen, der sich in seiner Bachelorarbeit mit den positiven gesundheitlichen Effekten von Hunden am Arbeitsplatz auseinandergesetzt hatte. Dieses Thema passte thematisch gut zu meinem, weshalb ich die Wirkung von Hunden genauer recherchierte:

Hunde werden oft therapeutisch eingesetzt, da sie eine heilende Wirkung aufweisen können. Ein typisches Beispiel dafür ist ein Therapiehund, der Menschen mit Angststörungen dabei unterstützt, sich sicherer und gelassener zu fühlen. Als Begleiter fördern sie das Wohlbefinden und die Gesundheit ihres Besitzers, indem sie durch ihre Präsenz und Interaktion Stress reduzieren, emotionale Unterstützung bieten und positive Effekte auf die mentale Verfassung haben (Shubert, J., 2012). Diese Eigenschaften treffen alle auf mein Projekt zu, denn genau so soll das System im Klassenraum wirken. Es soll die Schüler im Alltag begleiten und dabei ihr Wohlbefinden und die Gesundheit verbessern. Das war der Grund, warum ich das Projekt nach meiner Hündin **“Luna”** benannte.



Abb. 5

Value Proposition

3

Für Schüler und Lehrer

die durch moderne Technologie unter einer belasteten mentalen Gesundheit leiden

ist Luna

ein Licht- und Tonsystem für Klassenzimmer

das eine gesundheitsfördernde Lernumgebung schafft, welche die Konzentration und das Wohlbefinden unterstützt.

! **Im Gegensatz** zu herkömmlichem Licht in Klassenräumen, welches nur eine statische Lichteinstellung hat, **nutzt** Luna dynamisches Licht, das durch verschiedene Stimmungen die Gesundheit der Kinder und den Unterrichtsablauf unterstützt.

Zielgruppe und Interaktion

Bei der Gestaltung einer gesundheitsfördernden Umgebung sind nicht nur ästhetische und oberflächliche Aspekte von Bedeutung, sondern vielmehr die Bedürfnisse der Nutzer, sowie klare Gestaltungsziele. Im Falle eines Klassenzimmers gibt es zwei Zielgruppen: **Lehrer und Schüler**.

Lehrer sind Wissensvermittler und Bezugspersonen für die Schulkinder. Sie benötigen eine Umgebung, die ihre Lehrmethoden unterstützt und eine ruhige, angenehme Atmosphäre schafft. Schüler hingegen sind aktiv Lernende in ihrer Entwicklungsphase. Sie benötigen optimale Voraussetzungen für das Aufnehmen und Verarbeiten von Informationen während des Unterrichts, sowie für individuelles Arbeiten und soziale Interaktion. (Rechtschaffen, D., 2018)

Die Interaktionen im Klassenzimmer sind von gegenseitigem Austausch, gemeinsamem Lernen und sozialer Verbundenheit geprägt. Die Kommunikation zwischen Lehrern und ihren Schülern ist eine grundlegende Voraussetzung für erfolgreichen Unterricht. Das gilt auch für die Interaktionen unter den Schülerinnen und Schülern selbst. (Johnson, R. T., & Johnson, D. W., 1985)

Luna soll die Beziehung aller Beteiligten im Klassenzimmer untereinander unterstützen und die Rahmenbedingungen für erfolgreiche Interaktionen im Unterricht verbessern.

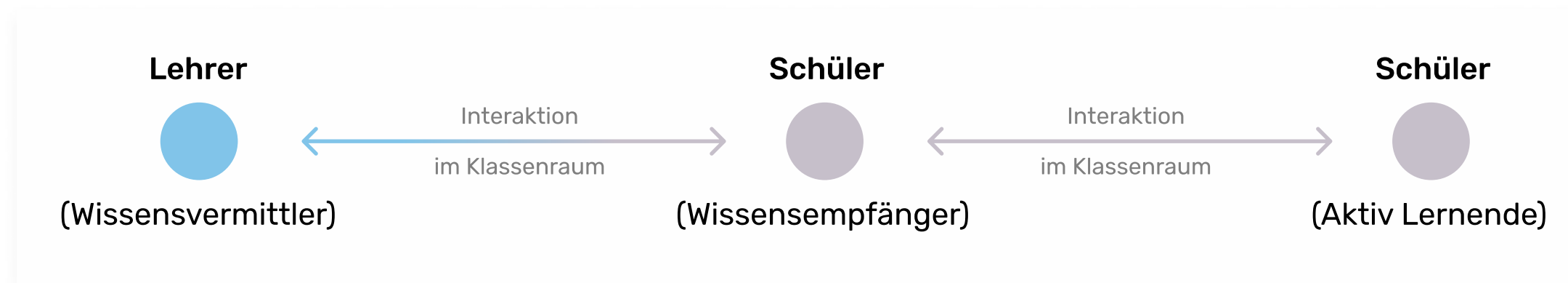
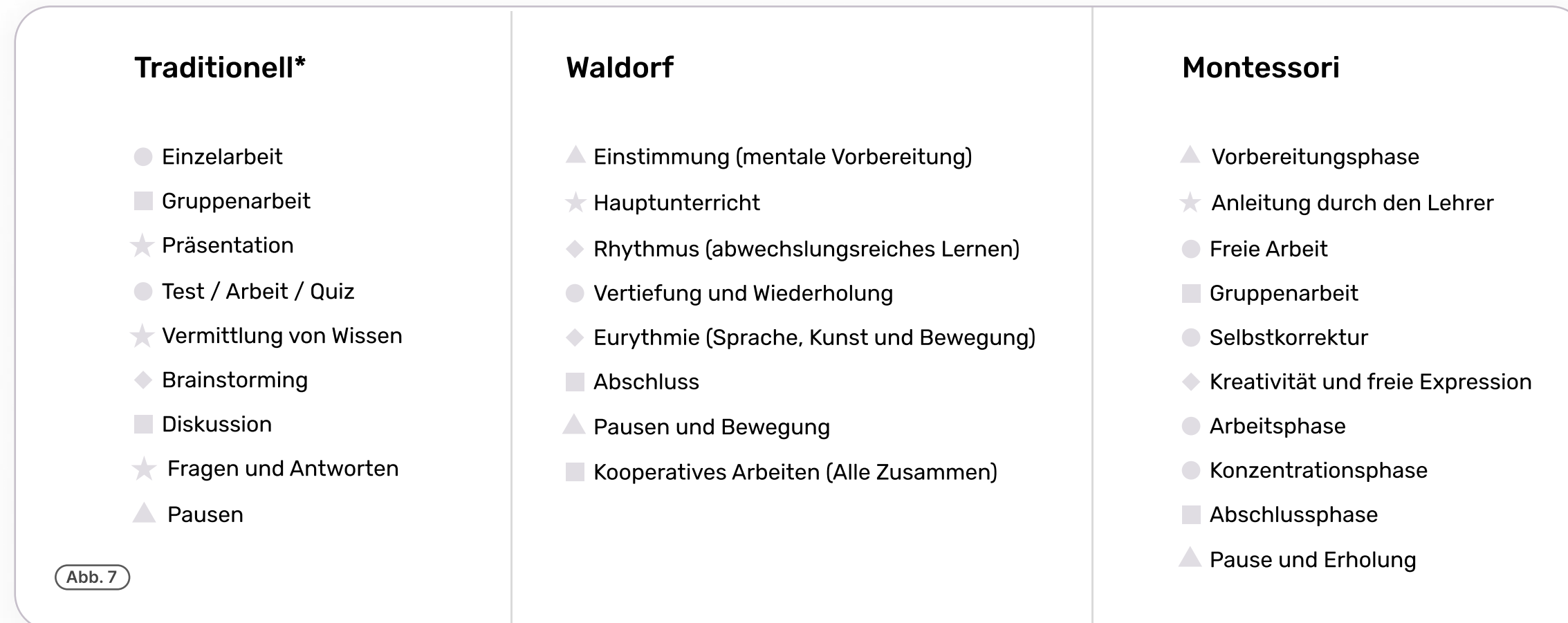


Abb. 6 Lehrer und Schüler führen eine **wechselseitige Beziehung**, die auf Kommunikation und gemeinsamem Lernen basiert.

Szenario: Unterricht

Während des Unterrichts kommen verschiedene Arbeitsmethoden und Aktivitäten zum Einsatz. Diese unterstützen das Lernerlebnis und zeichnen sich durch klare Abläufe und definierte Ziele aus. Am Anfang des Konzepts habe ich mich daher intensiv mit bekannten Unterrichtsmethoden und den individuellen Anforderungen von Lehrern und Schülern währenddessen auseinandergesetzt. (Abb. 7) (Stephenson, S. M., 2017)

*Mit "Traditionell" sind in der Regel konventionelle Unterrichtsansätze gemeint, die sich an etablierten Lehrmethoden und Lehrplänen orientieren.



Anforderungen und Bedürfnisse

3

Unterrichtsmethoden, die ähnliche Ziele und Bedürfnisse aufweisen, wurden in 5 universelle "Phasen" zusammengefasst. (Abb. 8)

Durch die Kategorisierung der Unterrichtsphasen wurde deutlich, dass eine optimale Lernumgebung während des Unterrichts variiert. Je nach Phase benötigen Lehrer und Schüler ein anderes Ambiente.

*Diese Phasen und die Bedürfnisse von Lehrern und Schülern (Abb. 8) währenddessen bilden die Grundlage für die weitere Entwicklung des Systems.

■ Interaktionsphase

- Kommunikation
- Kollaboration
- Aufgeschlossenheit

▲ Pause / Freizeit

- Erholung
- Entspannung

★ Vermittlung von Wissen

- Konzentration
- Aufmerksamkeit
- Ruhe

● Individuelles Arbeiten

- Ruhe
- Konzentration
- Selbstständigkeit

◆ Kreatives Denken

- Inspiration
- Freiheit
- Offenheit

Abb. 8 Unterrichtsphasen zu 5 Überkategorien gruppiert*

Als nächstes stellte sich die Frage, wie ein optimales Ambiente für die einzelnen Phasen des Unterrichts gestaltet werden muss. Die folgenden Lichtparameter spielen eine entscheidende Rolle bei der allgemeinen Gestaltung und Anwendung von Licht, um eine wirksame Lichtstimmung zu erzeugen:

Helligkeit

Die Helligkeit wird gemessen in Lux (lx).
10.000 lx entspricht einem schattigen, dunkleren Ort.
100.000 lx hingegen ist ein heller Sommertag.

Temperatur

Die Lichttemperatur wird gemessen in Kelvin (K).
2700 Kelvin entsprechen warmem, orangenem Licht.
5000 Kelvin stehen für kaltes, blaues Licht.

Farbe

Moderne LEDs können auch komplexe Farben anzeigen, indem sie ein rotes, grünes und blaues (RGB) Licht besitzen, dessen Intensitäten individuell gesteuert werden.

Direkt / Indirekt

Direktes Licht strahlt direkt von der Lichtquelle aus ins Auge und erzeugt klare Schatten in der Umgebung. Indirektes Licht wird von Oberflächen reflektiert, ist nicht direkt sichtbar und erzeugt weiche Schatten.

Dynamisch / Statisch

Dynamisches Licht kann in Intensität, Farbe oder Position verändert werden und ermöglicht eine anpassbare Beleuchtung. Statisches Licht bleibt konstant und verändert sich nicht.

Diffuse / Gebündelt

Diffuses Licht wird gleichmäßig in viele Richtungen gestreut und erzeugt so weiche, weniger starke Schatten. Gebündeltes Licht hingegen wird in eine bestimmte Richtung gelenkt und erzeugt dadurch fokussierte, klar definierte Schatten.

Unterstützende Farben

3

Farben außerhalb der Farbtemperatur (Orange - Blau) sind für Luna eine zusätzliche Möglichkeit, um die Stimmung im Unterricht positiv zu beeinflussen. Farben ermöglichen es die Emotionen und das Verhalten zu beeinflussen (Buether, A., 2020). In diesem Zusammenhang sind sie ein wertvolles Werkzeug, um das Erlebnis im Klassenzimmer auf ein neues Niveau zu heben.

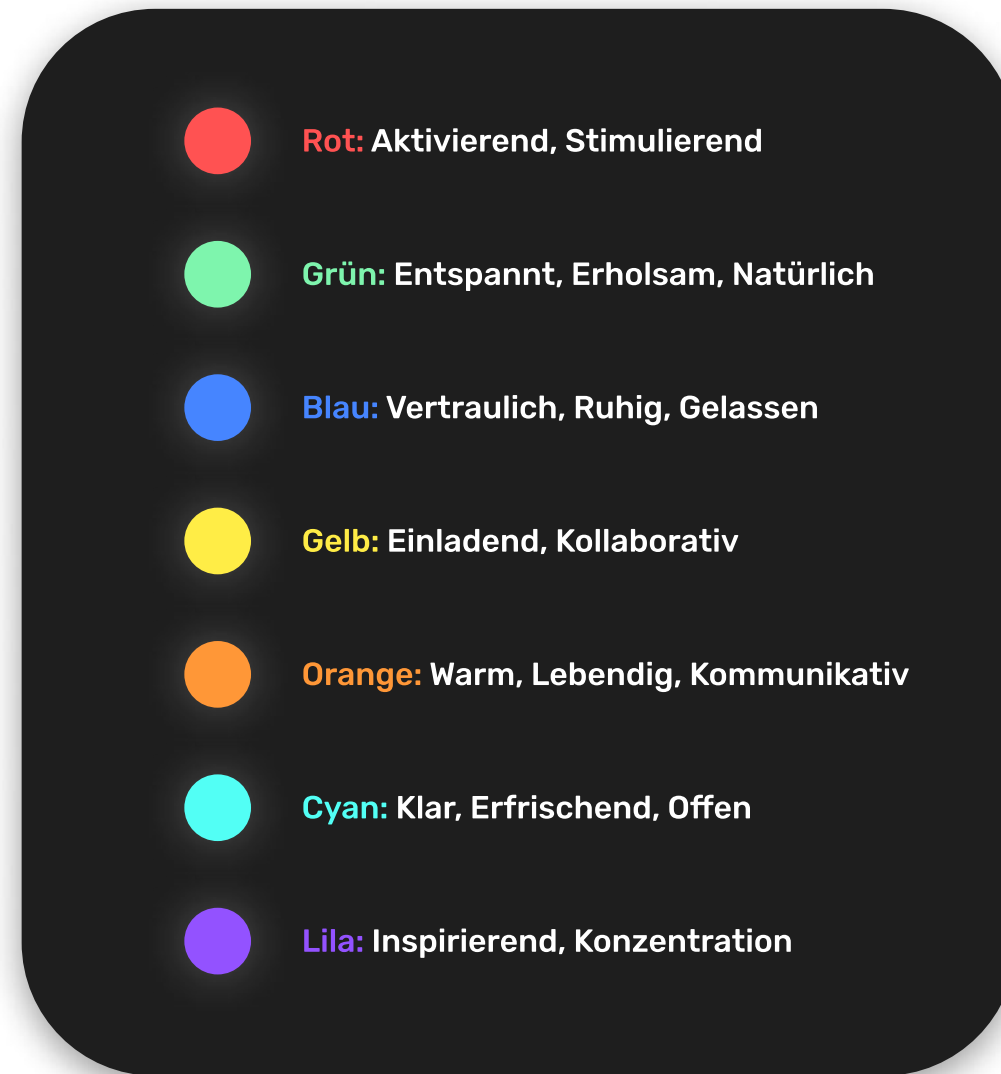


Abb. 9

Grundlegende Tonkonzepte

3

Da Luna eine Kombination aus Licht und Ton nutzt, um die Umgebung zu beeinflussen, sind auch die Klangparameter eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung von Luna:

Lautstärke

Die Lautstärke wird in Dezibel (dB) gemessen und gibt an wie stark ein Klang wahrgenommen wird. Ein Flüstern erreicht ungefähr 30 Dezibel, im Gegensatz dazu liegt ein normales Gespräch bei etwa 60 Dezibel.

Tonhöhe

Die Tonhöhe wird in Hertz (Hz) gemessen. Niedrigere Frequenzen erzeugen tiefere Töne, während höhere Frequenzen auch zu höheren Tönen führen.

Richtung

Ein Klang kann aus einer gezielten Richtung kommen oder im Raum breit verteilt werden. Eine klare Richtung erzeugt einen fokussierten Klang, während eine diffuse Verteilung einen breiteren Klang erzeugt.

Klangfarbe

Die Klangfarbe beschreibt den charakteristischen Klang eines Tons und wird durch die Obertöne bestimmt. Ein reicher Klang hat viele Obertöne, während ein einfacher Klang wenige Obertöne hat.

Dynamik

Die Dynamik beschreibt die Bandbreite zwischen leisen und lauten Tönen. Ein großer Dynamikbereich kann emotional ansprechend sein, während ein kleinerer Bereich gleichmäßiger klingt.

Rhythmus

Der Rhythmus beschreibt das zeitliche Muster der Töne. Schnelle Rhythmen erzeugen ein aufregendes Gefühl, während langsame Rhythmen eine entspannte Stimmung erzeugen können.

Anforderungen an Luna

3

Zwischenfazit

Für die Implementierung eines vollständig dynamischen Lichtsystems im Klassenraum sind flexible Einstellungen aller Lichtparameter erforderlich. Dies erfordert verschiedene Arten von Lichtquellen in der Umgebung, wie zum Beispiel indirekte und direkte Lichtquellen.

Jede Art hat dabei ihre spezifische Funktion und wird je nach Bedarf aktiviert. Während in Einzelarbeitsphasen eine direkte Lichtquelle von oben die Arbeitsfläche optimal ist, sollte bei Interaktionsphasen eine indirekte Lichtquelle verwendet werden.

1. Die Interaktionsphase

4

Eine **Interaktionsphase** (Abb. 10) im Unterricht, wie zum Beispiel Gruppenarbeit, erfordert ein Ambiente, dass die Kommunikation, Kollaboration und Aufgeschlossenheit der Schüler und Lehrer unterstützt. Optimale Lichteinstellungen für ein solches Ambiente sind:

- **Indirektes Umgebungslicht:** Indirektes Licht erzeugt eine weiche, diffuse Beleuchtung. So werden Ablenkungen minimiert und eine entspannte Stimmung erzeugt. (Mayeda, A, et al., 1998)
- **Angemessene Helligkeit:** Weder zu grell noch zu dunkel, 300 bis 500 Lux ist ideal für eine klare Sicht und ermöglicht eine offene, kommunikative Atmosphäre.
- **Warme Lichttemperatur:** Licht im Bereich von 2700 bis 3500 Kelvin (Warmweiß bis Neutralweiß) wirkt entspannend und erzeugt ein einladendes Ambiente. (Knez, I., 1995) (Abb. 11)
- **Dynamisches Licht:** Eine dynamische Lichtstimmung, die sanfte Farbverläufe erzeugt, wirkt anregend und aktivierend.

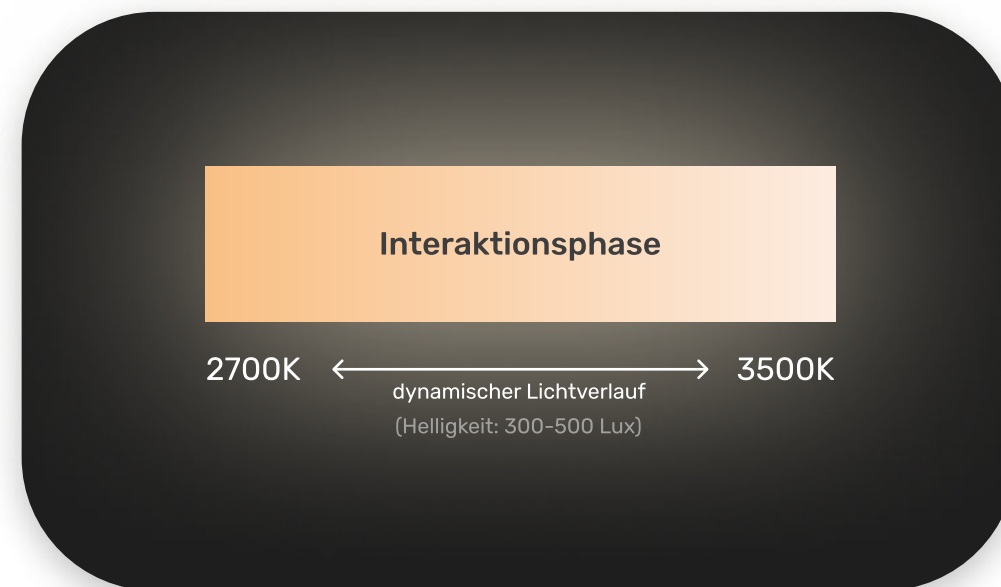


Abb. 10

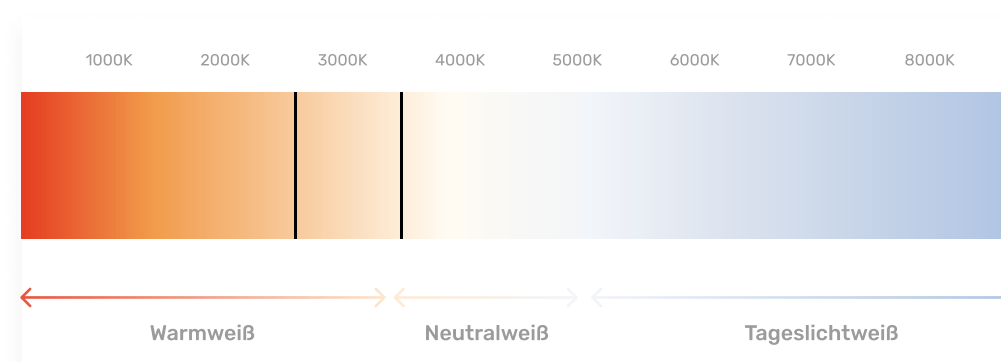


Abb. 11

2. Individuelles Arbeiten

Individuelles Arbeiten (Abb. 12), erfordert ein Ambiente, dass die Konzentration und Selbstständigkeit der Schüler unterstützt. Optimale Lichteinstellungen für ein solches Ambiente sind:

- **Direktes Licht:** Eine direkte Beleuchtung von oben auf die Arbeitsfläche ermöglicht ein klare Sicht, um Konzentration und Selbstständigkeit zu fördern.
- **Angemessene Helligkeit:** Eine Helligkeit von etwa 500 bis 700 Lux schafft eine gut ausgeleuchtete Arbeitsumgebung und unterstützt die Augen bei der Arbeit an Aufgaben.
- **Neutrale Lichttemperatur:** Licht im Bereich von 4000 bis 5000 Kelvin (Neutralweiß bis Kaltweiß) fördert die Aufmerksamkeit und Konzentration. (Abb. 13)
- **Statisches Licht:** Statische Beleuchtung ohne große Veränderungen in Intensität oder Farbe schafft eine ruhige und konstante Atmosphäre, die das konzentrierte Arbeiten unterstützt.

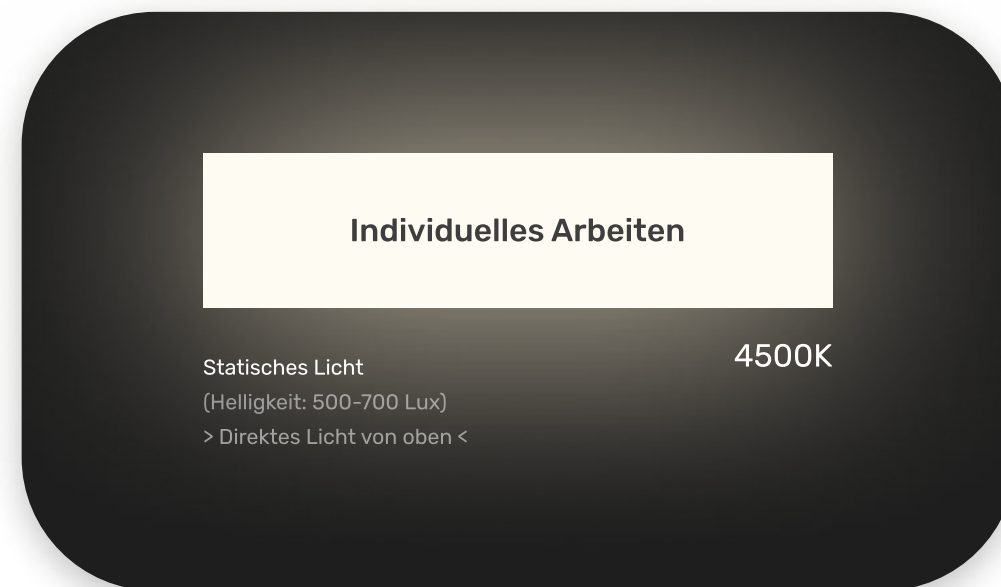


Abb. 12

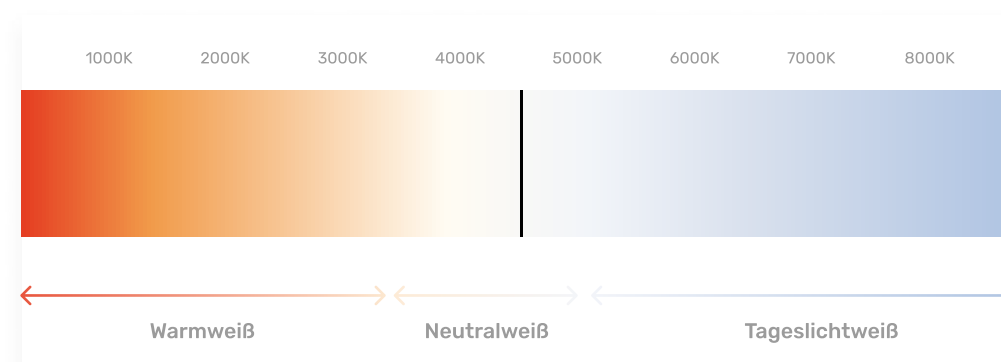


Abb. 13

3. Pause

Eine **Pause** (Abb. 14) während dem Unterricht soll die Erholung und Entspannung der Schüler und Lehrer unterstützen. Optimale Lichteinstellungen für ein solches Ambiente sind:

- **Sanftes diffuses Umgebungslicht:** Eine weiche, gleichmäßige Ausleuchtung schafft eine entspannende Atmosphäre und fördert Erholung.
- **Gedämpfte Helligkeit:** Eine reduzierte Helligkeit von etwa 100 bis 200 Lux schafft eine angenehme, beruhigende Umgebung, die mentale Erholung ermöglicht.
- **Warme Lichttemperatur:** Licht im Bereich von 2700 bis 3500 Kelvin (Warmweiß bis Neutralweiß) erzeugt eine gemütliche und beruhigende Stimmung, die zur Entspannung beiträgt. (Abb. 15)
- **Statisches Licht:** Eine statische Beleuchtung ohne starke Veränderungen in Intensität oder Farbe unterstützt die Erholung während der Pause.
- **Beruhigende Farben:** Blau oder sanfte Grüntöne können zusätzlich eingesetzt werden, um die entspannende Wirkung zu verstärken.

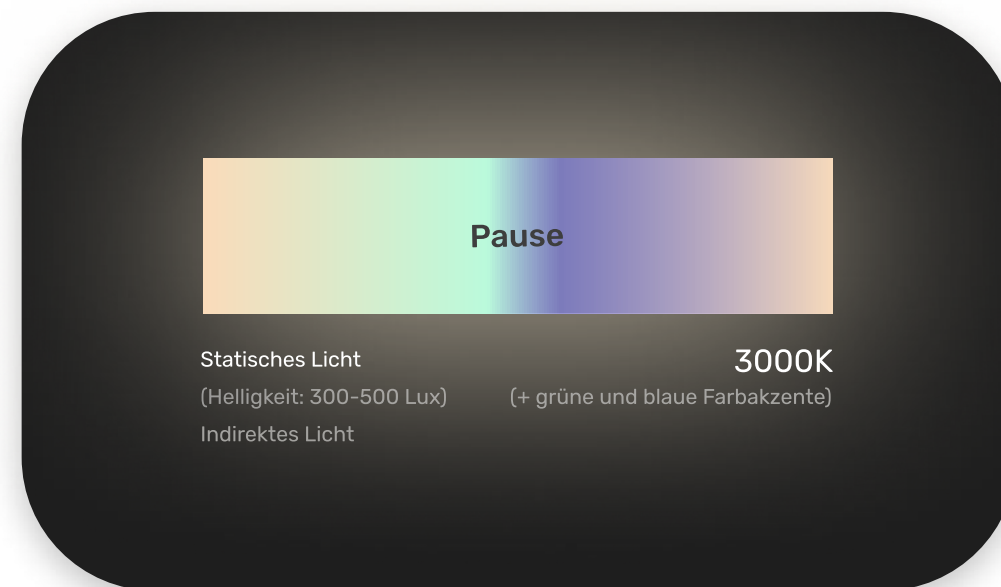


Abb. 14

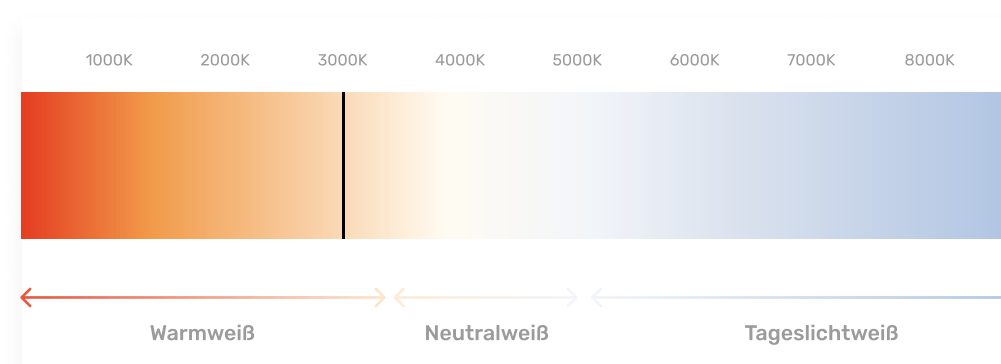


Abb. 15

4. Vermittlung von Wissen

Bei der **Vermittlung von Wissen** (Abb. 16) im Unterricht, wie zum Beispiel einer Präsentation oder frontalem Unterricht, sollten Schüler konzentriert, aufmerksam und ruhig sein. Um dies zu erreichen sind folgende Lichteinstellungen optimal:

- **Direktes Licht:** Um den Fokus auf den Frontalunterricht oder die Präsentation zu lenken, können einzelne Lichtquellen auf den relevanten Bereich des Klassenraums (z.B. Tafel) gerichtet werden.
- **Angemessene Helligkeit:** Eine angenehme Helligkeit von etwa 500 bis 700 Lux kann eine klare Sicht auf den Lehrer oder die Präsentation gewährleisten und eine aufmerksame Atmosphäre schaffen.
- **Kühle Lichttemperatur:** Licht im Bereich von 4000 bis 5000 Kelvin (Neutralweiß bis Tageslichtweiß) kann die Aufmerksamkeit und Wachheit fördern, was besonders für Lehrvorträge oder Präsentationen von Vorteil sein kann. (Abb. 17)
- **Statisches Licht:** kann dazu beitragen, dass die Schüler weniger abgelenkt sind und sich besser auf den Unterrichtsinhalt konzentrieren können.

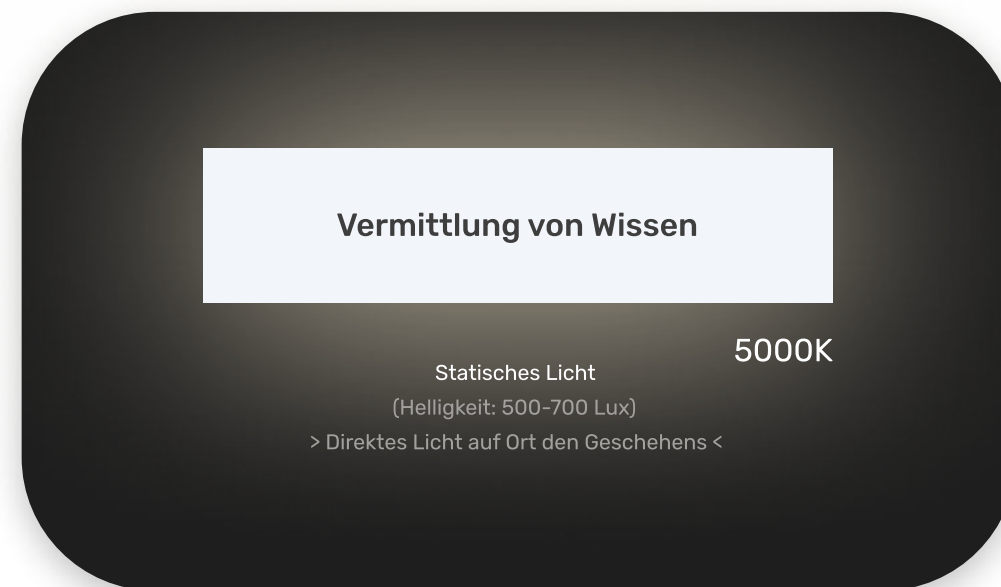


Abb. 16

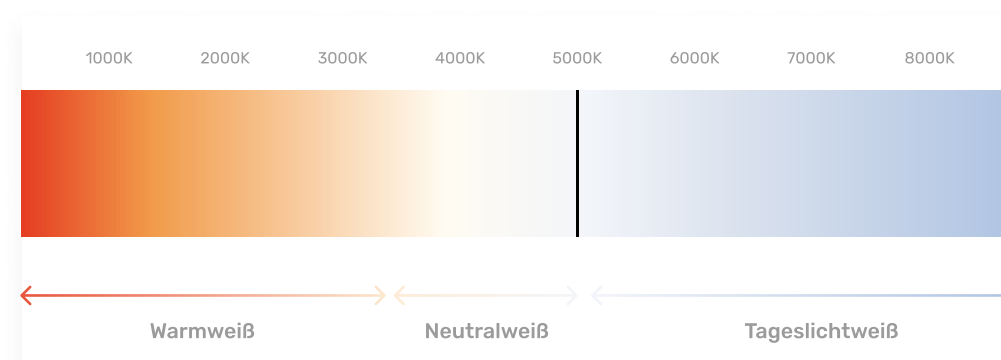


Abb. 17

5. Kreatives Denken

In Phasen des **kreativen Denkens** (Abb. 18), wo Schüler dazu ermutigt werden, innovative Ideen zu entwickeln, ist eine Lichtgestaltung von Bedeutung, die die Gedankenflüsse anregt und die Inspiration fördert. Geeignete Lichteinstellungen könnten sein:

- **Direktes & indirektes Licht:** Um die Umgebung insgesamt aufzuhellen und eine angenehme Atmosphäre zu schaffen, wird indirektes Licht genutzt. Um eine gezielte Beleuchtung auf die Arbeitsflächen zu ermöglichen, wo kreative Aktivitäten stattfinden, wird direktes Licht genutzt.
- **Höhere Helligkeit:** Eine erhöhte Lichtintensität von etwa 500 bis 800 Lux fördert Wachsamkeit und Kreativität, indem sie die Energie der Schüler erhöht.
- **Neutrale - kalte Lichttemperatur:** Licht im Bereich von 4000 bis 5000 Kelvin (Neutralweiß bis Tageslichtweiß) wirkt erfrischend und unterstützt die Konzentration bei kreativen Aufgaben. (Abb. 19)
- **Dynamisches Licht:** Ein sanfter Wechsel zwischen verschiedenen Farben oder Lichtintensitäten kann den kreativen Prozess anregen, indem es visuelles Interesse weckt und den Gedankenfluss fördert.

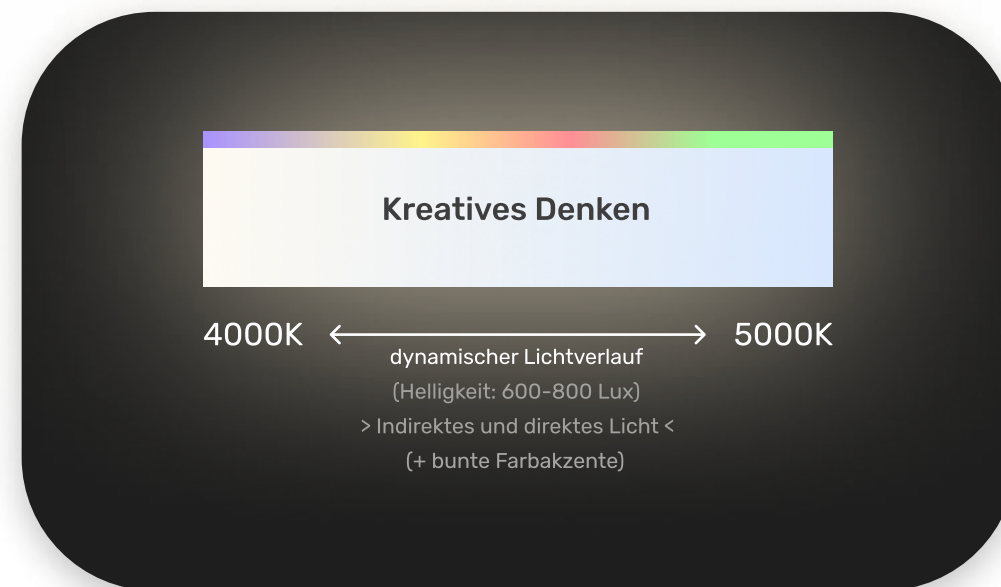


Abb. 18

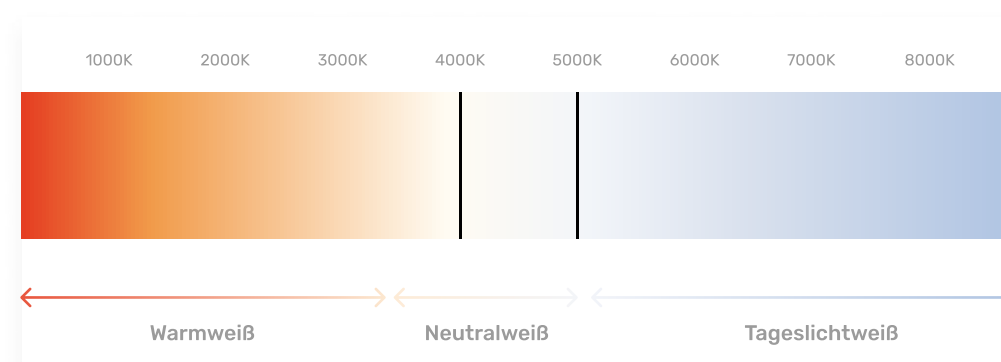


Abb. 19

Standby

Licht beeinflusst den menschlichen biologischen Rhythmus, insbesondere das natürliche Tageslicht. Es reguliert den menschlichen Schlaf-Wach-Zyklus und beeinflusst wichtige Funktionen des Körpers wie Stoffwechsel, Hormonproduktion und Aufmerksamkeit. Luna nutzt dieses Wissen, um den Schulalltag gesundheitsfördernd zu gestalten. Wenn Luna eingeschaltet wird, simuliert das System im "Standby Modus" das natürliche Sonnenlicht. (Abb 20) Dieses ändert sich im Verlauf des Tages, von einem kühleren Licht beim Sonnenaufgang zu einem wärmeren Licht am Tagesende. Dieser Modus unterstützt den biologischen Rhythmus und kann beispielsweise in Unterrichtsstunden ohne Luna verwendet werden. Es ist das voreingestellte Licht des Systems und außerdem eine Lichtphase die immer wieder erscheint wenn eine Phase von Luna vorbei ist.

Die Nachbildung des natürlichen Lichtverlaufs basiert auf dem wissenschaftlichen Ansatz "Human Centric Light" (Abb. 21) welcher verdeutlicht, dass ein natürlicher Lichtverlauf im Alltag sich positiv auf die biologische Uhr und das Wohlbefinden auswirkt. (Walerczyk, S., 2012) Diese Funktion des Systems kann besonders wertvoll werden, für Orte die nicht genügend Tageslicht bekommen.

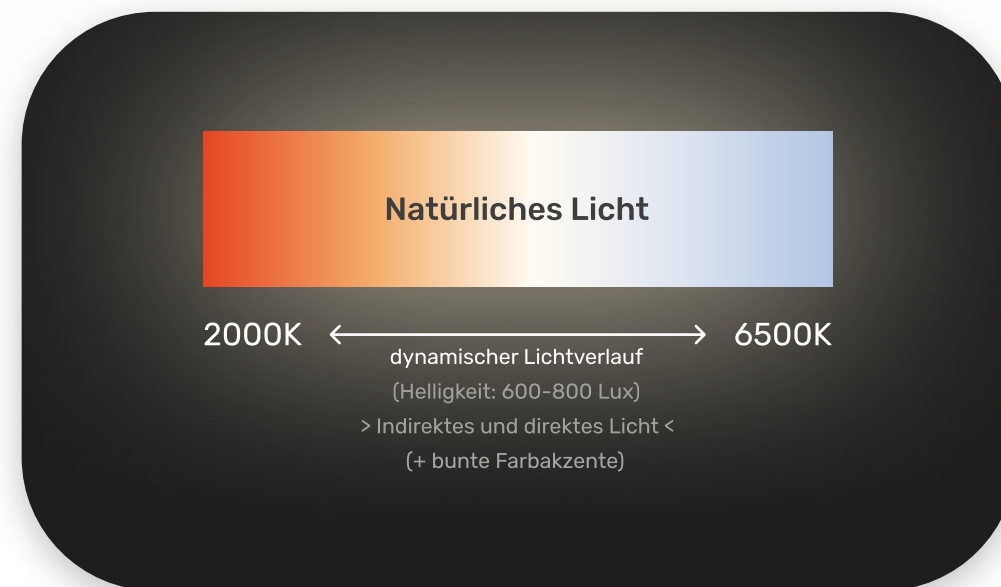


Abb. 20

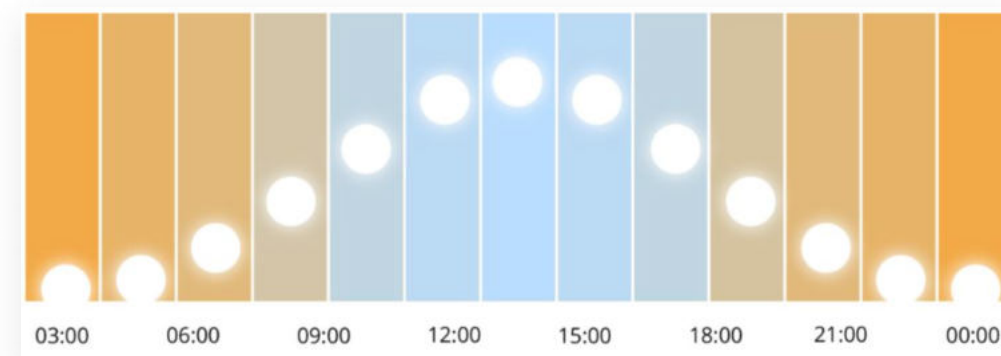


Abb. 21

UI-Design

Lehrer sind verantwortlich für die Gestaltung und Organisation des Unterrichts, während Schüler hauptsächlich lernen und teilnehmen. Aufgrund dieser Rollenverteilung wurde beschlossen, dass Lehrer die primäre Nutzergruppe für das System sind. Ein geeigneter Ort für die Bedienung des Systems wäre folglich das Lehrerpult. An diesem Ort müssen die folgenden Interaktionen möglich sein:

● System aktivieren

Um den Unterricht Unterrichtsbeginn zu signalisieren können Lehrer das System über ein Interface einschalten.

● Lichtphase auswählen

Eine Übersicht der Lichtphasen von Luna wird angezeigt und der Lehrer kann überlegen was sein Ziel ist.

● Lichtphase starten

Der Lehrer kann zu jedem Zeitpunkt eine Phase starten, solange das System aktiv ist.

● Phasendauer festlegen

Sobald eine Phase aktiviert wurde, kann eine Dauer eingestellt werden. Wenn diese Zeit vorbei ist, endet auch die Lichtphase.

● Phase beenden

Lehrer benötigen die volle Kontrolle über den Unterrichtsablauf. Um dies zu erreichen, können Phasen auch jederzeit abgebrochen werden.

Wenn eine Phase natürlich endet, verblasst das Licht zurück in den "Standby" Modus .

● Phasen konfigurieren

Da die Rahmenbedingungen in Klassenzimmern verschieden sind, können die Lichtphasen in einem vorgegebenen Rahmen bearbeitet und angepasst werden.

● System de-aktivieren

Zum Unterrichtende können Lehrer das System ausschalten und so das Ende des Unterrichts signalisieren.

Bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche des Systems standen vor allem die Bedürfnisse und Anforderungen von Lehrern während des Unterrichts im Fokus. Es ist essenziell, dass während der Nutzung alle Informationen intuitiv verständlich sind. Hierbei spielt eine klare Kommunikation eine entscheidende Rolle, daher wurden die fünf Phasen von Luna in intuitiv verständliche Titel umgewandelt:

Präsentation (Vermittlung von Wissen)

Einzelarbeit (Individuelles Arbeiten)

Entspannung (Pause)

Kreativität (Kreatives Denken)

Interaktion (Interaktionsphase)

Die Entscheidung zwischen einer digitalen und analogen Benutzeroberfläche erforderte einige Überlegungen. Analoge Oberflächen ermöglichen eine physische Interaktion und ein haptisches Feedback, was oft als intuitiv und natürlich empfunden wird. Jedoch sind sie weniger flexibel bei komplexen Einstellungen oder Steuerungsoptionen.

Digitale Benutzeroberflächen bieten hingegen eine breite Palette von Funktionen und Optionen, was besonders relevant ist, wenn das System komplexe Einstellungen und Steuerungsmöglichkeiten benötigt.

Da Luna dem Nutzer detaillierte Lichteinstellungen ermöglichen soll, wurde sich für eine **digitale Benutzeroberfläche** entschieden. Ein weiterer Vorteil dieser Entscheidung ist auch die Flexibilität, da ein digitales Interface im Klassenraum transportiert werden kann und eine einfache Möglichkeit für Updates ermöglicht. Die Wahl fiel schließlich auf eine Tablet-Software als genaue Schnittstelle. Die großzügige Bildschirmgröße eines ermöglicht eine leicht verständliche Bedienung und klare Lesbarkeit im Unterricht. Besonders vorteilhaft ist die Mobilität der Tablets, die eine flexible Nutzung im Klassenzimmer gewährleistet. Zudem sind Tablets in vielen Schulen bereits vorhanden, was die Integration von Luna erleichtert und den Lehrern eine vertraute Plattform bietet.

App starten

5

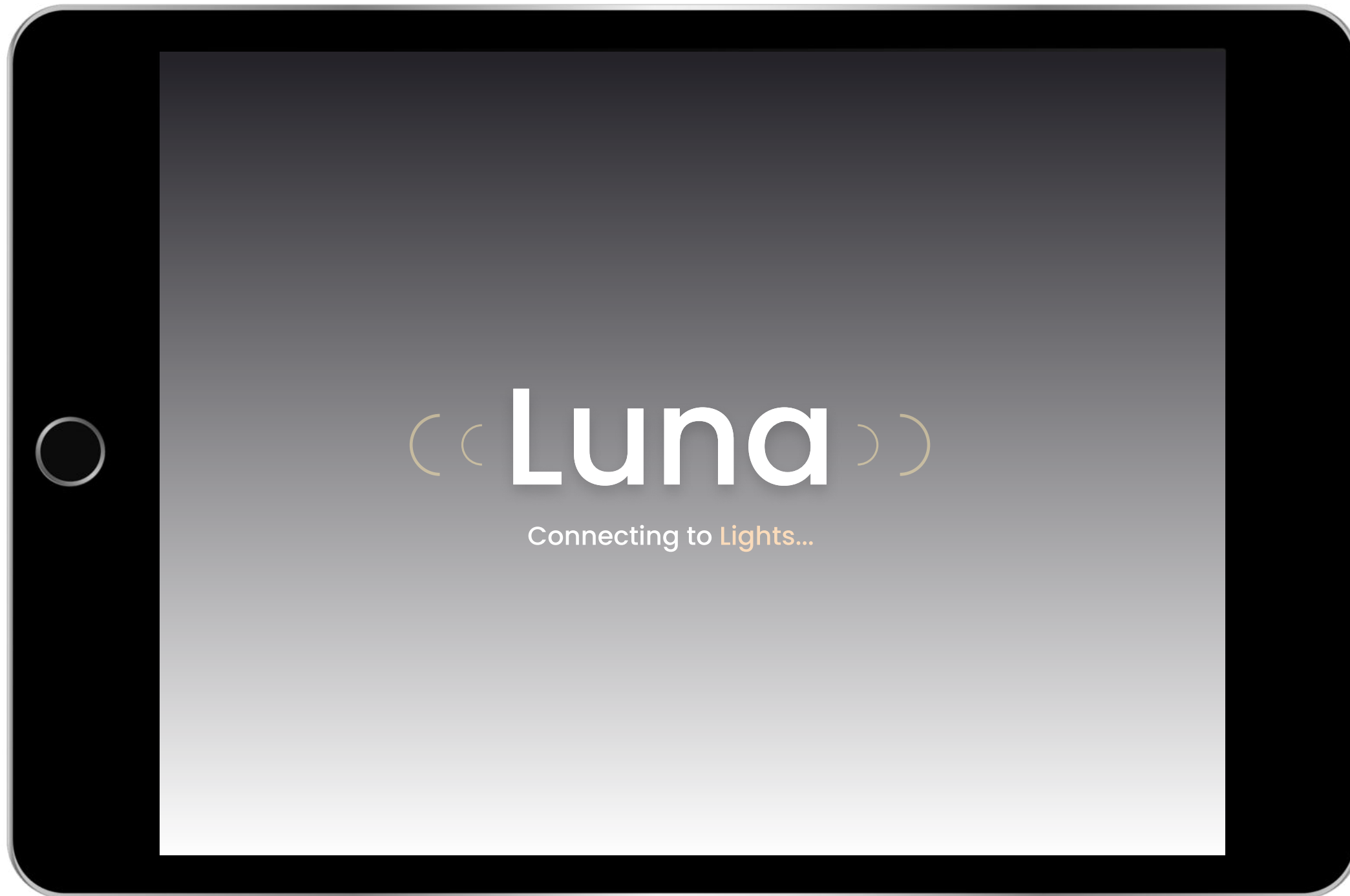


Abb. 22 Beim Starten der App, sucht Luna nach dem System und verbindet sich.

System aktivieren

5



*Affordance Idee: Eine Animation, wo das Seil auf sich aufmerksam macht, z.B leichtes Wackeln ("zieh mich").

Abb. 23 Wenn das System verbunden ist, kann der Nutzer das Licht aktivieren.
Beim Aktivieren wird der Standby Lichtmodus aktiv (Human Centric Light / Natürliches Licht).

Lichtphase aktivieren

5

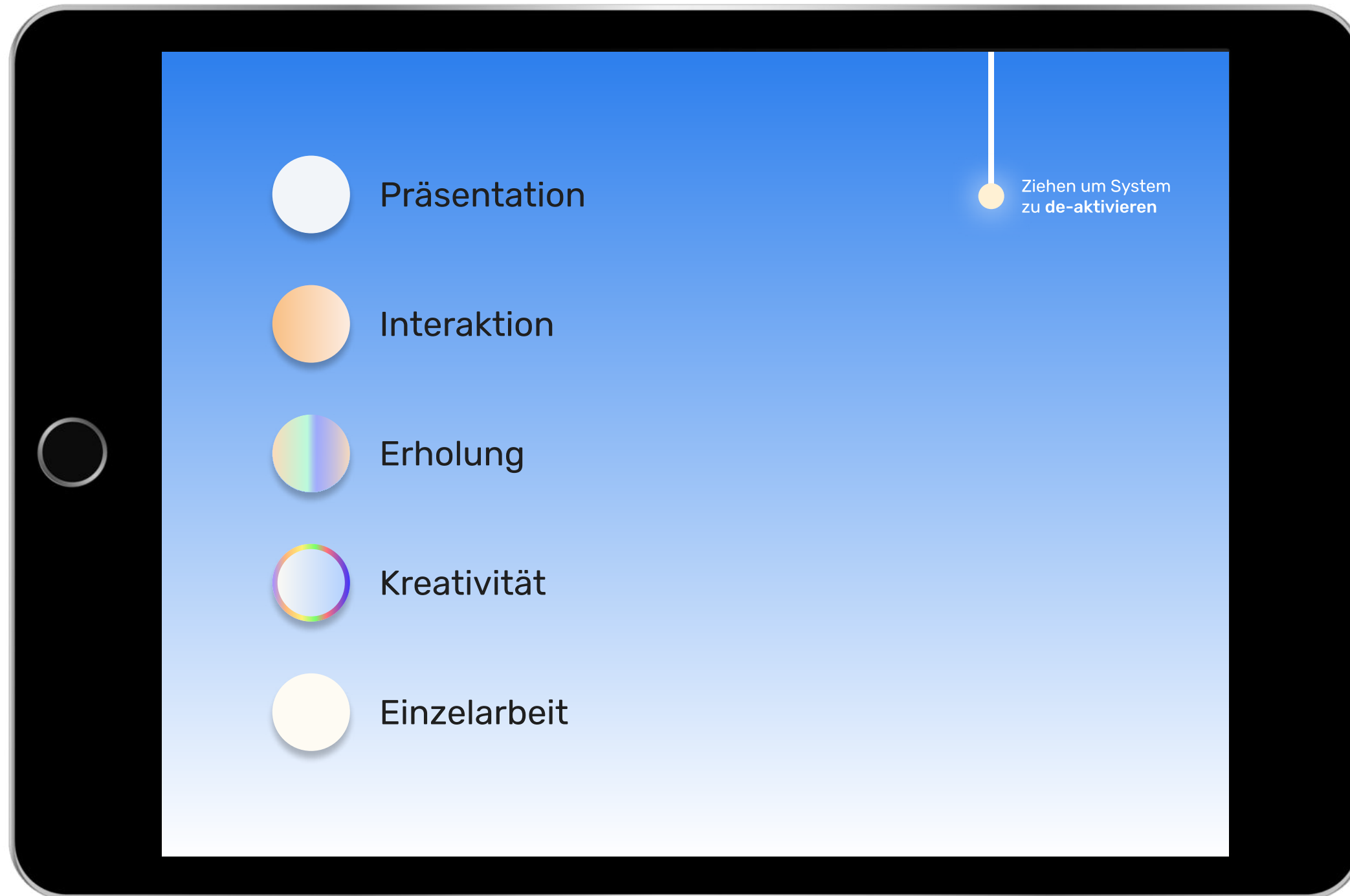


Abb. 24 Wenn das System aktiv ist, kann durch Klicken eine Lichtphase aus der Übersicht aktiviert werden.

Lichtphase einstellen

5

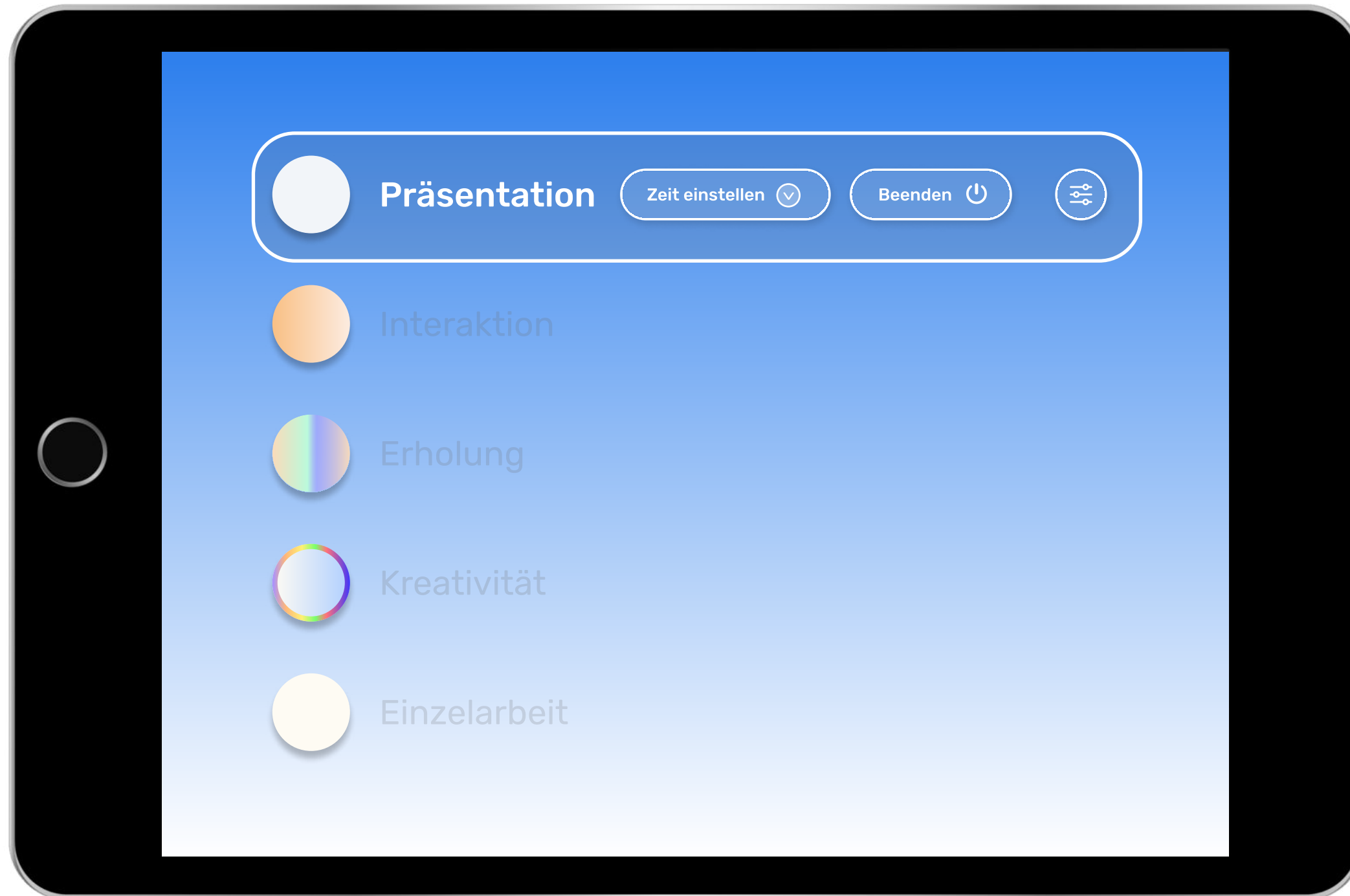


Abb. 25 Wenn eine Lichtphase aktiv ist, kann eine Zeitspanne festgelegt werden, nach der die Phase automatisch beendet wird. Am Ende einer Phase verblasst das Licht zurück in den Standby-Mode. Außerdem kann die aktive Phase jederzeit beendet oder konfiguriert werden.

Timer

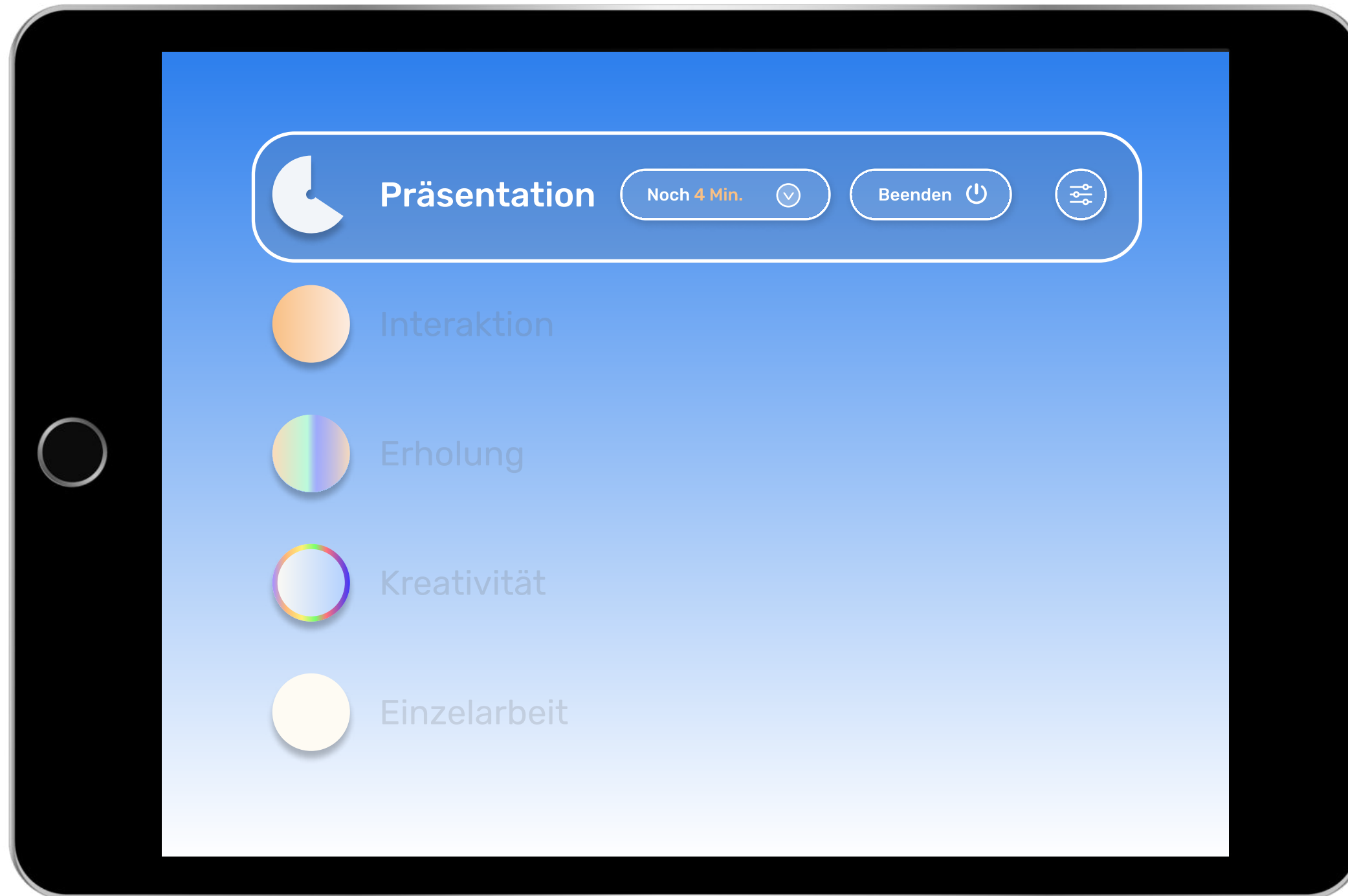


Abb. 26 Wenn eine zeitliche Beschränkung eingestellt wurde, wird anschließend die restliche Dauer der Phase angezeigt. Es gibt weiterhin die Möglichkeit Lichteinstellungen vorzunehmen oder die Phase frühzeitig zu beenden.

Einstellungen

5

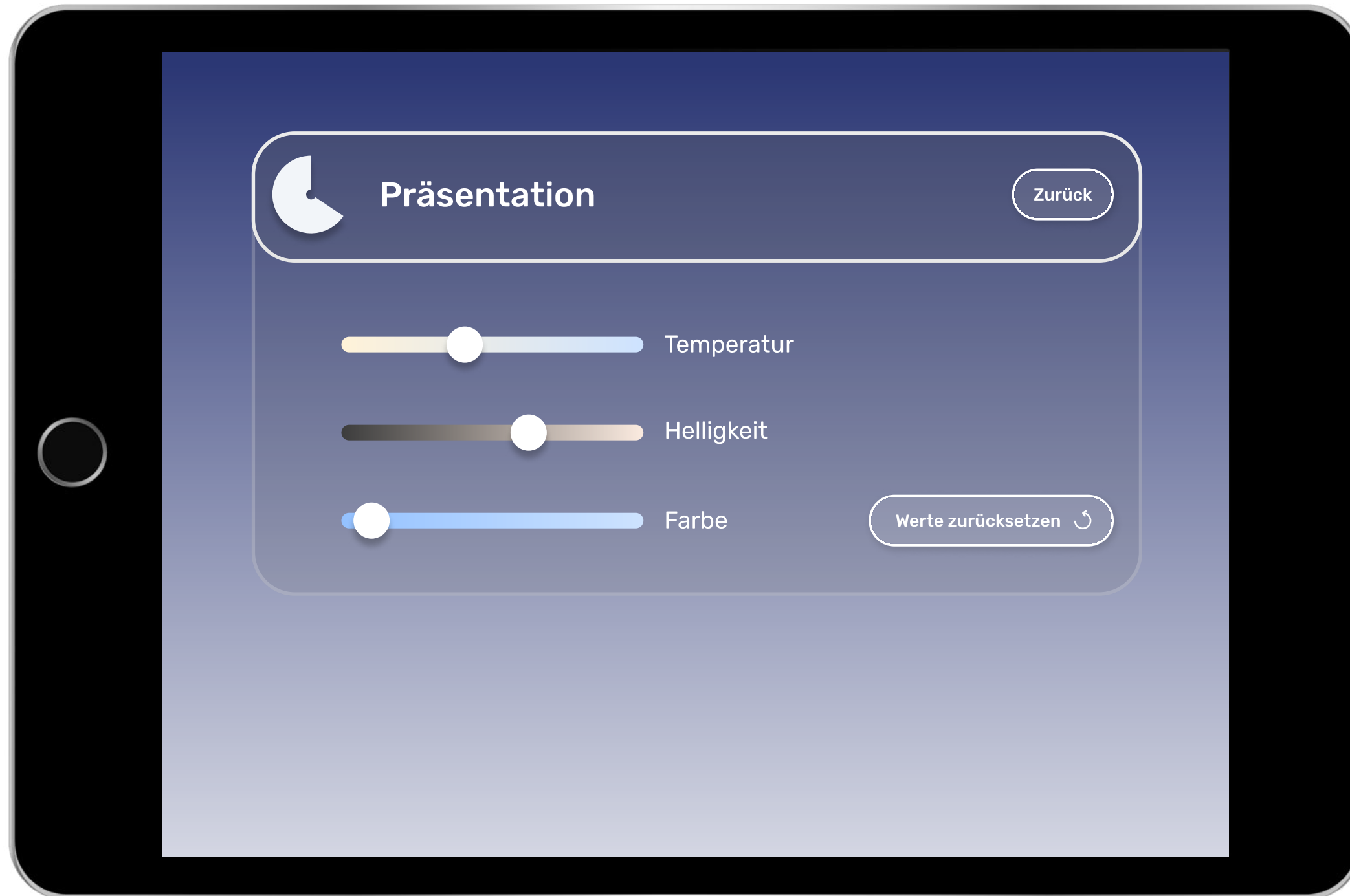


Abb. 27 In den Einstellungen können Lichtphasen in einem vorgegebenen Rahmen bearbeitet und angepasst werden.

Phase wechseln

5



Abb. 28 Eine aktive Phase kann jederzeit geändert werden. Wenn eine andere Phase angeklickt wird, wechselt die Lichtstimmung mit leichter Verzögerung und die neue Phase beginnt. Durch die leichte Verzögerung und einen langsamen Farbwechsel, können Fehlentscheidungen des Nutzers rechtzeitig korrigiert werden, ohne den Unterricht zu stören.

Ende einer Lichtphase

5

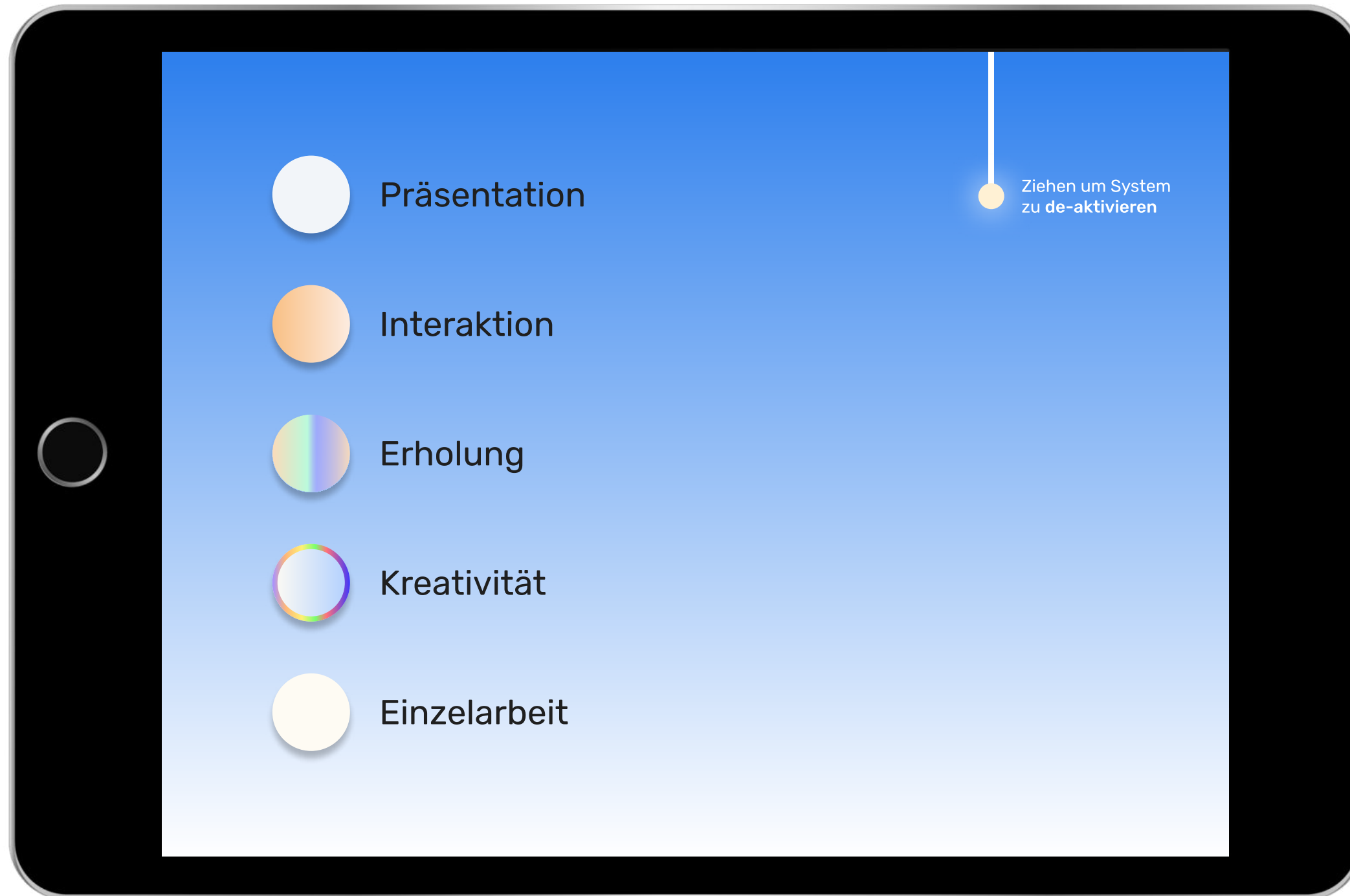


Abb. 29 Wenn eine Phase abgebrochen oder beendet wird, verblasst das Licht im Klassenzimmer zurück in den "Standby Modus". Die Einstellungen verschwinden und es wird wieder das Hauptmenü angezeigt. Hier kann das System auch wieder komplett de-aktiviert werden.

App Icon Abb. 30

5



→ bessere Sichtbarkeit

Details zur User Experience

5

Nutzerzentriertes Design

Das User-Interface wurde so einfach und verständlich wie möglich gestaltet, damit die Nutzung so wenig Bildschirmzeit wie möglich erfordert. So kann der Lehrer sich auf den Unterricht konzentrieren und wird nicht von dem System abgelenkt.

Entwicklungsprozess

Die verschiedenen Screens der App durchliefen während der Entwicklung mehrere User-Tests und Iterationen. So konnte die Verständlichkeit des Systems verbessert werden.

Interaktion und Haptik

Wenn das System verbunden ist, kann das Licht durch ein Ziehen an der Schnur aktiviert werden. Diese Interaktion wurde gezielt gewählt, um den Nutzer zu einer bewussten Entscheidung anzuregen, da die Aktivierung des Systems eine bedeutsame Veränderung des Ambientes hervorruft. Der Akt des Seilziehens vermittelt zudem ein haptisches Feedback und involviert den Nutzer aktiv in den Prozess.

Licht-Einstellungen

Die Einstellungen des Systems wurden so gestaltet, dass Lehrer nur in einem vorgegebenen Rahmen das Licht bearbeiten können. Die Phasen sind bewusst festgelegt, um ihre gesundheitsfördernde Wirkung zu gewährleisten.

Freiheit

Um Lehrern maximale Freiheit bei der Gestaltung des Unterrichts zu bieten, wurde darauf geachtet, dass die Navigation zu jedem Zeitpunkt direkt und einfach funktioniert. Deshalb können Phasen jederzeit beendet oder gewechselt werden.

Sanfte Übergänge

Wenn eine Phase endet oder gewechselt wird, gibt es keinen abrupten Abbruch, sondern einen sanften, leicht zeitversetzten Übergang des Lichts. So wird ein reibungsloser Unterrichtsablauf ohne Ablenkungen ermöglicht.

Flexibilität

Am Lehrerpult ist eine Halterung für das Tablet vorhanden, die gleichzeitig als Ladestation dient. Das Tablet kann jeder Zeit aus der Halterung genommen und mobil genutzt werden.

Technik

Um das System technisch umzusetzen, recherchierte ich zunächst den aktuellen Stand der Technologie im Bereich der Umgebungsbeleuchtung. Dabei stieß ich auf interessante Ansätze und Methoden, die bereits aktiv angewendet werden.

Airbus LED Flugzeugausstattung

Der Flugzeughersteller Airbus verwendet dynamisches LED Licht, um das Wohlbefinden der Passagiere während des Fluges zu unterstützen. (Q1)

MINI Ambient Lights

Die Automarke Mini verbaut in ihren neuen Modellen ein LED-Lichtsystem, das Nutzern erlaubt die Stimmung während der Fahrt zu verändern. Das Licht kann außerdem Rückmeldung über das Fahrerverhalten geben. (Q2)

Dreamliner Windows (Dimmable Windows)

Das Flugzeug Model Boeing 787, auch "Dreamliner" genannt, verfügt über dimmbare Fensterscheiben, die es den Passagieren ermöglichen, die Lichteinstrahlung nach ihren Bedürfnissen anzupassen. (Q3)

Nanoleafs

Die "LED-Panels" von Nanoleaf sind dynamische LED Lichter für Zuhause. Sie bestehen aus mehreren Teilen, die an jedem Ort platziert werden können. Außerdem lassen sie sich einfach über eine App bedienen. (Q4)

Philips Hue Smart LEDs

Die "Smart Lights" von Philipps Hue sind bekannte dynamische LEDs in verschiedenen Ausführungen (LED-Stripes, Lampen, Glühbirnen) Sie gehören zu der Gruppe von Lichtern, die sich unter Anderem durch Sprachassistenten steuern lassen. (Q5)

Durch die Recherche ist deutlich geworden, dass der aktuelle Markt für LEDs sehr modern ist und bereits zahlreiche Möglichkeiten zur Anwendung bietet.

¹ <https://aircraft.airbus.com/en/aircraft/airspace-cabin/airspace-ambience>

² https://www.mini.co.uk/en_GB/home/why-mini/heritage-and-design.html

³ <https://simpleflying.com/boeing-787-dimmable-windows/>

⁴ <https://www.philips-hue.com/de-de>

⁵ <https://www.philips-hue.com/de-de/explore-hue/propositions/personal-mood-lighting>

Licht

Das technische Konzept von Luna ist einfach und unkompliziert. Das System besteht vor allem aus 3 Lichtquellen:

- **Indirekte Beleuchtung am Rand des Raums** (Boden)
- **Direkte Beleuchtung von oben** (an der Decke)
- **Indirekte Beleuchtung an der Wand** (hinter der Tafel)

Diese Lichtquellen sind "smart RGB-LEDs", welche eine drahtlose Verbindung und Bedienung erlauben. Sie werden im Raum verbaut und visuell möglichst unauffällig mit dem Stromnetz der Schule verbunden.

Sound

7 Lautsprecher und 2 "Subwoofer" ermöglichen eine 7.2 Surround Erfahrung. Die Lautsprecher werden am Rand des Raums angebracht, sodass ein umfassender Raumklang entstehen kann. Das ermöglicht außerdem eine präzise Einstellungen des Systems.

User Interface

Um das System zu bedienen und die einzelnen Komponenten von Luna einzustellen gibt es eine Tablet App. Hier können Licht und Sound aktiviert und eingestellt werden.

Verbindung

Die meisten Schulen besitzen bereits ein internes Netzwerk, welches von Luna genutzt werden kann. Sollte das nicht der Fall sein, ist Luna auch mit einem eigenen Netzwerk verfügbar.

Das Tablet als Benutzeroberfläche ermöglicht durch seine eingebaute Technologie (z.B. WLAN) eine direkte Verbindung zu den einzelnen Komponenten des Luna Systems.

Sensoren

Da die Licht- und Tonverhältnisse in Klassenräumen variieren, hat Luna eingebaute Sensoren, welche die Eigenschaften der Umgebung erfassen können. Je nachdem wie hell oder laut es ist, optimiert das System beim Starten die Lichteinstellungen automatisch.

Systemdiagramm Abb. 18

6

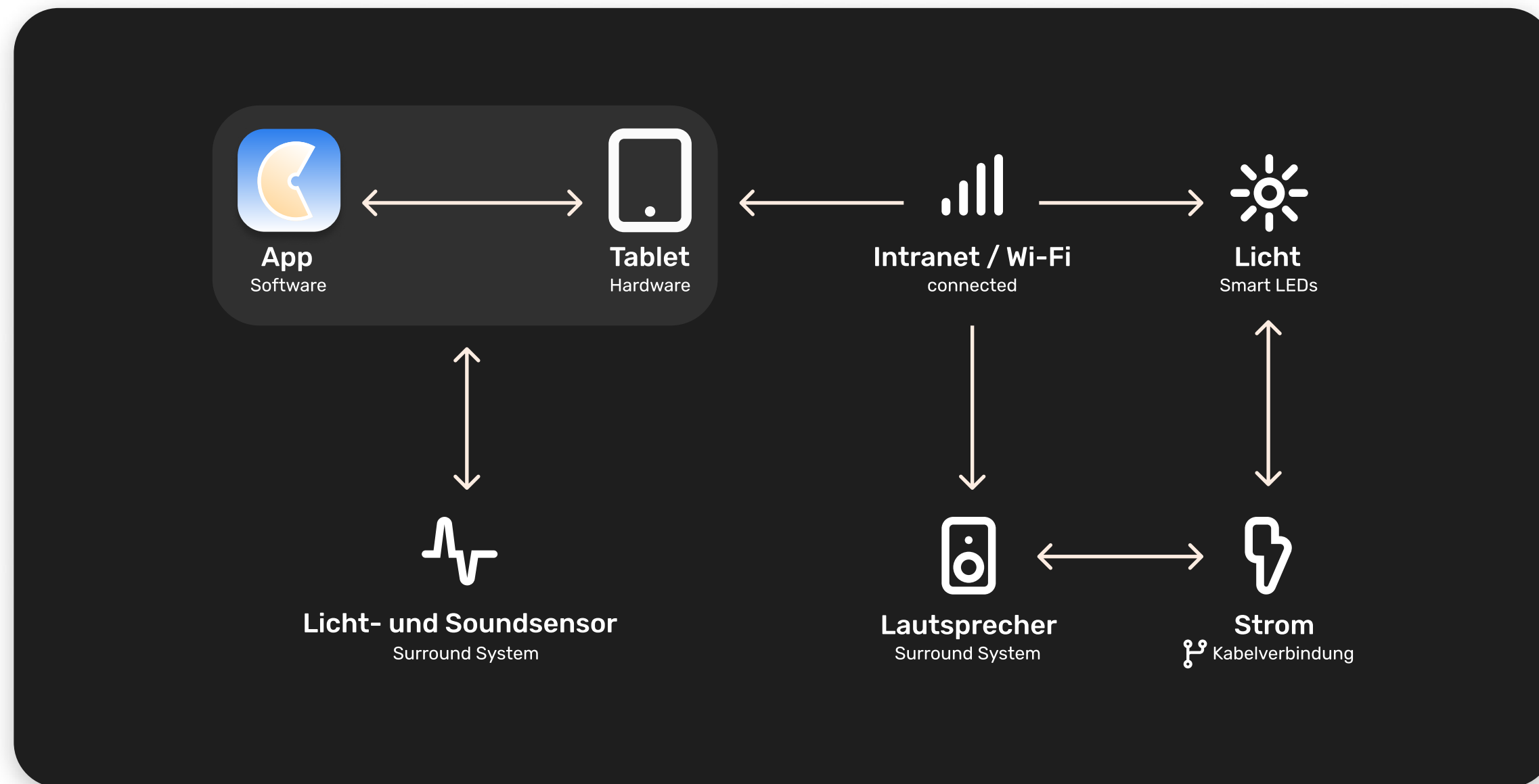


Abb. 31

Das System besteht aus mehreren Licht- und Tonquellen. Diese sind über eine drahtlose Verbindung mit dem User Interface verbunden. Viele nötige Funktionen wie z.B. Zeitmessung sind bereits im Tablet integriert.

Umsetzung

Für die Visualisierung und Testphase des Systems wurde mit Unity eine 3D-Umgebung erstellt. Schon während dem Designprozess von Luna fing ich an das System in einem Klassenraum-Template auszuprobieren. Das führte allerdings dazu, dass ich Luna auf diese genaue Umgebung und ihre Inneneinrichtung spezialisierte.

Um einen Schritt zurückzugehen arbeitete ich zuerst die Theorie weiter aus. Erst als alle Lichtphasen vollständig entwickelt waren, widmete ich mich wieder der 3D-Testumgebung. Um dieses Mal objektiver bewerten zu können und das System generischer zu gestalten, habe ich alle Möbel entfernt und die Umgebung angepasst. Besonders interessant war die Gestaltung der natürlichen Sonnenlichtquelle. Hierfür beschäftigte ich mich mit den Eigenschaften von natürlichem Licht, was später zu dem Zeitpunkt auch die Inspiration für den Standby-Modus von Luna war.

Der Charakter von Luna

Vor der endgültigen Umsetzung wurden die gewünschten Wirkungseigenschaften des Systems durch die Festlegung des Charakters von Luna definiert (Abb. 33). So wurde festgelegt, wie das System aussehen soll und wie es sich anfühlen muss.



Abb. 32

Die ersten Schritte mit Unity

 "Simple Classroom" Template: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/simple-classroom-97585>

Charakter von Luna

Abb. 33

7

Wertehaltung

- Anpassungsfähig
- Modern
- Empathisch

Organisation

- Dynamisch
 - Bedacht
- Regulierend

¹ Modell von Prof. Krajewski

Luna

- Kann durch ihre Präsenz die Stimmung im Klassenraum verändern.

- Elegant
- Unauffällig
 - Sanft
- Unterstützend

Fähigkeiten

Verhalten

Die Testumgebung

7



Abb. 34

Die Testumgebung besteht aus generischen Wandfarben und einem kühlen Tageslicht, das natürlich in den Raum einfällt und sanfte Schatten erzeugt. Die Lichtstimmung im Raum wurde so lange verbessert, bis sich das Sonnenlicht realistisch anfühlte.

In den meisten modernen Schulgebäuden sind Fenster eine essenzielle Komponente, um natürliches Licht und Belüftung zu ermöglichen. Deshalb wurde das Fenster im Raum als generische Komponente beibehalten.

1: Interaktionsphase

7

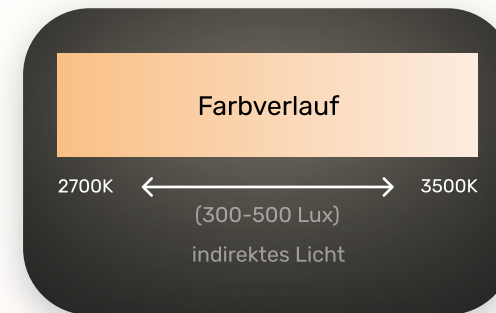
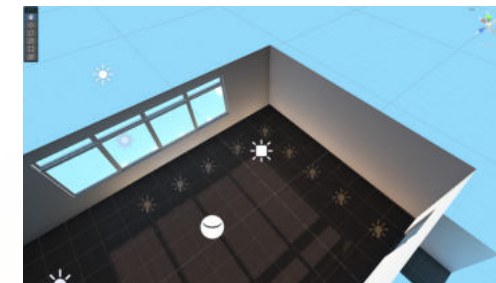
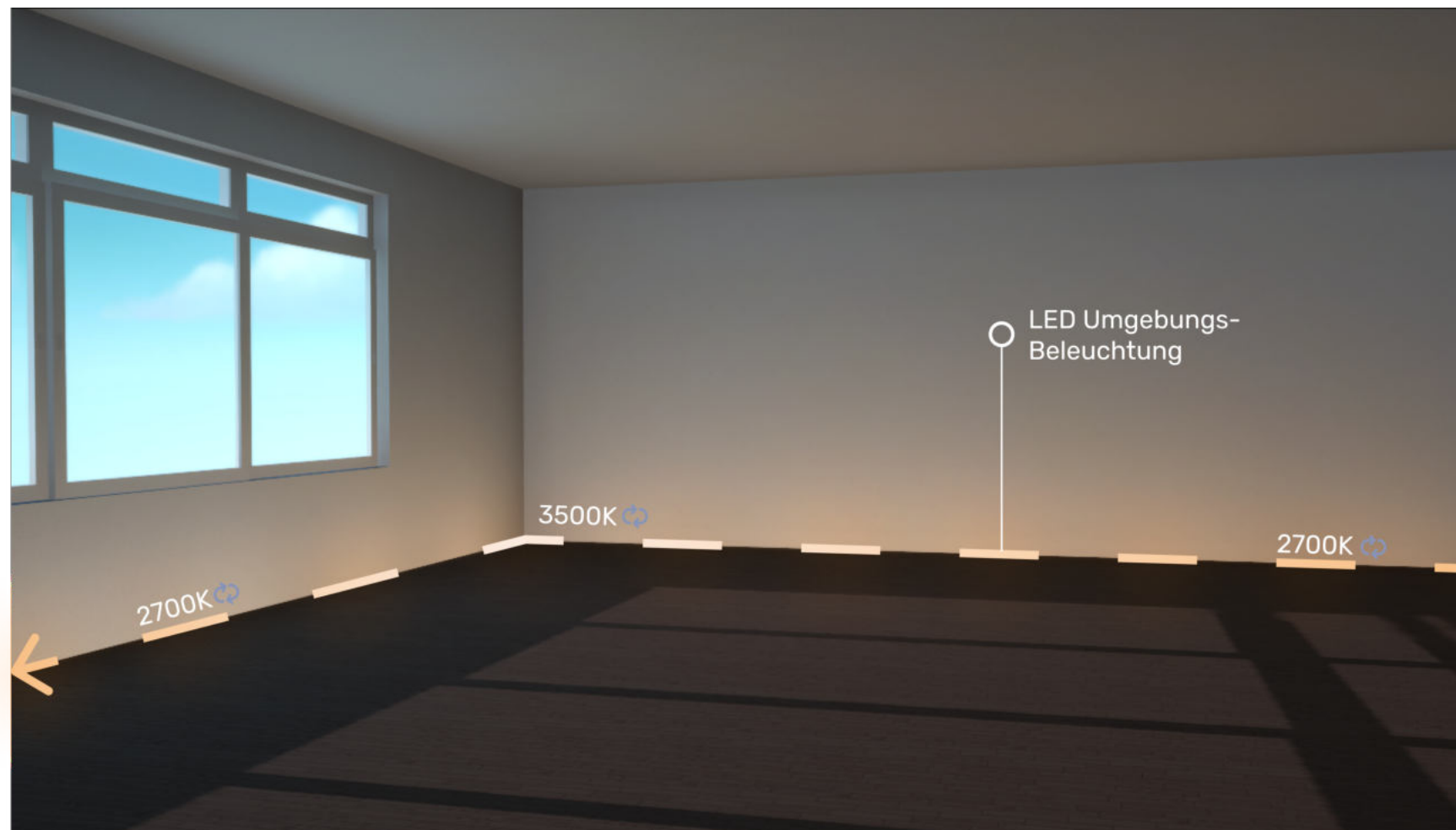


Abb. 35

In dieser Phase ist das Licht am Rand des Raums verteilt und scheint gegen die Wand. Die direkten Lichtquellen werden versteckt durch eine unauffällige Abdeckung am Boden, um Ablenkungen zu vermeiden. Die Lichtphase erzeugt einen langsamen Farbverlauf von 2700K bis 3500K. So entsteht ein sanftes, dynamisches Umgebungslicht.

Wirkung

7



Abb. 36 Diese Art der Beleuchtung erzeugt ein weiches, angenehmes und diffuses Ambiente. Dadurch entsteht eine beruhigende und komfortable Umgebung, optimal für gemeinsame Gespräche oder Gruppenarbeit.

2: Individuelles Arbeiten

7

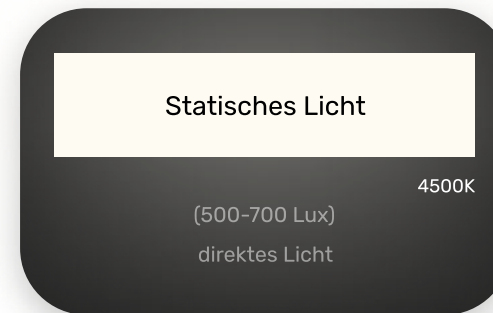
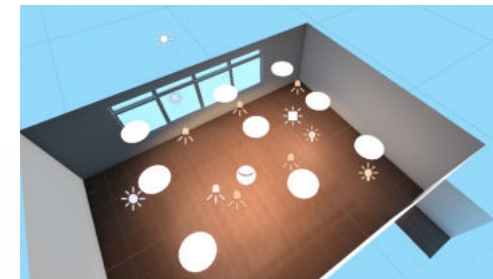


Abb. 37

In dieser Phase ist das Deckenlicht aktiv, um die Arbeitsfläche der Schüler gleichmäßig zu beleuchten. Die direkten Lichtquellen sind "diffused", sodass die Schüler nicht geblendet werden. Das Licht hat 3500K (neutralweiß), damit eine neutrale und klare Sicht während dem Arbeiten gewährleistet wird.

Runde Deckenbeleuchtungen schaffen mit ihrer harmonischen Ästhetik und gleichmäßigen Lichtverteilung eine beruhigende und angenehme Atmosphäre, passend für einen Klassenraum.

Wirkung

7



Abb. 38 Diese Phase fokussiert die individuelle Arbeitsfläche der Schüler. Dadurch entsteht eine konstante und selbstständige Umgebung, optimal für individuelles Arbeiten.

3: Pause

7

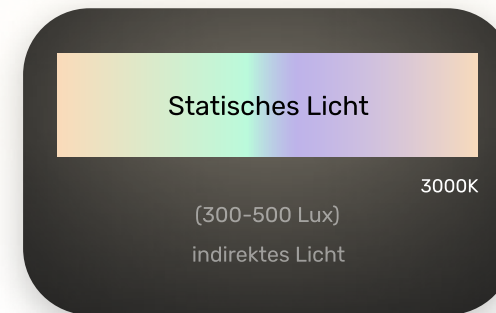
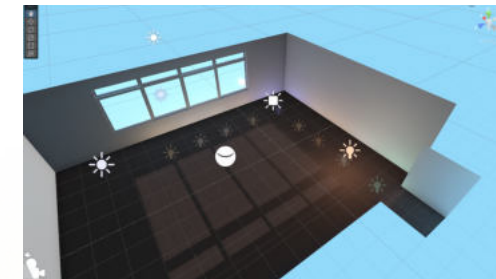


Abb. 39

Während Pausen ist die indirekte Beleuchtung von Luna aktiv. Das weiße Licht während der Phase hat eine Farbtemperatur von 3000K. Durch beruhigend wirkende Farbdetails und eine dunkle Beleuchtung, entsteht ein ruhiges, entspanntes Ambiente.

Wirkung

7



Abb. 40 Eine statische Umgebungsbeleuchtung ohne starke Veränderungen in Intensität oder Farbe unterstützt die Erholung während der Pause. Beruhigende Farben wie Blau oder sanfte Grüntöne helfen dabei die entspannende Wirkung zu verstärken.

4: Vermittlung von Wissen

7

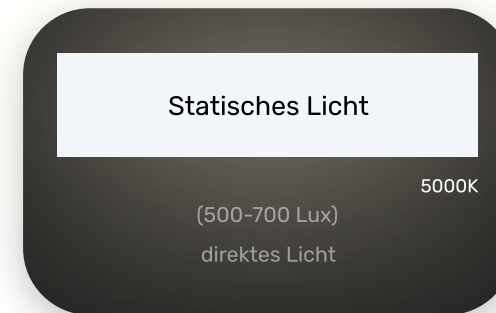


Abb. 41

Um den Fokus auf den Frontalunterricht oder die Präsentation zu lenken, können einzelne Lichtquellen auf relevante Bereiche des Klassenraums (z.B. Tafel) gerichtet werden. Eine lokale, helle Lichteinstellung des Deckenlichts sorgt zudem für einen hohen Kontrast und regt die Aufmerksamkeit der Schüler an.

Da fast jede Schule eine Tafel oder einen Ort zum Schreiben und präsentieren hat, kann dieser zusätzlich durch eine indirekte Lichtquelle hervorgehoben werden (Tafel-Hintergrundlicht).

Wirkung

7



Abb. 42 Eine lokale, statische Beleuchtung auf den relevanten Bereich des Klassenzimmers hilft dabei den Fokus der Schüler gezielt zu unterstützen.

5: Kreatives Denken

7

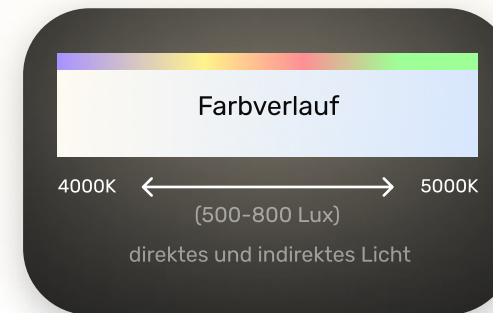


Abb. 43

In der Kreativitätsphase wird der gesamte Raum beleuchtet. Dafür wird sowohl das direkte, als auch das indirekte Licht aktiviert. Ein sanfter Wechsel zwischen verschiedenen Farben und Lichtintensitäten regt dabei den kreativen Prozess an, indem es visuelles Interesse weckt und den Gedankenfluss fördert.

Wirkung

7



Abb. 44 Eine dynamische, helle Beleuchtung regt den Gedankenfluss an und bietet zusätzlich eine klare Sicht auf die Arbeitsfläche.

Standby

7

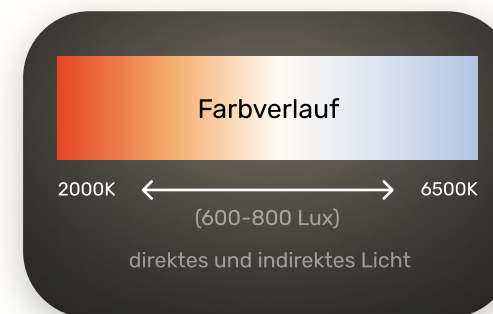
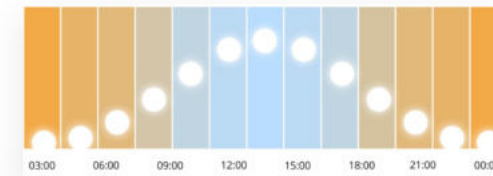


Abb. 45

Wenn Luna eingeschaltet wird, simuliert das System im "Standby Modus" *das natürliche Sonnenlicht*. Dieses ändert sich im Verlauf des Tages, von einem kühleren Licht beim Sonnenaufgang zu einem wärmeren Licht am Tagesende.

Wirkung

7



Abb. 46 Natürliches Licht im Klassenzimmer unterstützt den biologischen Rhythmus des Körpers. Der Standby-Modus wird an die Tageszeit angepasst und simuliert so den Verlauf des Sonnenlichts.

Business

Überblick

8

Vision

Die Vision ist es, durch das Luna-System die Gesundheit und das Wohlbefinden der Schüler und Lehrer im schulischen Alltag zu verbessern.

Mission

Die Mission ist es, Luna als eine professionelle und dennoch zugängliche Beleuchtung an Schulen einzuführen.

Produkt und Service

Luna ist ein dynamisches Lichtsystem, bestehend aus 3 primären Lichtquellen, welche über eine App gesteuert werden. Zusätzlich wird bei Erwerb eine Montage-Möglichkeit angeboten.

Zielmarkt

Das Luna System wird vor allem an Schulen verkauft. Der wachsende Markt für die technische Modernisierung von Schulen bietet eine ideale Möglichkeit Luna bei einer Renovierung zu etablieren.

Marketing

Ein "Earlybird Program" von Luna ermöglicht Kunden die früh in das System investieren einen niedrigeren Preis.

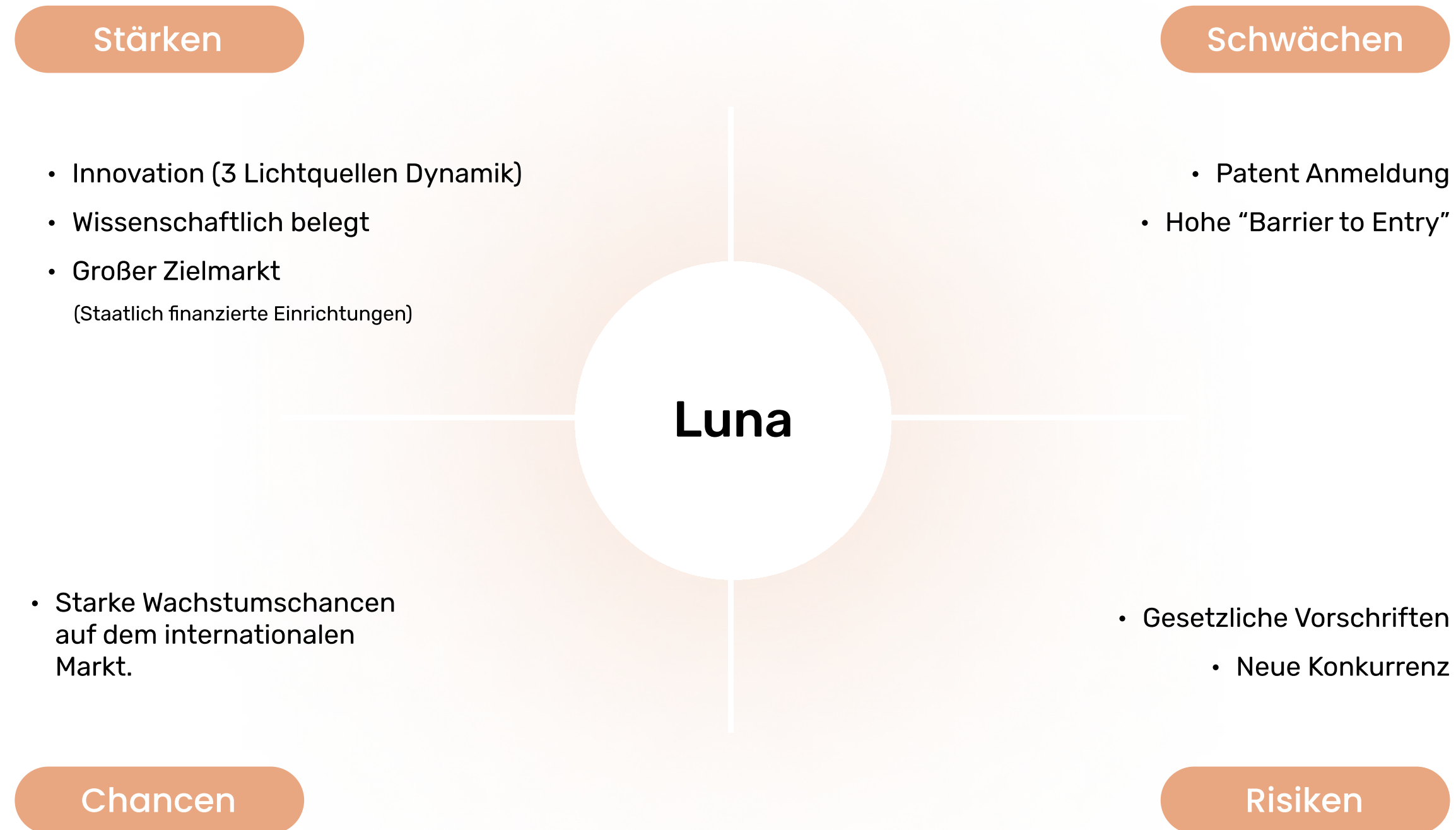
Leistungsversprechen

Für Schüler und Lehrer, die durch moderne Technologie unter einer belasteten mentalen Gesundheit leiden, ist Luna ein Licht- und Tonsystem für Klassenzimmer, das eine gesundheitsfördernde Lernumgebung schafft, welche die Konzentration und das Wohlbefinden unterstützt.

SWOT Analyse

Abb. 47

8



Business Model Canvas

8

Key Partners

- Technologiepartner
- Vertriebspartner
- Bildungs- und Gesundheitsexperten
- Bildungseinrichtungen

Key Activities

Die Produktion und der Vertrieb des Luna Systems. Außerdem Innovation und Wartung.

Key Resources

- Produktionsstätte
- Monteure
- Cyber Security
- Support und Wartung
- Expertenwissen im Bereich Licht und Gesundheit

Value Proposition

Für Schüler und Lehrer, die durch moderne Technologie unter einer belasteten mentalen Gesundheit leiden, ist Luna ein Lichtsystem für Klassenzimmer, das eine gesundheitsfördernde Lernumgebung schafft.

Customer Relationships

Jeder Kunde des "Early Bird" Programms, erhält bei mit der Installation des Systems einen kostenlosen, umfassenden Kundenservice.

Channels

Angeboten wird Luna über eine offizielle Website, hier wird einem potentiellen Kunden die Möglichkeit gegeben sich über Luna zu informieren und zu erwerben.

Customer Segments

Verantwortliche Personen von Schulen im Bereich Einrichtung und Digitalisierung.

Cost Structure

- Herstellung des Systems
- Marketing und Vertrieb
- Wartung
- Weiterentwicklung
- Kundenservice

Revenue Streams

Luna ist ein physisches Produkt, welches erworben wird, zusätzlich wird Käufern die Möglichkeit geboten das System professionell montieren zu lassen.

Am Anfang des Konzepts spielte **Ton** im System eine ebenso große Rolle wie Licht. Im Laufe der Zeit wurde jedoch klar, dass Licht der entscheidende Faktor ist und wurde somit priorisiert. Um die Klangaspekte von Luna weiter auszuarbeiten, wird zuerst eine technische Recherche zu der Wirkung von Ton benötigt.

Eine weitere Idee die im Laufe des Projektes entstand, war ein **interaktives Verhalten von Luna**. Basierend auf den eingebauten Sensoren könnte Luna in Zukunft auf das Verhalten der Kinder reagieren. Bei einer zu hohen Lautstärke kann Luna ihr Licht verändern und den Schülern signalisieren, dass ihr Verhalten negative Auswirkungen hat.

Quellen Verzeichnis 1/3

Alexander Markowetz (2015) - "Digitaler Burnout"
Quelle über Zahlen von Smartphone Nutzer (wie oft geht man im schnitt ans phone?)

<https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=lxvzCAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=smartphone+nutzung&ots=8wjFSAkeEb&sig=Bw6qTKQU0zOZKQhQiAFabHagJEQ#v=onepage&q=smartphone%20nutzung&f=false>

Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British journal of educational technology*, 39(5), 775-786.

https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x?casa_token=cDfUPKzwtasAAAAA:3z6PssR5_UYHMMU2pCp6TB-9qVGLx1C10ILgsLLErJCpoxD8kfv4cCx1NKmPnLBR98uY8TUG_yahl6gJ

Böhm, M., & Moor, I. (2022). Entwicklung mentaler Gesundheit und mentaler gesundheitlicher Ungleichheit bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland-Ergebnisse der HBSC-Studie 2010-2018. *Das Gesundheitswesen*, 84(08/09), 816-816.

ISO 690

<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0042-1753837>

Buether, A. (2020). Die geheimnisvolle Macht der Farben: Wie sie unser Verhalten und Empfinden beeinflussen. Droemer eBook.

https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=8gG6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=farben+und+verhalten&ots=F_wFY5JURA&sig=B6r80rcCw2CHDfqJi_IW6QopXu0#v=onepage&q=farben%20und%20verhalten&f=false

Engwall, M., Fridh, I., Johansson, L., Bergbom, I., & Lindahl, B. (2015). Lighting, sleep and circadian rhythm: An intervention study in the intensive care unit. *Intensive and Critical Care Nursing*, 31(6), 325-335.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964339715000439>

Glaser, R., Pearson, G. R., Jones, J. F., Hillhouse, J., Kennedy, S., Mao, H., & Kiecolt-Glaser, J. K. (1991). Stress-related activation of Epstein-Barr virus. *Brain, behavior, and immunity*, 5(2), 219-232.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0889159191900186>

Quellen Verzeichnis 2/3

Grandjean, N. (2010). LED light sources (light for the future). *Journal of Physics D: Applied Physics*, 43(35), 350301.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0022-3727/43/35/350301/meta>

Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1985). Student-student interaction: Ignored but powerful. *Journal of teacher education*, 36(4), 22-26.

https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/002248718503600406?casa_token=rRGzYoYjfgMAAAAA:qvPT-b_bJ9arnLAW1WuZBBtSX8wEvz7U85bnK3dGdG0in6SmLCJvSbe5PWPwsWYSBZvgnf54KmgCOg

Knez, I. (1995). Effects of indoor lighting on mood and cognition. *Journal of environmental psychology*, 15(1), 39-51.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272494495900136>

Konrad, F. M. (2007). *Geschichte der Schule: von der Antike bis zur Gegenwart* (Vol. 2406). CH Beck.

https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=BqxY9kWH8fQC&oi=fnd&pg=PA7&dq=geschichte+schule&ots=23ANIB9ZJ7&sig=v-6G7_-rhi0MkXI4yaon5-xk1pg#v=onepage&q=geschichte%20schule&f=false

LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(7), 443-454.t

<https://www.nature.com/articles/nrn3743>

Maya Götz, 2022

Der Einfluss der Medien auf das Körperbild

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-63544-5_23N

Mayeda, A., Mannon, S., Hofstetter, J., Adkins, M., Baker, R., Hu, K., & Nurnberger Jr, J. (1998). Effects of indirect light and propranolol on melatonin levels in normal human subjects. *Psychiatry research*, 81(1), 9-17.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165178198000699>

Michel, K., Tümmel, H., Michel, K., & Tümmel, H. (1973). *Die menschlichen Sinne. Die Wissenschaftliche und Angewandte Photographie: Erneuerung und Fortführung des Hay-v. Rohrschen Handbuchs der Wissenschaftlichen und Angewandten Photographie Sechster Band Laufbildprojektion*, 1-14.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-8311-3_1

Quellen Verzeichnis 3/3

Pekrun, R. (2014). Emotions and learning (Vol. 24). Geneva, Switzerland: International Academy of Education (IAE).

https://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Educational_Practices/EdPractices_24eng.pdf

Rechtschaffen, D. (2018). Die achtsame Schule: Achtsamkeit als Weg zu mehr Wohlbefinden für Lehrer und Schüler. Arbor Verlag.

https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=3iWwEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=Die+achtsame+Schule:+Achtsamkeit+als+Weg+zu+mehr+Wohlbefinden+f%C3%BCr+Lehrer+und+..&ots=0-7zpjEDdT&sig=LmgQoBwnjYPnARpzms_UOW_XjX4#v=onepage&q=Die%20achtsame%20Schule%3A%20Achtsamkeit%20als%20Weg%20zu%20mehr%20Wohlbefinden%20f%C3%BCr%20Lehrer%20und%20..&f=false

Rosnov, D., & Roberts, M. (2005). Information processing theory.

https://edge.sagepub.com/sites/default/files/9.4_Information_Processing_Theory.pdf

Statista: Digitalisierung? (Suhr, Frauke) Mangelhaft (2020)

<https://de.statista.com/infografik/21251/umfrage-was-schueler-an-ihrer-schule-am-meisten-stoert/>

Stephenson, S. M. (2017). Montessori and Waldorf schools.

<https://www.helsinginmontessori.fi/@Bin/204195/Montessori+and+Waldorf,+a+comparison.pdf>

Shubert, J. (2012). Dogs and human health/mental health: From the pleasure of their company to the benefits of their assistance. US Army Medical Department Journal, 21-30.

https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=dogs+mental+health&btnG=#d=gs_cit&t=1692233674784&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A6PQApvtmXbsJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Dde

Walerczyk, S., Hclpc, C. L. E. P., & Wizards, L. L. (2012). Human centric lighting. Architectural SSI, 23, 20-22.

<https://www.encyvermont.com/Media/Default/bbd/2014/docs/presentations/efficiency-vermont-walerczyk-attendees-human-centric-lighting.pdf>

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Information Processing Model
- Abb. 2 Digitalisierung? Mangelhaft! - Statistik (<https://de.statista.com/infografik/21251/umfrage-was-schueler-an-ihrer-schule-am-meisten-stoert/>)
- Abb. 3 Erste Ideenskizze für Luna
- Abb. 4 Projekt Ziel
- Abb. 5 Bilder von meiner Hündin (Luna)
- Abb. 6 Interaktionsmodell
- Abb. 7 Unterrichtsmethoden
- Abb. 8 Unterrichtsphasen und Bedürfnisse
- Abb. 9 Die Wirkung von Farben
- Abb. 10 Design: Interaktionsphase
- Abb. 11 Temperaturbereich Interaktionsphase
- Abb. 12 Design: Individuelles Arbeiten
- Abb. 13 Temperaturbereich Individuelles Arbeiten
- Abb. 14 Design: Pause
- Abb. 15 Temperaturbereich Pause
- Abb. 16 Design: Vermittlung von Wissen
- Abb. 17 Temperaturbereich Vermittlung von Wissen
- Abb. 18 Design: Kreatives Denken
- Abb. 19 Temperaturbereich Kreatives Denken
- Abb. 20 Design: Standby Mode
- Abb. 21 Human Centric Light Erklärung (<https://www.lampenwelt.at/inspiration/human-centric-lighting.html>)
- Abb. 22 UI Screen: App starten (iPad Grafik: <https://de.freepik.com/>)
- Abb. 23 UI Screen: System aktivieren
- Abb. 24 UI Screen: Lichtphase starten
- Abb. 25 UI Screen: Lichtphase einstellen
- Abb. 26 UI Screen: App Timer

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 27 UI Screen: Einstellungen
- Abb. 28 UI Screen: Phase wechseln
- Abb. 29 UI Screen: Ende einer Phase
- Abb. 30 UI App Icon als Preview (Home Screen)
- Abb. 31 Luna Systemdiagramm
- Abb. 32 Screenshots: Erste Schritte mit Unity
- Abb. 33 Charakter von Luna
- Abb. 34 Die Testumgebung
- Abb. 35 Lichtwirkung: Interaktionsphase
- Abb. 36 Interaktionsphase im Klassenzimmer
- Abb. 37 Lichtwirkung: Individuelles Arbeiten
- Abb. 38 Individuelles Arbeiten im Klassenzimmer
- Abb. 39 Lichtwirkung: Pause
- Abb. 40 Pause im Klassenzimmer
- Abb. 41 Lichtwirkung: Vermittlung von Wissen
- Abb. 42 Vermittlung von Wissen im Klassenzimmer
- Abb. 43 Lichtwirkung: Kreatives Denken
- Abb. 44 Kreatives Denken im Klassenzimmer
- Abb. 45 Lichtwirkung: Standby
- Abb. 46 Standby im Klassenzimmer
- Abb. 47 SWOT Analyse

Erklärungen

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle sinngemäß und wörtlich übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Frankfurt/Main, 17.08.2023



Ort, Datum, Unterschrift

Erklärung zur Archivierung

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass meine Bachelorarbeit archiviert wird.

Frankfurt/Main, 17.08.2023



Ort, Datum, Unterschrift

designed with

