

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO

WILHELM BAUER (HRSG.) | YUE PAN | STEFAN RIEF

# RAUMPSYCHOLOGIE FÜR EINE NEUE ARBEITSWELT

WILHELM BAUER (EDITOR) | YUE PAN | STEFAN RIEF

# ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY FOR A NEW WORLD OF WORK





WILHELM BAUER (HRSG.//EDITOR) | YUE PAN | STEFAN RIEF

**RAUMPSYCHOLOGIE FÜR EINE  
NEUE ARBEITSWELT //ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY  
FOR A NEW WORLD OF WORK**

**FRAUNHOFER VERLAG**



# INHALT // CONTENT

<b>VORWORT DES HERAUSGEBERS</b>	<b>6</b>	<b>EDITOR'S FOREWORD</b>	<b>6</b>
<b>ZIELSETZUNG</b>	<b>8</b>	<b>OBJECTIVE</b>	<b>8</b>
<b>1 DIE WIRKUNG VON RAUM</b>	<b>10</b>	<b>1 THE EFFECT OF SPACE</b>	<b>10</b>
1.1 Büroformen	11	1.1 <i>Office forms</i>	11
1.2 Raumproportion	13	1.2 <i>Room proportions</i>	13
1.3 Bewegung im Raum	15	1.3 <i>Movement in a space</i>	15
<b>2 KONTROLLE</b>	<b>18</b>	<b>2 CONTROL</b>	<b>18</b>
2.1 Territorialität und persönlicher Raum	20	2.1 <i>Territoriality and personal space</i>	20
2.2 Privatheit	22	2.2 <i>Privacy</i>	22
2.3 Distanz und Dichte	25	2.3 <i>Distance and density</i>	25
2.3.1 Dichte und Verhalten	25	2.3.1 <i>Density and behaviour</i>	25
<b>3 BEZUG ZUR NATUR</b>	<b>28</b>	<b>3 CONNECTION WITH NATURE</b>	<b>28</b>
3.1 Pflanzen	30	3.1 <i>Plants</i>	30
3.1.1 Pflanzen und Klima	30	3.1.1 <i>Plants and the climate</i>	30
3.1.2 Pflanzen und Erholung	31	3.1.2 <i>Plants and relaxation</i>	31
3.1.2.1 Pflanzen und Ermüdung	31	3.1.2.1 <i>Plants and fatigue</i>	31
3.1.2.2 Pflanzen und Stressabbau	34	3.1.2.2 <i>Plants and stress reduction</i>	34
3.1.3 Pflanzen und Leistung	34	3.1.3 <i>Plants and performance</i>	34
3.2 Bezug zum Außenraum	35	3.2 <i>Connection to the outdoors</i>	35
3.2.1 Aussicht	35	3.2.1 <i>View</i>	35
3.2.2 Fenster und falsche Fenster	37	3.2.2 <i>Windows and false windows</i>	37
3.2.3 Distanz zum Fenster	38	3.2.3 <i>Distance from the window</i>	38

3.3	Natürliches Licht	39	3.3	<i>Natural light</i>	39
3.3.1	Tageslicht und Gesundheit	39	3.3.1	<i>Daylight and health</i>	39
3.3.2	Tageslicht und Leistung	41	3.3.2	<i>Daylight and performance</i>	41
3.4	Bilder	42	3.4	<i>Images</i>	42
3.5	Holz	43	3.5	<i>Wood</i>	43
<b>4</b>	<b>FARBE</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>COLOUR</b>	<b>46</b>
4.1	Wirkung von Farben	48	4.1	<i>The effects of colours</i>	48
4.2	Farbe und Raumwahrnehmung	49	4.2	<i>Colour and perception of spaces</i>	49
4.3	Farbe und thermisches Empfinden	50	4.3	<i>Colour and perception of temperature</i>	50
<b>5</b>	<b>KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG</b>	<b>52</b>	<b>5</b>	<b>ARTIFICIAL LIGHTING</b>	<b>52</b>
5.1	Lichtstärke	54	5.1	<i>Light intensity</i>	54
5.2	Lichtfarbe	55	5.2	<i>Light colour</i>	55
5.3	Lichtdynamik	57	5.3	<i>Light dynamics</i>	57
<b>6</b>	<b>KLIMA</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>CLIMATE</b>	<b>58</b>
6.1	Luftqualität und Leistung	60	6.1	<i>Air quality and performance</i>	60
6.2	Temperatur und Leistung	63	6.2	<i>Temperature and performance</i>	63

<b>7</b>	<b>AKUSTIK</b>	<b>66</b>	<b>7</b>	<b>ACOUSTICS</b>	<b>66</b>
7.1	Akustik in verschiedenen Büroformen	68	7.1	<i>Acoustics in various types of offices</i>	68
7.2	Physiologische und psychologische Wirkungen	71	7.2	<i>Physiological and psychological effects</i>	71
7.3	Maskierung von Lärm	77	7.3	<i>Masking noise</i>	77
<b>8</b>	<b>DUFT UND GERUCH</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>SCENT AND SMELL</b>	<b>80</b>
8.1	Duft und Stimmung	82	8.1	<i>Scent and mood</i>	82
8.2	Duft und Leistungsfähigkeit	83	8.2	<i>Scent and performance</i>	83
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG – RAUM-SITUATIONEN FÜR BESTIMMTE TÄTIGKEITEN</b>	<b>84</b>	<b>9</b>	<b>SUMMARY: SPACE SITUATIONS FOR CERTAIN ACTIVITIES</b>	<b>84</b>
9.1	Räume für Kreativität	86	9.1	<i>Spaces for creativity</i>	86
9.2	Raum für Konzentration	88	9.2	<i>Space for concentration</i>	88
9.3	Räume zur Entspannung und Stressreduktion	90	9.3	<i>Spaces for relaxation and stress reduction</i>	90
	<b>FAZIT UND AUSBLICK</b>	<b>94</b>		<b>CONCLUSION AND OUTLOOK</b>	<b>94</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>97</b>		<b>LIST OF FIGURES</b>	<b>97</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>98</b>		<b>BIBLIOGRAPHY</b>	<b>98</b>
	<b>IMPRESSUM</b>	<b>116</b>		<b>IMPRINT</b>	<b>116</b>

# VORWORT DES HERAUSGEBERS //

## EDITOR'S FOREWORD



Zeit- und ortsflexible Arbeitsformen haben in den vergangenen Jahren vermehrt Einzug in den Arbeitsalltag der Bürowelt gehalten. Mobile Arbeit von unterwegs oder auch von zu Hause ist mittlerweile in vielen Organisationen Standard. Diese Entwicklung wird sich zukünftig weiter verstärken, weil sich solche Arbeitsformen positiv auf Motivation, Bindung und Leistung auswirken und somit sowohl für Organisationen als auch für deren Mitarbeiter<sup>1</sup> gleichermaßen attraktiv sind. In einer solch flexiblen Arbeitswelt stellt sich natürlich die Frage, welche Rolle das physische Büro überhaupt noch spielen wird und über welche Qualitäten es verfügen muss, um einen positiven Beitrag zu einer erfolgreichen Büro- und Wissensarbeit leisten zu können. Interessanterweise lässt sich gerade bei Personen mit einer mobileren Arbeitsweise der Einfluss der physischen Arbeitsumgebung noch ausgeprägter feststellen als bei Personen, die nahezu permanent im Büro arbeiten. Möglicherweise ist der ausschlaggebende Faktor, dass mobile Wissensarbeiter bestmögliche Bedingungen benötigen, wenn sie zum Arbeiten ins Büro zurückkehren. Durch ihre seltenere Anwesenheit im Büro müssen in der knapperen Zeit, die sie dort verbringen, die Bedingungen für Kreativität und Konzentration, aber auch für Regeneration optimal sein, um wirksam zu werden.

Parallel zur flexibleren Arbeitsweise verändert sich auch die Nutzung von Büros. Immer mehr Organisationen heben die feste Zuordnung von Arbeitsplätzen auf und bieten ihren Mitarbeitern ein Angebot, unterschiedliche Arbeitsplätze zu nutzen, die tätigkeitsbezogen und flexibel sein sollen (activity-based-work). In diesen sogenannten Multi-Space-Konzepten werden Arbeitsplatz- und Raumsituationen angeboten, die in unterschiedlicher Form Kommunikation, Konzentration und Kreativität sowie Rückzug ermöglichen und Erholung fördern sollen.

<sup>1</sup> In der vorliegenden Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen beiderlei Geschlechts.



*Forms of work that are flexible in terms of time and location have become much more commonplace in everyday office environments in recent years. Mobile work on-the-go or even from home has now become the norm for many organisations. This development will continue in the future because these types of work have a positive effect on motivation, loyalty and performance and are equally attractive for organisations and their employees<sup>1</sup>. In such a flexible working world this, of course, raises the question of what role the physical office will play in the future at all and what qualities it needs to have in order to make a positive contribution to a successful office and knowledge environment. Interestingly, persons with a more mobile working environment are influenced to a greater extent by the physical working environment than those who work in an office more or less permanently. It is possible that the decisive factor is that mobile knowledge workers need the best possible conditions in order to return to an office. Since they are rarely in the office, the shorter period of time that they spend there needs to fulfil requirements in terms of the conditions for creativity and concentration, but also be optimum for regeneration purposes, in order to be effective.*

*The use of offices is also undergoing change in parallel to a more flexible working style. An increasing number of organisations are ceasing to assign fixed workspaces and are providing their employees with the option of using various workspaces, which are intended to be activity-based and flexible (activity-based-work). In these multi-space concepts, workspace and room situations are provided that facilitate communication, concentration and creativity, as well as retreat, in different ways and that are intended to promote recovery.*

<sup>1</sup> This paper will make reference to both male and female forms. Such references should be taken to relate to persons of all genders.





Bei der Auseinandersetzung mit umweltpsychologischen Effekten auf den arbeitenden Menschen wird offenbar, dass sich die Unterstützung unterschiedlicher Aktivitäten weiterhin verstärken lässt. So beeinflusst etwa die Temperatur die geistige Leistungsfähigkeit, die Beleuchtung die Kreativität oder Düfte die Aufmerksamkeit und das Wohlbefinden. Mit diesem Wissen aus umwelt- und raumpychologischen Untersuchungen sollten sich passgenauere räumliche Angebote für einen aktivitätsbasierten, flexiblen Arbeitsstil entwickeln lassen.

Deutlich wirkungsvoller werden sich diese Effekte in Zukunft durch die Digitalisierung und die damit verbundene Möglichkeit der Individualisierung in sogenannten Cognitive Environments nutzen lassen. Diese smarten Umgebungen erkennen und lernen, was ihren Nutzern in welchem Aufgabenkontext nützt und können entsprechend die Raumparameter dynamisch anpassen. Sicherlich liegen solche kognitiven Arbeitsumgebungen noch in der Zukunft, aber mit dem rasanten Voranschreiten der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz rücken entsprechende Szenarien immer näher.

Die vorliegende Zusammenstellung relevanter wissenschaftlicher Studien soll einen ersten Beitrag zur weiteren, zielgenauen Gestaltung von Arbeitsumgebungen leisten.

Für die Bürogestaltung eröffnet sich in der Auseinandersetzung mit umweltpsychologischen Erkenntnissen ein weiteres spannendes Feld zu deren Wirkung auf den Menschen.



*When engaging with the psychological effects of the environment on those working in a space, it becomes clear that support for various activities can be further enhanced. Temperature, for example, influences mental performance, lighting influences creativity and scents influence both attention span and well-being. With this knowledge from psychological studies of environments and spaces, spaces that are more tailored can be developed in order to enable activity-based, flexible working.*

*These effects will be enhanced significantly in future as a result of digitalisation and it will be possible to utilise the associated opportunities for individualisation in cognitive environments. These smart environments identify and learn what is of benefit to their users in the context of a given task and are able to dynamically adapt the respective room parameters. Whilst cognitive working environments of this kind are certainly still futuristic, such scenarios are getting closer and closer as a result of the rapid progress being made in the fields of digitalisation and artificial intelligence.*

*In this paper, the relevant scientific studies have been collated in order to make an initial contribution to the further, target-oriented design of working environments.*

*In terms of office design, this exploration of the psychological aspects of the environment opens up another interesting field in terms of the impact of this on people.*

# ZIELSETZUNG // OBJECTIVE



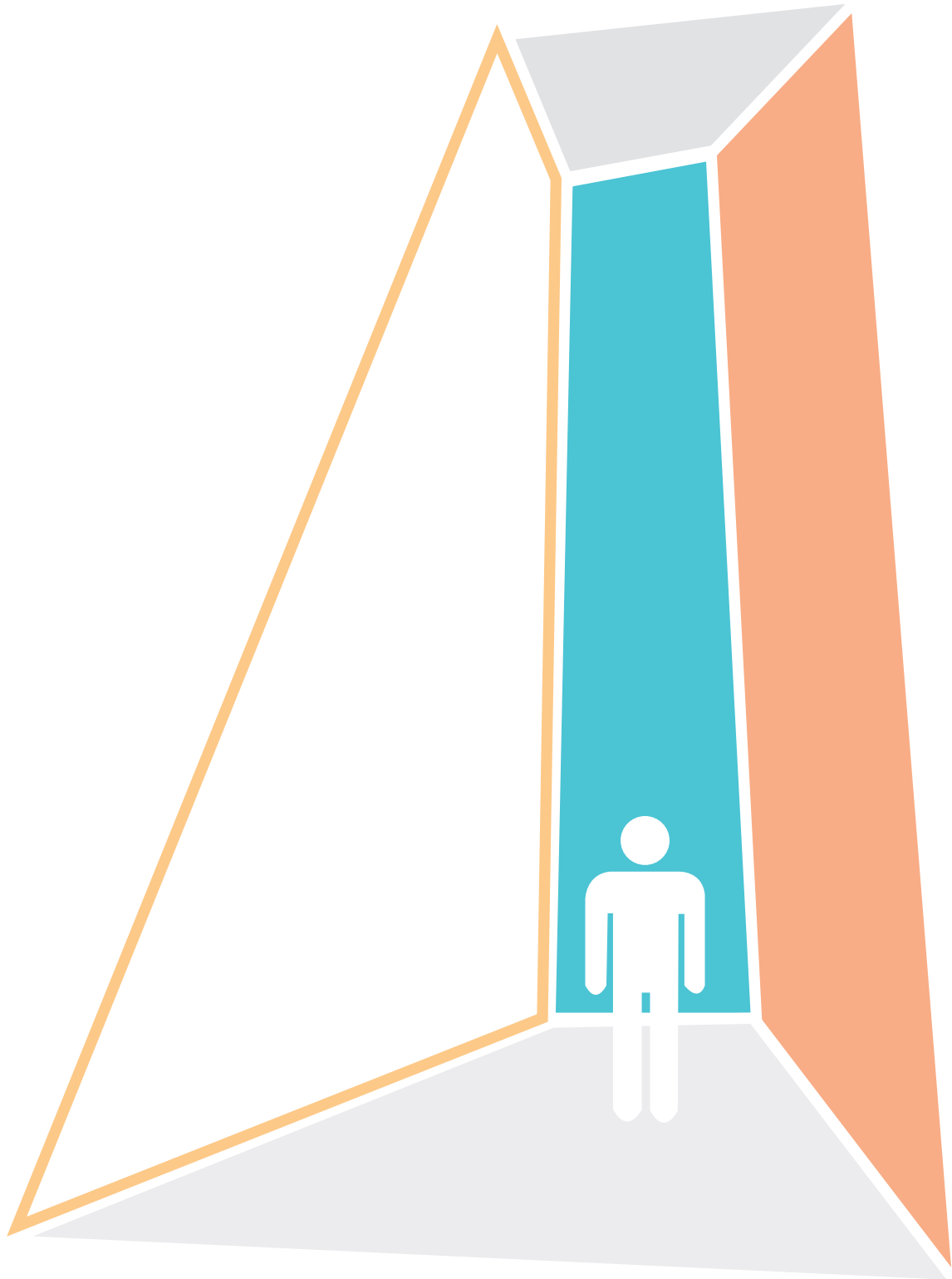
Ziel dieser Arbeit ist eine systematische Zusammen- und Gegenüberstellung wissenschaftlicher Studien, die sich mit der Wirkung raumpsychologischer Aspekte auf Menschen in Büros auseinandersetzen. Dabei liegt der Fokus vorwiegend auf empirischen Untersuchungen sowie Wirkungen der Räume auf unterschiedliche Leistungsaspekte, Konzentrationsfähigkeit, Kreativität, Wohlbefinden und Regeneration bzw. Stressreduktion. Die Identifikation der Ergebnisse aus den ausgewählten Studien wird in der vorliegenden Arbeit typischen Aufgaben bzw. Arbeitsprozessen der Büro- und Wissensarbeit zugeordnet, welche durch ein räumlich differenziert gestaltetes Angebot innerhalb einer Arbeitsumgebung unterstützt werden sollen. Dadurch entsteht ein umfassender Überblick neuartiger, auf umweltpsychologischen Aspekten basierender Gestaltungsansätze der modernen Arbeitswelt. Die Studie wendet sich somit an alle, die sich mit der Wirkung und Gestaltung von Raum, insbesondere dem Büroraum, auseinandersetzen.



*The objective of this study is to systematically collate and compare scientific studies that engage with the psychological impacts of space on people in offices. In doing so, the focus is predominantly on empirical studies, as well as on the effects of spaces on various aspects of performance, concentration, creativity, well-being and regeneration, as well as stress reduction. The identification of results from the selected studies will be assigned to typical tasks and/or work processes in office and knowledge work, which should be supported by spatial differentiation within a working environment. This creates a comprehensive overview of new design approaches in the modern working world which relate to aspects of environmental psychology. The study is therefore intended for all those who engage with the effects and design of space, in particular office space.*



1



# DIE WIRKUNG VON RAUM THE EFFECT OF SPACE

In der Arbeitswissenschaft wird der Arbeitsraum und seine Umgebung als ein ganzheitliches System mit verschiedenen Elementen angesehen, die untereinander wechselwirken [1]. Eine Büroumgebung wird durch mehrere Raummerkmale charakterisiert und die Gestaltung von Büros beeinflusst signifikant das Verhalten der Mitarbeiter. Jede einzelne Eigenschaft kann dem Raum eine andere Wirkung verleihen. Im Folgenden soll beleuchtet werden, inwiefern die Raumeigenschaften auf Arbeitsleistung, Denkweisen und auch Wohlbefinden von Mitarbeitern einwirken.

*In work science, the working space and environment is seen as a holistic system with various elements which interact with one another [1]. An office space is characterised by several room features and office design significantly influences the behaviour of employees. Each individual characteristic can lead to the space having a different effect. In the following, we will shed light on the extent to which space characteristics influence the performance, thinking and well-being of employees.*

## 1.1 BÜROFORMEN // OFFICE FORMS

Die Arbeitsumgebung ist komplex und besteht aus einer Vielzahl von Umgebungsfaktoren, die additiv auf ein Individuum einwirken. Daher sollten bei der Entwicklung und Gestaltung des Büroraumes vielfältige architektonische und funktionale Variablen betrachtet werden. Bauer et al. (2018) haben die Bürotypen in folgende Kategorien unterteilt [2].

1) Das Einzelbüro, als eine der meistgenutzten Büroformen, ist ein abgeschlossener Arbeitsraum, der Privatsphäre und Störungsfreiheit für konzentriertes Arbeiten oder auch vertrauliche Gespräche bietet [2]. Im Einzelbüro ist eine Umgebung für individuelle und konzentrierte Arbeit gewährleistet [3].

2) Kombi-Büros sind eine Sonderform des Einzelbüros mit gangseitiger Glaswand und zusätzlichen Multifunktionszonen, die konzentriertes Arbeiten und kommunikative Teilhabe ermöglichen [2].

3) Mehrpersonenbüros (3 bis 5 Arbeitsplätze in einem Raum) sowie Gruppenbüros (6 bis 20 Arbeitsplätze in einem Raum) sind für teamorientierte Aufgaben geeignet und richten sich im Idealfall nach der Größe des Teams bzw. der Gruppe. Im Vergleich zu Großraumbüros ist der Geräuschpegel hier durch die geringere Anzahl an Mitarbeitern niedriger. Jedoch treten bei einer solchen Raumgröße keine sog. Maskierungseffekte auf, bei denen durch Überlagerung eine Verschleierung, insbesondere der Sprache, erfolgt und die in Folge die Konzentrationsfähigkeit unterstützen [2].

4) Großraumbüros (über 21 Arbeitsplätze in einem Raum) sind geeignet für Aufgaben, die Interaktionen zwischen Mitarbeitern und weniger Konzentration erfordern. Sie sind flexibel nutzbar und je nach Anforderung mit Elementen wie Pflanzen, Schränken und Raumgliedersystemen anpassbar. Durch die Maskierungseffekte entsteht eine als angenehm

*The working environment is complex and consists of a number of environmental factors that have an additive effect on an individual. For this reason, a diverse range of architectural and functional variables should be taken into consideration when designing and developing office space. Bauer et al. (2018) divided office types into the following categories [2].*

*1) The individual office, as one of the most common forms of office, is a closed working space which provides privacy and freedom from disturbance for work which requires concentration or confidential discussions [2]. An individual office ensures that space is provided for individual work which requires concentration [3].*

*2) Combi offices are a special form of individual office with a glass partition facing the corridor and additional multi-function zones which facilitate concentration and communicative participation [2].*

*3) Multi-person offices (3 to 5 workstations in one room) as well as group offices (6 to 20 workstations in one room) are suitable for team-oriented tasks and are ideally designed in accordance with the size of the team or group. In comparison to open-plan offices, the noise level is lower here as a result of the lower number of employees. With a room of this size, however, there are no so-called masking effects, in which language, in particular, is masked as a result of layering, thus supporting concentration [2].*

*4) Open-plan offices (over 21 workstations in one room) are suitable for tasks that require interaction between employees and a lower level of concentration. They are flexible in terms of use and, depending on requirements, can be equipped with elements such as plants, cupboards*



wahrgenommene Geräuschkulisse. Dennoch sind die im Vergleich zu geschlossenen und kleinteiligeren Büroformen hohen akustischen und klimatischen Belastungen als Nachteil anzusehen [2]. Nach Wachs und Gruen (1982) können diese negativen Auswirkungen durch Rückzugsnischen und Reizabschirmungen reduziert werden [4].

5) Das Multi-Space ist keiner eindeutigen Büroform zuzuordnen. Diese Arbeitsumgebung besteht aus verschiedenen Büroformen, die flexibel genutzt werden können (z. B. Desksharing, Activity Based Working) und sich auch an Gebäudetiefe und Gebäudestruktur anpassen lassen. Schließlich verfügt das Multi-Space-Büro über vielfältige Angebote an Kommunikationsmöglichkeiten, Rückzugsräumen für konzentriertes Arbeiten, Erholungs- und Pausenmöglichkeiten [2]



*and room partition systems. As a result of masking effects, the background noise is perceived as pleasant. However, in comparison with closed and smaller forms of offices, the high levels of acoustic and climatic stress are disadvantageous [2]. According to Wachs and Gruen (1982), these negative effects can be reduced using spaces to withdraw and stimulus barriers [4].*

*5) The multi-space office cannot be assigned to any particular form of office. The working environment consists of various forms of office that can be used on a flexible basis (e. g. desk sharing, activity-based working) and can also be adapted to the building depth and structure. Finally, the multi-space office provides a broad range of options in terms of communication, spaces to retreat to for concentration purpose and recreation and break facilities [2].*

## 1.2

### RAUMPROPORTION // ROOM PROPORTIONS

Die Raumhöhe gehört laut Fischl und Gärling zu den drei einflussreichsten architektonischen Aspekten, wenn es um das psychische Wohlbefinden des Menschen geht. Diese Aussage wird durch zahlreiche anekdotische, aber auch empirische Beweise bekräftigt.

So setzt man im Flugzeugbau auf eine visuelle Erweiterung der Kabinendecke durch die Installation von leicht gewölbten und beleuchteten Deckenplatten, die rein optisch eine größere Raumhöhe erzeugen [5]. Die Studie von Oberfeld et al. (2010) zeigt auf, warum einfache beleuchtete Deckenplatten die Wahrnehmung der Raumhöhe im Flugzeug erweitern können. Durch zwei Wahrnehmungsexperimente haben die Forscher den Einfluss der Helligkeit von Flächen, wie Decken, Böden und Wänden auf die Raumhöhenwahrnehmung untersucht. Die Ergebnisse bestätigen, dass Räume durch helle Decken höher

*According to Fischl and Gärling, the height of the room is one of the three most important architectural aspects in terms of influence on the physical well-being of individuals. This statement is supported by numerous pieces of anecdotal, as well as empirical, evidence.*

*Therefore, in the field of aeroplane design, in order to visually expand the cabin height designers select slightly clouded and lit ceiling panels which increase the height of the room from a purely visual perspective [5]. A study by Oberfeld et al. (2010) demonstrates how lit ceiling panels are able to increase the perceived height of the space in an aeroplane. In two experiments on perception, the researchers investigated how the brightness of surfaces, such as ceilings, floors and walls, influenced the perception of room height. The results confirm that spaces are perceived*



erscheinen. Auch helle Wände tragen zu einer als größer wahrgenommenen Raumhöhe bei. Ob auch der Kontrast zwischen Wand und Decke die Höhenwahrnehmung beeinflusst, kann nicht abschließend geklärt werden [6].



to be higher if bright ceilings are used. Light walls also contribute to the space being perceived as higher. There are no conclusive findings as to whether the contrast between the walls and ceiling influences the perception of height [6].

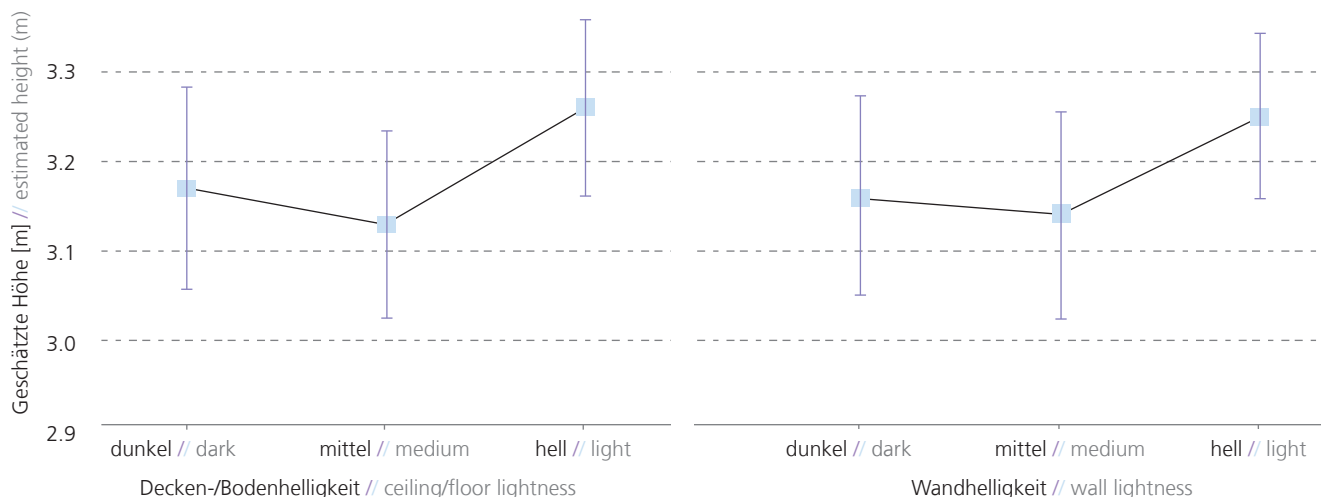


Abbildung 1: Wahrnehmung der Raumhöhe in Bezug auf die Helligkeit von Oberflächen //

Figure 1: Perception of room height in relation to the brightness of surfaces

Der positive Zusammenhang zwischen Flächenhelligkeit und dem Eindruck der Raumhöhe wurde in zwei Studien von norwegischen Wissenschaftlern bestätigt [7].

The positive correlation between surface brightness and the impression of room height has been confirmed in two studies by Norwegian scientists [7].

Die Raumhöhe beeinflusst zudem den Prozess der Informationsverarbeitung beim Menschen [8]. Edward T. Hall (1966) merkte an, dass Gebäude verschiedene semantische Assoziationen vermitteln. Er ging davon aus, dass kleine und intime Kapellen den Begriff der Einbindung und Beschränkung zu vermitteln scheinen, während großzügige Kathedralen an die Freiheit und Offenheit des Kosmos erinnern [9]. Halls Hypothese wurde in der Wissenschaftsgemeinschaft vielfach aufgegriffen und befürwortet. Moore et al. (1979) vermuteten, dass geringere Raumhöhen ein ruhigeres und beschränkteres

Room height also influences how individuals process information [8]. Edward T. Hall (1966) highlighted that buildings convey different semantic associations. He worked on the assumption that small and intimate chapels appear to convey an impression of inclusion and restriction, whereas large cathedrals bring to mind the freedom and openness of the universe [9]. Hall's hypothesis has been investigated and supported many times in the scientific community. Moore et al. (1979) hypothesised that smaller room heights promoted a more relaxed and limited style of play in children, whereas





Spielverhalten bei Kindern fördern, während höhere Decken (über 2,44 m) aktiveres Spielverhalten hervorrufen [10].

Meyers-Levi und Zhu (2007) haben in einer Studie den Zusammenhang zwischen Raumhöhe und Informationsverarbeitungsweise der Studienteilnehmer untersucht. Die Probanden sollten in Räumen unterschiedlicher Höhe Produkte nach ihren konkreten Merkmalen bewerten. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass unterschiedliche Raumhöhen Einfluss auf das Freiheits- bzw. Einengungsgefühl haben. Ausgehend davon werden bei hohen Decken ganzheitliche und abstrakte Denkprozesse (kreative) und bei niedrigeren Decken detailreiche konkrete Denkprozesse (fokussierte) erzeugt [8].

Alexander und Kollegen nahmen an, dass geringere Deckenhöhen einen intimeren Raum schaffen, der Entspannung zulässt. Bei weniger formellen, sozialen Treffen werden eher niedrige Deckenhöhen bevorzugt [11].



*high ceilings (over 2.44 m) encouraged a more active style of play [10].*

*In a further study, Meyers-Levi and Zhu (2007) investigated the link between ceiling height and the manner in which study participants processed information. The participants were instructed to evaluate products according to their specific features in rooms of different heights. The authors came to the conclusion that different room heights influence the feeling of freedom and/or restriction. On that basis, rooms with high ceilings promote holistic and abstract thought processes (creative), while rooms with lower ceilings promote detailed and concrete thought processes (focused) [8].*

*Alexander and colleagues hypothesised that lower ceiling heights created a more intimate space that promotes relaxation. Lower ceiling heights are preferred for less formal social gatherings [11].*

### 1.3

## BEWEGUNG IM RAUM // MOVEMENT IN A SPACE

Ein Raumwechsel oder das Bewegen durch einen Raum können die kognitiven Informationsverarbeitungsprozesse beim Menschen beeinflussen. Nach Zwann et al. (1998) wird beispielsweise die Lesegeschwindigkeit verringert, wenn der Text von einer räumlichen Veränderung bzw. einer Bewegung durch den Raum handelt [12]. Derselbe Effekt wird auch bei der Informationsverarbeitung über ein räumlich entferntes Objekt bzw. einen weiter entfernten Ort beobachtet [13] [14].

Der Zusammenhang zwischen der Verzögerung in der Informationsverarbeitung bzw. der Störung des Kurzzeitgedächtnisses und der räumlichen Verlagerung wurde von Radvansky et al. (2011) weitgehend untersucht. Hierfür wurden zwei Experi-

*Moving to a different space or moving within a space can influence cognitive information processing in humans. According to Zwann et al. (1998), reading speed was decreased, for example, if the text related to a change of space or movement through a space [12]. The same effect was also observed in information processing with regard to an object that is distant from a spatial perspective and/or a location that is further away [13] [14].*

*The connection between the delay in information processing and/or short-term memory issues and spatial displacement was investigated extensively by Radvansky et al. (2011). Two experiments were carried out for this purpose. In the first*

▼  
 mente durchgeführt. Beim ersten Experiment saßen 55 Probanden 0,67 Meter vor einem Bildschirm, auf dem ein virtueller Raum zu sehen war und wurden dazu aufgefordert, jeweils ein Objekt viermal entweder durch einen großen Raum oder verschiedene Räume zu transportieren. Die Objektaufnahme und -ablage erfolgten durch Anklicken des Objekts auf dem Bildschirm. Probanden, die durch verschiedene Räume gehen mussten, zeigten eine erhöhte Fehlerrate beim Aufnehmen und Ablegen des zu transportierenden Objekts gegenüber den anderen Probanden, die nur in einem Raum verblieben. Im zweiten Experiment wurden die Probanden in einer realen 3-Zimmer-Umgebung zur gleichen Vorgehensweise aufgefordert.

▼  
 experiment, 55 participants sat 0.67 metres in front of a screen on which a virtual space was visible. The participants were asked to transport one object either through a large room or various rooms four times. The object could be picked up and put down by clicking on the object on the screen. The participants who had to move through various rooms demonstrated an increased error rate when picking up and putting down the object as compared to the other participants who remained in just one room. In the second experiment, the test participants were asked to do the same thing in a real-life 3-room environment.



◀ *Abbildung 2: Grundrissansicht des Labors und die relative Positionen der sechs Teststandorte*

◀ *Figure 2: A plan view of the lab and the relative positions of the six testing locations*

Dort wurde der negative Effekt bestätigt; es konnte beobachtet werden, dass die Probanden oftmals nach dem Durchqueren mehrerer Räume vergaßen, welches Objekt sie transportieren sollten. Die Forschergruppe begründet dies damit, dass die erforderliche visuelle Aktualisierung der räumlichen Umgebung immer mehr Informationen auf dem Arbeitsgedächtnis platziert und so dessen Überlastung verursacht wird [15].

*This condition confirmed the negative effect; it was ascertained that, after crossing multiple rooms, the participants often forgot which object they were supposed to move. The group of researchers explained this by stating that the necessary visual updating of the spatial environment places an increasing amount of information in the working memory, which causes the working memory to become overloaded [15].*



# 2



# KONTROLLE

# CONTROL

Menschen haben das Bedürfnis, über Geschehnisse und Situationen die Kontrolle zu bewahren. Die Umweltpsychologie erklärt dieses Verhalten dadurch, dass der Mensch das Maß der Einwirkung von Umweltreizen steuern will [16]. Eine Studie von Kelter (2001) zeigt einen positiven Zusammenhang zwischen den Einflussmöglichkeiten eines Nutzers auf sein Arbeitsumfeld und dessen Wohlbefinden [17]. Bauer et al. (2018) stellten nach umfassender Untersuchung einen Zusammenhang zwischen Leistung und Wohlbefinden der Arbeitnehmer und deren Entscheidungsfreiraum in Bezug auf ihre Arbeitszeit, ihren Arbeitsort und ihre Arbeitsweise fest [18].

Ein zu starker Reizeinfluss mit einer einhergehenden Reizüberflutung kann von einem Individuum als eine Beeinträchtigung der Kontrolle über seine Umwelt erlebt werden. Lee et al. (2005) konnten berichten, dass stärkere individuelle Kontrolle über die Arbeitsumwelt zu einem besseren Gruppenzusammenhalt und einer höheren Arbeitszufriedenheit führt [19].

*People need to maintain control over events and situations. Environmental psychology explains this behaviour in terms of humans wishing to control the level of the effect of environmental stimuli [16]. A study by Kelter (2001) demonstrates a positive correlation between the possibilities for a user to influence the working environment and the user's well-being[17]. Following a comprehensive investigation, Bauer et al. (2018) concluded that there is a correlation between performance and employee well-being and their freedom to make decisions with regard to their working hours, workplace and style of work [18].*

*If the environmental stimuli are too great and there is an associated sensory overload, this can lead to an individual perceiving a loss of control over his/her environment. Lee et al. (2005) concluded that a higher level of individual control over the working environment leads to improved group cohesion and a greater level of job satisfaction [19].*

## 2.1 TERRITORIALITÄT UND PERSÖNLICHER RAUM // TERRITORIALITY AND PERSONAL SPACE

Das Territorium kann als ein »soziale Interaktionen regulierendes System« betrachtet werden [1].

*The concept of territory can be seen as a “system that regulates social interactions” [1].*

Das private Territorium kann von einem Individuum besetzt und personalisiert werden und durch die Herausbildung von Grenzen und Intimität entsteht ein Gefühl der Ungezwungenheit, Herrschaft und Einzigartigkeit [20] [21]. Daher wird ein Eindringen in ebendiesen Raum als bedrängend empfunden. Territorien können in öffentlichen Räumen, je nach Aufenthaltsdauer und sozialem Status, auch die räumlichen Distanzen zwischen Individuen regulieren [1].

*Personal territory can be occupied and personalised by an individual and, through the formation of boundaries and intimacy, a sense of freedom, control and uniqueness is created [20] [21]. This is why encroachment into this particular space is perceived as threatening. Depending on the duration of the stay and social status, territories can also regulate the spatial distances between individuals in public spaces [1].*

Anders als das Territorium ist der persönliche Raum eine das Individuum umgebende unsichtbare »Blase«, dessen psychologische Schranken von ihm je nach Belieben geöffnet und geschlossen werden können. Diese Distanz bestimmt die Qualität der sozialen Interaktion. [22]

*Unlike the concept of territory, personal space is an invisible “bubble” surrounding the individual, the psychological barriers to which can be opened and closed by the individual at will. This distance determines the quality of social interactions. [23]*

Distanz // Distance	Zone // Zone	Aktivitäten // Activities	Empfindungen // Sensations
0 bis 45 cm // 0 to 45 cm	intim // intimate	Sportarten mit Körperkontakt (Sex, Ringen) // Sports with body contact (sex, wrestling)	<b>Sehr stark.</b> Berührung geht vor Sprechen. // <i>Very strong.</i> Touching before speaking.
45 bis 120 cm // 45 to 120 cm	persönlich // personal	Interaktionen mit Freunden und Bekannten // Interactions with friends and acquaintances	<b>Gemäßigt.</b> Normale Sichtverhältnisse. Sprechen geht vor Berühren. // <i>Moderate.</i> Normal visibility. Speaking before touching.
120 bis 360 cm // 120 to 360 cm	sozial // social	Arbeit und Geschäft // Work and business	<b>Minimal.</b> Normale Sprechlautstärke. Keine Berührungen. // <i>Minimal.</i> Normal speech volume. No touching.
über 360 cm // over 360 cm	öffentlich // public	Formelle Interaktionen – z. B. das Halten einer Rede // Formal interactions – e. g. holding a speech	<b>Sehr schwach.</b> Übertriebene Gestik unterstreicht das Gesagte. // <i>Very weak.</i> Exaggerated gestures underline what has been said.



Abbildung 3: Interpersonelle Distanzen (nach Hall, 1969) // Figure 3: Interpersonal distances (according to Hall, 1969)



Laut Hall (1996) kann die Distanz in vier Kategorien eingeteilt werden: soziale, intime, öffentliche und persönliche Distanz [9]. Eigenschaften, wie kulturelle Herkunft oder persönliche Merkmale haben Einfluss auf den persönlichen Raum. Unterschiedliche Forschungsergebnisse legen den Schluss nahe, dass zurückhaltende Menschen mehr persönlichen Raum benötigen [23] [24] [25] [26].

Zwischen den Geschlechtern besteht der Unterschied, dass bei Männern ein höherer Bedarf an größeren persönlichen Räumen besteht als bei Frauen. Nach Augustin (2009) sind Männer angespannter, wenn ihr persönlicher Raum von vorne durchdrungen wird. Bei Frauen ist die Anspannung hingegen bei seitlicher Durchdringung größer [27]. Daher sympathisieren Frauen eher mit vor ihnen und Männer mit seitlich neben ihnen sitzenden Fremden [28]. Allgemein sitzen sich Menschen in Gesprächen lieber gegenüber oder aber wenden sich über die Ecke zueinander. Außerdem entsteht bei Sitzpositionen über Eckanordnungen eine kooperativere Kondition [29].

In einem Experiment, bei dem die Platzwahl von Studierenden in einem Seminarraum mit unterschiedlichen Sitzordnungen und -distanzen untersucht wurde, zeigte Canter (1969), durch welche Verhaltensweisen Menschen versuchen, ihren persönlichen Raum beizubehalten.

Für dieses Experiment wurden zunächst Stühle im Halbkreis platziert und die teilnehmenden Studierenden gebeten, sich zu setzen. Das Ergebnis zeigt, dass die Teilnehmer sich nicht in Blickrichtung des Dozenten setzten. Bei einer Wiederholung des Experiments mit einer rechtwinkligen Stuhlanordnung setzten sich die Studierenden auf die Sitzplätze, die am weitesten vom Dozenten entfernt waren [30].



*According to Hall (1996), distance can be divided into four categories: social, intimate, public and personal distance [9]. Properties such as cultural background or personal characteristics influence personal space. Different research results suggest that reserved people require more personal space [23] [24] [25] [26].*

*In terms of gender, men have a greater requirement for more personal space than women. According to Augustin (2009), men are more tense when their personal space is entered from the front. Women experience more tension when their personal space is encroached from the side [27]. For this reason, women tend to sympathise more with strangers sitting in front of them and men with strangers sitting to the side of them [28]. In general, people prefer to sit opposite conversation partners or turn around a corner towards one another. In addition, seating arrangements using corners create more cooperative conditions [29].*

*In an experiment in which students were able to select their seat in a seminar room from different seating arrangements and distances, Canter (1969) demonstrated which behaviours people use to retain their personal space.*

*For this experiment, chairs were initially placed in a semi-circle and the participating students were asked to take a seat. The results showed that participants avoided sitting in the tutor's line of vision. When the experiment was repeated with chairs arranged at right angles, the students selected seats as far as possible away from the tutor [30].*

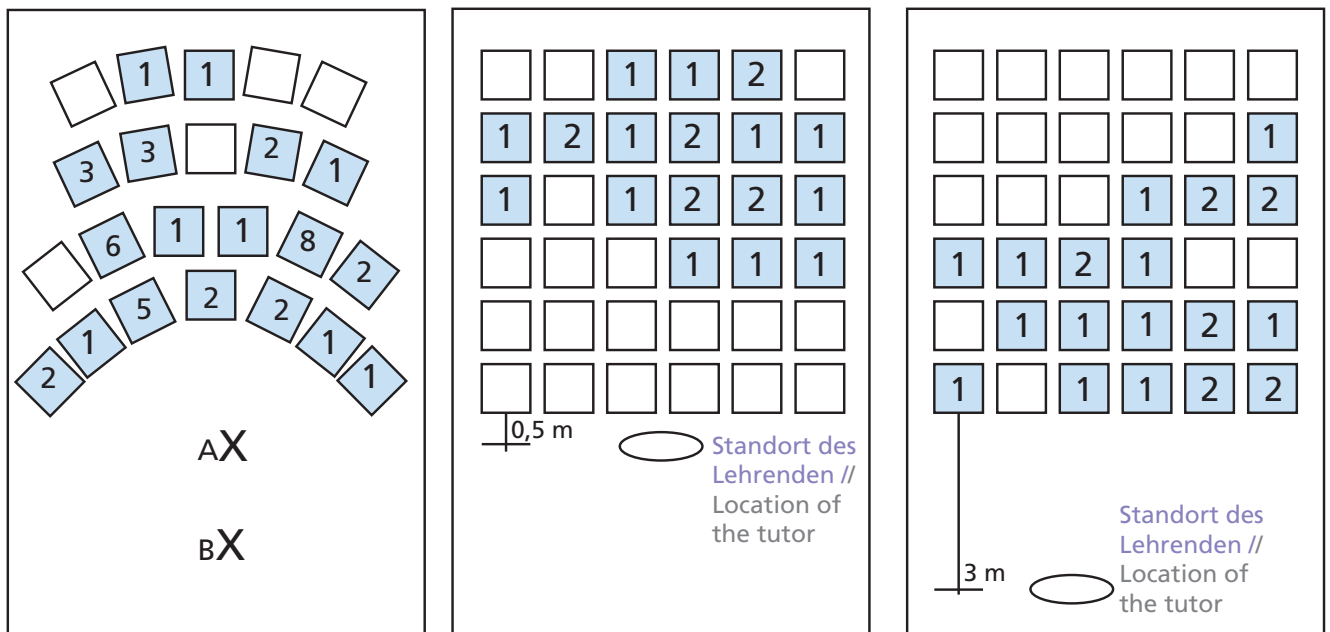


Abbildung 4: Häufigkeit, mit der jeder Platz von Studenten eingenommen wurden //  
 Figure 4: How many times did the students select each seat?

## 2.2 PRIVATHEIT // PRIVACY

Nach Kruse (1980) haben Räume und deren unmittelbare Umgebung einen großen Einfluss auf das Gefühl seiner Privatheit. Dies schützt den Menschen vor unerwünschten Einblicken und unkontrolliertem Zugang [31].

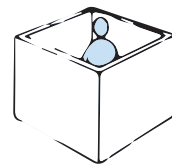
According to Kruse (1980), rooms and their immediate environment exert a strong influence on the feeling of privacy in a space. This protects people against unwanted viewing from outside and uncontrolled access [31].

Probst stellte fest, dass Menschen gleichermaßen das Bedürfnis nach Abgeschlossenheit und nach Beteiligung am Umweltgeschehen haben. Er hat fünf Zustände territorialer Zonierung definiert, bei denen der Grad der Abgeschlossenheit betrachtet wird und die Möglichkeiten für Ausblick, Öffnung und Zugang reguliert werden können [32].

Probst found that people have equal requirements for seclusion and involvement in events taking place in the environment. He defined five states of territorial zoning, in which the level of seclusion was observed and the options for outlook, opening and access could be regulated [32].



Zustand 1 // State 1    Zustand 2 // State 2    Zustand 3 // State 3    Zustand 4 // State 4    Zustand 5 // State 5



„schlecht“ // "bad"

„gut“ // "good"

„besser“ // "better"

„am besten“ // "best"

„schlecht“ // "bad"



Abbildung 5: Beurteilung unterschiedlicher Zustände territorialer Zonierung (nach Probst/72) //

Figure 5: Evaluation of various states of territorial zoning



Zustand 1: Eine Arbeitssituation in einem offenen Raum ohne jegliche Bedeckung des Rückens wird als eher schlecht bewertet.

Zustand 2: Besteht eine einseitige Deckung, wird die Arbeitssituation als gut bewertet. Durch diese Deckung wird ein Gefühl psychologischer Sicherheit erzeugt, da der Nutzer die Beteiligung an der Umgebung persönlich steuern kann.

Zustand 3: Durch eine beidseitige Abgeschlossenheit ist das Zuwenden zur oder das Abwenden von der Umgebung noch bewusster steuerbar. Daher wird dieser Zustand noch besser als Zustand 2 bewertet.

Zustand 4: Probst bewertet eine Deckung an drei Seiten am besten. Damit kann der Büronutzer sein eigenes Territorium eingrenzen und bei Bedarf die Umgebung überblicken oder am Geschehen teilhaben.



State 1: A working situation in an open space without any coverage for the back is evaluated negatively.

State 2: If there is coverage on one side, the working situation is evaluated positively. This coverage creates a sense of psychological safety as the user is able to personally regulate involvement in the environment.

State 3: Seclusion on both sides allows turning to or away from the environment to be controlled even more deliberately. For this reason, this state is evaluated more positively than state 2.

State 4: Probst considers coverage on three sides to be the best option. This means that the office user can create the boundaries of his/her own territory and, if necessary, survey the environment or participate in events.



Zustand 5: Die schlechteste Bewertung erhält die Abschirmung an vier Seiten. Durch die Isolierung des Nutzers ist die Chance gering, am Geschehen teilzunehmen und Teil der Organisationsfamilie zu werden.

Den Aussagen von Probst zufolge kann zusammenfassend davon ausgegangen werden. Der Arbeitender wird wahrscheinlich immer in der Nähe einer Wand bzw. eines wandähnlichen Objektes aufhalten [32].

Sundstrom, Burt und Kamp (1989) untersuchten Mitarbeiter aus höheren Hierarchieebenen mit komplexen Aufgaben mit dem Ziel, wirksame Faktoren zur Schaffung von Privatheit in der Raumgestaltung zu identifizieren. Sie arbeiteten heraus, dass eine Tür, aber eben auch eine passende Anordnung von Wänden und von Arbeitsplätzen mit einem positiven Gefühl der Privatheit in Verbindung steht. Sind andere Kollegen sichtbar, wird dieses Gefühl jedoch gemindert, wobei dieser Effekt interessanterweise für solche Kollegen, die weniger als drei Meter entfernt sitzen, nicht existiert [33].

Eine einfache und übliche Möglichkeit zur Herstellung von Privatheit in der Bürogestaltung sind Trennwände [34]. Nach Sundstrom et al. (1980) ist der Wunsch nach einem abgeschirmten Arbeitsplatz auch bei der Verrichtung weniger komplizierter Routinetätigkeiten feststellbar [35]. Yildirim, Akalin-Baskaya und Celebi (2007) konnten in ihrer Studie belegen, dass die erlebte Privatheit bei hohen Trennwänden von 140 cm und mehr ansteigt, da die Arbeitenden am Arbeitsplatz nicht mehr von Kollegen beobachtet werden konnten. Ein Vorteil eines gesteigerten Wohlbefindens ist, dass die subjektive Wahrnehmung anderer Raumeigenschaften, wie die Gestaltung des Arbeitsplatzes an sich oder die Beleuchtung ebenfalls positiver aufgenommen wird [34].



*State 5: Coverage on four sides was evaluated as being the worst option. As a result of the isolation of the user, there are few opportunities to participate in events or become part of the organisation family.*

*According to Probst's statements, this can be summarised as an assumption: the worker will probably always be located near to a wall and/or object that is similar to a wall [32].*

*Sundstrom, Burt and Kamp (1989) studied employees at higher hierarchical levels with the goal of identifying effective factors for creating privacy in room design. They concluded that a door, or simply a suitable arrangement of walls and workstations, is associated with a positive feeling of privacy. However, if other colleagues are visible, this sense of privacy is reduced. Interestingly, this effect does not apply to colleagues that sit less than three metres away [33].*

*A simple and common way of creating privacy in office design is using partition walls [34]. According to Sundstrom et al. (1980), the desire to have a shielded workstation can also be identified when carrying out less complicated routine activities [35]. In their study, Yildirim, Akalin-Baskaya and Celebi (2007) were able to prove that the level of perceived privacy increases when partition walls measuring 140 cm and above are used because the workers could no longer be observed by colleagues when at their workstations. An advantage of this increased well-being is that the subjective perception of other room properties, such as the design of the workplace itself or the lighting, is also more positive [34].*

## 2.3

### DISTANZ UND DICHTER // DISTANCE AND DENSITY

Enge Räume stehen dem menschlichen Bedürfnis nach Freiheit entgegen. Wird eine enger Raum noch zusätzlich geteilt, entsteht ein massiver Beengungsstress und ein Kontrollverlust durch eingeschränkte Verhaltensspielräume [36, 37, 38]. Die Entfernung, die im Austausch stehende Personen untereinander beibehalten, nennt sich »interpersonelle Distanz«. Durch diese Distanz kann laut Fischer (1990) der persönliche Raum eines Menschen reguliert werden. Unzureichender Abstand zwischen zwei Menschen erhöht die Stressbelastung und beeinträchtigt das Wohlbefinden. Beengte Verhältnisse führen zudem oft zu Verhaltensänderungen.

#### 2.3.1 Dichte und Verhalten

Die Dichte der Arbeitsumgebung wird von Wissenschaftlern und Arbeitnehmern als nicht zu unterschätzendes Merkmal hervorgehoben [39]. Die Dichte eines Raumes wird als die Menge an Menschen und ihrem Abstand zueinander definiert und beeinflusst sowohl die Kommunikation untereinander als auch die individuelle Belastung [40, 41]. Bereits in den 90er Jahren konnte die negative Einwirkung hoher Dichte im Arbeitsumfeld auf Verhältnis- und Haltungsreaktionen in Forschungsarbeiten bewiesen werden. Eine hohe Personendichte führt zu unangenehmem und unkontrollierbarem Kontakt zwischen den Mitarbeitern, wodurch deren Fokussierung und das Gefühl der persönlichen Kontrolle reduziert wird [39].

Fried et al. (2001) analysierten den Einfluss von Beengung und Schwierigkeitslevel einer zu erledigenden Aufgabe auf die zwischenmenschlichen Beziehungen im Büro. Die Ergebnisse zeigen, dass eine hohe Dichte die Mitarbeiter in Abhängigkeit von Position und Komplexität der Tätigkeiten auf unterschiedliche Art und Weise beeinflusst. Auf positionsniedrigere Mitarbeiter mit komplexen Aufgaben hat die hohe Dichte einen positiven Einfluss, wohingegen sich die erfahrenen und ranghohen

*Small spaces are in conflict with the human need for freedom. If a small space is then also divided again, this creates a very high level of restriction stress and loss of control as a result of restricted scope of action [36, 37, 38]. The distance maintained between two people having a conversation is called "interpersonal distance". According to Fischer (1990), the personal space of an individual can be regulated using this distance. If the distance between too people is insufficient, this increases stress levels and decreases well-being. Restricted conditions also often lead to behavioural changes.*

#### 2.3.1 Density and behaviour

*The density of the working environment has been highlighted as a feature that should not be underestimated by scientists and employees [39]. The density of a space is defined as the number of people and their distance from one another and influences both communication with others and individual stress [40, 41]. The negative effect of high density in the working environment on behavioural and postural reactions was proven in research work in the 90s. A high density of people leads to an unpleasant and uncontrollable level of contact between employees, whereby their focus and sense of personal control is reduced [39].*

*Fried et al. (2001) analysed the influence of restriction and level of difficulty of a task to be completed on the relationships between people in an office. The results showed that a high level of density influences employees in different ways depending on employee rank and task complexity. Employees at lower ranks with complex tasks are positively influenced by a high level of density, while experienced and high-ranking employees experience a reduction in well-being as a result of a high level of density. A possible*



Mitarbeiter unwohler fühlen. Eine mögliche Erklärung ist, dass Mitarbeiter mit geringerer Erfahrung von der höheren Personendichte profitieren, da sie in dieser Konstellation Hilfe bei Fragen bekommen und leichter Informationen sammeln können [42].

Evans et al. (2007) widmen sich der Frage, ob die berechnete durchschnittliche Raumdichte oder alternativ die echte Dichtenwahrnehmung einen stärkeren Einfluss auf das menschliche Verhalten hat. Dazu untersuchten sie das Verhalten von Passagieren in öffentlichen Transportmitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass das Stresslevel von der Sitzdichte und nicht der Gesamtdichte abhängt. Durch dieses Resultat wird auch bestätigt, was Altman (1975) bereits zuvor entdeckt hat. Nach seinen Erkenntnissen, wird das Verhalten der Menschen eher von der tatsächlichen Wahrnehmung der Dichte, d. h. der Anzahl und Nähe der Personen in der unmittelbaren Umgebung, beeinflusst, als von der durchschnittlichen Dichte in einem gesamten Raum. Aus diesem Grund sind Mittelsitze in Verkehrsmitteln weniger begehrt, weil viele Passagiere sie als einen beidseitigen Eingriff in den Privatbereich empfinden [43].



*explanation is that less experienced employees benefit from the higher level of density of people because this scenario enables them to seek help when they have questions and obtain information more easily [42].*

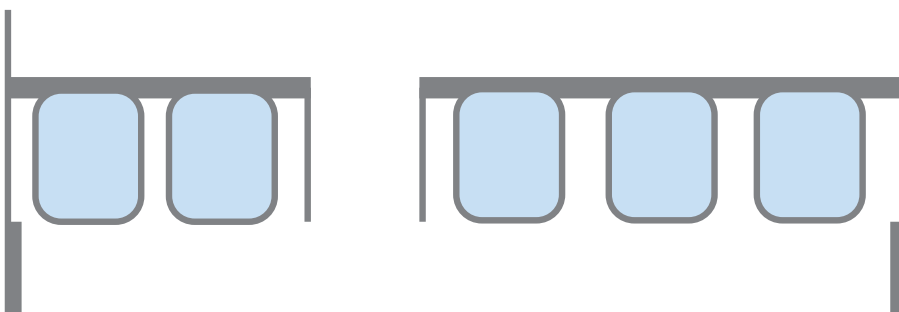
*Evans et al. (2007) looked at whether the calculated average room density or, alternatively, the actual perception of density has a greater effect on human behaviour. In order to do so, they investigated the behaviour of passengers on public transport. The results show that level of stress is dependent on seating density and not overall density. This result confirms the previous findings by Altman (1975). In accordance with his findings, the behaviour of people is influenced to a greater extent by the actual perception of density, i.e. the number and proximity of people in the immediate environment, than the average density in a space as a whole. For this reason, central seats on public transport are less popular because many passengers perceive there to be an encroachment on their personal space from both sides [43].*

Variablen // Variable	MW // Mean	SD	2	3	4	5	6
1. Fahrzeugdichte (Personen/Anzahl Sitzplätze im Auto) // 1. Car density (people/number of seats in car)	.37	.29	.13	.11	-.13	-.00	-.06
2. Sitzplatzdichte (Personen/Anzahl Sitzplätze in einer Reihe) // 2. Seat density (people/number of seats in row)	.44	.28	.19*	-.12	-.16*	-.03	
3. Kortisolspiegel (log Pendlerfahrt -log zu Hause B) // 3. Cortisol (log commuting-log at home baseline)	.13	1.11	-.09	-.12	.06		
4. Korrektur (% Erkannte Fehler) // 4. Proofreading (% errors detected)	55	19	.17*	.12			
5. Stimmung (2–10) // 5. Mood (2–10)	5.47	1.58	.05				
6. Einkommen (1<\$25,000-9>\$95,000) // 6. Income (1<\$25,000-9>\$95,000)	7.33	2.22					



Abbildung 6: Deskriptive Statistik und Nullkorrelation der Dichte und ihre Auswirkungen auf Stress,  $p < .05$  (einseitig) //

Figure 6: Descriptive statistics and zero-order correlations of density and their effect on stress,  $p < .05$  (one-tailed)



◀ Abbildung 7: Konfigurationen für  
Zugwagensitze

◀ Figure 7: Configurations of seating  
in train



Die zwischenmenschliche Distanz beeinflusst auch das Konsumverhalten. Laut Xu et al. (2011) kann die physische Nähe eine Präferenz für bestimmte Produkte erhöhen oder auch verringern. Wenn eine Person die Nähe zu einer anderen Person als freiwillig und positiv wahrnimmt, wählt sie öfter ein Produkt, das auch von der anderen Person ausgesucht wird. Nehmen Menschen die Dichte als unfreiwillig, negativ und als Bedrohung ihres persönlichen Raums wahr, dann ist es ihnen wichtig, ihre Individualität ausdrücken zu können. Folglich wählen sie lieber Produkte, die sich von den anderen abheben [44].

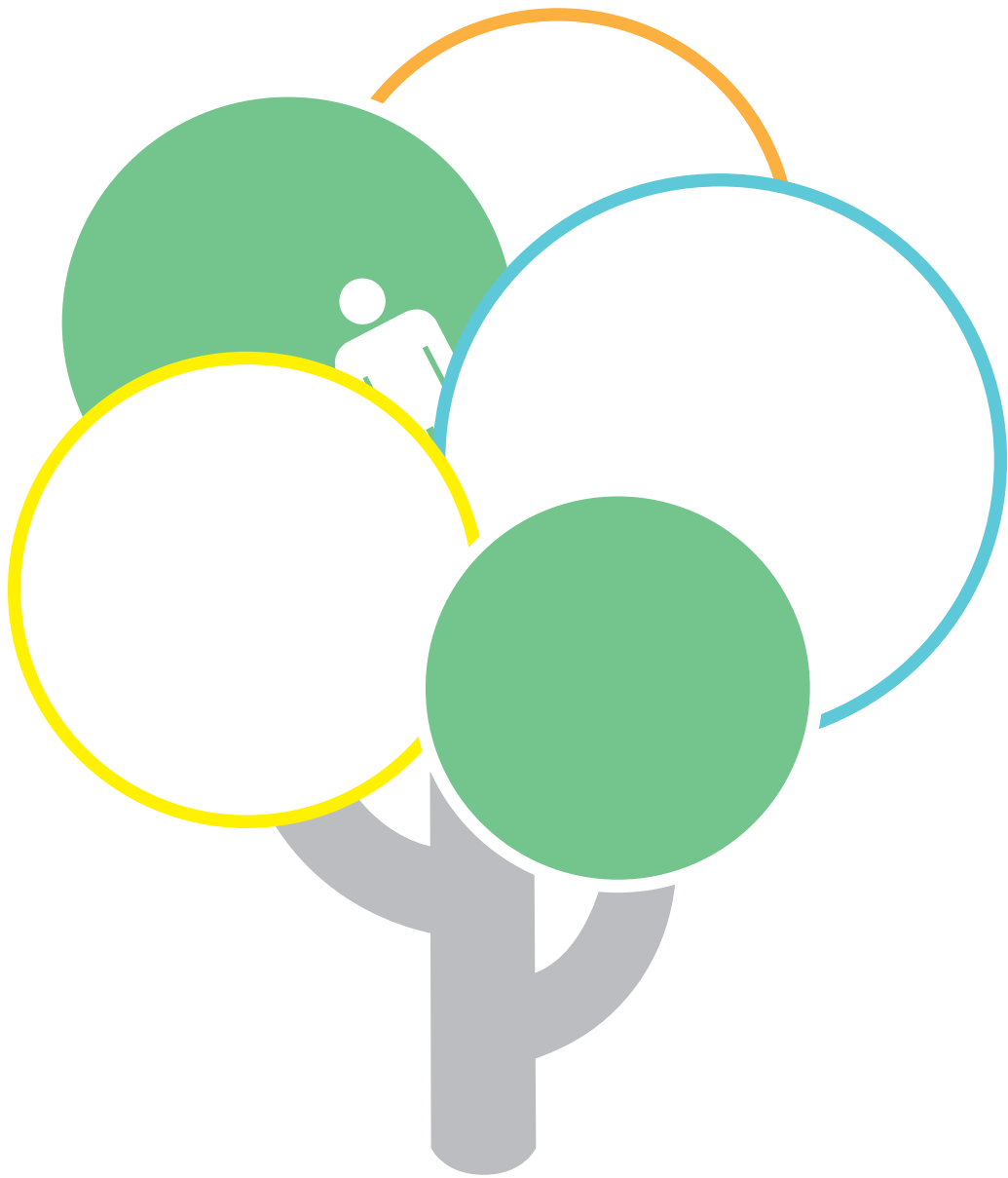
Um die negative Wirkung der Beengung zu reduzieren, kann laut Streufert et al. (1979) beispielsweise mehr Licht in einen Raum eingebracht oder auch ein Raum in einer hellen Farbe gestaltet werden. Hellere Räume wirken im Vergleich weniger eng als dunkle [27].



*Interpersonal distance also influences consumer behaviour. According to Laut Xu et al. (2011), physical proximity can increase or decrease a preference for certain products. If a person perceives the proximity to another person to be voluntary and positive, they will choose a product that is also selected by the other person more often. If people perceive the density to be unwanted, negative and a threat to their personal space, then it is important to them to be able to express their individuality. Consequently, they prefer to choose products that differentiate them from others [44].*

*In order to reduce the negative effect of restricted space, according to Streufert et al. (1979), for example, more light can be brought into a space or a room can be designed in a lighter colour. Lighter rooms appear less cramped in comparison to dark rooms [27].*

# 3



# BEZUG ZUR NATUR CONNECTION WITH NATURE

Ein Mangel an unmittelbarem Kontakt mit der Natur hat nachteilige Konsequenzen für den Menschen. Einerseits hat ihre dauerhafte Abwesenheit im Alltag einen starken negativen Einfluss auf das Wohlbefinden und die persönliche Gesundheit [45] und andererseits führt der lange Aufenthalt in der Arbeitsumgebung zu einer Reduktion von Arbeitszufriedenheit und einer höheren Stressbelastung. Menschen wünschen sich explizit Naturerlebnisse im Büro. Das kann beispielsweise der Blick aus dem Fenster in die Landschaft, warmes Tageslicht am Arbeitsplatz oder auch ein Poster an der Wand sein, das eine Fluss- oder Gebirgslandschaft darstellt. Hierdurch entsteht eine positive Wirkung auf den Betrachter. Pflanzen im Büro können zum einen das Raumklima verbessern, zum anderen regen sie zusätzlich die Konzentrationsfähigkeit und Kreativität des Menschen an und reduzieren Krankmeldungen bzw. Fehlzeiten. In diesem Kapitel wird deshalb die psychologische Funktion in Verbindung mit der physikalischen und physiologischen Funktion von natürlichen Elementen im Büro betrachtet. Für die zukünftige Gestaltung von Büroumgebungen ist das Verständnis der Beziehung zwischen Mensch und Natur daher nicht nur sinnvoll, sondern vielmehr notwendig.

*A lack of direct contact with nature has negative consequences for people. On the one hand, the permanent lack of nature in everyday life has a strong negative influence on well-being and personal health [45] and, on the other hand, spending long periods of time in the working environment leads to a reduction in job satisfaction and higher stress levels. People specifically want to experience nature in the office. This may, for example, be a view of the countryside from the window, warm daylight in the workplace or even a poster on the wall that shows a river or mountain landscape. This has a positive effect on the viewer. Having plants in the office can improve the interior climate and also promote concentration and creativity in humans, in addition to reducing the number of sick days and/or absences. Therefore, this chapter will explore the psychological function, as well as the physical and physiological functions, of natural elements in the office. Obtaining an understanding of the relationship between people and nature is thus not only worthwhile, but also necessary for designing office spaces in the future.*

## 3.1

### PFLANZEN // PLANTS

Menschen schätzen Pflanzen in der gebauten Umwelt. Sowohl Pigram (1993) als auch Kaplan und Kaplan (1989) konnten empirisch bestätigen, dass Menschen die Natur gegenüber gebauten Umwelten bzw. gebaute Umwelten, die Bäume, Pflanzen und Grün umfassen, vor Bauten ohne Vegetation bevorzugen [46, 47]. Im folgenden zusammengefasste Studien belegen, dass Pflanzen einen positiven Einfluss auf das Klima im Büro und die psychologische Verfassung von Nutzern haben. Einerseits können Pflanzen die Raumluft reinigen, die Luftfeuchtigkeit erhöhen und Störgeräusche absorbieren bzw. reduzieren. Andererseits fördern Pflanzen Entspannung und Konzentrationsfähigkeit und machen dadurch produktiver und kreativer.

#### 3.1.1 Pflanzen und Klima

In mehreren Studien konnte die positive Wirkung von Pflanzen auf das Raumklima nachgewiesen werden. Tarran et al. (2002) haben einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Zimmerpflanzen und einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Raumluft nachgewiesen [48]. Das CO<sub>2</sub>-Niveau reduziert sich in einer klimatisierten Büroumgebung mit Hilfe von Pflanzen um ca. 10 Prozent und in einem natürlich belüfteten Gebäude um 25 Prozent. Zudem zeigen die Ergebnisse von Lohr und Pearson-Mims (1996), dass Zimmerpflanzen das Staubbiveau deutlich reduzieren [49]. In einer norwegischen Studie wurden die Auswirkungen von Pflanzen auf die Gesundheit von Büroarbeitern untersucht. Die Studie stellt eine signifikante Reduktion von gesundheitlichen Beschwerden fest: Müdigkeit verringerte sich um 30 Prozent, Beschwerden wie Trockenheit des Halses ebenfalls um 30 Prozent, Husten um 37 Prozent und trockene, gereizte Haut um 23 Prozent. Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass die Integration von

*People value plants in man-made environments. Both Pigram (1993) and Kaplan and Kaplan (1989) provide empirical evidence confirming that people prefer nature over man-made environments and prefer man-made environments that include trees, plants and greenery over constructions without any vegetation [46, 47]. The following summarised studies confirm that plants have a positive influence on the office climate and the psychological condition of users. On the one hand, plants are able to purify the air in the room, increase the air humidity and absorb and/or reduce background noise. On the other hand, plants promote relaxation and concentration and therefore make people more productive and creative.*

#### 3.1.1 Plants and the climate

*Several studies have proven the positive effect of plants on room climate. Tarran et al. (2002) were able to prove a significant correlation between the presence of house plants and the reduction of CO<sub>2</sub> content in the air in the room [48]. The CO<sub>2</sub> is reduced in an air-conditioned office environment by approx. 10 per cent with the help of plants and by 25 per cent in a naturally ventilated space. In addition, the results obtained by Lohr and Pearson-Mims (1996) demonstrate that house plants significantly reduce dust levels [49]. A Norwegian study investigated the effects of plants on the health of office workers. The study identified a significant reduction in health complaints: fatigue was reduced by 30 per cent, complaints such as dry throats were also reduced by 30 per cent, coughs by 37 per cent and dry, irritated skin by 23 per cent. The results of this study indicate that the integration of plants into an office environment can significantly improve health and well-being [50].*





Pflanzen in eine Büroumgebung eine deutliche Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens bewirken kann [50].

Trockene Luft wird in Büroumgebungen teilweise als ein großes Problem empfunden. Besonders in der Winterzeit kommt das Problem aufgrund der Beheizung und selteneren Lüftungsvorgängen häufiger vor.

Pflanzen können einen Beitrag leisten, die optimale Luftfeuchtigkeit im Büro, die zwischen 40 und 60 Prozent liegt, einzuhalten. Der Evapotranspirationsprozess sorgt dafür, dass das Wasser in Pflanzen an die Luft abgegeben wird. Lichtstärke, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Belüftung, und natürlich die Größe der Pflanze sind dabei entscheidende Faktoren für die Effizienz dieses Prozesses [51].

Nach den Forschungsergebnissen von Costa und James (1999) helfen Pflanzen auch dabei, Geräusche zu absorbieren und zu reflektieren [52]. Pflanzen mit kleinen Blättern stellen sich dabei als etwas effizienter heraus, da sie Geräusche besser verteilen und zerstreuen können [51].

---

### 3.1.2 Pflanzen und Erholung

---

Pflanzen können nicht nur eine positive Wirkung auf das Büroklima haben, sondern auch auf die psychische Gesundheit (der Büronutzer). Die Erholungsfunktion zeichnet sich durch zwei Prozesse aus: einmal durch die Erholung von Ermüdung in Folge langer Konzentrationsphasen und zusätzlich durch die Reduktion von psychologischem und physiologischem Stress.

#### 3.1.2.1 Pflanzen und Ermüdung

Eine der wichtigsten Theorien zur Wirkung von natürlichen Umgebungen auf die Erholung des Menschen ist die »Attention Restoration Theorie« von Kaplan und Kaplan (1989). Die Autoren unterscheiden zwei Arten der Konzentration, die



*Dry air is perceived to be a major problem in some office environments. In winter in particular, this problem is more common as a result of heating and rooms not being ventilated as often.*

*Plants can contribute to achieving an optimum level of air humidity in the office, which is between 40 and 60 per cent. The evapotranspiration process means that the water in plants is released into the air. The light intensity, temperature, air humidity, ventilation and, of course, the size of the plant are key factors in determining the efficiency of this process [51].*

*According to the research results obtained by Costa and James (1999), plants also help to absorb and reflect noise [52]. Plants with small leaves are somewhat more efficient at this, as they are better at distributing and scattering noise [51].*

---

### 3.1.2 Plants and relaxation

---

*Plants have a positive effect not only on the office climate, but also on mental health (of office users). The relaxation function is characterised by two processes: firstly in recovery from the fatigue resulting from long periods of concentration, and additionally in the reduction of psychological and physiological stress levels.*

#### 3.1.2.1 Plants and fatigue

*One of the most important theories relating to the effect of natural environments on human relaxation is the "Attention Restoration Theory" put forward by Kaplan and Kaplan (1989). The authors distinguish between two types of concentration: direct (e. g. solving problems) and indirect (e. g. taking a stroll) [46]. Direct concentration seeks to avoid distracting stimuli. This requires a high level of sustained*



direkte (z. B. Aufgabe lösen) und die indirekte (z. B. spazieren) [46]. Bei der direkten Konzentration wird versucht, ablenkbare Stimuli zu beseitigen. Diese erfordert eine hohe dauerhafte Aufmerksamkeit und kann sich erschöpfen. Die indirekte Konzentration erfordert keine Anstrengung und hat keine Kapazitätsbeschränkungen [53]. Kaplan und Kaplan gingen davon aus, dass eine natürliche Umgebung die direkte in die indirekte Konzentration verwandeln kann, um Erholung zu schaffen [46].

Taylor et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen Pflanzen und menschlicher Konzentrationsfähigkeit. Die Konzentrationsfähigkeit wurde im Rahmen einer Umfrage bei Eltern von Kindern mit Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) evaluiert. Die Kinder konnten sich besser auf die gestellte Aufgabe konzentrieren, wenn die Aussicht von ihren Zimmern grüne Elemente enthielten [54]. Eine Studie von Tennessen und Cimprich (1995) ergibt, dass Studierende in einem Wohnheim mit als schön empfundenem Ausblick eine höhere Konzentrationsfähigkeit aufweisen und eine bessere Leistung bei Prüfungen erzielen [55]. In einer anderen Studie von Lohr et al. gaben Teilnehmer nach dem Lösen einer Aufgabe am Computer an, sich mit der Präsenz einer Pflanze besser konzentrieren zu können [49]. Heerwagen et al. (1998) führten ein Experiment in einem fensterlosen Raum durch. In einem der Räume standen Pflanzen und in dem anderen nicht. Während einer Leseaufgabe fiel es den Teilnehmern in dem Zimmer mit Pflanzen signifikant leichter sich zu konzentrieren als Teilnehmern in dem Raum ohne Pflanzen [56].

### 3.1.2.2 Pflanzen und Stressabbau

Der Mensch ist täglich 50 bis 200 Stresssituationen ausgesetzt. Diese entstehen, wenn die Anforderungen an ein Individuum dessen Möglichkeiten (Ressourcen), auf eine solche Situation zu reagieren, übersteigen. [57]. Durch kumulative Effekte können stressinduzierende Erlebnisse sogar eine beträchtlichere Wirkung auf die psychische und physische Gesundheit haben als einzelne, größere Lebensereignisse [58]. Die Betrachtung



*attention and can be exhausted. Indirect concentration does not require any effort and does not have any capacity restrictions [53]. Kaplan and Kaplan hypothesised that a natural environment can transform direct concentration into indirect concentration in order to facilitate relaxation [46].*

*Taylor et al. investigated the connection between plants and human concentration abilities. The concentration abilities were evaluation within the framework of a survey of parents of children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). The children were able to concentrate better on the task they were given if the view from their rooms contained green elements [54]. A study by Tennessen and Cimprich (1995) demonstrates that students in accommodation with a view that is perceived as pleasant have improved levels of concentration and achieve better results in examinations [55]. In another study by Lohr et al., after solving a problem on a computer, participants indicated that their concentration levels were better in the presence of a plant [49]. Heerwagen et al. (1998) carried out an experiment in a windowless room. One of the room contained plants and the other did not. During a reading task, the participants in the room with plants found it significantly easier to concentrate than the participants in the room without any plants [56].*

### 3.1.2.2 Plants and stress reduction

*People are subjected to somewhere between 50 and 200 stressful situations on a daily basis. These arise when the demands made of an individual to react to a situation exceed his/her abilities (resources) [57]. As a result of cumulative effects, stress-inducing experiences can actually have a more significant effect on mental and physical health than single, larger life events [58]. Observing nature or being surrounded by plants provides a welcome distraction. These natural elements function as a coping resource which allows building users to create a balance between environmental requirements and personal resources. Positive feelings are increased, worries are reduced and stress reduction is*



von Natur oder das Umgeben-Sein von Pflanzen stellt eine positive Ablenkung dar. Diese natürlichen Elemente wirken wie eine Bewältigungsressource, die es Gebäudenutzern ermöglicht, eine Balance zwischen Umwelтанforderungen und persönlichen Ressourcen zu schaffen. Positive Gefühle werden erhöht, Sorgen reduziert und der Abbau von Stress gefördert. Mehrere Studien zeigen, dass selbst ein unbewusster Aufenthalt in einer Umgebung mit Blick ins Grüne einen positiven Einfluss auf die Stressreduktion hat [59] [49]. Lohr, Pearson-Mims und Goodwin (1996) haben während der Bearbeitung von Aufgaben am Computer den Blutdruck ihrer Probanden gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass Personen mit Pflanzen in der Arbeitsumgebung einen niedrigeren Blutdruck während des Arbeitsprozesses haben als Personen, bei denen keine Pflanzen vorhanden sind [49].

Auch Ulrich konnte bereits 1984 nachweisen, dass ein Blick ins Grüne nicht nur eine psychologische Wirkung hat, sondern auch messbare physiologische Effekte [60]. Im Vergleich zu einem mit keinen oder wenigen Pflanzen eingerichteten Raum kann die Entlastung von Stress schneller und vollständiger erreicht werden, wenn die Umgebung von Grün dominiert wird. Owen (1994) fand heraus, dass durch einen Spaziergang in einem botanischen Garten der systolische Blutdruck reduziert und das psychische Wohlbefinden beträchtlich verbessert wird [61]. Ein ähnlicher Effekt von Pflanzen auf die Erholungsfunktion wurde durch die Forschung in einem Krankenhaus belegt. Park und Mattson (2008) fanden heraus, dass Patienten mit Pflanzen oder Blumen im Zimmer eine deutlich bessere Stimmung, eine höhere Zufriedenheit sowie einen geringeren Bedarf an Schmerzmitteln als Patienten in Zimmern ohne Pflanzen haben [62]. Laumann, Gärling und Stormark (2003) erklärten über ihre Studien den stressreduzierenden Effekt von Pflanzen damit, dass Menschen in einer natürlichen Umgebung weniger physiologische Reize erfahren und dadurch eine höhere Konzentrationsfähigkeit erreichen [63].



*promoted. Multiple studies show that even unintentionally spending time in an environment with a view of nature exerts a positive influence on stress reduction [59] [49]. Lohr, Pearson-Mims and Goodwin (1996) measured the blood pressure of participants in their study whilst they were processing tasks on a computer. The results show that the blood pressure of people with plants in their working environment is lower during the work process than that of people with no plants in their working environment [49].*

*As early as 1984, Ulrich also demonstrated that a view of nature not only has a psychological effect, but also has measurable physiological effects [60]. In comparison with a room with no plants or few plants, stress reduction can be faster and more comprehensive if the environment is dominated by greenery. Owen (1994) found that a stroll around some botanical gardens reduces systolic blood pressure and significantly improves psychological well-being [61]. A similar effect of plants on the recovery function has also been proven by research in a hospital. Park and Mattson (2008) found that patients in a room with plants or flowers had a significantly better mood, higher level of satisfaction and lower need for patient killers than patients in rooms without plants [62]. Laumann, Gärling and Stormark (2003) conducted studies on the stress-reducing effect of plants, explaining that people in a natural environment experience fewer physiological stimuli and therefore a higher capacity for concentration [63].*



### 3.1.3 Pflanzen und Leistung

Der Zusammenhang von Leistungsfähigkeit und Pflanzen bzw. die Farbe Grün wurde in zwei Studien unter verschiedenen räumlichen Situationen gemessen und evaluiert. Britische Wissenschaftler haben zwei Arbeitsumgebungen differenziert: ein schlicht gestaltetes Büro ohne Pflanzen und ein Büro mit vielen Pflanzen. Die Zufriedenheit, Konzentration, Luftqualität sowie Produktivität wurde mithilfe einer Befragung von Knight & Haslam(2010b), gemessen. Die Forscher fanden heraus, dass das bepflanzte Büro die Produktivität um 15 Prozent steigerte [64]. In einem Experiment von Lohr (1996) waren die Probanden in einem Zimmer mit Pflanzen um 12 Prozent produktiver als in ein einem Zimmer ohne Pflanzen. Der positive Effekt von Pflanzen auf die Produktivität ist vielfach bestätigt worden [49].

Eine weitere Studie von Studenten et al. (2016) hatte den Einfluss von Pflanzen, einer Aussicht auf die Natur und der Farbe Grün in Klassenzimmern auf visuelle (z. B. Werbung, Fotografieren, Animation) und verbale Kreativität zum Thema. Alle drei Faktoren konnten demnach die visuelle, jedoch nicht die verbale Kreativität erhöhen [65].



### 3.1.3 Plants and performance

*The relationship between performance and plants and/or the colour green has been measured and evaluated in two studies in various spatial situations. British researchers differentiated between two working environments: a minimalist office without plants and an office with lots of plants. The levels of satisfaction, concentration, air quality and productivity were measured by Knight & Haslam (2010b) using a survey. The researchers found that the office with plants increased productivity by 15 per cent [64]. In an experiment by Lohr (1996), participants in a room with plants were 12 per cent more productive than in a room without plants. The positive effect of plants on productivity has been proven various times [49].*

*Another study by Studenten et al. (2016) looked at the influence of plants, a view of nature and the colour green in classrooms on visual (e. g. advertising, photography, animation) and verbal creativity. According to this study, all three factors increased visual, but not verbal, creativity [65].*

## 3.2

### BEZUG ZUM AUSSENRAUM // CONNECTION TO THE OUTDOORS

Naturelemente, wie Bäume, Brunnen, Blumen etc. werden in der gebauten Umwelt als eine Bereicherung für die ästhetische Wahrnehmung empfunden [66]. Darüber hinaus kann auch durch eine Aussicht in die Natur oder den direkten Kontakt zu natürlichen Elementen Stress reduziert und Erholung gefördert werden [46].

*Natural elements, such as trees, fountains, flowers, etc. are considered to enhance aesthetic perception in man-made environments [66]. Furthermore, a view of nature or direct contact with natural elements can reduce stress and promote relaxation [46].*

#### 3.2.1 Aussicht

Mehrere Studien bestätigen, dass die Aussicht verschiedene psychologische sowie physiologische Einwirkungen auf den Menschen hat, beispielsweise Stressverringerung, Angstreduktion, Aufmerksamkeitserhöhung und Stimmungsverbesserung. Ulrich hat mit seinem Team den Zusammenhang zwischen dem Menschen und natürlichen Elementen untersucht. Seine Studien aus den Jahren 1979, 1981 und 1986 unterstützen seine These der hohen Wirksamkeit des Blicks in die freie Natur. Ulrich fand heraus, dass beim Ansehen von Filmen mit natürlichen Elementen, wie Wasser und Pflanzen, der Stressabbau effektiver als im Vergleich zu urbanen Aufnahmen oder Filmen ohne natürliche Elemente ablief. Die Betrachtung von Pflanzen entspannt die Muskulatur und reduziert die Hautleitfähigkeit. Bei Personen, die Stress oder Angst empfinden, bewirkt der Blick auf bestimmte Naturszenen eine rasche Verbesserung der Stimmung sowie einen niedrigeren Blutdruck und eine Verlangsamung des Pulses. [59].

#### 3.2.1 View

*Multiple studies confirm that views have various psychological and physiological effects on people, for example stress reduction, anxiety reduction, increased attention and mood enhancement. Ulrich and his team investigated the link between people and natural elements. His studies from 1979, 1981 and 1986 support his thesis that views of outdoor nature are highly effective. Ulrich found that, when watching films with natural elements such as water and plants, stress reduction was more effective in comparison with urban images or films without natural elements. Looking at plants relaxes the muscles and reduces skin conductance. For people experiencing stress or anxiety, looking at certain natural scenes creates a rapid improvement in their mood, lowers their blood pressure and slows down their pulse [59].*

Heerwagen (1986) hat die Wirkung von natürlichem Licht auf die Gesundheit mittels einer Befragung von Gefängnisinsassen mit verschiedenen Fensteraussichten untersucht. Er entdeckte, dass Gefängnisinsassen mit Fenstern in Richtung einer Wiese oder Bergen eine deutlich niedrigere Rate von Stress und damit verbundenen Krankmeldungen hatten als Häftlinge mit Blick auf den Gefängnishof oder Gebäudekomplexe. Darüber hinaus hatten die Probanden aus dem ersten Stockwerk des

*Heerwagen (1986) investigated the effect of natural light on health by means of a survey of prisoners with various views from their windows. He established that prisoners with windows that pointed towards a field or mountains had a significantly lower stress levels and associated reports of illness than prisoners with a view of a prison courtyard or building complex. Furthermore, the test participants from the first floor of the prison which was the subject of the investigation experienced fewer instances of stress-induced illness than those from the ground floor. One possible explanation for the variation in instances of illness may be that the view extends further from the first floor, which is*



untersuchten Gefängnisses weniger stressinduzierte Krankmeldungen als diejenigen aus dem Erdgeschoss. Eine Erklärung für das Variieren der Krankmeldungen ist möglicherweise, dass aus dem ersten Stockwerk ein weiterer Blick zur Verfügung steht, der mit positiven psychologische Effekten verknüpft ist [67]. Die Studie zeigt auch, dass Gefängnisinsassen mit Blick auf die Natur nicht nur weniger Krankmeldungen, sondern auch weniger Verdauungsbeschwerden und Kopfschmerzen erfahren als Insassen ohne einen solchen Ausblick [67].

Kaplan (1995) hat sich intensiv mit der Erholungsfunktion von Aussichten auseinandergesetzt und konnte feststellen, dass der Erholungsprozess von Patienten nach einer Operation durch die Aussicht aus ihrem Zimmer beeinflusst wird. Die Patienten, die auf Bäume blickten, hatten einen kürzeren Krankenhausaufenthalt und weniger Komplikationen im Vergleich zu denjenigen Patienten, die auf eine Mauer blickten. Kaplan folgert aus dieser Beobachtung, dass auch Mitarbeiter, die neben einem Fenster mit Blumen und Bäumen sitzen, ein hohes Wohlbefinden und eine geringe Stressbelastung haben [68]. Roger S. Ulrich bestätigte den Erholungseffekt von Pflanzen durch eine mehrjährige Studie in einem Krankenhaus. Auch hier hatten diejenigen Patienten mit Bäumen vor dem Fenster weniger Beschwerden nach der Behandlung als Patienten mit einem Ausblick auf andere Gebäude. Zudem brauchten sie weniger und schwächere Schmerzmittel, riefen seltener nach Pflegepersonal, erfuhren seltener negative Bewertungen im Krankenbericht und wurden früher entlassen [60].

In einer US-amerikanischen Studie untersuchten Tenessen und Cimprich (1995) die Konzentrationsfähigkeit von Studierenden in Abhängigkeit von der Aussicht aus den Fenstern ihres Wohnheims. Die Autorinnen kamen zu dem Ergebnis, dass die Konzentration bei Probanden, die auf natürliche Landschaftselemente sahen, höher war, als bei solchen, die größtenteils eine Aussicht auf Häuser hatten [55]. In einer weiteren Studie von Taylor et al. (2002) wurde der Zusammenhang zwischen



*linked with positive psychological effects [67]. The study also shows that prisoners who have a view of nature not only have fewer instances of illness, but also experience fewer digestive complaints and headaches than prisoners without a view of nature [67].*

*Kaplan (1995) studied the recovery function of views in great detail and concluded that the recovery process of patients after an operation was influenced by the view from their room. Patients who looked out onto trees had shorter stays in hospital and fewer complications than patients who looked out onto a wall. From this observation, Kaplan infers that employees who sit next to a window with flowers and trees will also have a high level of well-being and low stress levels [68]. Roger S. Ulrich confirmed the recovery effect of plants with a hospital study that spanned several years. Here too, patients with trees in front of their windows had fewer post-treatment complaints than patients with a view of other buildings. In addition, they required fewer, and weaker, painkillers, called nursing staff less often, experienced fewer negative evaluations in their medical records and were discharged earlier [60].*

*In a US study, Tenessen and Cimprich (1995) investigated the concentration capacity of students depending on the view from the windows of their accommodation. The authors came to the conclusion that concentration levels were higher for participants who looked out onto natural landscape elements than those who looked out predominantly onto houses [55]. In a further study by Taylor et al. (2002), the connection between nature and self-discipline in children was investigated. They found that girls who had a view of nature from their rooms had better self-discipline than girls without a view of nature. The authors subsumed three elements under the term 'self-discipline': concentration, the ability to delay rewards and the ability to suppress impulses. This result was not replicated for boys.*



Natur und der Selbstdisziplin bei Kindern untersucht. Sie konnten herausfinden, dass Mädchen, die aus ihrem Zimmer einen Ausblick auf die Natur hatten, eine bessere Selbstdisziplin aufwiesen als Mädchen ohne Ausblick auf die Natur. Unter dem Begriff »Selbstdisziplin« subsumierten die Autoren drei Elementen: Konzentration, die Fähigkeit Belohnungen aufzuschieben und die Fähigkeit, Impulse unterdrücken zu können. Bei Jungen wurde dieses Ergebnis nicht repliziert. Ihre Vermutung für diesen fehlenden Zusammenhang ist, dass sich Jungen seltener zu Hause aufhalten als Mädchen [54].

### 3.2.2 Fenster und falsche Fenster

Fenster führen drei primäre Funktionen aus: Sie transportieren das Tageslicht in einen Raum, bieten Belüftung und einen Blick nach draußen [69]. Die sich ständig verändernden Lichtverhältnisse vor bzw. in Räumen mit Fenstern lassen die Mitarbeiter Wechsel der Tageszeit und der Jahreszeiten erleben [70]. Yildirim et al. (2007) untersuchten die Lage von Arbeitsplätzen in Fensternähe. Diese wurden von Angestellten in Bezug auf Beleuchtung und Arbeitsplatzgestaltung erwartungsgemäß sehr positiv bewertet [34]. Stone (1998) konnte feststellen, dass das Vorhandensein eines Fensters die Mitarbeiter bei der Bearbeitung von computerbasierten Aufgaben motivierte [71]. Auch bei kreativen Aufgaben gilt ein Büro mit Fenstern als förderlicher als ein fensterloser Raum [72]. Eine mögliche Erklärung für diese Effekte ist, dass direkter Kontakt mit natürlichen Elementen oder ein Ausblick in die Natur durch die Fenster einen resorptiven Einfluss auf das Stresserleben hat und somit Erholung ermöglicht [46]. Außerdem kann Tageslicht einen positiven Einfluss auf die menschliche Stimmung sowie die innere Uhr ausüben (siehe: Kapitelnummer 3.3).

Fenster bieten vielfähige Vorteile für Körper und Psyche. Heerwagen und Orian (1986) haben die Reaktion der Menschen untersucht, wenn kein Fenster in der Nähe ist. Das Forschungsteam hat die Dekorationen in 75 Büros mit und



*The authors presumed that the reason for this disconnect is that boys spend less time at home than girls [54].*

### 3.2.2 Windows and false windows

*Windows perform three primary functions: they transport daylight into a room, ensure ventilation and provide a view of the outside [69]. The constantly changing light conditions outside and/or in rooms with windows allows the employees to experience the changes in terms of time of the day and seasons [70]. Yildirim et al. (2007) conducted an investigation of workstations close to windows. According to expectations, such workstations were evaluated very positively by employees with regard to lighting and workplace design [34]. Stone (1998) ascertained that the presence of a window provided employees with motivation when carrying out computer-based tasks [71]. For creative tasks too, an office with a window is more beneficial than a room without windows [72]. One possible explanation for these effects is that direct contact with natural elements or a view of nature through a window has a resorptive influence on experiences of stress and therefore facilitates recovery [46]. Furthermore, daylight can have a positive influence on both mood and the body clock in humans (See chapter 3.3).*

*Windows provide a broad range of benefits for the body and the psyche. Heerwagen und Orian (1986) studied the reactions of people when they are not close to any windows. The research team analysed decorations in 75 offices with and without windows on the Washington University campus. The results showed that employees in windowless offices have significantly more decorations than those in offices with windows. In windowless offices, four times as many pictures showing landscapes were displayed than in offices with windows [73]. Sommer (1974) investigated the behaviour of people working underground or in windowless offices. He ascertained that most of the respondents were*

▼  
 ohne Fenster auf dem Campus der Washington Universität analysiert. Das Ergebnis zeigt, dass Mitarbeiter in fensterlosen Büros über deutlich mehr Dekorationen verfügen als diejenigen mit Fenstern im Büro. In einem fensterlosen Büro wurden vier Mal so viele Bilder mit Landschaftsabbildungen aufgestellt als in den Büros mit Fenstern [73]. Sommer (1974) untersuchte das Verhalten von Mitarbeitern, die unter der Erde oder in einem fensterlosen Büro arbeiteten. Er fand heraus, dass die meisten Befragten häufiger Depressionen, Irritation, Isolation sowie eine Unverbindlichkeit zu ihrer Umgebung empfanden. Außerdem nutzen sie jede Gelegenheit, einen kurzen Spaziergang außerhalb des Gebäudes zu machen [74]. Larsson hat in ihrer Studie untersucht, ob selbst Poster mit landschaftlichen Motiven auf die negative Stimmung und Stressbelastung der Menschen positive Auswirkungen haben können. Diese Hypothese wurde von ihr bestätigt. Es scheint, als ob diese Art von Poster Stress reduzieren und deshalb die Stimmung positiv beeinflussen kann [75]. Darüber hinaus können Poster mit natürlichen sowie grünen Elementen die Konzentrationskapazität verbessern [76].

---

### 3.2.3 Distanz zum Fenster

---

Ein Fenster kann sowohl positive als auch negative Einflüsse auf Menschen haben. Die direkt am Fenster sitzenden Mitarbeiter können Ausblick und Tageslicht genießen, aber sie werden auch oft von Temperaturschwankungen, Blendung und Lärm von außen gestört [77]. Charles et al. (2006) berichteten beispielsweise, dass die Zufriedenheit mit dem Raumklima bei fensternahen Arbeitsplätzen am geringsten war [78]. Frontczak et al. haben sich auf den Zusammenhang zwischen dem allgemeinen Wohlbefinden in der Büroumgebung und der Distanz zum Fenster fokussiert. Das Ergebnis ihrer Befragung zeigt, dass die Entfernung vom Arbeitsplatz zum Fenster die subjektive Leistung beeinflusst. Mitarbeiter, die innerhalb eines Abstandes von 4,6 m am Fenster saßen, wiesen im Vergleich zu Mitarbeitern mit einer Entfernung von mehr als 4,6 m eine höhere Zufriedenheit im Hinblick auf die verfügbare Arbeits-

▼  
*more likely to experience depression, irritation, isolation and disconnection from their surroundings. Furthermore, they use every opportunity to take a short walk outside the building [74]. In her study, Larsson investigated whether posters featuring landscapes can have positive effects on the negative moods and stress levels experienced by people. She confirmed this hypothesis. It seems that posters of this kind reduce stress and may therefore have a positive influence on mood [75]. Furthermore, posters with natural and green elements can improve concentration levels [76].*

---

### 3.2.3 Distance from the window

---

*A window can have both positive and negative effects on people. Employees who sit right by the window can enjoy the view and daylight but they are often disrupted by temperature fluctuations, glare and noise from outside [77]. Charles et al. (2006) reported, for example, that levels of satisfaction with the room climate were lowest at workstations near windows [78]. Frontczak et al. focused on the link between general well-being in the office environment and the distance from a window. The results of their survey show that the distance between the workstation and the window influences subjective performance. Employees who sat within a distance of 4.6 m from a window demonstrated higher levels of satisfaction with regard to the available workspace and storage space than employees who sat over 4.6 m from a window. The general level of well-being at work was also evaluated more positively [79].*

*Charles et al. (2006) found that general well-being is highest if an office user/employee has a view of a window but does not sit right by the window [78]. Furthermore, glare from daylight was tolerated to a significantly greater extent when the window provided a pleasant view [80].*





fläche sowie den Stauraum auf. Das allgemeine Wohlbefinden bei der Arbeit wurde ebenfalls positiver bewertet [79].

Charles et al. (2006) fanden heraus, dass das allgemeine Wohlbefinden am höchsten ist, wenn ein Büronutzer/Mitarbeiter ein Fenster im Blick hat, aber nicht direkt daneben sitzt [78]. Außerdem wurde die Blendung durch Tageslicht auf einem deutlich höheren Niveau toleriert, wenn das Fenster einen schönen Ausblick bot [80].



### 3.3

## NATÜRLICHES LICHT // NATURAL LIGHT

In der Vergangenheit sollte die Beleuchtung in Räumen häufig nur visuelle Anforderungen erfüllen. Doch da der Büromitarbeiter die meiste Zeit des Tages in Gebäuden verbringt, sollte der psychologische und physiologische Einfluss von Tageslicht auf die Gesundheit bei der Planung und Gestaltung von Räumen ebenfalls berücksichtigt werden. Tageslicht und auch die Nachbildung natürlicher Lichtbedingungen können sich positiv auf Wohlbefinden, Stimmung, Leistung und auch auf die Schlafqualität in der Nacht auswirken. Neben den vielen Vorteilen gibt es allerdings auch den Nachteil der Blendung durch Reflexionen, die zu reduzierter Leistung führen kann. Durch den gezielten Einsatz und die systematische Steuerung von Licht kann also eine Steigerung der Leistung und des Wohlbefindens erreicht werden [81] [82].

#### 3.3.1 Tageslicht und Gesundheit

Menschen werden sowohl psychologisch als auch physiologisch vom Lichtspektrum beeinflusst. Diese Beeinflussung ist allerdings nicht einfach zu quantifizieren und wird deswegen auch leicht übersehen. Die Wellenlängen des Lichts helfen, die Chemie des menschlichen Körpers zu steuern [83, 84]. Sowohl

*In the past, room lighting was often considered only in relation to its ability to meet visual requirements. However, because office workers spend the majority of the day inside buildings, the psychological and physiological influence of daylight on health should also be taken into account when planning and designing spaces. Daylight and the recreation of natural lighting conditions can have a positive impact on well-being, mood, performance and quality of sleep at night. In addition to the many advantages, however, there is also the disadvantage of glare as a result of reflections, which can reduce performance. By means of targeted use and the systematic control of light, an increase in performance and well-being can also be achieved [81] [82].*

#### 3.3.1 Daylight and health

*The light spectrum influences people from both a psychological and physiological perspective. However, this influence is not easy to quantify and it can therefore also be easily overlooked. The wavelengths of light help to control the chemistry of the human body [83, 84]. Both the central nervous system and the neuroendocrine hormonal system*



das zentrale Nervensystem als auch das neuroendokrine Hormonsystem werden stark von Lichtimpulsen beeinflusst. Die Auswirkungen lassen sich in zwei Kategorien zusammenfassen: Erstens die individuelle Endokrine, bei der Hormone und der metabolische Zustand verändert werden, wenn Licht durch die Augen und über die Haut einfällt und zweitens die Produktion von Vitamin D beim Auftreffen der Lichtstrahlen auf die Haut.

Das Tageslicht beeinflusst zudem die menschliche Stimmung. Menschen sind glücklicher und denken positiver, wenn die Sonne scheint im Vergleich zu nassem und dunklem Wetter. Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass ein hohes Niveau von Sonnenstrahlen zu einer positiven Stimmung führte [85, 86, 87, 88].

Positive Stimmung und Emotionen können weiterhin Verhalten, Denkweisen und auch Risikobereitschaft beeinflussen. Personen mit besserer Laune treffen häufiger optimistische Entscheidungen als solche mit schlechter Laune [89]. Die Stimmung spielt eine wichtige Rolle bei ökonomischem Verhalten und bei Risikobeurteilungen [88]. Hirshleifer und Shumway untersuchten den Zusammenhang zwischen dem vorherrschenden Wetter und Aktiengewinnen. Sie analysierten die Aktienindices von 26 Börsen in verschiedenen Ländern vom Zeitraum 1982 bis 1997 und konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Sonnenschein und relativ hohen Aktiengewinnen ermitteln.

Watson [90] hingegen vertritt eine etwas abweichende Meinung. Durch ausführliche Analysen von Tages-Stimmungs-Berichten von 478 Studierenden während der Frühlings- und Herbstphase haben die Wissenschaftler um Watson festgestellt, dass das Tageslicht nur die Intensität der Stimmung der Menschen beeinflusste, das Wetter aber nicht entscheidend für die Tageslaune war [90]. Aus ihren Ergebnissen ist abzuleiten, dass ein sonniger Tag einen glücklichen Menschen glücklicher und einen traurigen weniger traurig stimmt.



*are influenced to a significant extent by light pulses. The effects can be summarised in two categories: firstly, the individual endocrine in which hormones and the metabolic state are changed when light passes through the eyes and skin and, secondly, the production of vitamin D when light rays come into contact with the skin.*

*In addition, daylight influences mood in humans. People are happier and more positive when the sun is shining in comparison to during damp and dark weather conditions. Numerous studies have proven that a high level of sunlight leads to a positive mood [85, 86, 87, 88].*

*Furthermore, a positive mood and emotions can influence thought processes and risk tolerance. People whose mood is better often make more optimistic decisions than those with low mood [89]. Mood plays an important role in economic behaviour and in risk assessments [88]. Hirshleifer and Shumway investigated the link between the prevailing weather conditions and stock returns. They analysed the stock indices at 26 stock exchanges in various countries during the period from 1982 to 1997 and were able to identify a significant correlation between sunshine and relatively high stock returns.*

*Watson [90], on the other hand, is of a different opinion. By means of detailed analyses of daily mood reports for 478 students during the spring and autumn seasons, Watson's team of scientists determined that daylight simply influenced the intensity of a person's mood and that the weather was not a decisive factor for mood on a particular day [90]. Their results indicate that a sunny day makes a happy person happier and a sad person feel less sad.*



Tageslicht hat auch einen starken Einfluss auf die Müdigkeit. Denissen et al. haben erarbeitet, dass das von der Haut durch Sonneneinstrahlung produzierte Vitamin D einen Einfluss auf das Serotoninniveau hat. Serotoninmangel wiederum führt zu Emotionsschwankungen und Müdigkeit. Zusätzlich verursachen ungenügende Lichtmengen eine Rhythmusstörung der inneren Uhr, was vor allem bei Schichtarbeitern zu Schlafstörungen und Depressionen führen kann. [91]. Dies bekräftigt auch die Studie der Forschergruppe um Boubekri. Sie konnten feststellen, dass Mitarbeiter, die in fensterlosen Büros arbeiten, eine schlechtere Schlafqualität hatten und weniger physisch aktiv waren als solche mit Arbeitsplätzen in Räumen mit Fenstern. [92].

Bei extremen Tageslichtmangel kann die sogenannte Seasonal Affective Disorder (SAD oder Winterdepression) auftreten, die oft von Symptomen wie genereller Müdigkeit, sozialem Rückzug und Schlafstörungen begleitet wird [93]. Küller et al. haben Umfragen zu Arbeitsumgebungen in Schweden, England und Saudi-Arabien durchgeführt und SAD-Symptome in unterschiedlichen Jahreszeiten und Klimazonen untersucht. Sie fanden einen deutlichen Rückgang der Aktivität, des Wohlbefindens und der Sozialität während der Winterzeit in den nördlichen Staaten, aber keine signifikante Variation in Saudi-Arabien. 11 Prozent der Berufstätigen in Schweden und England sind in dieser Zeit starken emotionalen Schwankungen ausgesetzt. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil in Saudi-Arabien nur 1 Prozent. [94]. In Fototherapie-Studien hat sich gezeigt, dass mit Hilfe von künstlichem Licht die Hypersomie, also das übermäßige Bedürfnis nach Schlaf, bei Winterdepressionen reduziert werden kann [95, 96].

### 3.3.2 Tageslicht und Leistung

In einem neuen Bürogebäude einer niederländischen Großbank, das im Jahr 1983 fertig erstellt wurde, wurden die Schreibtische innerhalb eines maximalen Abstands von 7 Metern zum Fenster aufgestellt. Gegenüber der Ausgangssituation vor dem Umzug wurde von einer 15-prozentigen Fehlzeiten-



*Daylight also has a strong influence on fatigue. Denissen et al. found that vitamin D produced by the skin as a result of sunlight influences serotonin levels. A serotonin deficiency, on the other hand, leads to emotional fluctuations and fatigue. In addition, insufficient quantities of light disrupt circadian rhythms, which may lead to sleep disorders and depression, especially in shift workers [91]. This has also been confirmed in a study carried out by Boubekri and colleagues. They found that employees who work in windowless offices had poorer quality sleep and were less physically active than those with workstations in rooms with windows [92].*

*In the event of extreme lack of daylight, seasonal affective disorder (SAD) may be triggered, which is often associated with symptoms such as generalised fatigue, social withdrawal and sleep disorders [93]. Küller et al. conducted surveys on working environments in Sweden, England and Saudi Arabia and investigated SAD symptoms in different seasons and climate zones. They identified a significant reduction in activity levels, well-being and social engagement during the winter months in countries in the North, but no significant variation in Saudi Arabia. 11 per cent of working people in Sweden and England are affected by significant emotional fluctuations during this period. In comparison, this figure is just 1 per cent in Saudi Arabia [94]. Phototherapy studies have demonstrated that artificial light can be used to reduce hypersomnia, i.e. excess need for sleep, in cases of winter depression [95, 96].*

### 3.3.2 Daylight and performance

*In a new office building at a major Dutch bank which was completed in 1983, the desks were positioned within a maximum distance of 7 metres from a window. In comparison with the baseline results prior to the relocation, the study reported a 15 per cent reduction in absences and a 20 per cent increase in performance [97]. The same effect on*



reduktion sowie einer 20-prozentigen Leistungssteigerung berichtet [97]. Die gleiche Auswirkung auf Fehlzeiten wurde bei Lockheed Martin nach dem Umzug in ein helles Büro erlebt. Im Bericht »Daylighting in schools« haben die Autoren alle Schulen im San Juan Capistrano-Schulgebiet in den USA analysiert. Sie fanden heraus, dass Schüler mit reichlich Sonnenlicht im Klassenzimmer ihren Mathematiktest 20 Prozent schneller absolvieren konnten als Schüler in Räumen mit geringerer Sonneneinstrahlung und sie zusätzlich eine Geschwindigkeitssteigerung von 26 Prozent beim Bewältigen von Leseaufgaben verzeichneten. Diese Ergebnisse unterstützen die These, dass Leistung vom Tageslicht profitieren kann [98].

Allerdings hat das Tageslicht nicht immer nur positiven Einfluss auf die Leistung. Es kommt häufig vor, dass visuelle Beschwerden sowie Ablenkungen durch Lichtreflexionen verursacht werden [99]. Reflexionen auf glatten Oberflächen wie beispielsweise Displays führen zu reduzierten Leistungen. Aus diesem Grund wird häufig – von Nutzern und Wissenschaftlern – die Möglichkeit gefordert, Licht bzw. den Tageslichteinfall steuern zu können.

### 3.4

## BILDER // IMAGES

Neben Pflanzen und einem Ausblick ins Freie haben auch reine Bilder mit Naturmotiven eine positive Wirkung auf die Stressreduktion [100] [101]. Wenn es in einem Krankenzimmer ein Bild mit einer Abbildung von Wasser und Bäumen gibt, erleben die Patienten weniger Angst und verlangen gleichzeitig auch weniger starke Schmerzmittel im Vergleich zu Krankenzimmern mit abstrakten Bildinhalten [102]. Kweon et al. (2008) haben den Zusammenhang zwischen dem Stresslevel und Bildern bzw. Bildmotiven im Raum erforscht. In der Studie wurden die Probanden (n=210) zufällig verschiedenen Räumen (mit abstrakten oder Naturmotiven) zugeteilt, in denen sie



*absences was experienced at Lockheed Martin after a move to a brightly-lit office. In the report "Daylighting in schools", the authors analysed all the schools in the San Juan Capistrano school district in the US. They found that students with a sufficient amount of sunlight in their classrooms were able to complete their mathematics test 20 per cent faster than students in rooms with a lower level of sunlight and also demonstrated a 26 per cent increase in speed when completing reading tasks. These results support the thesis that daylight may benefit performance [98].*

*However, daylight does not always have a solely positive influence on performance. Daylight often causes visual issues, such as distraction as a result of light reflection [99]. Reflections on smooth surfaces, for example displays, lead to reduced performance. For this reason, users and scientists often want to be able to control light and/or levels of daylight.*

*In addition to plants and a view of nature, images which simply depict nature have a positive effect on stress reduction [100] [101]. If a hospital room contains an image that depicts water and trees, patients experience less anxiety and also request fewer high-strength painkillers in comparison to those in hospital rooms that feature abstract images [102]. Kweon et al. (2008) investigated the correlation between stress levels and images and/or image motifs in a room. In the study, participants (n=210) were randomly assigned to various rooms (with abstract or nature motifs) in which they had to complete challenging tasks on a computer. The*



eine herausfordernde Aufgabenstellung am Computer erfüllen mussten. Die Stresskondition der Probanden wurde danach von ihnen selbst bewertet und der gewonnene Datensatz unter Berücksichtigung des Geschlechts ausgewertet. Das Analyseergebnis weist darauf hin, dass die Poster mit abstrakten Bildmotiven eine Reduktion des Stressniveaus bei den männlichen Studienteilnehmern bewirken. Dieser Effekt konnte in der Studie bei Frauen nicht festgestellt werden [100].



*participants then evaluated their own stress levels and the data set that was obtained was analysed, taking gender into account. The results of the analysis indicated that posters with abstract image motifs generated a reduction in stress levels for male participants in the study. This effect was not shown for women in the study [100].*

### 3.5 HOLZ // WOOD

Das Vorhandensein von natürlichen Elementen in der Büroumgebung kann sowohl das Stressniveau als auch gesundheitliche Beschwerden reduzieren und hierdurch die Produktivität positiv fördern [103]. McCoy und Evans (2002) haben den Zusammenhang zwischen den in der Innenraumgestaltung verwendeten Materialien und einer von ihnen vermuteten Kreativitätswirkung mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Testaufgaben untersucht. Sie stellten fest, dass die Räume mit natürlichen Materialien (Holz oder Stein) den größten positiven Beitrag zur Kreativität leisteten [104]. In Befragungen haben Rice et al. (2004) festgestellt, dass die meisten Menschen an einen positiven gesundheitlichen Effekt von Holz im Innenraum glaubten.

Tsunetsugu et al. (2007) haben sich nicht auf die subjektive Einschätzung der Wirkung von Holz verlassen, sondern seine Wirkung auf psychophysiologische Reaktionen in drei Versuchsräumen untersucht. In den Räumen bestanden die Oberflächen zu je 0, 45 oder 90 Prozent aus Holz. Blutdruck und Herzfrequenz der Probanden wurden gleichzeitig gemessen. Die niedrigsten durchschnittlichen Blutdruckwerte und Herzfrequenzen wurden im Raum mit dem höchsten Holzanteil gemessen, gefolgt von dem Raum mit 45 Prozent Holzanteil während der Raum ohne Holzoberfläche die schlechtesten

*The presence of natural elements in the office environment can reduce both stress levels and health complaints and therefore have a positive effect on productivity [103]. McCoy and Evans (2002) looked at the correlation between the materials used for interior design and their hypothesised creative effect using two different test tasks. They found that rooms containing natural materials (wood or stone) had the greatest positive impact on creativity [104]. In surveys, Rice et al. (2004) established that most people believed wood to have a positive effect on health when used inside rooms.*

*Tsunetsugu et al. (2007) did not rely on a subjective assessment of the effect of wood but, rather, investigated its effect on psychophysiological reactions in three test rooms. The surfaces in the rooms were comprised of 0, 45 or 90 per cent wood, respectively. The blood pressure and heart rates of participants were measured at the same time. The lowest average blood pressure values and heart rates were measured in the room with the highest amount of wood, followed by the room with 45 per cent wooden surfaces. The worst values were measured in the room with no wooden surfaces. Interestingly, however, most participants preferred to be in a room in which 45 per cent of the*



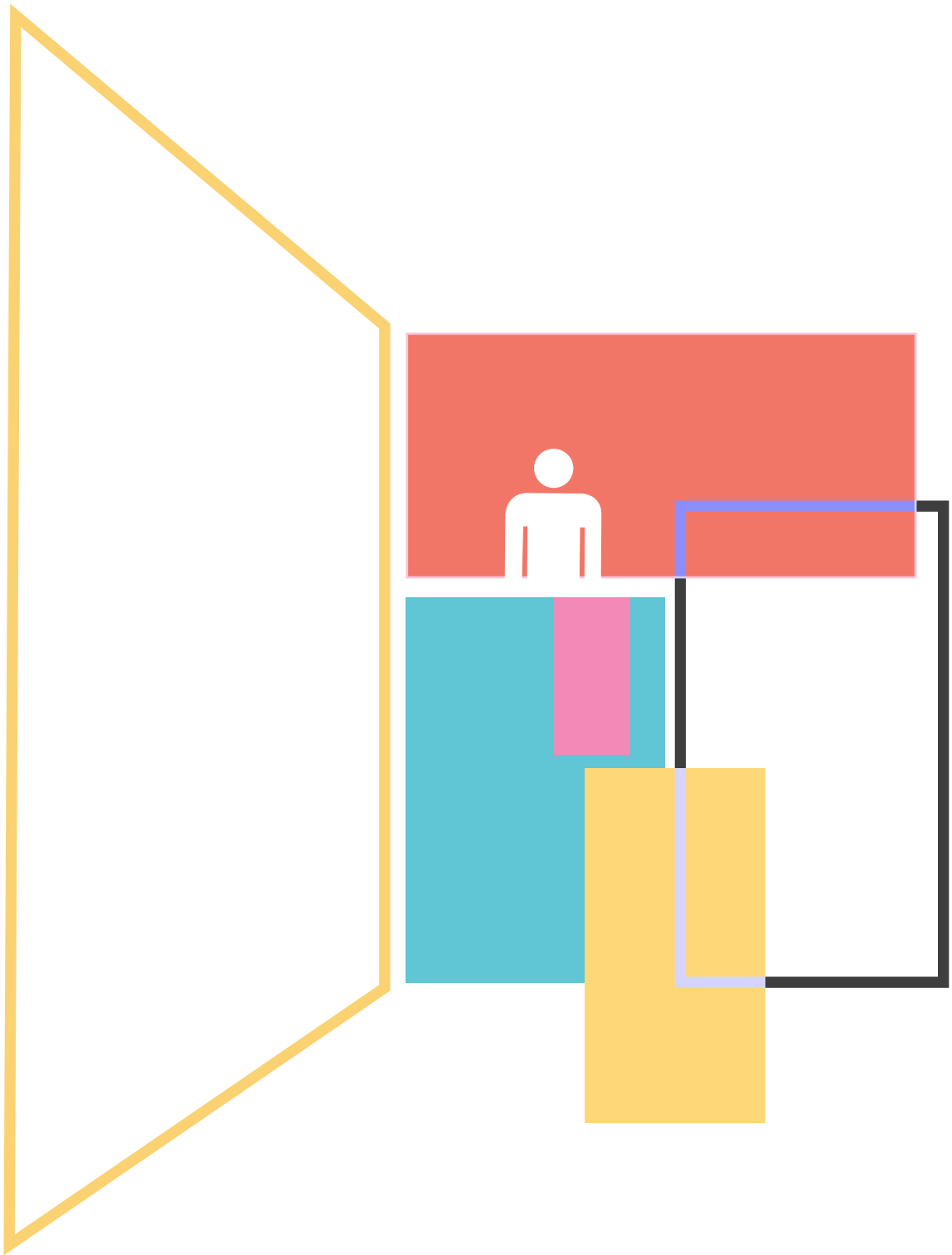
Werte ermittelt wurden. Interessanterweise bevorzugten die meisten Probanden allerdings einen Aufenthalt im Raum mit der 45-prozentigen Holzdeckung [105]. Wissenschaftler einer kanadischen Universität, die eine Studie zur erholungsspendenden Eigenschaften von Holz durchgeführt haben, untersuchten vier unterschiedliche Situationen mit 119 Studierenden: einen Raum mit Holz und Pflanzen, einen Raum nur mit Holz und einen Raum nur mit Pflanzen und zuletzt ein Raum weder mit Holz noch mit Pflanzen. Die Stressbelastung der Probanden wurde über ihre Haut gemessen. Ergebnis der Studie war, dass Holz über eine ähnliche Wirkung wie Pflanzen verfügte [106]. Diese Wirkung von Holz im Innenraum kann bei Krankenhäusern, Büros, Schulen und anderen gebauten Umgebungen praktisch und effektiv angewandt werden.



*surface was made of wood [105]. Scientists at a Canadian university, which carried out a study on the restorative properties of wood, investigated four different situations with 119 students: a room with wood and plants, a room with just wood, a room with just plants and, finally, a room without wood or plants. The participants' stress levels were measured via their skin. The study found that wood had an effect similar to that of plants [106]. This effect of wood in the indoor environment can be used in a practical and effective manner in hospitals, offices, schools and other man-made environments.*



4





# FARBE

# COLOUR

Farbe ist eines der bedeutendsten architektonischen Gestaltungsmittel, da sie die Wahrnehmung des Menschen stark beeinflussen und bestimmte Atmosphären schaffen kann. So kann durch die Farbwahl die Wahrnehmung der Dimensionen eines Raumes verändert werden: Er kann höher, weiter oder auch enger wirken. Darüber hinaus können Farben Wachheit, Stimmung, Denkweise und auch Arbeitsleistung beeinflussen.

*Colour is one of the most important architectural design tools because it exerts a strong influence on people's perceptions and can create certain atmospheres. This means that colour selection can change the perception of the dimensions of a room: it can cause the space to appear higher, wider or even smaller. Colours can also influence alertness, mood, thought processes and even work performance.*

## 4.1

### WIRKUNG VON FARBEN // THE EFFECTS OF COLOURS

Es ist schwierig, jeder Farbe isoliert eine bestimmte Wirkung zuzuordnen, weil sie oft im Zusammenspiel mit anderen Farben und deren Flächenanteil betrachtet werden müssen. Dazu können kulturelle Faktoren und vorausgegangene Erfahrungen mit einer jeweiligen Farbe die subjektive Farbwahrnehmung eines Menschen zusätzlich beeinflussen. Jedoch ist eine generelle Farbwirkung auf den Menschen bei der Betrachtung einzelner Räume ableitbar [107].

Eine bestimmte Raumfarbe hat häufig Einfluss auf physische Aktivitäten und emotionale Zustände der Menschen. Küller (1996) hat die Wirkung der Raumfarbe auf das Stressniveau untersucht. Er konnte herausfinden, dass blaue und grüne Farben beruhigend wirken und orange, gelbe und rote Farben den Aktivierungsgrad stark beeinflussen. Dagegen sind blässere und einfarbige Räume weniger aktivierend [108]. Auch Wissenschaftler der Minnesota State University (2003) bestätigten, dass Rot eine stimulierende Wirkung auf das Verhalten von Menschen hat. In ihrem Experiment wiesen die Probanden bereits nach einem 5-minütigen Aufenthalt in einem roten Zimmer höhere Stressbelastungen auf als in einem grünen oder weißen Raum [109]. Laut Bell et al. (2001) wirken hell gefärbte Räume im Gegensatz zu Räumen mit dunklen Farbtönen auf den Menschen räumlich großzügiger [110].

Farben können auch die Denkweise beeinflussen. Die Farbe Rot wird oft als Warnfarbe wahrgenommen, die auf Gefahren und Fehler hinweist; Blau dagegen signalisiert Ruhe und Offenheit. Wissenschaftler der British Columbia Universität im kanadischen Vancouver haben in Experimenten untersucht, wie rote und blaue Bildschirmhintergründe und Arbeitsleistungen zusammenhängen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass ein roter Hintergrund die Leistung beim Lösen von detailorientierten Aufgaben steigert während blaue Hintergründe bei Kreativaufgaben leistungssteigernd wirken [111]. Elliot et al. untersuchten

*It is difficult to isolate a specific effect for each colour as they often work together with other surfaces. What is more, the surface area of the colour also needs to be taken into consideration. In addition, cultural factors and previous experiences with a particular colour may influence the subjective colour perception of the individual. However, a general effect of colour on people when looking at individual spaces can be inferred [107].*

*A certain room colour often influences physical activity and emotional state in people. Küller (1996) investigated the effect of room colour on stress levels. He determined that blue and green have a calming effect and that orange, yellow and red significantly increase levels of activation. On the other hand, paler and single-colour rooms have a lower activating effect [108]. Scientists from Minnesota State University (2003) also confirmed that red has a stimulating effect on behaviour in humans. In their experiment, participants experienced higher levels of stress in a red room than in a green or white room, even after spending just 5 minutes in the room [109]. According to Bell et al. (2001), people perceive light-coloured rooms to be more spacious than rooms in dark shades [110].*

*Colours can also influence thought processes. The colour red is often perceived to be a warning colour that alerts you about dangers and errors. Blue, on the other hand, signalises calmness and openness. Scientists at the British Columbia University in Vancouver, Canada, carried out an experiment to investigate the correlation between red and blue screen backgrounds and work performance. Their results showed that red backgrounds increase performance when carrying out detail-oriented tasks, while blue backgrounds increase performance during creative tasks [111]. Elliot et al. also investigated the effect of the colour*



ebenfalls die Wirkung von roter Farbe auf die Leistung. Sie fanden heraus, dass eine kurze Exposition gegenüber roter Farbe vor den Experimenten zu einer verschlechterten Leistung beim Lösen von Anagrammen und Analogien führen konnte [112]. Auch eine intensive Beschäftigung mit dem Wort »Rot« (z. B. das Wort rot wiederholt nennen) konnte zu einer ähnlichen Wirkung führen [113].

Allerdings zeigt eine Studie von von Castell et al. keinen Zusammenhang zwischen dem Einfluss von Farbe, kognitiver Leistung und dem emotionalem Zustand von Probanden [114].



*red on performance. They found that a brief exposure to the colour red before the experiments led to a decrease in performance when solving anagrams and analogies [112]. Even significant discussion of the word 'red' (i.e. saying the word red repeatedly) had a similar effect [113].*

*However, the study by Castell et al. showed no correlation between the influence of colour, cognitive performance and the emotional state of the participants[114].*

## 4.2

### FARBE UND RAUMWAHRNEHMUNG // COLOUR AND PERCEPTION OF SPACES

Für die räumliche Wahrnehmung sind Farbkontraste verantwortlich, die unterschiedliche räumliche Entfernungen suggerieren. Ein Raum kann vom Menschen eingeteilt in Vorder-, Mittel-, und Hintergrund erfasst werden. Die Wahrnehmung dieser Ebenen kann durch unterschiedliche Farben und ihre Flächenanteile im Raum beeinflusst werden.

Eines der wichtigsten Kriterien räumlicher Wahrnehmung ist die Raumhöhe, welche insbesondere durch die Flächenhelligkeit der Decke erzeugt wird. Wissenschaftler des psychologischen Instituts der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz haben untersucht, inwieweit die Helligkeiten von Decke, Wand und Boden die wahrgenommene Höhe von Innenräumen beeinflussten. Die Probanden mussten virtuelle Räume mit verschiedenen Helligkeitsverhältnissen von Boden-, Decken- und Wandflächen nach der wahrgenommenen Raumhöhe beurteilen. Das Ergebnis zeigt, dass eine hellere Decke die Raumhöhe optisch erhöht. Der Kontrast zur Wandfarbe spielte dabei keine Rolle. Auch helle Wandflächen tragen dazu bei, dass ein Raum höher erscheint [115].

*Colour contrasts are responsible for the perception of space. These contrasts suggest different spatial distances. People can divide rooms up into foreground, middle ground and background. The perception of these levels may be influenced by different colours and their surface areas within a space.*

*One of the most important criteria in the perception of space is ceiling height, which is generated, in particular, by the surface brightness of the ceiling. Scientists in the department of Psychology at the Johannes Gutenberg University of Mainz investigated the extent to which the brightness of the ceiling, walls and floor influenced the perceived height of interior spaces. The participants were asked to evaluate the perceived ceiling heights of virtual spaces with different brightness ratios between the floor, ceiling and wall surfaces. The results indicate that a lighter ceiling extends the height of the ceiling from a visual perspective. The contrast between ceiling and wall colour did not play a role. Light-coloured wall surfaces also contribute to making a room appear higher [115].*



Interessant ist, dass Farbe zudem den Gewichtseindruck eines Objekts beeinflusst. Nach Untersuchungen von Warren und Flynn (1929) schätzen Probanden das Gewicht eines Würfels bei unterschiedlicher Einfärbung von 1,6 kg bei gelber Farbe bis zu 2,6 kg bei schwarzer Farbe ein [116]. Die Farbwahl der Möblierung kann daher zum Erreichen einer bestimmten Raumwirkung einen Beitrag leisten.



*Interestingly, colour also influences the perception of the weight of an object. According to investigations carried out by Warren and Flynn (1929), study participants estimated the weight of a cube in different colours ranging from 1.6 kg for yellow to 2.6 kg for black [116]. The colour choice of furnishings can therefore contribute to achieving a certain room atmosphere.*

## 4.3

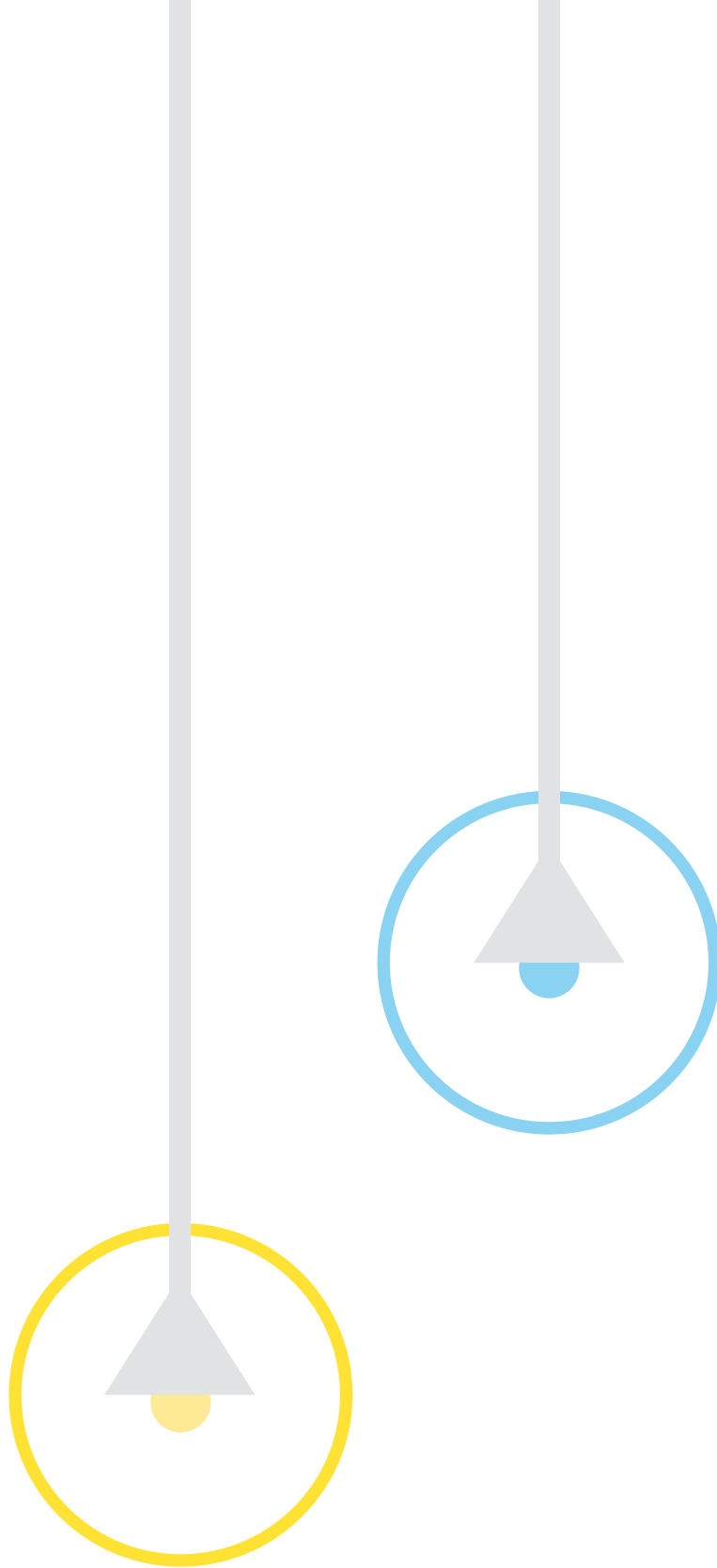
### FARBE UND THERMISCHES EMPFINDEN// COLOUR AND PERCEPTION OF TEMPERATURE

Laut Studien von Küller und Mikelides besteht kein Zusammenhang zwischen Raumfarben und der klimatischen Zufriedenheit. Nach Mikelides gibt es zwischen den Temperaturschätzungen und der tatsächlichen Temperatur nur geringe Unterschiede, unabhängig davon, ob der Raum rot oder blau gestrichen ist [108]. Zu einem abweichenden Ergebnis kommt Braem. Er konnte in seinen Studien beobachten, dass die Probanden in einem blaugrün gestrichenen Raum bereits bei einer viel höheren Temperatur anfangen zu frieren, im Gegensatz zu einem orangefarbenen Raum [117].

*According to studies by Küller and Mikelides, there is no correlation between room colour and level of satisfaction with the room climate. According to Mikelides, there are only minimal differences between temperature estimates and actual temperatures, regardless of whether the room has been painted red or blue [108]. Braem comes to a different conclusion. In his studies, he observed that participants in a room that was painted blue-green felt cold at a much higher temperature than those in an orange room [117].*



5



# KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG

## ARTIFICIAL LIGHTING

Die Wirkung von Licht auf den Menschen wurde bereits aus der Perspektive verschiedener Fachdisziplinen untersucht und ist deshalb thematisch vielseitig. Neben der visuellen Verbesserung hat Licht auch Auswirkungen auf unbewusst ablaufende biologische Funktionen. Zahlreiche Studien haben bewiesen, dass Licht Einfluss auf Gesundheit, Wohlbefinden, Stimmung, Motivation, Konzentration und Leistungsfähigkeit hat.

*The effect of light on people has already been explored from the perspective of various research disciplines and is therefore a very diverse topic. In addition to visual improvements, light also affects subconscious biological processes. Numerous studies have proven that light influences health, well-being, mood, motivation, concentration and performance.*

## 5.1 LICHTSTÄRKE // LIGHT INTENSITY

Die Lichtstärke ist eines der Kriterien, die Arbeitsleistung, Wohlbefinden und Raumerlebnis sowie die soziale Interaktion mitbestimmen. Geringere Beleuchtungsstärken sind förderlich für intime oder kommunikative Situationen. Höhere Lichtwerte werden hingegen für optisch anspruchsvolle Aufgaben, wie zum Lesen und Lernen benötigt [118].

Eine japanische Forschergruppe hat den Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Farbe mit kreativen Tätigkeiten untersucht. Ihr Ergebnis war, dass die meisten Probanden bei kreativen Arbeiten eine relativ geringe Beleuchtungsstärke zwischen 250 und 500 lx in Verbindung mit einer warmen Lichtfarbe bevorzugten. In einer älteren Studie hingegen präferierten Versuchspersonen zum kreativen konzentrierten Arbeiten und zum Nachdenken ein deutlich höheres Lichtniveau (775 Lux) [119]. Laut einer Studie von Steidle und Werth kann zu helles Licht (1500 lx) die Kreativität und das Freiheitsgefühl vermindern [120].

Smolders und de Kort erforschten die Auswirkungen von hellem Licht auf Probanden, die unter geistiger Erschöpfung litten. Die Teilnehmer mussten bei jeweils 200 und 1000 lx verschiedene Aufgaben am Rechner erfüllen und Fragebögen zur Selbsteinschätzung beantworten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Probanden wacher, vitaler und glücklicher sind, wenn sie in hellem Licht arbeiten [121]. Eine weitere Studie von Huiberts et al. hatte die Wirkung von unterschiedlichen Lichtstärken auf Leistung, Müdigkeit und Physiologie zum Thema. 39 Teilnehmer wurden hierbei in drei 90-minütigen Sitzungen Beleuchtungsstärken von 165, 600 und 1700 lx ausgesetzt. In jeder Sitzung sollten die Teilnehmer vier Blöcke mit Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade bearbeiten. Zusätzlich wurden Puls, Blutdruck und die Hautleitfähigkeit gemessen. Auch hier zeigen die Ergebnisse eine Steigerung der Leistung bei schwierigen Aufgaben, wenn diese bei sehr hellem Licht

*Light intensity is one of the criteria that contributes to influencing work performance, well-being and the experience of a space, as well as social interaction. Lower levels of light intensity promote intimate and communicative situations. Higher levels of light intensity, on the other hand, are required for optically challenging tasks, such as reading and studying [118].*

*A group of researchers in Japan investigated the link between light intensity and colour when performing creative activities. Their results showed that most participants preferred a relatively low level of light intensity between 250 and 500 lx in conjunction with a warm light colour for creative work. On the other hand, in an older study, test subjects preferred a significantly higher level of light for creative work requiring concentration and thought (775 lux) [119]. According to a study by Steidle and Werth, light that is too bright (1500 lx) can reduce creativity and feelings of freedom [120].*

*Smolders and de Kort researched the effects of bright light on participants suffering from mental exhaustion. Participants were asked to perform various tasks on the computer and complete self-evaluation questionnaires at both 200 and 1000 lx. The results indicate that the participants were more awake, energetic and happier when working in bright light [121]. A further study by Huiberts et al. focused on the effect of various light intensities on performance, fatigue and physiology. In this study, 39 participants were subjected to 90-minute sessions at light intensities of 165, 600 and 1700 lx. In each session, the participants were asked to work on four blocks with tasks of varying levels of difficulty. Their pulse, blood pressure and skin conductance were also measured. Here too, the results showed that performance in difficult tasks was improved when these tasks were carried*





(1700 lx) bearbeitet werden. Jedoch wurde keine Steigerung der Wachsamkeit und auch keine höhere Leistung bei der Bearbeitung der einfachen Aufgaben wahrgenommen [122].

Auch Fleischer erforschte die Lichtwirkungen für unterschiedliche Tätigkeiten am Arbeitsplatz. Seine Ergebnisse bestätigen, dass bei Schreibtischarbeiten höhere Beleuchtungsstärken benötigt werden als bei Kommunikationsaufgaben, da hohe Beleuchtungsstärken zu erhöhter Vigilanz führen [119].



*out in very bright light (1700 lx). However, there was no increase in alertness nor any improvement in performance when carrying out simple tasks [122].*

*Fleischer also investigated the effects of light on various activities in the workplace. His results confirm that higher levels of light intensity are required for desk work than for communication tasks because higher levels of light intensity promote increased vigilance [119].*

## 5.2

### LICHTFARBE // LIGHT COLOUR

Zusätzlich zu den verschiedenen Lichtstärken haben auch Lichtfarben eine individuelle Wirkung auf den menschlichen Körper. Viele Studien belegen die anregende Wirkung von hellem Licht und Licht mit hohem Blauanteil. Es wird angenommen, dass blaues Licht den Schlafrhythmus beeinflusst, da es eine Auswirkung auf die Unterdrückung von Melatonin hat.

Die Lichtfarbe und deren Wirkung auf Mitarbeiter in Büros haben Viola et al. (2008) untersucht. In ihrem Experiment wurden 100 Mitarbeiter eines Büros bei unterschiedlichen Lichtbedingungen getestet. Das Ergebnis zeigt, dass Licht mit einem hohen Blauanteil eine konzentrationssteigernde, gesundheitserhaltende und anregende Wirkung besitzt. Nachdem die Teilnehmer während der Arbeitszeit in Lichtverhältnissen mit einem hohen Blauanteil gearbeitet hatten, wurde die Schlafqualität in der Nacht verbessert und seltener von Kopfschmerzen berichtet [123].

Licht mit einem hohen Blauanteil wirkt aktivierend auf den Körper und fördert die Arbeitsleistung. Allerdings wird für das Wohlbefinden eine andere Lichtfarbe bevorzugt. Eine Nutzerstudie vom Fraunhofer IAO zeigt, dass neutrales und warmes Licht mit höherer Zufriedenheit, besserer Lichtqualität und auch

*In addition to the various light intensities, light colours also have an individual effect on the human body. Numerous studies demonstrate that bright light and light with a high blue component has a stimulating effect. Blue light is believed to affect sleep rhythms because it influences the suppression of melatonin.*

*Light colour and its effect on office employees was investigated by Viola et al. (2008). In this experiment, 100 employees in an office tested various light conditions. The results show that light with a high blue component increases concentration, preserves health and has a stimulating effect. After the participants had worked in light conditions with a high blue component during working hours, their night-time sleep quality was improved and fewer headaches were reported [123].*

*Light with a high blue component has an activating effect on the body and a positive effect on work performance. However, a different light colour was preferred for well-being. A user study by Fraunhofer IAO found that neutral and warm light was evaluated with high levels of satisfaction, improved light quality and also higher levels of well-*



mit höherem Wohlbefinden bewertet wird [124]. Außerdem können auch Tages- und Jahreszeit die bevorzugte Lichtfarbe beeinflussen. In einem Experiment von Pross et al. (2015) konnten die Probanden Beleuchtungsstärke und Farbtemperatur an den Test-Arbeitsplätzen individuell einstellen. Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurden Daten zur Lichteinstellung gesammelt und ausgewertet. Im Herbst und Winter setzten Nutzer wärmeres Licht als im Frühjahr und Sommer ein. Betrachtet man die vom Nutzer gewählten Lichtfarben über den Tag, war am Morgen eine überwiegende Nutzung von kaltweißem Licht zu erkennen, die sich im Laufe des Tages hin zu einer wärmeren Lichtfarbe veränderte [125].

Wenn es um kommunikative Tätigkeiten geht, wie z. B. Face-to-Face-Kommunikation und Telefonate, ist Licht in warmweißer Farbe mit geringerer Beleuchtungsstärke besonders vorteilhaft [119].

Allerdings scheint auch das Geschlecht Einfluss auf die Wahl der Beleuchtungsfarbe zu haben. So sind Beleuchtungen, die Empathie und Kommunikationsvermögen steigern, bei Frauen beliebter. Sie erbringen tendenziell eine höhere Leistung in einer warm-weiß beleuchteten Umgebung. Männer hingegen bevorzugen eher leistungssteigernde Lichtsituationen und können bei Beleuchtungsverhältnissen mit kühler Farbe besser arbeiten. Unabhängig von der Situation bevorzugen Frauen geringere Farbtemperaturen und Beleuchtungsstärken als Männer [126] [127].



*being [124]. Furthermore, the time of day and season can also affect preferred light colour. In an experiment by Pross et al. (2015), participants were able to set the light intensity and colour temperature individually at test workstations. Data on light settings was collected and evaluated over a period of two years. In autumn and winter, users preferred a warmer light than in spring and summer. When assessing the light colours selected by the user throughout the day, a preference for cold white light was shown in the mornings, which moved towards a warmer light colour over the course of the day [125].*

*With regard to communicative activities, e. g. face-to-face communication and telephone calls, light of a warm white colour with a low light intensity is particularly beneficial [119].*

*However, gender also appears to influence the selection of light colour. For example, lighting that increases empathy and communication skills is more popular with women. Women tend to perform better in an environment with warm white lighting. Men, on the other hand, tend to prefer lighting that increases performance and can work better in light conditions that feature a cooler colour. Regardless of the situation, women prefer lower colour temperatures and light intensities to men [126] [127].*

## 5.3

### LICHTDYNAMIK // LIGHT DYNAMICS

Die innere Uhr des Menschen ist in erster Linie mit dem natürlichen Hell-Dunkel-Rhythmus vertaktet [128]. Bei fehlendem Tageslichtbezug ist eine dynamische Beleuchtung ein guter Ersatz, da Farbe und Stärke des Lichts mit den Eigenschaften von natürlichem Licht im Tagesverlauf übereinstimmend gesteuert werden. Viele Menschen bevorzugen dynamische Lichtbedingungen gegenüber statischem Licht. Mit dem Einsatz solcher dynamischer Lichtbedingungen fühlen sie sich oft wacher. Außerdem beschreiben sie es als abwechslungsreich und weniger eintönig [129]. Empirisch werden jedoch die positiven Wirkungen des dynamischen Lichts auf die Bereiche Wohlbefinden, Stimmung sowie Arbeitsleistung bisher nur zum Teil bestätigt. Seine Wirkung hängt stark von der Tätigkeit ab.

Österreichische Wissenschaftler haben diese Wirkung auf Schichtarbeiter untersucht und einen positiven Einfluss festgestellt. Vor allem in den Wintermonaten war der Vorteil von dynamischem Licht gegenüber statischer Beleuchtung feststellbar. Es wurde nachgewiesen, dass die Mitarbeiter durch kürzere Stückarbeitszeiten die Produktivität um 4 Prozent erhöhen konnten, da durch das Licht das Arbeiten als weniger belastend empfunden wurde. Durch das verbesserte Wohlbefinden wurde den Ergebnissen zufolge auch ein erholsamerer Schlaf erreicht. Aus diesen Wirkungen haben also sowohl die Arbeiter als auch das Unternehmen einen deutlichen Vorteil [130].

Eine deutsche Forschungsgruppe (2012) hat in einem Experiment eine dynamische multispektrale Lichtdecke bei unterschiedlichen Tätigkeiten evaluiert. In ihren Studien fanden sie heraus, dass in einer Büroumgebung die Müdigkeit verringert und das allgemeine Wohlbefinden gefördert wurde, wenn Wolken am künstlichen Himmel ihrer Lichtdecke simuliert wurden. Darüber hinaus bevorzugten die Probanden bei kreativen Tätigkeiten die Wolkensimulation und bei konzentrierter Arbeit die statische Beleuchtung [129].

*In humans, the body clock is primarily synchronised with the natural rhythm of light and dark [128]. In the event of a lack of daylight, dynamic lighting is a good replacement because the colour and intensity of the light is controlled in accordance with the properties of natural light over the course of the day. Many people prefer dynamic light conditions to static light. They often feel more alert when using dynamic light conditions. Furthermore, they describe dynamic light as varied and less monotonous [129]. To date, however, the positive effects of dynamic light on well-being, mood and work performance have been empirically confirmed only in part. Its effect is highly dependent on the activity.*

*Austrian researchers investigated this effect on shift workers and found there to be a positive effect. The advantage of dynamic light over static lighting was predominantly identifiable in the winter months. Employees have been shown to be able to increase productivity by 4 per cent by working for shorter periods of time because the lighting led them to perceive the work as less of a burden. According to the results, the improved feelings of well-being also led to more restful sleep. These results therefore indicate a significant benefit for both the workers and the company [130].*

*A German research group (2012) carried out an experiment to evaluate a dynamic, multispectral illuminated ceiling for various activities. In their studies, they found that using the illuminated ceiling to simulate clouds on an artificial sky reduced fatigue in an office environment and promoted general well-being. Furthermore, the participants preferred the cloud simulation for creative activities and the static lighting for work that required concentration [129].*

# 6



# KLIMA

# CLIMATE

Wie bereits im Kapitel »Bezug zur Natur« erwähnt wurde, hat die Raumkonditionierung, die auf Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftqualität (z. B. Kohlendioxidgehalt) basiert, einen entscheidenden Einfluss auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Mitarbeitern.

Allerdings reagieren Menschen unter diesem Gesichtspunkt deutlich individueller als bei den vorherigen Faktoren. Die Wahrnehmung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit kann von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich sein. Die Klimawahrnehmung ist zudem von Aktivitäten und physischen Faktoren wie Alter, Vitalität, Stress sowie der Bekleidung und der Aufenthaltsdauer in einem Raum abhängig. Das folgende Kapitel thematisiert Luftqualität und Raumtemperatur bezüglich ihrer physiologischen und vor allem psychologischen Wirkung.

*As mentioned previously in the chapter "Connection with nature", the air conditioning in the room, which is based on temperature, air humidity and air quality (e. g. carbon dioxide content), has a decisive influence on the well-being and health of employees.*

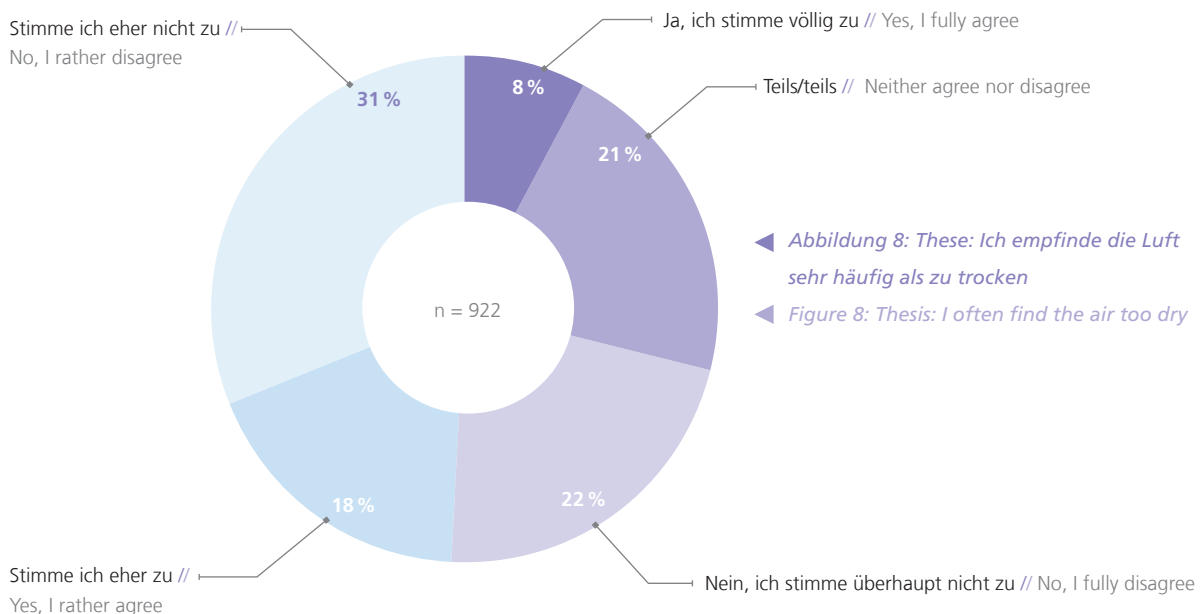
*However, employees' reactions to this are significantly more individualised than in the case of previous factors. Perceptions of temperature and air humidity can vary widely from person to person. In addition, the perception of climate depends on activities as well as physical factors such as age, vitality, stress, clothing and period of time spent in a room. The following chapter explores air quality and room temperature in terms of their physiological and, above all, psychological effects.*

## 6.1

### LUFTQUALITÄT UND LEISTUNG // AIR QUALITY AND PERFORMANCE

Die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit bestimmen das Raumklima. Daher wird eine zu geringe Luftfeuchtigkeit am Arbeitsplatz oft als störend empfunden. Ein Viertel der befragten Büronutzer gab an, trockene Luft im Büro als unangenehm zu beurteilen [131]. Das führte zu einer Verschlechterung der Zufriedenheit mit der Umgebung und somit auch des Wohlbefindens, der Motivation und der Leistung. Tendenziell fühlten sich Mitarbeiter erfrischt, wenn die Luftfeuchtigkeit erhöht wurde [131]. Unzureichende relative Luftfeuchte ist oft für Reizungen der Augen (besonders bei Bildschirmarbeiten) und Schleimhäute, sowie Hautirritationen verantwortlich [132, 133, 134].

*The temperature and relative air humidity determine the climate in the room. This is why air humidity that is too low is often perceived to be problematic in the workplace. One quarter of the office users surveyed stated that they consider dry air in the office to be unpleasant [131]. This led to a decrease in levels of satisfaction with the environment and thus to a reduction in well-being, motivation and performance. Employees tended to feel more refreshed when the air humidity was increased [131]. Insufficient relative air humidity is often responsible for eye irritation (particularly with screen work) and irritation of the mucous membranes, as well as skin irritation [132, 133, 134].*





Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit dem Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Erkältungen und der relativen Luftfeuchtigkeit [132, 133, 134]. Die meisten Studien kommen zu dem Erkenntnis, dass durch eine höhere Luftfeuchtigkeit die Wahrscheinlichkeit, an einem grippalen Infekt zu erkranken vermindert wird. Trotzdem sollte beachtet werden, dass die Luftfeuchtigkeit nur eine von vielen Variablen ist. Auch andere Raummerkmale sowie persönliche Faktoren können Einfluss auf den Gesundheitszustand haben [131]. Ein wichtiger Faktor ist zudem die Veränderung der Luftfeuchtigkeit im Jahresverlauf. Dadurch, dass die zugeführte kalte Außenluft im Winter weniger Wasser enthält, ist sie in natürlich belüfteten Räumen geringer als im Sommer. Nach der Erwärmung der kalten Luft hat die relative Luftfeuchte einen noch geringeren Wert [135].

Der Einfluss der Lüftungsbedingungen auf die Kreativität am Arbeitsplatz wurde in neueren Studien ebenfalls untersucht. In einer Studie von Wang et al. (2001) wurden 20 Teilnehmer aufgefordert, unterschiedliche Aufgaben am Rechner zu erfüllen. Diese Aufgaben umfassten drei Arten von Kreativitäts- und Produktivitätsaufgaben. Der Stimmungszustand der Probanden in Verbindung mit der Selbsteinschätzung der innenräumlichen Umweltqualität wurde ebenfalls abgefragt. Als Ergebnis wurde eine selbst eingeschätzte Verminderung der Häufigkeit bestimmter Symptome (z. B. Reizung der Schleimhäute, der Augen etc.) unter höherer Belüftungsintensität gefunden. Eine leicht ansteigende Tendenz wurde bei der Leistungsfähigkeits- und der Produktivitätsaufgabe beobachtet, wobei der Unterschied nicht statistisch signifikant war [136]. In einer Studie von Satisch et al. (2011) wurden strategische Managementaufgaben unter verschiedenen Luftqualitätsszenarien simuliert und untersucht. Dabei wurden keine Unterschiede bei der Aktivität »Informationssuche« gefunden. Jedoch gab es zwischen den Simulationen mit 60 ppm und 2500 ppm CO<sub>2</sub> erhebliche Unterschiede in vielen Bereichen, wie beispielsweise bei Zielorientierung, Strategie und Fokus. Durch eine bessere Luftqualität wird also tatsächlich eine bessere Leistung (wie Entscheidungen treffen und Reaktionen auf verschiedenen Situationen) erzielt [137].



*Numerous studies have investigated the correlation between frequency of colds and relative air humidity [132, 133, 134]. Most studies conclude that increased air humidity reduces the probability of acquiring a flu-like infection. However, it should be noted that air humidity is just one of many variables. Other room features and personal factors may also influence an individual's health [131]. A further important factor is the change in air humidity over the course of the year. Since the cold air that comes in from the outside in winter contains less water, the air humidity is lower in rooms with natural ventilation in winter than in summer. After the cold air is warmed, the relative air humidity is even lower [135].*

*The influence of ventilation conditions on creativity in the workplace has also been investigated in more recent studies. In a study by Wang et al. (2001), 20 participants were asked to complete various tasks on a computer. These tasks included three types of creativity and productivity tasks. Participant mood was also assessed, in conjunction with a self-assessment of the interior environmental quality. The results showed that higher levels of ventilation intensity were associated with a self-reported reduction in the frequency of certain symptoms (e. g. irritation of the mucous membranes, eyes etc.). A slight upwards trend was observed in terms of performance and productivity, whereby the difference was not statistically significant [136]. In a study by Satisch et al. (2011), strategic management tasks were simulated and investigated in various air quality scenarios. No differences were identified in the "information search" activity. However, there were significant differences between the simulated conditions with 60 ppm and 2500 ppm CO<sub>2</sub> in many areas including target orientation, strategy and focus. Improved performance (in terms of decision-making and reactions to various situations, for example) has also been achieved thanks to improved air quality [137].*

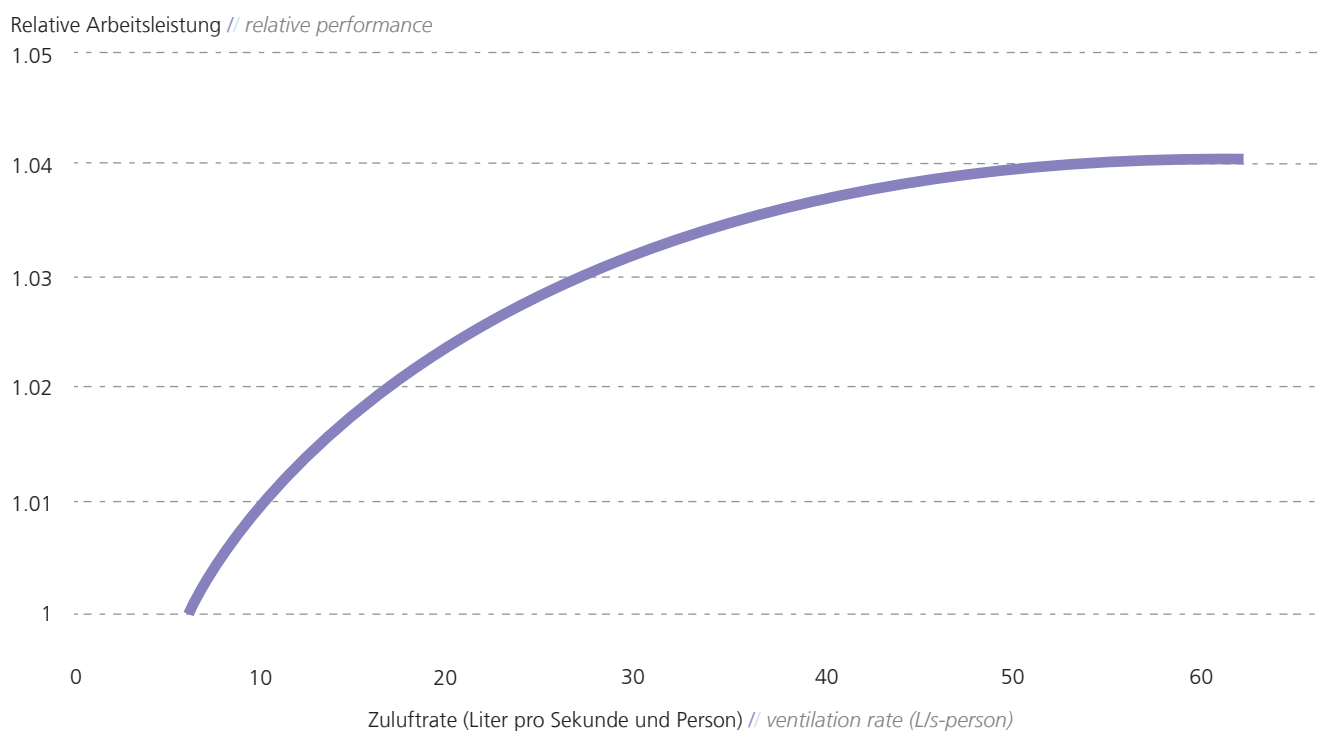


Abbildung 9: Zusammenhang von Lüftung und Arbeitsleistung bei Büroarbeit //  
Figure 9: Relationship between ventilation rate and performance in office work



## 6.2 TEMPERATUR UND LEISTUNG // TEMPERATURE AND PERFORMANCE

Als einer der wichtigsten Faktoren der Klimaqualität wird die Raumtemperatur sowie ihre Wirkung auf Büronutzer diskutiert. Laut Arbeitsstättenregeln ASR A3.5 beträgt die Mindesttemperatur in Arbeitsräumen (Büroarbeit) 20 °C, während 26 °C in Büros nicht überschritten werden sollten.

Die Leistungsfähigkeit von 15 erfahrenen Büroarbeiterinnen wurde bereits 1978 von Langkilde (1978) bei fünf unterschiedlichen Raumtemperaturen untersucht. Bei kühlen Temperaturen (18 °C), beschleunigte sich die Arbeitsgeschwindigkeit der Probandinnen und bei warmen (30 °C) verlangsamte sie sich verglichen mit der Mitteltemperatur von 24 °C. In mehr als der Hälfte der Tests arbeiteten die Studienteilnehmerinnen auch am Nachmittag erheblich schneller als am Vormittag. Zudem wurde bei einer erhöhten Temperatur eine größere Erschöpfung beobachtet, aber keine Veränderung der subjektiven Anstrengung bei der Bewältigung der Aufgaben.

In einem Experiment von Nishihara, Yamamoto und Tanabe (2002) in Tokio wurden Tests mit Studierenden bei den Temperaturen 25, 28 und 33 °C durchgeführt. Im Gegensatz zu den Frauen, bei denen keine deutliche Leistungsschwankung festgestellt werden konnte, sank die Leistungsfähigkeit bei den männlichen Teilnehmern signifikant bei 33 °C und die Leistungsspitze wurde bei 25 °C erzielt. Zugleich konnte ein Anstieg der Müdigkeit mit Anstieg der Temperatur ermittelt werden.

Überprüfend wurde das Thema auch von Seppänen et al. (2006) untersucht. Die finnischen Wissenschaftler fassten zunächst die ausgewerteten Daten aus verschiedenen Studien in einer Metastudie zusammen. Von diesen Daten errechneten sie zunächst den durchschnittlichen Prozentsatz der Leis-

*Room temperature and its effect on office users is discussed as one of the most important factors for climate quality. According to the ASR A3.5 Workplace Regulations, the minimum required temperature in office spaces (office work) is 20 °C, whereby offices must not exceed a temperature of 26 °C.*

*As early as 1978, Langkilde (1978) investigated the performance of 15 experienced female office workers at five different room temperatures. The working speed of the participants increased at cool temperatures (18 °C) and decreased at warm temperatures (30 °C) as compared to the mean temperature of 24 °C. In more than half the tests, the study participants worked significantly more quickly in the afternoon in comparison with the morning. In addition, a greater level of exhaustion was observed at an increased temperature, however there was no change in the subjective level of effort required to carry out the tasks.*

*In an experiment by Nishihara, Yamamoto and Tanabe (2002) in Tokyo, tests were carried out with students at temperatures of 25, 28 and 33 °C. Unlike women, for whom no significant fluctuation in performance was detected, the performance of the male participants decreased significantly at 33 °C and peak performance was achieved at 25 °C. At the same time, fatigue worsened as temperature increased.*

*A review investigation into the topic was also carried out by Seppänen et al. (2006). The Finnish scientists initially collated the data that had been evaluated in various studies as part of a meta-analysis. Using this data, they calculated the average percentage rate for the performance change per degree of the increase in temperature and carried out a*



tungsänderung pro Grad beim Ansteigen der Temperatur und führten eine statistische Analyse durch. Die Ergebnisse zeigten eine positive Korrelation zwischen Leistung und Temperaturen bis zu 21-22 °C, gefolgt von einer Senkung der Leistung ab 23–24 °C. Die Leistungsfähigkeit war also bei ungefähr 22°C am höchsten. Bei einer Temperatur von 30 °C beträgt sie dagegen nur noch rund 90 Prozent im Vergleich zu der Leistungsfähigkeit bei 22°C [138].

Temperatur wirkt aber nicht nur auf die Leistungsfähigkeit, sondern auch das Verhalten von und zwischen Menschen. So können hohe Temperaturen riskanteres bzw. gewalttätigeres Verhalten hervorrufen. Doch sind sich die meisten Wissenschaftler unsicher, ob die Aggression von physiologischen Einwirkungen durch die Temperatur an sich oder durch einen indirekten Effekt der erhöhten Wahrscheinlichkeit an interpersonaler Interaktion bei gutem Wetter verursacht wurde. Laut einer Studie von Kenrick und MacFarlane steigt an heißen Tagen das aggressive Hupen von Autofahrern, die ein Auto ohne Klimaanlage fahren, deutlich an [139]. Ähnliches bestätigen Laborstudien von Anderson et al. (2000). Sie haben bei einem Experiment in einem temperaturgeregelten Raum festgestellt, dass das Aggressionspotenzial bei als unangenehm empfundenen Temperaturen anstieg.

Wyon et al. (1979) untersuchten die Einwirkungen von Hitze auf die Leistung in Schulen. Bei einem Test in einem Sprachlabor legten die Kinder eine deutlich schlechtere mündliche Prüfung bei 27°C als bei 20 °C ab. In einem Klassenzimmer-Experiment wurden diese Tests bei 20, 27 und 30°C erneut durchgeführt. Ein signifikanter Leistungsverlust wurde bei 27 und 30 °C erlebt. In einer weiteren Studie mit kreativen Aufgaben hat Wyon 48 12-jährige Jungen in einem klimatisierten Klassenzimmer bei 20, 23,5 und 27 °C und mit Hintergrundgeräuschen von 85 dB(A) oder Ruhe untersucht. Unter Ruhekondition hatte die Hitze (27 °C) als Moderationsvariable den kreativen Score signifikant verbessert. Allerdings konnte Lärm diese Effekte verhindern [140]. Dieses Ergebnis



*statistical analysis. The results showed a positive correlation between performance and temperatures up to 21-22 °C, followed by a decrease in performance from 23-24 °C. Performance was therefore highest at approx. 22 °C. However, at a temperature of 30 °C, performance was only around 90 per cent of performance levels at 22 °C [138].*

*Temperature affects not only performance, but also individual behaviour and interactions between people. High temperatures, for example, may be associated with more risky and/or violent behaviour. Most scientists are, however, unsure whether the aggression is caused by the physiological effects of the temperature itself or the indirect effect of the increased probability of interpersonal interaction in good weather. According to a study by Kenrick and MacFarlane, aggressive beeping of the car horn increases significantly amongst drivers in cars without air conditioning [139]. Laboratory studies by Anderson et al. confirm this (2000). In an experiment in a temperature-regulated space, the researchers established that potential for aggression increases in temperatures perceived to be unpleasant.*

*Wyon et al. (1979) examined the effects of heat on performance in schools. In a test conducted in a language lab, pupils achieved significantly poorer results in an oral exam at 27 °C than at 20 °C. In a classroom experiment, these tests were carried out again at 20, 27 and 30 °C. A significant decrease in performance was identified at 27 and 30 °C. In a further study using creative tasks, Wyon tested 48 12-year-old boys in an air-conditioned classroom at 20, 23.5 and 27 °C and with background noise at 85 dB(A) or quiet conditions. In quiet conditions, heat (27 °C) significantly improved creative scores as a moderating variable. However, the noisy condition prevented these effects [140]. This result was again confirmed by Witterseh et al. (2002). When working in a simulated office environment, participants were found to achieve the best levels of creative performance in a quiet environment at a temperature of 26 °C. As expected,*

wurde von Witterseh et al. (2002) erneut bestätigt. Beim Arbeiten in einer simulierten Büroumgebung erreichten die Probanden ihre höchste kreative Leistung in ruhiger Umgebung und bei 26 °C. Wie erwartet sank die Leistung der Teilnehmer bei der Simulation eines lärmenden, offenen Büros und bei einer Temperatur von 30 °C. Während der Aufgabe sank die Arbeitsleistung auf Grund ansteigenden Lärms um 3 Prozent. Die Probanden nahmen die Raumtemperatur als zu warm wahr und machten zu 56 Prozent mehr Fehler als diejenigen, die das Klima als neutral empfanden. Interessanterweise wurde jedoch eine Wechselwirkung zwischen Temperatur und Lautstärke entdeckt: Geräusche reduzieren den Einfluss hoher Temperaturen auf Fehler [141].

*participant performance decreased in the simulation of a noisy, open-plan office at a temperature of 30 °C. During the task, performance decreased by 3 per cent as a result of the increase in noise. The participants perceived the room temperature to be too warm and made 56 per cent more mistakes than those who perceived the climate as neutral. Interestingly, however, a correlation between temperature and volume was discovered: noise reduces the influence of high temperatures on rate of error [141].*

# 7



# AKUSTIK

# ACOUSTICS

Die Aufgabe der Raumakustik ist es, eine angenehme akustische Atmosphäre zu schaffen. Doch dieses Ziel wird in Büros oft nicht erreicht [142]. Eine Umfrage mit 20.000 Teilnehmern ergab, dass ein Viertel der berufstätigen Deutschen Lärm auf der Arbeit als unangenehm empfanden [143]. Die Belastung durch Lärm ist einer der größten Verursacher von Stress in offenen Büros und kann daher die Gesundheit der dort arbeitenden Menschen beeinträchtigen [144, 145].

Lärm kann das Wohlbefinden durch Unterbrechung der Tätigkeit, daraus resultierender Verärgerung und der anschließenden Entwicklung von Stress hemmen. Infolge einer chronischen Beeinträchtigung durch Lärm ist eine Gefährdung der physischen Gesundheit nicht ausgeschlossen [37]. Diese Eigenschaften können zu einer Verminderung der Leistung um bis zu 40 Prozent führen [146]. Durch ein Arbeitsumfeld, das die Produktivität mindert, können Zusatzkosten entstehen. Daher ist eine Umgebung, in der sich die Mitarbeiter akustisch wohlfühlen, unumgänglich [147, 148].

*The role of room acoustics is to create a pleasant acoustic atmosphere in the room. However, many offices fail to achieve this objective [142]. One survey of 20,000 respondents found that a quarter of Germans in employment found noise at work to be unpleasant [143]. Noise pollution is one of the greatest causes of stress in open-plan offices and can therefore negatively affect the health of workers [144, 145].*

*Noise can inhibit well-being by interrupting activities, resulting in frustration and the subsequent development of stress. If activity is chronically impaired as a result of noise pollution, this may pose a hazard to physical health [37]. These factors may reduce performance by up to 40 per cent [146]. Additional costs may be incurred as a result of a working environment that reduces productivity. Therefore, it is essential to provide an environment in which employees feel comfortable [147, 148].*

## 7.1 AKUSTIK IN VERSCHIEDENEN BÜROFORMEN // ACOUSTICS IN VARIOUS TYPES OF OFFICES

Das akustische Wohlbefinden hängt unter anderem von der Bürostruktur ab [149]. Jede Bürostruktur hat ihre eigenen akustischen Eigenschaften, die wiederum von der Anzahl der Mitarbeiter im Büro sowie den konkreten architektonischen und funktionalen Eigenschaften bedingt wird.

*Acoustic well-being depends on the office structure, amongst other factors [149]. Each office structure has its own acoustic properties, which are, in turn, influenced by the number of employees in the office in addition to the specific architectural and functional properties.*

Ergebnis // Outcome									
(Beschwerden über oder weniger zufrieden mit) // (Complaints about or less satisfied with)	Zellen-Büro // Cell-office (n=131)	Geteilte-Räume // Shared-room (n=26)	Kleines Büro // Small open plan office (n=43)	Mittelgroßes Büro // Medium-sized plan office (n=56)	Groß-raumbüro // Large open plan office (n=75)	Flex-Büro // Flex-office (n=81)	Kombi-Büro // Combi-office (n=57)	Alle Büro-typen // All Office types (n=469)	p-Werte für Büro-typ (univariat) // p-value for office-type (univariate)
<b>Lärm und Privatsphäre // Noise and Privacy</b>									
<i>Lärm // Noise</i>									
Gestört durch Hintergrundgeräusche // Disturbed by background noise	16 %	35 %	30 %	29 %	47 %	27 %	40 %	30 %	< 0.001
Gestört durch Stimmen, Büroausstattung etc. // Disturbed by voices, office equipment etc.	12 %	42 %	40 %	45 %	50 %	37 %	39 %	34 %	< 0.001
Fehlende Akustik, Datenschutz für Gespräch // Lack of acoustic privacy for conversation	8 %	77 %	77 %	86 %	86 %	79 %	84 %	62 %	< 0.001
<i>Privatsphäre // Privacy</i>									
Keine Möglichkeit für Abgeschiedenheit innerhalb vom Arbeitsbereich // No possibility for seclusion within Workspace	19 %	88 %	98 %	96 %	99 %	91 %	86 %	73 %	< 0.001
Beunruhigung durch Belauschungsgefahr // Troubled by being overheard	5 %	42 %	44 %	43 %	50 %	22 %	32 %	29 %	< 0.001
Beunruhigung durch Beobachtungsgefahr // Troubled by being observed	8 %	23 %	30 %	32 %	20 %	10 %	23 %	18 %	0.001



Abbildung 10: Lärmarten in einer Arbeitsumgebung // Figure 10: Types of noise in a working environment



Schwedische Wissenschaftler haben den Zusammenhang zwischen verschiedenen Bürostrukturen und den entsprechenden akustischen Zuständen untersucht. Dabei wurden insgesamt 469 Berufstätige von 26 Organisationen darum gebeten, ihr Wohlbefinden in den verschiedenen Büroumgebungen einzuschätzen. Die Ergebnisse zeigen, dass Mitarbeiter die höchste akustische Behaglichkeit in Einzelbüros empfinden. Nur 16 Prozent der Mitarbeiter wurden im Einzelbüro von Hintergrundgeräuschen abgelenkt. Im Gegensatz dazu ist der Anteil von den abgelenkten Mitarbeitern im Großraumbüro am höchsten. Dementsprechend haben Großraumbüro-Mitarbeiter die geringste akustische Privatsphäre, während Befragte im Einzelbüro die höchste Privatsphäre für ein Gespräch erleben [150].

In einer Befragung mit 51 Teilnehmern wurde von Windlinger und Zäch herausgefunden, dass die subjektive Lärmbelastung von der Anzahl der im Raum anwesenden Personen abhängt. In Großraumbüros ist die subjektive Lärmbelastung daher ausgeprägter als in kleinen Büros [151, 152]. Durch von Kollegen ausgehenden Lärm geht die größte Störung aus [33, 152]. Jedoch entwickeln Mitarbeiter im Großraumbüro während der Arbeit mehr Ideen, haben mehr Abwechslung, Spaß und Erfolgserlebnisse. Auch soziale Kontakte können einfacher geknüpft und gestärkt werden. In kleineren Büroformen wird dagegen der Zusammenhalt zwischen Kollegen erhöht [153].

Der akustische Zustand kann ebenfalls die allgemeine Zufriedenheit im Büro beeinflussen. Jurecic et al. untersuchten die Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit in der Arbeitsumgebung. Dabei konnten sie einen positiven Zusammenhang zwischen guter Akustik und hoher Zufriedenheit herstellen [131].



*Swedish scientists investigated the correlation between various office structures and the corresponding acoustic environments. In this investigation, a total of 469 workers from 26 organisations were asked to estimate their level of well-being in the different office environments. The results indicate that employees experience the highest levels of acoustic comfort in individual offices. Only 16 per cent of employees were distracted by background noise in an individual office. In contrast to this, the proportion of employees that were distracted was the highest in an open-plan office. Accordingly, the open-plan office employees had the lowest level of acoustic personal space, whereas respondents in individual offices experienced the greatest amount of personal space for discussions [150].*

*In a survey of 51 respondents, Windlinger and Zäch found that subjective noise pollution depends on the number of people present in a room. Subjective noise pollution is therefore more pronounced in open-plan offices than in small offices [151, 152]. Noise created by colleagues creates the most disruption [33, 152]. However, employees in open-plan offices have more ideas at work, experience greater variety and success, and have more fun. It is also easier for them to make and strengthen social contacts. In smaller office types, however, cohesion between colleagues is increased [153].*

*The acoustic conditions can also influence the level of general satisfaction in an office. Jurecic et al. investigated the factors that influence levels of satisfaction in a working environment. They identified a positive correlation between good acoustics and a high level of satisfaction [131].*



Abbildung 11: Faktoren, die die Zufriedenheit der Mitarbeiter in der Büroumgebung beeinflussen //  
 Figure 11: Factors that influence satisfaction within the office environment



## 7.2

### PHYSIOLOGISCHE UND PSYCHOLOGISCHE WIRKUNGEN // PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS

Durch Lärm wird eine Unstetigkeit des atmosphärischen Drucks erzeugt. Auf diese Weise wird Schall verbreitet und gelangt zum Ohr, wo er als Geräusch wahrgenommen wird. Schließlich werden die in das Ohr treffenden Schallsignale von den Sinneszellen des Innenohres in elektrische Reize umgewandelt und erreichen über die Nerven der Hörbahn die Verarbeitungsebenen des zentralen Nervensystems.

Die psychologische Reaktion auf Lärm ist individuell sehr unterschiedlich. Die Lärmwirkung ist dabei das Zusammenwirken von Schall mit bestimmten Tätigkeiten, Zuständen oder Eigenschaften von Personen. Dadurch, dass es auf physikalischer und messtechnischer Ebene keinen Unterschied zwischen Musik und Lärm gibt, ist Lärm abhängig von der subjektiven Wahrnehmung. In einer Arbeitsumgebung sind unerwünschte Geräusche wie persönliche Gespräche oder Telefonate, Lärm von Bürogeräten oder Hintergrundgeräusche oft für psychische Belastungen, Ablenkungen sowie geminderte Produktivität verantwortlich. Lärm gilt oft als ein Hauptstörfaktor in der Büroumgebung und macht das Abrufen von Erinnerungen besonders schwierig [154]. Eine von Banbury und Berry durchgeführte Umfrage ergab, dass unterschiedlich Lärmquellen (z. B. Telefongespräche, Drucker) mit einem Anteil in Höhe von 35 Prozent der Befragten zu den Hauptfaktoren zählten, die zur Ablenkung im Büro führten, gefolgt von fehlender Privatsphäre (24 Prozent) und schwacher Beleuchtung (15 Prozent) [151].

Außerdem ist zu beachten, dass Lärm durch bestimmte Eigenschaften eine höhere Störwirkung hervorrufen kann. Laut einer Studie von Parkin wird hochfrequenter Lärm als lästig empfunden als niederfrequenter. Darüber hinaus wirkt intermittierender Lärm belastender als dauerhafter Lärm [155]. Viele Studien kommen zum Ergebnis, dass Gespräche der Kollegen die meisten Beschwerden hervorrufen [152]

*Noise creates discontinuity in terms of the atmospheric pressure. This distributes sound and transports it to your ears, where it is perceived as noise. Finally, the sound signals that enter the ear are transformed into electrical stimuli by the sensory cells in the inner ear and transmitted via the nerves in the auditory pathway to be processed by the central nervous system.*

*Psychological reactions to noise vary significantly from person to person. The noise effect describes the interaction between noise and certain activities, states or individuals characteristics. Since there is no difference between music and noise on a physical and metrological level, noise depends on the subjective perception. In a working environment, unwanted noise – such as personal conversations or telephone calls, noise from office devices or background noise – is often responsible for psychological stress, distraction and reduced productivity. Noise is often a major disruptive factor in the office environment and makes memory recall particularly difficult [154]. A survey carried out by Banbury and Berry found that different sources of noise (e. g. telephone calls, printers) were amongst the primary factors that led to distraction in the office for 35 per cent of respondents, followed by a lack of privacy (24 per cent) and poor lighting (15 per cent) [151].*

*Furthermore, it should be noted that noise can have a greater disruptive effect as a result of certain properties. According to a study by Parkin, high-frequency noise was found to be more annoying than low-frequency noise. Furthermore, intermittent noise has a greater disruptive effect than constant noise [155]. Many studies conclude that colleagues' conversations are the greatest source of complaints [152].*



Die störende Wirkung von als irrelevant eingeschätzten Gesprächen wird weniger von ihrer Lautstärke oder der Anzahl der Teilnehmer als von der Sprachverständlichkeit beeinflusst. Das unfreiwillige Zuhören führt zu stärkerer Ablenkung beim Arbeiten. Roelofsen ist der Auffassung, dass die starke Ablenkungswirkung sowie fehlende akustische Privatsphäre das Resultat ständiger Aufmerksamkeit gegenüber diesen irrelevanten Gesprächen ist. Wenn der Mensch einmal seine Aufmerksamkeit verloren hat, dauert es mindestens zehn Minuten, um wieder das gleiche Konzentrationsniveau wie zuvor zu erreichen [156]. Gespräche, deren Inhalte schlechter verständlich sind, wie beispielsweise Gespräche in fremden Sprachen, werden als weniger störend empfunden [154].



The disruptive effect of conversations perceived as irrelevant is influenced more by speech intelligibility than by the level of noise or the number of participants. Involuntary listening creates more distraction whilst working. Roelofsen is of the opinion that the strong distracting effect and lack of acoustic privacy is the result of constantly paying attention to these irrelevant conversations. Once a person has lost their concentration, it takes at least ten minutes to achieve a similar level of concentration [156]. Conversations in which the content is harder to understand, for example conversations in foreign languages, are found to be less disruptive [154].

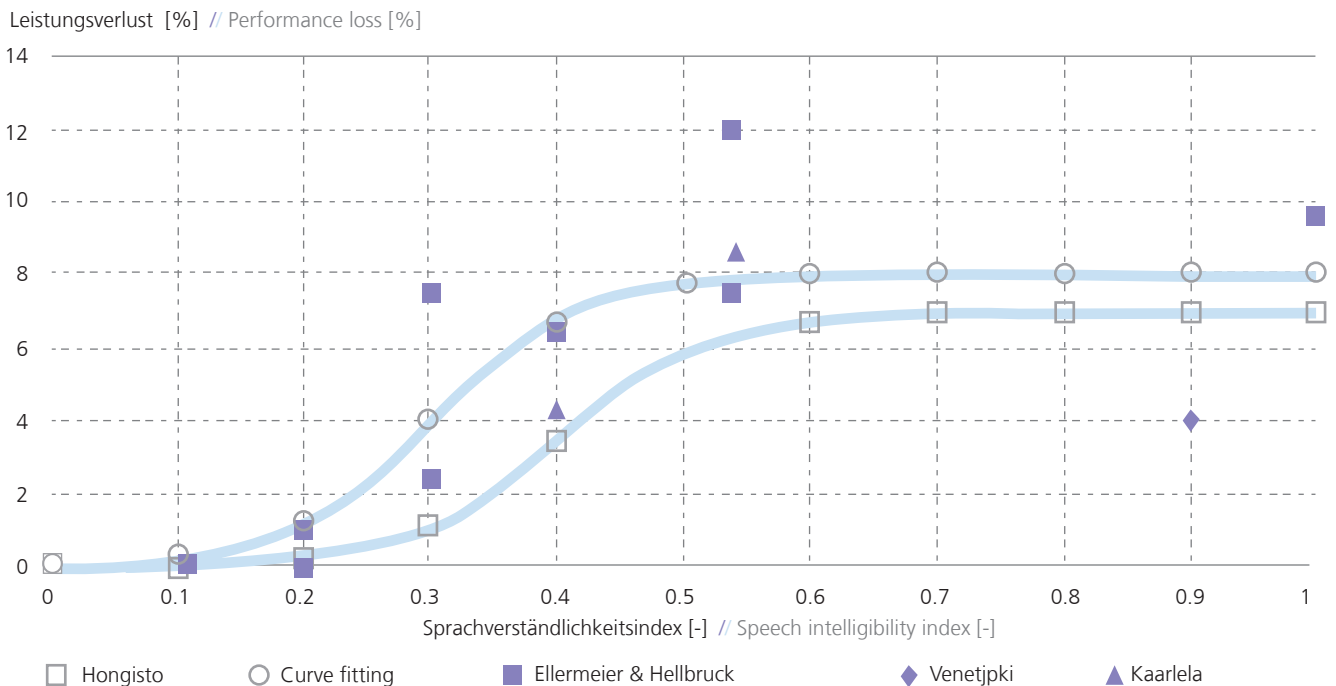
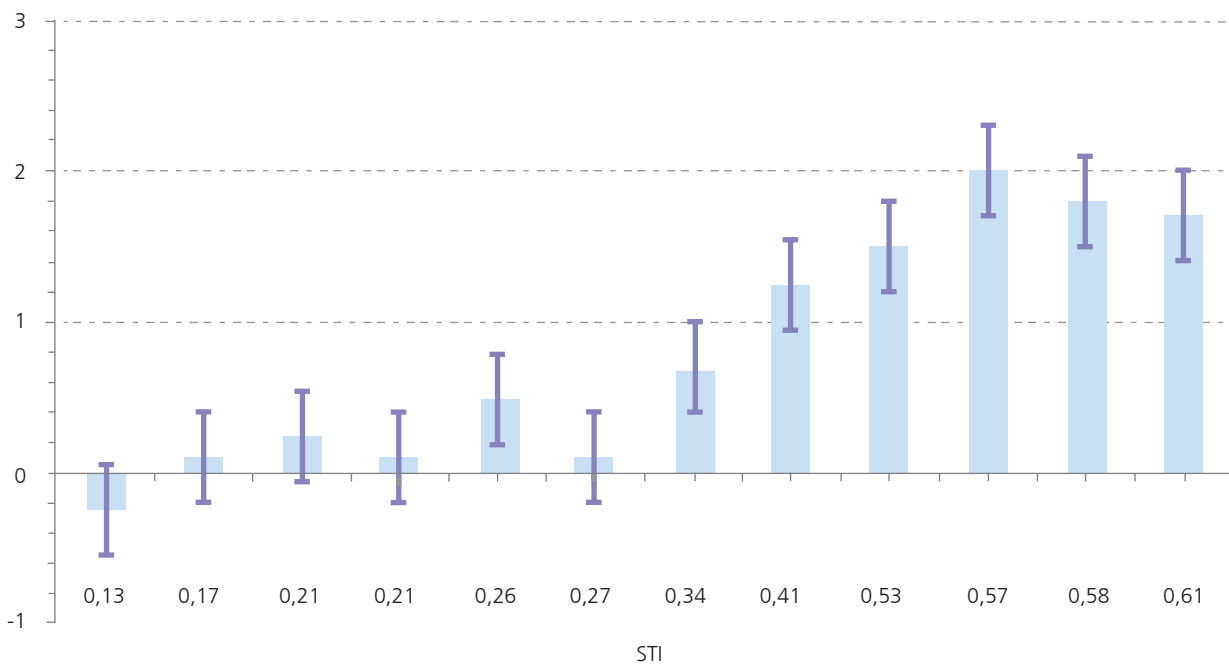


Abbildung 12: Leistungsverlust in Abhängigkeit von der Sprachverständlichkeit // Figure 12: Performance loss as a function of the speech intelligibility

▼  
 In einer finnischen Metastudie wurde die Wirkung der Verständlichkeit des Gesprächs auf den Leistungsverlust zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Studien analysiert und zusammengefasst. Die Abbildung zeigt, dass kein Leistungsverlust (0 Prozent) entsteht, wenn das Gespräch inhaltlich nicht verstanden wird. Im Vergleich dazu ist der höchste Leistungsverlust (8 Prozent) zu beobachten, wenn über die Hälfte des Inhalts verstehbar ist [157].

▼  
 A Finnish meta-analysis analysed and summarised the effects of conversation intelligibility on decrease in performance at various times and across various studies. The figure shows that there is no loss of performance (0 per cent) if the content of the conversation is not understood. In contrast to this, the highest loss of performance (8 per cent) is experienced when over half of the content is intelligible [157].

Mittlere Lästigkeit // average annoyance



▲ ▲  
 Abbildung 13: Mittlere Lästigkeitsurteile und Standardfehler bei Bearbeitung der Kurzzeitgedächtnisaufgabe //  
 Figure 13: Average perceived annoyance and standard errors while processing a short-term memory task

Liebl et al. untersuchten 24 Probanden bei unterschiedlich verständlicher Hintergrundsprache auf kognitive Leistung und subjektives akustisches Wohlbefinden. Sie gelangten zu dem Schluss, dass mit steigender Verständlichkeit der Sprache die akustische Zufriedenheit bei den nicht an der Konversation beteiligten Personen sank. [148].

Liebl et al. looked at 24 participants with varying levels of understanding of the background language to ascertain the effects on cognitive performance and subjective acoustic well-being. They concluded that, as the intelligibility of the language increases, the acoustic satisfaction of those people not involved in the conversation decreases [148].

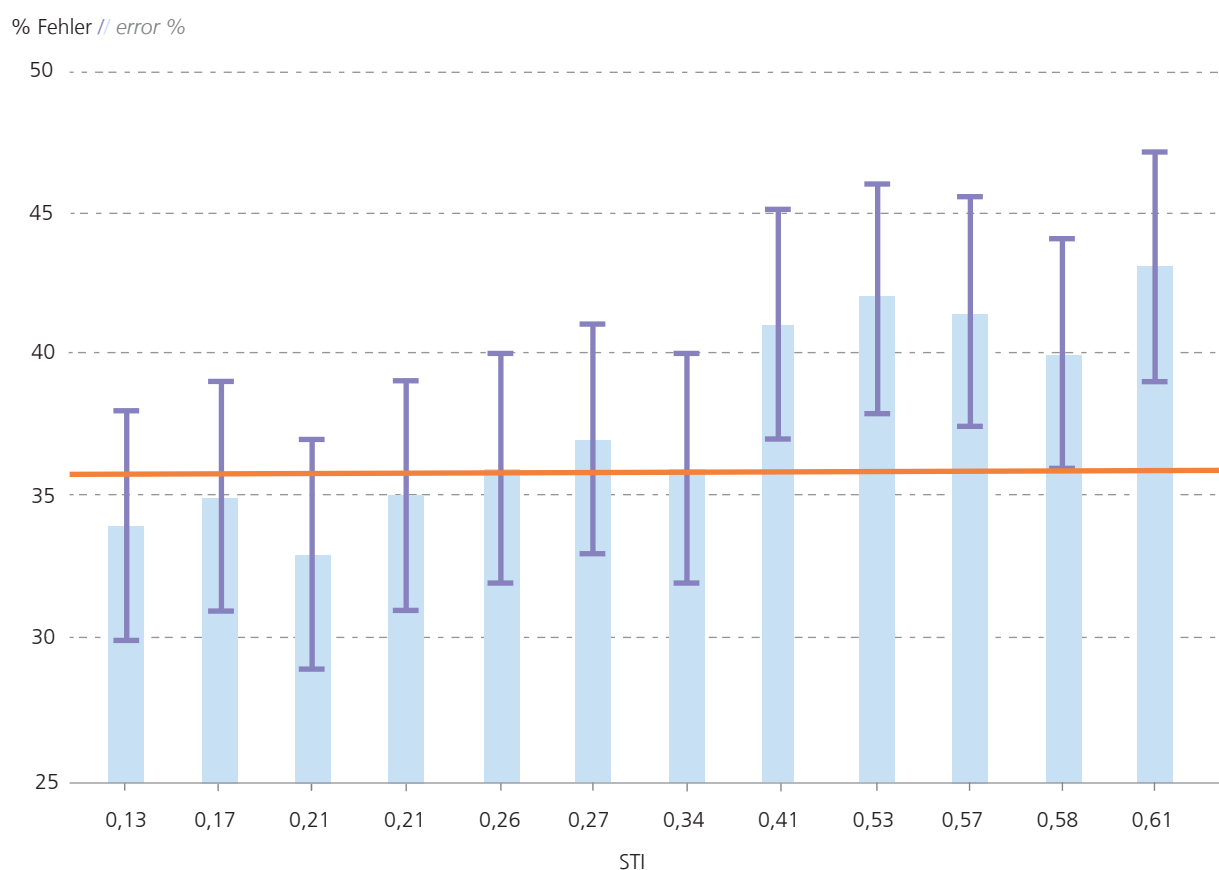


Abbildung 14: Fehlerraten und Standardfehler bei Bearbeitung der Kurzzeitgedächtnisaufgabe //  
 Figure 14: Mean error rates and standard errors in a short-term memory task

Zahlreiche Studien vermerken, dass Männer weniger empfindlich auf Lärm reagieren als Frauen [158, 159, 160]. Die Psychologinnen Meagher und Rhudy von der Texas A & M University untersuchten die Reaktionen von Männern und Frauen auf plötzlich auftretenden Lärm. Sie fanden heraus, dass plötzlich auftretender Lärm Angst bei Frauen ausgelöst hat. Im Gegensatz dazu haben Männer keine Angst, sondern Überraschung empfunden [159]. In einer weiteren Studie von schwedischen Wissenschaftlern wurde die Wirkung von Akustik und Geschlecht auf Bürokonflikte in unterschiedlichen Büroformen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass Frauen aus ruhigen Arbeitsumgebungen im Vergleich zu denjenigen aus mit Lärm

Numerous studies note that men are less sensitive to noise than women in terms of their reactions [158, 159, 160]. The psychologists Meagher and Rhudy from Texas A & M University investigated the reactions of men and women to sudden noise. They discovered that sudden noises created anxiety in women. In contrast, men did not experience anxiety, rather they were surprised [159]. In a further study by Swedish scientists, the effect of acoustics and gender on office conflicts in various office types was analysed. The results showed that women in quiet working environments were at higher risk for office conflicts than those in spaces with noise pollution. This tendency was not identified in men [158].



belasteten Räumlichkeiten ein höheres Risiko für Bürokonflikte haben. Diese Tendenz ist bei den Männergruppen dagegen nicht erkennbar [158].

Unerwünschter Schall im Büro hat jedoch nicht immer negativen Einfluss auf die Mitarbeiter. Nach Mehta, Zhu und Cheema kann eine Änderung der Geräuschkulisse die Kreativität, hier gemessen an der Entwicklung von Lösungsideen, beeinflussen. In vier Versuchen mit Studierenden der British Columbia Universität wurde die Kreativität der Teilnehmer anhand der Entwicklung neuer Lösungen zu dargestellten Problemen gemessen [161]. Dabei wurde durch eine Kombination von zuvor aufgenommenem Straßenlärm, Gesprächen und Lärm in einem Café eine Geräuschkulisse im Hintergrund erzeugt. Die Ergebnisse zeigen, dass ein mittlerer Pegel von 70 dB eine Prozessunstetigkeit verursacht und daher die Kreativität und das abstrakte Denken steigert im Gegensatz zu einem niedrigen (50 dB) und hohen (80 dB) Geräuschpegel. Der hohe Geräuschpegel von 80 dB hindert die Kreativität sogar.

Die Wechselwirkung zwischen Lärm und Temperatur sowie die Einwirkung von Lärm auf die Arbeitsleistung in Großraumbüros wurde ebenfalls von Witterseh et al. (2002) untersucht. 30 Probanden wurden in sechs Gruppen aufgeteilt und dazu aufgefordert, in unterschiedlich temperierten Räumen (22 / 26 / 30 °C) mit Geräuscheinblendungen aus einem Großraumbüro (55 dB(A)) oder unter Ruhekonditionen drei Stunden lang Aufgaben zu lösen. Nach drei Stunden wurde ihre subjektive Wahrnehmung durch eine Befragung analysiert. Die bearbeiteten Aufgaben wurden ebenfalls evaluiert, um die Leistungsfähigkeit zu erheben. Hierbei konnte festgestellt werden, dass alle Probanden Beschwerden bezüglich der Atemwege und Augen sowie Kopfschmerzen hatten. Im Vergleich zu den Ruhesituationen waren die Symptome von Ermüdung und Konzentrationsunfähigkeit unter den Lärmkonditionen verstärkt. Schließlich, wie bereits im Kapitel Temperatur und Leistung erwähnt wurde, kann Lärm die durch Hitze verursachten Fehler ausgleichen. Zudem erreichen die Probanden eine schnellere Lese-Tipp-Geschwindigkeit unter Lärmkonditionen [141].



*Unwanted noise in the office does not always have a negative effect on employees, however. According to Mehta, Zhu and Cheema, a change in background noise can influence creativity, which is measured here in terms of the development of solution ideas. In four trials using students at British Columbia University, participants were provided with problems and their creativity measured in terms of their development of new solutions [161]. Background noise was created using a combination of pre-recorded street noise, conversations and noise from a cafe. The results demonstrated that a medium noise level of 70 dB creates discontinuity in processes, thus increasing creativity and abstract thinking as compared to low (50 dB) and high (80 dB) noise levels. The high noise level of 80 dB was actually found to hinder creativity.*

*The correlation between noise and temperature, as well as the effect of noise on work performance in open-plan offices, was also investigated by Witterseh et al. (2002). 30 participants were divided up into six groups and asked to solve problems for three hours in rooms at different temperatures (22 / 26 / 30 °C) with noise influences from an open-plan office (55 dB(A)) or under quiet conditions. After three hours, their subjective perception was analysed using a survey. The tasks that were completed were also evaluated in order to assess performance. It was established that all the participants experienced complaints with their airways and eyes in addition to headaches. In contrast with the quiet conditions, the symptoms were amplified by fatigue and the inability to concentrate in the noisy conditions. Finally, as previously mentioned in the chapter 'Temperature and performance', noise can compensate for errors caused by heat. Furthermore, the participants achieved higher reading and typing speeds in the noisy condition [141].*



Mahnke vermerkte in seinem Buch »Color, Environment and Human Response“, dass Farben die akustische Wahrnehmung des Menschen beeinflussen. Dieses Phänomen wurde zuerst von den Psychologen Werner, Krakov, Allen und Schwartz beobachtet. Sie fanden heraus, dass starker Lärm, starker Geruch sowie intensiver Geschmack bei menschlichen Augen zu einer höheren Sensibilität von Grün, aber verringerter Sensibilität von Rot führen [162]. Darüber hinaus haben Psychologen festgestellt, dass, wenn die Arbeitsumgebung mit hellgelber oder roter Farbe gestrichen war, eine laute Umgebung subjektiv als noch lauter und lästiger wahrgenommen wurde. Schrille Töne können, der Forschung zufolge, mutmaßlich durch die Farbe olivgrün ausgeglichen werden. Außerdem wirken gedämpfte Geräusche noch unangenehmer in einer betont dunklen Umgebung. Im Gegensatz dazu kann mit hellen Farben wie z. B. hellgrün oder einer hellen Beleuchtung die Wirkung von gedämpften Geräuschen verringert werden [162].

Die Wirkung vollkommener Ruhe auf die Arbeitsleistung wurde von Harrison und Kelly erforscht. Während einer Additionsaufgabe entdeckten sie, dass im Vergleich zur Ruhekondition (52 dB) eine Umgebung mit »White noise« (80 dB, zu Deutsch »Weißes Rauschen«) die Leistung gefördert hat [163]. Schließlich wurden keine Auswirkungen von lauten Hintergrundgeräuschen (White Noise, 100 dB) bei visuellen Aufgaben und beim Sortieren von Karten erkannt. Trotz vieler Nachweise der negativen Auswirkungen von Lärm, existieren auch Studien, die diesen Aussagen widersprechen und eine positive Wirkung von Lärm bestätigen, besonders in Bezug auf Musik [164].



*In his book "Color, Environment and Human Response", Mahnke notes that colours influence acoustic perception in humans. This phenomenon was first observed by the psychologists Werner, Krakov, Allen and Schwartz. They found that high levels of noise, strong odours and intense tastes increased the sensitivity of human eyes for green but reduced sensitivity for red [162]. Furthermore, psychologists have identified that a loud environment was found to be subjectively louder and more disruptive if the working environment is painted light yellow or red. According to the research, it is thought that shrill tones can be balanced out by the colour olive green. In addition, muffled noises are considered to be even more unpleasant in a very dark environment. In contrast, light colours, e. g. light green or bright lighting, can reduce the effect of muffled noises [162].*

*The effect of complete silence on work performance was investigated by Harrison and Kelly. During an addition task, they found that an environment with white noise (80 dB) improved performance in comparison to quiet conditions (52 dB) [163]. Finally, no effects of loud background noises (white noise, 100 dB) were identified for visual tasks or when sorting cards. Despite the wealth of evidence showing the negative effect of noise, there are also studies which contradict these findings and find the effect of noise to be positive, particularly with regard to music [164].*

## 7.3

### MASKIERUNG VON LÄRM // MASKING NOISE

Durch Soundmasking (auch: Lärmmaskierung), d.i. der Ausgleich einer diskontinuierlichen Geräuschkulisse, kann die akustische Zufriedenheit von Büronutzern erhöht werden. Störende Geräusche werden durch die Maskierung verdeckt und so als weniger störend empfunden.

Musik spielt eine wichtige Rolle bei der Geräuschmaskierung. Ihre Wirkung auf Stimmung und Emotion sowie auf das Verhalten von Individuen oder Gruppen wird häufig analysiert und evaluiert. Hallam et al. haben in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen Musik und der Leistung von 10- bis 12-jährigen Schülern während Mathematiktests und Gedächtnisaufgaben untersucht. Musik, die als entspannend und angenehm wahrgenommen wurde, hatte in beiden Aufgabentypen zu einer verbesserten Leistung geführt [165].

In einem Experiment von Haapakagas et al. (2011) wurde die Auswirkung von unterschiedlichen Geräuschumgebungen auf die Leistung untersucht. Die kognitive Leistungsfähigkeit von 54 Studienteilnehmern wurde in einem ruhigen Raum mit Hintergrundsprache und unter dem Einfluss der oben genannten Maskierungsgeräusche beobachtet. Dabei lagen die Schwerpunkte auf dem kreativen Denken, dem Korrigieren von Texten und dem Kurzzeitgedächtnis. Zusätzlich sollten die Teilnehmer die Arbeitsbelastung und die akustische Zufriedenheit subjektiv bewerten.

*The level of acoustic satisfaction of office users can be increased by means of sound masking (or noise masking), i.e. balancing out discontinuous background noise. Disruptive noises are covered up by this masking process and are therefore found to be less disruptive.*

*Music plays an important role in sound masking. Its effect on mood and emotions, as well as on the behaviour of individuals and groups, has been analysed and evaluated in various studies. In their study, Hallam et al. looked at the correlation between music and performance in school pupils aged between 10 and 12 during mathematics tests and memory tasks. Music that was perceived to be relaxing and pleasant improved performance in both task types [165].*

*In an experiment by Haapakagas et al. (2011), the effects of various sound environments on performance was investigated. The cognitive performance of 54 study participants was observed in a quiet room with background conversations and under the influence of the above-mentioned masking sounds. The study focused on tasks relating to creative thinking, correcting texts and short-term memory. In addition, the participants were asked to provide a subjective evaluation of the workload and level of acoustic satisfaction.*

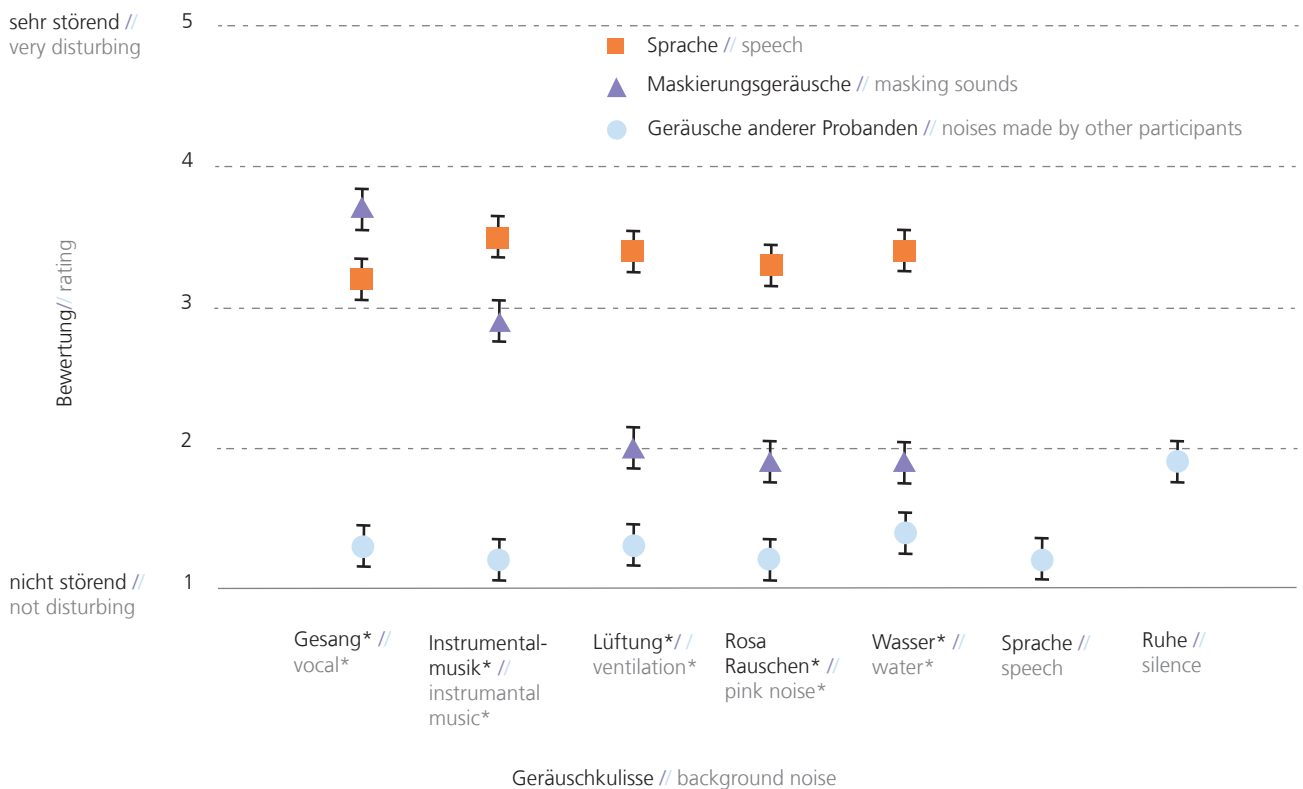


Abbildung 15: Bewertung der Störung durch unterschiedliche Geräusche im Raum //

Figure 15: Evaluation of the disturbance by different noises in the room //

Die Annahme, dass die Geräuschkulisse einen erheblichen Einfluss auf das Wohlbefinden hat wurde bestätigt. In einer stillen Umgebung wurde die beste kurzfristige Gedächtnisleistung beobachtet. Im Vergleich zur Situation mit unmaskierter Hintergrundsprache verbesserte sich die Arbeitsleistung, wenn die Hintergrundsprache durch Quellwassergeräuschen maskiert wurde. Insgesamt gaben die Probanden unter maskierten Zuständen eine verbesserte Bewertung der Arbeitsleistung ab. Schließlich zeigten die Leistungsergebnisse und subjektiven Wahrnehmungen, dass Quellwassergeräusche die optimale Wahl für die Maskierung sind, da diese Art von Geräuschen zu einer geringeren subjektiven Sprachverständlichkeit führten.

The findings confirmed the hypothesis that background noise has a significant effect on well-being. The best short-term memory performance was observed in the quiet environment. In comparison to the condition with unmasked background conversations, work performance improved when the background conversations were masked using trickling water sounds. On the whole, the participants provided a better assessment of their work performance in the masked conditions. Ultimately, the performance results and subjective perceptions showed that trickling water sounds were the optimum choice for masking because this type of noise led to a lower level of subjective language





Gesang dagegen hatte negative Auswirkungen auf die Leistung und die subjektive Wahrnehmung. Das heißt, im Großraumbüro sollten konstante Maskierungsgeräusche gegenüber Instrumentalmusik und Gesang bevorzugt genutzt werden. Es gab keinen bedeutsamen Unterschied in der Anzahl von Ideenentwicklungen unter dem Einfluss unterschiedlicher Geräuschumgebungen, aber sehr wohl im Bezug auf die Originalität der Ideen. Besonders anregend waren hierbei erneut die Quellwassergeräusche [166].



*intelligibility. Singing, on the other hand, had a negative effect on performance and subjective perception. This means that, in open-plan offices, constant masking noises are preferable to instrumental music and singing. There was no significant difference in the number of ideas developed under the influence of different noise environment. There was, however, a significant difference with regard to the originality of the ideas. The trickling waters sounds were also particularly stimulating in this regard [166].*

# 8



# DUFT UND GERUCH SCENT AND SMELL

Die anregende und psychoaktive Wirkung von Düften ist über die gesamte Menschheitsgeschichte bekannt und wurde in einigen Kulturen in Zeremonien und auch zu medizinischen Zwecken eingesetzt. Durch den engen Zusammenhang zwischen dem Geruchssinn und der Emotionsverarbeitung im Gehirn rufen Gerüche verschiedene Gefühle und Emotionen hervor. Dabei kann ein Duft einen belebenden, entspannenden, angstbeseitigenden und stressmindernden Effekt haben [167].

*The stimulating and psychoactive effect of scents has been known throughout the history of humanity and has been used by some cultures in ceremonies, as well as for medical purposes. As a result of the close connection between the sense of smell of emotion processing in the brain, smells create various feelings and emotions. Thus scents can have invigorating, relaxing, anti-anxiety and stress-reducing effects [167].*

## 8.1

### DUFT UND STIMMUNG // SCENT AND MOOD

In empirischen Studien wurde herausgefunden, dass Düfte verschiedene physiologische und psychologische Einflüsse auf den Menschen haben. Blutdruck, Puls und Hirnströme werden verändert ebenso wie die Cortisol-Ausschüttung unter Stress und die Schmerz Wahrnehmung. Auch können das Schlafverhalten und in Folge auch die Wachheit beeinflusst werden. Zu Eigenschaften und Heilungspotenzialen ätherischer Öle existiert eine Vielzahl von Studien, die sich vor allem mit dem Einfluss auf die Emotionalität beschäftigen. So hat Lavendel beispielsweise die Fähigkeit, Ängstlichkeit und Anspannung zu verringern und, nach Diego et al. (1998), auch Symptome von Depressionen zu vermindern. Diese Annahme wurde durch Okamoto et. al. (2005) und Takahiro et al. (2000) bestätigt. In einer Studie von Burnett et al. (2004) wurde die Wirkung von Gerüchen (Wasser, Lavendel oder Rosmarin) auf die Stimmung nach einer angstauslösenden Aufgabe untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl Lavendel- als auch Rosmaringeruch Müdigkeit und Trägheit verringern konnten. Lediglich Rosmaringeruch konnte Verwirrung und größere Anspannung erzeugen [168]. Eine Stimmungsverbesserung war bei Orangenöl zu beobachten [169] [170]. Lehrner et al. (2000) konnten nachweisen, dass die Verwendung eines anregenden Orangen- oder beruhigenden Lavendeldufts in Wartezimmern von Arztpraxen zu einer positiven Stimmung sowie zu Gelassenheit bei Patienten bzw. Probanden, insbesondere bei Frauen, führte [169].

Düfte können ebenfalls die Kreativität anregen. Ein Unternehmen hat eine Befragung unter 499 Mitarbeitern zum Thema »Düfte am Arbeitsplatz« durchgeführt. 57 Prozent aller Befragten und 64 Prozent der Führungskräfte gingen davon aus, dass Duft die Kreativität anregt [171]. Diese Hypothese wird von Herz (2002) und Augustin (2009) unterstützt. Laut Augustin können Düfte, die Menschen in gute Stimmung versetzen, auch deren Innovationsfähigkeit verbessern. Insbesondere

*Empirical studies have demonstrated that scents have various physiological and psychological effects on people. Scents can change our blood pressure, pulse and brain waves, and even how we perceive stress and how much cortisol we release under stress. Sleep patterns and, consequently, alertness can also be influenced. There are a number of studies on the properties and healing potential of essential oils, and these predominantly concern their influence on emotionality. For example, lavender is said to be able to reduce anxiety and tension and, according to Diego et al. (1998), may also reduce symptoms of depression. This assumption has been confirmed by Okamoto et. al. (2005) and Takahiro et al. (2000). A study by Burnett et al. (2004) investigated the effect of scents (water, lavender or rosemary) on mood after a task that triggers anxiety. The results showed that both lavender and rosemary scents reduced fatigue and lethargy. Only rosemary created confusion and increased tension [168]. An improvement in mood was identified with orange oil [169] [170]. Lehrner et al. (2000) were able to prove that the use of a stimulating orange or relaxing lavender scent in waiting rooms in medical practices led to a positive mood and calmness amongst patients and/ or participants, particularly in women [169].*

*Scents can also drive creativity. A company carried out a survey of 499 employees on the topic of "Scents in the workplace". 57 per cent of all participants and 64 per cent of managers believed scent to promote creativity [171]. This hypothesis was supported by Herz (2002) and Augustin (2009). According to Augustin, scents that put people in a good mood may also improve their capacity for innovation. A cinnamon and vanilla scent in particular has a major effect on increasing creativity [28]. The study by Herz (2002) shows that employees in a working environment that has a pleasant scent often take a more creative approach to problem solving [172].*



Zimt-Vanilleduft hat einen großen Einfluss auf die Steigerung der Kreativität [28]. Die Untersuchung von Herz (2002) zeigt, dass Mitarbeiter in einer angenehm duftenden Arbeitsumgebung kreativer an die Problemlösung herangehen [172].



## 8.2

### DUFT UND LEISTUNGSFÄHIGKEIT // 8.2 SCENT AND PERFORMANCE

New Yorker Wissenschaftler haben festgestellt, dass Probanden durch den Einsatz von Duft eine signifikant verbesserte Leistung bei Textkorrektur-Aufgaben erreichten. Allerdings unterschied sich der Einfluss von Düften bei Männern und Frauen. Lavendel hatte eine positivere Wirkung auf die Leistung bei Frauen, während Pfefferminze besser auf Männer wirkte [173]. Barker et al. haben den positiven Einfluss von Pfefferminze auf die kognitiven Fähigkeiten bestätigt. Sie fanden heraus, dass eine Gruppe unter Einfluss von Pfefferminzduft eine bessere Leistung im Vergleich zur Kontrollgruppe erreichte [174]. Zoladz ergänzte, dass Pfefferminzduft nicht nur die Leistungsfähigkeit förderte, sondern auch die allgemeine Stimmung verbesserte sowie der Ermüdung von Mitarbeitern entgegenwirkte [175].

Auch an Schulen wurde der Einfluss unterschiedlicher Duftstoffe auf die Leistung untersucht. Durch den Einsatz zitronenhaltiger Duftstoffe konnten Rechtschreibfehler um die Hälfte reduziert und die Konzentrationsfähigkeit gesteigert werden [176]. Darüber hinaus wurde bestätigt, dass das Einatmen der Duftstoffe Lavendel und insbesondere Rosmarin die Konzentrationsfähigkeit positiv steuern konnte [177].

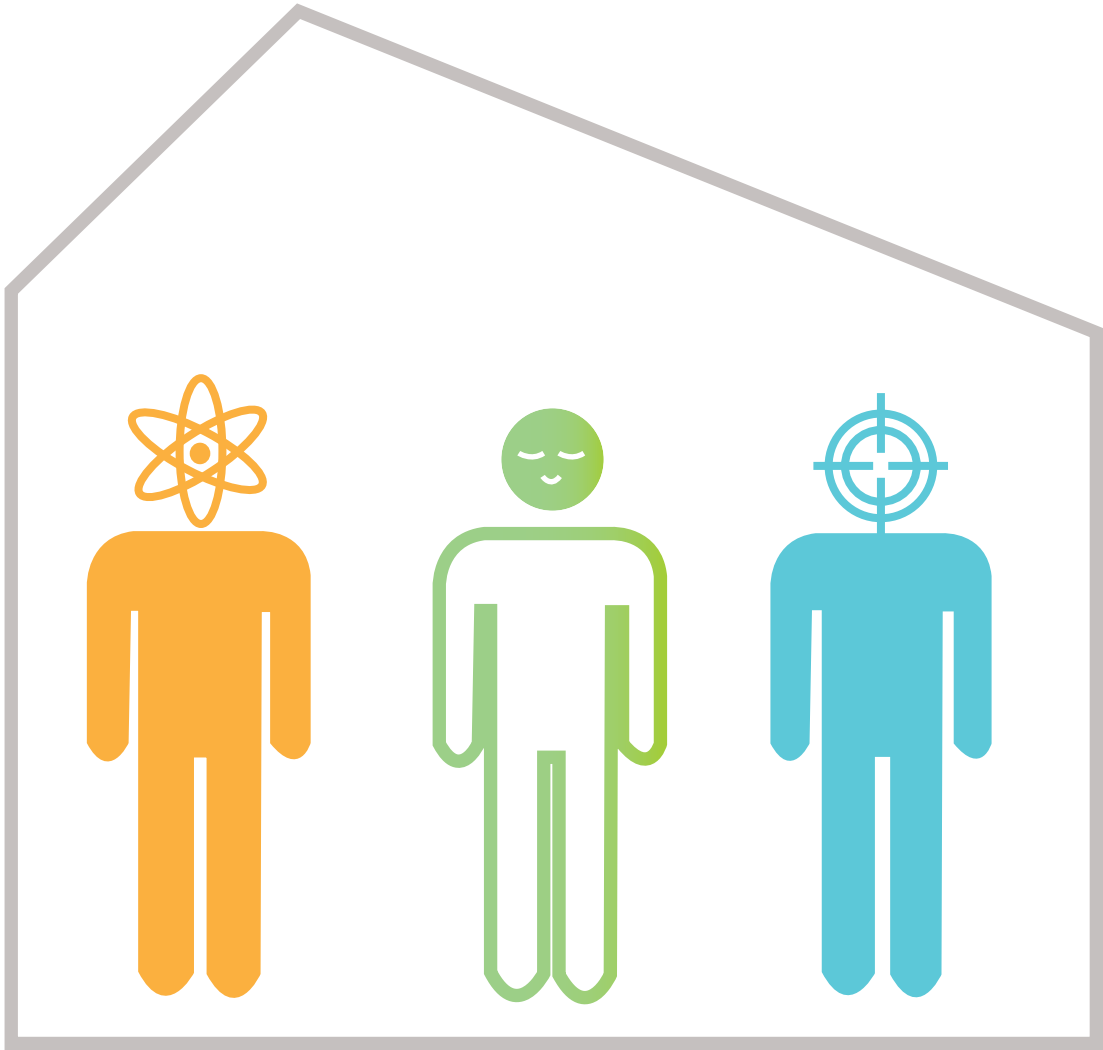
Laut Forschern der Universität Northumbria hat der Duft von Rosmarin einen positiven Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten. Beispielsweise wird das vorausschauende Gedächtnis verbessert, sodass der Mensch sich zu erledigende Dinge besser merken kann. Dies wurde auch in einer weiteren Studie bestätigt: Eine Gruppe konnte sich Aufgaben bei Nutzung von Rosmarinduft besser merken, als eine Vergleichsgruppe [178].

*New York scientists found that test participants achieved significantly better performance in text correction tasks when scents were used. However, men and women experienced different effects from different scents. Lavender had a more positive effect on performance in women, whereas peppermint was more effective on men [173]. Barker et al. confirmed the positive effect of peppermint on cognitive abilities. They found that a group under the influence of a peppermint scent achieved better performance than the control group [174]. Zoladz further argued that a peppermint scent not only promotes productivity but also improves general mood and counteracts the fatigue experienced by employees [175].*

*The influence of various different scents on performance has also been investigated in schools. For example, spelling errors were reduced by fifty per cent and concentration levels were increased by using scents containing lemon [176]. Furthermore, it was confirmed that inhaling lavender and, in particular, rosemary scents has a positive effect on concentration levels [177].*

*According to researchers at Northumbria University, the smell of rosemary has a positive influence on cognitive abilities. Forward-looking memory was improved, for example, meaning that people were better able to remember things they needed to do. This was also confirmed in a further study: a group using rosemary was better able to remember tasks than a comparison group [178].*

# 9



# ZUSAMMENFASSUNG – RAUMSITUATIONEN FÜR BESTIMMTE TÄTIGKEITEN

## SUMMARY: SPACE SITUATIONS FOR CERTAIN ACTIVITIES

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir zahlreiche Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen zum Einfluss raumpсихологischer Faktoren auf den Menschen und seine Arbeit identifizieren können. Auch wenn die inhaltlichen Aufgabenstellungen in Büros vielfältig und unterschiedlich sind, so lässt sich die erforderliche Unterstützung durch die physische Umgebung doch zusammenfassend auf wenige wesentliche Faktoren bündeln: Die Förderung der Kommunikation zwischen den anwesenden Personen, die Unterstützung der individuellen Konzentrationsfähigkeit und kreativer Prozesse als Voraussetzungen für effiziente Arbeit und nicht zuletzt das Wohlbefinden und die Erholung als eine Voraussetzung, um sich nach herausfordernden Belastungen wieder schnell regenerieren zu können. In den folgenden Abschnitten wollen wir nun die wichtigsten räumlichen Einflussfaktoren auf Kreativität, Konzentrationsfähigkeit und Erholung in drei Illustrationen und einer kurzen textlichen Beschreibung zusammenfassen. Diese Beschreibungen fassen lediglich relevante Erkenntnisse zusammen, wobei bisher nicht nachgewiesen werden konnte, ob und inwieweit sich diese Effekte bei kombinierter Anwendung gegenseitig verstärken.

*In the previous chapters, numerous findings from scientific studies regarding the influence of factors relating to the psychology of space on humans and their work have been identified. While the tasks performed in offices are diverse and varied in terms of their content, the necessary support from the physical environment can be summarised in a number of key factors: the promotion of communication between those present, support of individual concentration levels and creative processes as prerequisites for efficient work and, not least, well-being and relaxation as prerequisites for being able to recover quickly after challenging, stressful situations. The aim of the following paragraphs is now to summarise the most important spatial influence factors on creativity, concentration and recovery in three illustrations including a short text for descriptive purposes. These descriptions summarise only the relevant findings, whereby it has not yet been proven whether and to what extent these effects are strengthened by their use in combination.*

## 9.1 RÄUME FÜR KREATIVITÄT // SPACES FOR CREATIVITY



Abbildung 16: Raum für Kreativität // Figure 16: Spaces for creativity





Elemente und Materialien aus der Natur wie Pflanzen, Holz oder Stein haben einen positiven Einfluss auf die Kreativität. Diese natürlichen Elemente tragen zur Entspannung des Büronutzers bei und fördern zugleich seine Konzentrationsfähigkeit. Diese Effekte tragen wiederum zu einer erhöhten Kreativität und auch Produktivität bei [46, 47] [104]. In Klassenzimmern können Studenten et al. (2016) den Einfluss von Pflanzen, der Aussicht in die Natur und auch der Farbe Grün auf die visuelle Kreativität (z. B. Werbung, Fotografieren, Animation) [65] bestätigen. Diese Wirkung kann mit größter Wahrscheinlichkeit auch auf einzelne Arbeitsplatzsituationen oder Räume in Büroumgebungen übertragen werden.

Beleuchtung bzw. Helligkeit im Raum spielt eine wichtige Rolle für Kreativität. So bevorzugen die meisten Menschen bei kreativen Tätigkeiten eine eher geringe Beleuchtungsstärke, was wohl daran liegt, dass zu helles Licht auf das für Kreativität förderliche Gefühl der Freiheit eher hemmend wirkt [119] [120]. Aber nicht nur das Licht, sondern auch die Umgebungslautstärke spielt eine Rolle. Bei einem mittleren Geräuschpegel wird beim arbeitenden Menschen eine Prozessunstetigkeit erzeugt, die zu einer Erhöhung des abstrakten Denkens und damit wiederum der Kreativität führt. Ein zu hoher Geräuschpegel reduziert allerdings die Kreativitätsleistung wieder [161]. Hier ist es also die richtige Dosis, welche die erwünschte Wirkung erzielt. Besonders gut nachvollziehbar ist dieser Zusammenhang beim Thema Düfte. Im Kontext der Büroarbeit steht die Nutzbarmachung von Düften sicherlich noch in der Zukunft und ist entsprechend eher mit Bedacht einzusetzen. Nichtsdestoweniger könnten Kreativräume zum Experimentieren genutzt werden, denn vor allem ein Duftgemisch aus Zimt und Vanille soll in der Lage sein, die Kreativität von Mitarbeitern zu aktivieren [28]. Die Illustration weist noch auf einen weiteren Einflussfaktor hin, nämlich, dass hohe Räume (3m) kreativere Denkprozesse erzeugen [8]. Hier wird die eigene Intuition, dass Kreativität nicht in räumlich beschränkten grauen Räumen ihren Ursprung findet, durch die Wissenschaft bestätigt.



*Natural elements and materials, such as plants, wood or stone, have a positive influence on creativity. These natural elements contribute to relaxation for the office user and also promote concentration abilities. These effects, in turn, contribute to increased creativity and productivity [46, 47] [104]. In classrooms, Studenten et al. (2016) were able to confirm the influence of plants, views of nature and the colour green on visual creativity (e. g. advertising, photography, animation) [65]. In all likelihood, this effect can also be transferred to individual workplace scenarios or spaces in office environments.*

*Lighting and/or the level of brightness in a room plays an important role for creativity. Most people prefer a somewhat lower light intensity for creative tasks, which is likely because bright light has a suppressive effect on the sense of freedom that is beneficial for creativity [119] [120]. However, it is not just the lighting, but also the sound level in the environment, that plays a role. A medium sound level creates process discontinuity for workers, which leads to an increase in abstract thinking and therefore creativity. However, a noise level that is too high reduces creative performance [161]. Achieving the right noise level therefore helps to achieve the desired effect. This is particularly evident in connection with the topic of scents. Making use of scents within the context of office work is certainly still something for the future and, accordingly, should only be used with caution. Nevertheless, creative spaces could be used for experimental purposes; a scent combination of cinnamon and vanilla, in particular, is thought to help activate employees' creativity [28]. The illustration also makes reference to a further influencing factor, namely that rooms with high ceilings (3 m) lead to more creative thought processes [8]. While we intuitively know that creativity is not aided by cramped, grey rooms, this fact is also confirmed by the science.*

## 9.2

### RAUM FÜR KONZENTRATION // SPACE FOR CONCENTRATION



Abbildung 17: Raum für Konzentration // Figure 17: Spaces for concentration



Trotz der obengenannten Erkenntnis, dass hohe Räume die Kreativität beflügeln, so gibt es auch Verwendung für normalhohe und niedrigere Räume (von 2.4 m), nämlich in den Kontexten, in denen Menschen konkreten und detailreichen Aufgabenstellungen nachgehen sollen, die ein hohes Maß an Konzentration erfordern [8]. Interessant ist die durchweg positive Wirkung von Pflanzen, Naturelementen und dem Ausblick in die Natur. Diese Faktoren fördern nicht nur indirekt die Kreativität, sondern auch zugleich Entspannung und Konzentrationsfähigkeit.

Bei Schülern, aber nach unserem Kenntnisstand noch nicht in Büros, konnte zudem nachgewiesen werden, dass zitronenhaltige Düfte sowie Lavendel und Rosmarinduft die Konzentrationsfähigkeit steigern [176]. Wie schon erwähnt, spielt der gezielte Einsatz von Düften in der Arbeitsumgebung bisher in der Praxis keine Rolle, wohingegen die Bedeutung von Licht und Beleuchtung nicht nur allgemein anerkannt, sondern auch bereits umfangreich erforscht wurde. So sind für das konzentrierte Arbeiten warmweiße Farbtemperaturen positiv, auch wenn tageslichtweiße Lichtfarbe aktivierender wirkt [118]. Eine anregende und konzentrationssteigernde Wirkung hat zudem auch Licht mit einem hohen Blauanteil [123].



*Despite the aforementioned finding that rooms with high ceilings promote creativity, rooms with normal and low ceilings (2.4 m and above) can also be useful, namely in contexts where people need to complete specific and detailed tasks that require high levels of concentration [8]. The consistently positive effects of plants, natural elements and views of nature is also interesting. Not only do these factors indirectly promote creativity, they also increase relaxation and concentration at the same time.*

*It has also been proven that scents containing lemon as well as lavender and rosemary can increase concentration in school pupils, however to our knowledge this effect has not yet been demonstrated in offices [176]. As previously mentioned, the targeted use of scents in working environments has not yet been implemented in practice. The importance of light and lighting, on the other hand, is not only common knowledge – it has also been researched extensively. Warm white colour temperatures, for example, have a positive effect on work that requires concentration, while light colours in a daylight white shade have a greater activating effect [118]. Light with a high blue component also has an activating effect and increases concentration levels [123].*

### 9.3 RÄUME ZUR ENTSPANNUNG UND STRESSREDUKTION // SPACES FOR RELAXATION AND STRESS REDUCTION



Abbildung 18: Raum für Stressreduktion // Figure 18: Spaces for stress reduction



Belastung und Erholung sind unmittelbar miteinander verknüpft. Die Arbeitsumgebung kann einen wichtigen Beitrag zur Stressminderung und Regeneration und somit auch zur dauerhaften Leistungsfähigkeit ihrer Nutzer leisten. Stressmindernde Gestaltungsfaktoren sollten dabei unmittelbar am Arbeitsplatz Berücksichtigung finden, aber natürlich können auch zusätzliche Rückzugsräume angeboten werden, die ganz spezifisch auf die Regenerationsförderung abgestimmt sind. Bei der Arbeitsplatzkonzeption sollte Enge vermieden werden, denn eine zu hohe Belegungsdichte kann dem menschlichen Bedürfnis nach Freiheit entgegenstehen und Stress auslösen [36, 37, 38, 18].

Bewiesen ist, dass Fenster für die Erholung wichtig sind. Sonnenstrahlen bzw. Tageslicht lösen eine positive Stimmung aus [85, 86, 87, 88] und zudem auch maßgeblich der Ausblick in die Natur. Aber auch Pflanzen, andere natürliche Elemente, wie Bilder mit Naturmotiven tragen zur Reduktion von Stress bei und ermöglichen so ebenfalls Erholung [46, 106, 100, 101]. Es zeigt sich, dass der Bezug zur Natur, ob im Außen- oder im Innenraum, durchgängig eine positive Wirkung in allen Arbeitssituationen bewirkt.

Holz verfügt über eine ähnliche Wirkung wie Pflanzen [106]. Die niedrigsten durchschnittlichen Blutdruckwerte und Herzfrequenzen wurden im Raum bei einem Holzanteil von 90 Prozent gemessen. Allerdings bevorzugten die meisten Probanden einen Aufenthalt im Raum mit einer 45-prozentigen Holzdeckung [105].

Blaue und grüne Raumfarben sollen zudem beruhigend wirken, wobei auch blässere und einfarbige Räume diesen Effekt auslösen [108].

Gerüche spielen ihrerseits eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Sie können belebend, entspannend oder Angst-beseitigend wirken und somit Stress mindern [167]. Wenn Düfte eingesetzt werden, dann ist immer darauf zu achten, dass diese sehr



*Stress and relaxation are directly linked. The working environment can make an important contribution to stress reduction and generation and therefore also to the long-term performance of its users. Stress-reducing design factors should therefore be taken into account directly at the workstation. Of course, additional spaces for retreat can also be provided which are specifically designed to promote regeneration. Tight spaces should be avoided when designing workplaces, as an occupant density that is too high can impact the human need for freedom and trigger stress [36, 37, 38, 18].*

*It has been proven that windows are important for recovery. Sun rays and daylight create a positive mood [85, 86, 87, 88]. Views of nature also have a significant positive effect on mood. However, plants, other natural elements such as images with nature motifs also contribute to stress reduction and thus promote recovery [46, 106, 100, 101]. It is clear that a connection with nature, whether outdoors or indoors, has a consistently positive effect in all work situations.*

*Wood has a similar effect to that of plants [106]. The lowest average blood pressure values and heart rates were measured in a room with a 90 per cent wood content. However, most participants preferred to spend time in a room with 45 per cent wood surfaces [105].*

*Blue and green room colours also trigger a calming effect, as do paler and single-colour rooms [108].*

*For their part, scents also play a considerable role. These can have an invigorating, relaxing or anti-anxiety effect and therefore reduce stress [167]. Where scents are used, it must always be taken into account that the perception of scents is highly individual and that the effect is also subjective [179]. In addition to scents and smells, fresh air is also equally important for room users. In our survey of*



individuell wahrgenommen werden und auch subjektiv wirken [179]. Neben Düften und Gerüchen ist aber gleichwohl auch frische Luft für die Raumnutzer essentiell wichtig. In einer unserer Befragung mit über 6.000 Büronutzern konnte eine positive Korrelation zwischen frischer Luft und der Zufriedenheit mit der Arbeitsumgebung festgestellt werden. In dieser Studie zeigt sich auch, dass eine gute Akustik zu den stärksten Korrelationsfaktoren gehört [131].

Lärm ist einer der bedeutendsten Auslöser von Stress. Vor allem in Großraumbüros kann Lärm die Gesundheit negativ beeinflussen. Dagegen kann u. a. Soundmasking mit Filtern wie Wasser, rosa Rauschen oder Instrumentalmusik helfen. Die diskontinuierliche Geräuschkulisse wird hierdurch ausgeglichen und somit die akustische Qualität eines Raums gesteigert. Dies führt zu einem höheren Wohlbefinden der Mitarbeiter und zu einer Minderung des Stressniveaus [144, 145].



*over 6,000 office users, a positive correlation was identified between fresh air and satisfaction with the working environment. This study also indicated that good acoustics is one of the strongest correlation factors [131].*

*Noise is the one of the most important stress triggers. In open-plan offices in particular, noise can have a negative effect on health. On the other hand, sound masking, for example using filters such as water, pink noise or instrumental music, can also help. This balances out discontinuous background noise and therefore increases the acoustic quality of a space. This leads to increased employee well-being and a reduction in stress levels [144, 145].*



# FAZIT UND AUSBLICK //

## CONCLUSION AND OUTLOOK



Die Auseinandersetzung mit umweltpsychologischen Erkenntnissen und Studien eröffnet ein zugleich interessantes wie komplexes Feld für die Gestaltung von Büroarbeit. Die erzielbaren positiven Effekte im Hinblick auf die Förderung von Leistung, Konzentrationsfähigkeit, Kreativität und ebenso Erholung und Wohlbefinden erscheinen sehr hoch. Denkt man diese Ansätze noch weiter und kombiniert sie mit raumphysikalischen Erkenntnissen wie z. B. dem Zusammenspiel von Raumtemperatur und Leistungsfähigkeit oder der Beleuchtung und chronobiologischen Prozessen, dann erschließt sich hier ein enormes Experimentierfeld für die zukünftige Gestaltung von Büroarbeitsumgebungen. Hier stellt sich die Frage, warum diese Effekte bisher kaum Eingang in die Praxis finden konnte. Das liegt nach unserer Einschätzung im Wesentlichen an zwei Faktoren: Zum einen hängen die Effekte stark vom Individuum ab und differenzieren sich je nach Aufgabenstellung bei der Arbeit noch weiter aus. Zum anderen sind wir es in der Bürogestaltung immer noch eher gewohnt, gleichartig zu gestalten, also maximal für unterschiedliche Aufgabentypologien, Funktionen oder Hierarchien leicht differenzierte Angebote zu schaffen. Zugegebenermaßen bleibt die Frage der Verhältnismäßigkeit und Umsetzbarkeit dieser Maßnahmen auf die unterschiedlichen Präferenzen der einzelnen Mitarbeiter hinsichtlich Licht, Temperatur, Farbe, Geräusch etc. bislang offen. Zudem ist dem einzelnen Nutzer natürlich auch nicht immer bewusst, was in einem Moment die Aufgabe erleichtern würde, denn die Effekte sind eher unterschwellig wahrnehmbar und auch die Einflüsse im Büro sind zahlreich und vielschichtig. Diese Argumente tragen möglicherweise dazu bei, dass solche interessanten wissenschaftlichen Entdeckungen zu umweltpsychologischen Besonderheiten bislang noch kaum Eingang in die aktuelle Planungspraxis gefunden haben.

Dennoch hat sich in den vergangenen Jahren einiges verändert, was eine stärkere Anwendung umweltpsychologischer Erkenntnisse in der Praxis greifbar werden lässt. Da ist zum einem



*Engagement with findings and studies relating to environmental psychology opens up a field that is both interesting and complex in relation to the design of office work. The positive effects that can be achieved with regard to promoting performance, concentration, creativity, recovery and well-being appear to be very significant. By taking these approaches even further and combining them with findings relating to physical spaces, for example the interaction between room temperature and performance or between lighting and chronobiological processes, this creates a vast experimental field for the future design of office environments. This raises the question of why these effects have only been put into practice to a minimal extent to date. We believe this to be predominantly due to two factors: on the one hand, the effects depend to a significant extent on the individual and are further differentiated according to the tasks carried out at work. On the other hand, in terms of office design, we are still somewhat used to uniform design approaches, i.e. at most creating concepts that can be slightly differentiated for different task types, roles or hierarchies. Admittedly, the question of the proportionality and practicability of these measures with regard to the different preferences of individual employees in terms of light, temperature, colour, noise etc. still remains unanswered. Furthermore, individual users are not always aware what would make a task easier at a particular moment in time, because the effects are rather more perceptible from a subliminal perspective and the influences in the office are numerous and complex. These arguments may contribute to the reason for such interesting scientific findings on the psychological specificities of the environment having not yet become part of current planning practice.*

*However, there have been some changes in recent years, which have made the increased application of environmental psychological findings in practice more tangible.*





die deutliche Zunahme flexibel genutzter Arbeitsumgebungen (Activity Based Working), die ihren Nutzern eine Auswahl unterschiedlicher Arbeitsplatzsituationen für unterschiedliche Aufgaben (z. B. Kommunikation, Konzentration) gewähren. Diese Konzepte sind besonders dann erfolgreich, wenn sie eine breite funktionale und atmosphärische Vielfalt anbieten können [180]. Mit der zunehmenden Ausbreitung und Nutzung solch flexibler Multi-Space-Konzepte besteht die Chance, Arbeitsplatzsituationen für eine spezifische Anforderung zuzuschneiden. Da eine solche Arbeitsplatzsituation mehr als nur einem Nutzer zur Verfügung steht, können unterschiedliche, deutlich ausdifferenziertere Angebote gestaltet werden, die dann hoffentlich den Weg zu ihren Nutzern und deren spezifischen Aufgaben und Vorlieben finden.

Büroplaner können sich nun also die Frage stellen, warum sie nicht Arbeitsplätze und Räume mit unterschiedlichen Proportionen, Temperaturen, Beleuchtungssituationen, Geräuschkulissen und sogar Düften anbieten. In modernen, flexiblen Bürowelten wird eben nicht alles am selben Arbeitsplatz erledigt. Für jede Tätigkeit wird eine bestimmte Arbeitsumgebung benötigt. Darüber hinaus lassen sich individuelle Präferenzen in solchen flexiblen Arbeitswelten deutlich besser abdecken als in starren Büros mit dauerhafter Zuordnung zu genau einem Standardarbeitsplatz.

Noch vielversprechender im Hinblick auf die Nutzung umweltspsychologischer Wirkungen in der Büroarbeitswelt erscheint ein Blick in die Zukunft. Die Anpassung der individuellen Bedürfnisse jedes Raumnutzers könnten über digitale Technologien bewältigt werden. So ist es durchaus vorstellbar, dass über eine Verknüpfung von Arbeitsplatz-IT, mit arbeitsplatz- und personennahen Sensoren, Daten zu Leistung, Wohlbefinden, Stress, Aufgaben und den vorherrschenden Umgebungsbedingungen erfasst, anonym analysiert und an den Nutzer zurückgespiegelt werden. Im Laufe der Zeit lernt das System seinen



*One of these changes is the significant increase in working environments with flexible uses (activity-based working) which enable users to select different workstation scenarios for different tasks (e. g. communication, concentration). These concepts are particularly successful if they can provide a broad range of functional and atmospheric diversity [180]. With the increasing spread and use of such flexible multi-space concepts, there is now an option of tailoring workspace situations to specific requirements. Since a workstation of this kind is available to more than just one user, various significantly more differentiated spaces can be provided which will then hopefully find their way to users and their specific requirements and preferences.*

*Office planners can now also ask themselves why they do not offer workstations and rooms with different proportions, temperatures, lighting situations, background noise and even scents. In modern, flexible office environments, not all tasks are completed at the same workstation. A specific working environment is required for each activity. Furthermore, this kind of flexible working environment makes it much easier to cater for individual preferences than in fixed offices where workers are permanently assigned to a specific, standardised workstation.*

*The future appears to be even more promising with regard to the use of environmental psychological effects in the world of office work. Adaptation to the individual requirements of each user of the space could be managed using digital technologies. It is therefore quite conceivable that data on performance, well-being, stress, tasks and the prevailing environmental conditions will be analysed anonymously and presented back to the user using a workstation IT link equipped with sensors at the workstation and close to the individual. Over the course of time, the system could come to know its users and their individual parameters*



Nutzer und dessen individuelle Parameter immer besser kennen und kann ihm über die Raumsteuerung die jeweils optimale Umgebungssituation im Hinblick auf seine aktuellen Aufgaben und Situation vorschlagen und bereitstellen – für ein Optimum an Leistungsfähigkeit, Wohlbefinden und Gesundheit.

Sicherlich mag dieser letzte Gedanke – vor allem aus Gründen des Umgangs mit persönlichen Daten – für Irritationen sorgen, aber eines scheint uns nach Abschluss der vorliegenden Studie sicher zu sein: Die Raumpsychologie sollte mehr in die Arbeitsplatz-Planung miteinbezogen werden, denn dadurch werden das Wohlbefinden und folglich die Leistung jedes Einzelnen gefördert. Da die aus der Literatur dargelegten Erkenntnisse großes Potenzial besitzen, die Arbeitsumgebung in Büros zu verbessern, sollte dieses Wissen in Zukunft nicht weiter übergangen und stattdessen in künftiger Forschung ein- und umgesetzt werden.



*and thus suggest to each user the optimum respective environmental conditions with regard to their current tasks and situations, even preparing these using the room control system, in order to achieve optimum performance, well-being and health.*

*This last concept may well be irritating to some, predominantly because of how personal data is handled, but one thing appears certain having completed this study: the psychology of space should be integrated into workspace planning to a greater extent because it can be used to promote well-being and consequently the performance of each individual. The findings from the literature presented here have great potential to improve the working environment in offices. This knowledge should not continue to be disregarded in future; instead, it must be used and implemented in future research.*

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS //

## LIST OF FIGURES



Abbildung 1: Wahrnehmung der Raumhöhe in Bezug auf die Helligkeit von Oberflächen //	
<i>Figure 1: Perception of room height in relation to the brightness of surfaces</i>	14
Abbildung 2: Grundrissansicht des Labors und die relative Positionen der sechs Teststandorte //	
<i>Figure 2: A plan view of the lab and the relative positions of the six testing locations</i>	16
Abbildung 3: Interpersonelle Distanzen (nach Hall, 1969) //	
<i>Figure 3: Interpersonal distances</i>	20
Abbildung 4: Häufigkeit, mit der jeder Platz von Studenten eingenommen wurden //	
<i>Figure 4: How many times did the students select each seat?</i>	22
Abbildung 5: Beurteilung unterschiedlicher Zustände territorialer Zonierung (nach Probst/72) //	
<i>Figure 5: Evaluation of various states of territorial zoning</i>	23
Abbildung 6: Deskriptive Statistik und Nullkorrelation der Dichte und ihre Auswirkungen auf Stress //	
<i>Figure 6: Descriptive statistics and zero-order correlations of density and their effect on stress</i>	26
Abbildung 7: Konfigurationen für Zugwagensitze //	
<i>Figure 7: Configurations of seating in train</i>	27
Abbildung 8: These: Ich empfinde die Luft sehr häufig als zu trocken //	
<i>Figure 8: Thesis: I often find the air too dry</i>	60
Abbildung 9: Zusammenhang von Lüftung und Arbeitsleistung bei Büroarbeit //	
<i>Figure 9: Relationship between ventilation rate and performance in office work</i>	62
Abbildung 10: Lärmarten in einer Arbeitsumgebung //	
<i>Figure 10: Types of noise in a working environment</i>	68
Abbildung 11: Faktoren, die die Zufriedenheit der Mitarbeiter in der Büroumgebung beeinflussen //	
<i>Figure 11: Factors that influence satisfaction within the office environment</i>	70
Abbildung 12: Leistungsverlust in Abhängigkeit von der Sprachverständlichkeit //	
<i>Figure 12: Performance loss as a function of the speech intelligibility</i>	72
Abbildung 13: STI korreliert mit Lästigkeitsempfinden //	
<i>Figure 13: STI correlates with annoyance perception</i>	73
Abbildung 14: STI und Fehlerrate korrelieren //	
<i>Figure 14: Correlation between STI and error rate</i>	74
Abbildung 15: Bewertung der Störung durch unterschiedliche Geräusche im Raum //	
<i>Figure 15: Evaluation of the disturbance by different noises in the room</i>	78
Abbildung 16: Raum für Kreativität //	
<i>Figure 16: Spaces for creativity</i>	86
Abbildung 17: Raum für Konzentration //	
<i>Figure 17: Spaces for concentration</i>	88
Abbildung 18: Raum für Stressreduktion //	
<i>Figure 18: Spaces for stress reduction</i>	90

# LITERATURVERZEICHNIS //

## BIBLIOGRAPHY

- [1] G. N. Fischer, *Psychologie des Arbeitsraumes*, Frankfurt Main: Campus Verl, 1990.
- [2] W. Bauer, S. Rief, M. Jurecic und S. D., »Office Analytics«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 2018.
- [3] A. Schaible-Rapp, »Büroumwelt. In L. Kruse, C. F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hrsg.), "Ökologische Psychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen", pp. 404–408, 1996.
- [4] T. D. Wachs und G. E. Gruen, *Early experience and human development*, New York u.a.: Plenum Press, 1982.
- [5] J. L. Lunsford und D. Michaels, »A Global Journal Report: Masters of Illusion – Plane Designers Use Mirrors, Lighting, Repositioned Bins to Make Cabins Seem Roomier«, *Wall Street Journal*, B1 (Eastern ed.), 2002.
- [6] D. Oberfeld, H. Hecht und M. Gamer, »Surface lightness influences perceived room height«, *The quarterly journal of experimental psychology*, 63 (10), pp. 1999–2011, 2010.
- [7] B. Matusiak und B. Sudbø, »Width or Height? Which has the Strongest Impact on the Size Impression of Rooms? Results from Full-Scale Studies and Computer Simulations«, *Architectural Science Review*, 2006.
- [8] J. Meyers-Levy und R. (. Zhu, »The Influence of Ceiling Height: The Effect of Priming on the Type of Processing That People Use«, *JOURNAL OF CONSUMER RESEARCH*, Vol. 34, 2007.
- [9] E. T. Hall, *The hidden dimension*, New York: Doubleday, 1966.
- [10] G. T. C. G. L. A. B. H. U. C. T. M. Moore, »Recommendations for Child Care Centers, Milwaukee: Center for Architecture and Urban Planning Research«, 1979.
- [11] C. Alexander, S. Ishikowa, M. Silverstein, M. Jacobson, K. I und A. S, *A pattern language*, New York: Oxford University, 1977.
- [12] R. A. Zwaan, G. A. Radvansky, A. E. Hilliard und J. M. Curiel, »Constructing multidimensional situation models during reading«, *Scientific Studies of Reading*, 2, pp. 199–220, 1998.
- [13] J. M. Curiel und G. A. Radvansky, »Mental maps in memory retrieval and comprehension«, *Memory*, 10, pp. 113–126, 2002.
- [14] M. Rinck und G. H. Bower, »Anaphor resolution and the focus of attention in situation models«, *Journal of Memory & Language*, 34, pp. 110–131.
- [15] G. A. Radvansky, S. A. Krawietz und A. K. Tamplin, »Waking through doorways causes forgetting: Further explorations«, *The quarterly journal of experimental psychology* 64 (8), pp. 1632–1645, 2011.
- [16] S. Cohen, »Environmental load and the allocation of attention. In A. Baum, J. E. Singer & S. Valins (Hrsg.), *Advances in Environmental Psychology* (S. 1–29 ). Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum.«, 1978.

- [17] J. Kelter, »Office Index 2000: Ergebnisse einer empirischen Studie zur Analyse von Büro-Arbeitswelten und Untersuchung zukünftiger Entwicklungen vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation«, *Office international*, 4, pp. 60–61, 2001.
- [18] J. M. R. S. D. Bauer W., »Office Analytics«, Fraunhofer Institut, Stuttgart, 2018.
- [19] S. Y. Lee und J. L. Brand, »Effects of control over office workspace on perceptions of the work environment and work outcomes«, *Journal of Environmental Psychology*, pp. 323–333, 2005.
- [20] I. Altman und M. Chemers, *Culture and environment (The Brooks/Cole basic concepts in environment and behavior series)*, Monterey California: Brooks/Cole, 1980.
- [21] E. H. Erikson, *Identität und Lebenszyklus. 3 Aufsätze (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, Bd. 16, 7. Aufl.)*, Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1981.
- [22] K. Schreiner, *Zur Bedeutung von Umweltmerkmalen und -aneignungen im Wohnen*, 2016.
- [23] K. G. Bailey, J. J. Harnett und F. W. Gibson, »Implied threat and the territorial factor in personal space«, *Psychological Reports*, pp. 263–270, 1972.
- [24] S. A. Karabenick und M. Meisels, »Effect of performance evaluation on interpersonal distance«, *Journal of personality*, 40, pp. 275–286.
- [25] M. L. Patterson und D. S. Holmes, »Social interaction correlates of the MPI extra-version-introversion scale. Paper presented at the annual meeting of the American Psychological Association«, New York, 1966.
- [26] M. Meisels und M. A. Dosey, *Personal space, anger arousal, and psychological defense*, 333–334, 1971.
- [27] S. Streufert und G. Y. Nogami, *Der Mensch im Beengten Raum*, Darmstadt: Steinkopff, 1979.
- [28] S. P. Augustin, *Place advantage*, Wiley, 2009.
- [29] M. Cook, »Experiments of orientation and proxemics«, *Human relations*, pp. 61–76, 1970.
- [30] D. Canter, *Architekturpsychologie. Theorie, Laboruntersuchungen, Feldarbeit*, Düsseldorf: Bertelsmann, 1973.
- [31] I. Altman, *The environment and social behavior*, Monterey, CA: Brooks-Cole, 1975.
- [32] R. Probst, »Das Büro – Eine flexible Einrichtung«, Herman Miller AG, Basel, 1972.
- [33] E. Sundstrom, J. P. Town, R. W. Rice, D. P. Osborn und M. Brill, »Office noise, satisfaction and performance«, *Environment and behaviour*, pp. 195–222, 1994 (26).
- [34] K. Yildirim, A. Akalin-Baskaya und M. Celebi, »The effects of window proximity, partition height, and gender on perceptions of open-plan offices«, *Journal of Environmental Psychology*, 27, pp. 154–165, 2007.
- [35] E. Sundstrom, R. Burt und D. Kamp, »Privacy at work: Architectural correlates of job satisfaction and job performance«, *Academy of Management Journal*, 23 (1), pp. 101–117, 1980.

- [36] J. Schultz-Gambard, »Persönlicher Raum. In L. Kruse, C. F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hrsg.), *Ökologische Psychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen*«, Weinheim, Beltz, 1996, pp. 325–332.
- [37] J. Hellbrück und M. Fischer, *Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch*, Göttingen u. a.: Hogrefe, 1999.
- [38] R. Gifford, *Environmental psychology. Principles and practice* (4. Aufl.), Colville WA: Optimal Books, 2007.
- [39] G. R. Oldham, A. Cummings und J. Zhou, »The spatial configuration of organizations: A review of the literature and some new research directions.«, In G. Ferris (Ed.), *Research in personnel and human resources management* (Vol. 13). Greenwich, CT: JAI Press, 1995.
- [40] G. W. Evans, G. Johansson und S. Carrere, »Psychosocial factors and the physical environment: Inter-relations in the workplace«, in C. L. Cooper, & I. T. Robertson (Eds.), *International review of industrial and organizational psychology* (Vol. 9, pp. 1–30), New York, John Wiley, 1994.
- [41] S. Ornstein, »Linking environmental and industrial/organizational psychology«, in C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), *International review of industrial and organizational psychology* (Vol. 5, pp. 195–228), New York, John Wiley, 1990.
- [42] Y. Fried, L. H. Slowik, H. A. Ben-David und R. B. Tieg, »Exploring the relationship between workspace density and employee attitudinal reactions: An integrative model«, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74, p. 359–372, 2001.
- [43] P. Mc Geeham, For train riders, middle seat isn't the center of attraction, *New York Times*, 2005, pp. A-1 and B-5.
- [44] J. Xu, H. Shen und R. S. W. Jr, »Does the distance between us matter? Influences of physical proximity to others on consumer choice«, *Journal of consumer psychology*, 2011.
- [45] R. Kaplan, »The role of nature in the context of the workplace«, *Landscape and urban planning*, pp. 193–201, 1993.
- [46] R. Kaplan und S. Kaplan, *The experience of nature: a psychological perspective*, Cambridge University Press, 1989, p. 340.
- [47] J. J. Pigram, "Human-nature relationships: Leisure environments and natural settings" In T. Gärling and R. G. Golledge (eds.), *Behavior and environment: Psychological and geographical approaches*, Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993.
- [48] J. Tarran, R. L. Orwell, R. L. Wood, F. Torpy und M. D. Burchett, »Quantification of the capacity of indoor plants to remove volatile organic compounds under flow-through conditions«, Sydney, Australia, 2002.
- [49] V. I. Lohr, C. H. Pearson-Mims und G. K. Goodwin, »Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment«, *Journal of Environmental Horticulture*, 14(2):97–100, 11 1996.
- [50] T. Fjeld, B. Veiersted, L. Sandvik, G. Riise und F. Levy, »The effect of indoor foliage plants on health and discomfort symptoms among office workers«, *Indoor and built environment*, pp. 204-209, 28 04 1998.

- [51] K. Freeman, »Plants in 'Green Buildings'«, Ambius, 2008.
- [52] P. Costa und R. James, »Air conditioning and noise control using vegetation«, Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Indoor Air Quality and Climate, pp. 234–239, 1999.
- [53] W. James, Psychology: Briefer course, New York: Henry Holt, 1892/1962.
- [54] A. F. Taylor, F. E. Kuo und W. C. Sullivan, »VIEWS OF NATURE AND SELF-DISCIPLINE: EVIDENCE FROM INNER CITY CHILDREN«, Journal of Environmental Psychology, 2001.
- [55] C. M. Tennessen und B. Cimprich, »Views to nature: Effects on attention«, Journal of environmental psychology, pp. 77–85, 1995.
- [56] J. H. Heerwagen, J. A. Johnson, P. Brothers und A. Rosenfeld, »Energy effectiveness and the ecology of work«, The American Council for an Energy-Efficient Economy, pp. 123–132, 1998.
- [57] D. G. Danskin, »The doctor told me that my stress caused my \_\_\_\_«, University counseling services, Kansas state university, Manhattan, 1989.
- [58] L. J. Mason, »Stress reduction«, in The holistic health handbook, Lexington, Mass, Stephen greene press, 1984, pp. 127–130.
- [59] R. S. Ulrich, »Visual landscape and psychological well-being«, Landscape research, pp. 17–23, 1979.
- [60] R. S. Ulrich, »View through a window may influence recovery from surgery«, Science, New Series, pp. 420–421, 05 1984.
- [61] P. J. Owen, »The influence of a botanical garden experience on human health«, Kansas State university, Manhattan, 1994.
- [62] S.-H. Park und R. H. Mattson, »Effects of flowering and foliage plants in hospital rooms on patients recovering from abdominal surgery«, HortTechnology, pp. 563–568, 10-12 2008.
- [63] K. Laumann, T. Garling und K. M. Stormark, »Selective attention and heart rate responses to natural and urban environments«, Journal of Environmental Psychology 23, pp. 125–134, 2003.
- [64] M. Nieuwenhuis, C. Knight, T. Postmes und S. A. Haslam, »The Relative Benefits of Green Versus Lean«, JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY APPLIED, 28 07 2014.
- [65] S. Studente, N. Seppala und N. Sadowska, »Facilitating creative thinking in the classroom: Investigating the effects of plants and the colour green on visual and verbal creativity«, Thinking Skills and Creativity, Nr. 20, p. 96, 2016.
- [66] A. Flade, Architektur - psychologisch betrachtet (1. Aufl), Bern: Huber, 2008.
- [67] E. Moore, »A prison environment's effect on health care service demands«, Journal of Environmental Systems 11, p. 17–34, 1981.
- [68] S. Kaplan, »The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework.«, Journal of environmental psychology. 15, pp. 169–182, 1995.
- [69] W. W. Caudill, W. M. Pena und P. Kennon, Architecture and you, New York: Whitney Library of Design, 1978.

- [70] M. S. Harriman, »Designing for daylight: How building form influences natural lighting strategies«, *Architecture*, 81, p. 89, 1992.
- [71] N. J. Stone, »Windows and environmental cues on performance and mood«, *Environment and Behavior*, 30, pp. 306–321.
- [72] N. J. Stone und J. M. Irvine, »Direct or indirect window access, task type, and performance«, *Journal of Environmental Psychology*, 14, pp. 57–63, 1994.
- [73] J. H. Heerwagen und G. H. Orians, »Adaptations to windowlessness: A study of the use of visual decor in windowed and windowless offices«, *Environment and Behavior*, 18, pp. 623–639, 1986.
- [74] R. Sommer, *Tight spaces: Hard architecture and how to humanize it*, Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall, 1974.
- [75] M.-F. Larsson, »The Effect of Plants on Individuals' Stress Level in an Indoor Work Environment«, Supervisor Richard Ahlström, 2010.
- [76] A. Brennan, J. S. Chugh und T. Kline, »Traditional versus open office design. A longitudinal field study«, *Environment and Behavior*, 34, pp. 279–299.
- [77] M. B. C. Aries, J. A. Veitch und G. R. Newsham, »Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort«, *Journal of Environmental Psychology* 30, p. 533–541, 2010.
- [78] K. E. Charles, J. A. Veitch, G. R. Newsham, C. J. G. Marquardt und J. Geerts, »Satisfaction with ventilation in open-plan offices: COPE field findings«, *Proceedings of Healthy Buildings*, pp. 93–98, 2006.
- [79] M. Frontczak, »Human comfort and self-estimated performance in relation to indoor environmental parameters and building features«, DTU Civil Engineering Report R-260 (UK), 2011.
- [80] P. Chauvel, J. B. Collins, R. Dogniaux und J. Longmore, »Glare from windows - current views of the problem«, *Lighting Res. Tech.*, pp. 31–46, 1982.
- [81] L. Edwards und P. Torcellini, »A literature review of the effects of natural light on building occupants«, National Renewable Energy Laboratory, Colorado, USA, 2002.
- [82] O. Stefani, »Die Wirksamkeit von Tageslichtreplikationen auf die Wissensarbeit«, Universität Dresden, Universität Stuttgart, Stuttgart, Dresden, 2017.
- [83] Ott Biolight System, Inc, »Ergo biolight report«, Ott Biolight System, Inc, California, 1997a.
- [84] R. J. Wurtman, »The effects of light on the human body«, *Scientific American*, Vol.233, No.1, pp. 68–77, July 1975.
- [85] M. R. Cunningham, »Weather, mood and helping behavior: Quasi-experiments with the sunshine samaritan«, *Journal of personality and social psychology*, pp. 1947–1956, 1979.
- [86] W. Parrott und J. Sabini, »Mood and memory under natural conditions: Evidence for mood incongruent recall«, *Journal of personality and social psychology*, 59, pp. 321–336, 1990.
- [87] N. Schwarz und G. Clore, »Mood, misattribution, and judgement of well-being: Informative and directive functions of affective states«, *Journal of personality and social psychology*, 45, pp. 513–523, 1983.



- [88] D. Hirshleifer und T. Shumway, »Good day sunshine: stock returns and the weather«, 17 August 2001.
- [89] W. F. Wright und G. H. Bower, »Mood effects on subjective probability assessment«, *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 52, p. 276–291, 1992.
- [90] D. Watson, *Mood and temperament*, New York: Guilford Press, 2000.
- [91] T. Brüning, D. V. Harth, D. G. Johnen, D. D. Pallapies, D. B. Pesch, S. Rabastein, P. D. M. Raulf-Heimsoth und P. Welge, »Gesundheitliche Risiken durch Schichtarbeit? Eine Übersicht der aktuellen Literatur«, *IPA-Journal*, 2009.
- [92] M. Boubekri, I. N. Cheung, K. J. Reid, C.-H. Wang und P. C. Zee, »Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study«, *Journal of clinical sleep medicine*, Vol. 10; No. 6, 2014.
- [93] N. E. Rosenthal, D. A. Sack, J. C. Gillin, A. J. Lewy, F. K. Goodwin, Y. Davenport, P. S. Mueller, D. A. Newsome und T. A. Wehr, »Seasonal affective disorder: A description of the syndrome and preliminary findings with light therapy«, *Arch gen psychiatry*- Vol 41, 1984.
- [94] R. Küller, S. Ballal, T. Laike und B. Mikellides, »Shortness of daylight as a reason for fatigue and sadness. A cross-cultural comparison«, *Proceedings CIE 24th session*. Volume 1, Part 2, pp. 291–294, 1999.
- [95] M. Terman, A. J. Lewy, D.-J. Dijk, Z. boulos, C. I. Eastman und S. S. Campbell, »Light treatment for sleep disorders: consensus report. IV. Sleep phase and duration disturbances«, *Journal of biological rhythms*, Vol. 10 No.2, pp. 135–147, June 1995.
- [96] H. Jurvelin, T. Takala, J. Nissilä, M. Timonen, M. Rieger, J. Jokelainen und P. Räsänen, »Transcranial bright light treatment via the ear canals in seasonal affective disorder: a randomized, double-blind dose-response study«, Finland, 2014.
- [97] J. J. Romm und W. Browning, »Greening the building and the bottom line: increasing productivity through energy-efficient design«, Nr. Snowmass, CO: Rocky mountain institute, 1994.
- [98] HESCHONG MAHONE GROUP, »Daylighting in Schools an Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance«, 1999.
- [99] P. Boyce, C. Hunter und O. Howlett, »The benefits of daylight through windows«, *Lighting research center rensselear polytechnic institute*, Troy, New York, 2003.
- [100] B. Kweon, R. S. Ulrich, V. D. Waler und L. G. Tassinary, »Anger and Stress: The Role of Landscape Posters in an Office Setting«, *Environment and Behavior*, 40, pp. 355–381, 2008.
- [101] Y. A. W. d. Kort, A. L. Meijnders, A. A. G. Sponselee und W. A. IJsselsteijn, »What's wrong with virtual trees? Restoring from stress in a mediated environment«, *Journal of Environmental Psychology* 26, p. 309–320, 2006.
- [102] R. S. Ulrich, O. Lundén und J. L. Eltinge, »Effects of exposure to nature and abstract picture on patients recovering from heart surgery«, *Psychophysiology*, 17, 1993.
- [103] E. Largo-Wight, W. W. Chen, V. Dodd und R. Weiler, »Healthy Workplaces: The Effects of Nature Contact at Work on Employee Stress and Health«, *Public Health Rep*, pp. 124–130, 2011.

- [104] J. McCoy und G. Evans, »The Potential Role of the Physical Environment in Fostering Creativity«, *Creativity Research Journal*, 14, pp. 409–426, 2002.
- [105] Y. Tsunetsugu, Y. Miyazaki und H. Sato, »Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities«, *Journal Of Wood Science – The Japan Wood Research Society*, 53, p. 11–16, 2007.
- [106] D. R. Fell, »Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment«, 2010.
- [107] P. G. Richter, *Architekturpsychologie: Eine Einführung*, Lengerich: Pabst Science Publishers, 2004.
- [108] R. Küller, »Licht, Farbe und menschliches Verhalten. In L. Kruse, C. F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hrsg), *Ökologische Psychologie*«, in *Ein Handbuch in Schlüssel begriffen*, Weinheim, Beltz, 1996, pp. 614–619.
- [109] T. M. Kutchma, »The effects of room color on stress perception: red versus green environments«, 2003.
- [110] P. A. G. T. C. Bell, J. D. Fisher und A. Baum, *Environmental psychology (5.ed)*, Belmont, California: Wadsworth/ Thomson Learning, 2001.
- [111] R. P. Mehta und R. (. Zhu, »Blue or Red? Exploring the Effect of Color on Cognitive Task Performances«, *NA-Advances in Consumer Research Volume 36*, eds. Ann L. McGill and Sharon Shavitt, Duluth, MN: Association for Consumer Research, pp. 1045–1046, 2009.
- [112] A. J. Elliot, M. A. Maier, A. C. Moller, R. Friedman und J. Meinhardt, »Color and Psychological Functioning: The Effect of Red on Performance Attainment«, *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 136, No. 1, p. 154–168, 2007.
- [113] S. Lichtenfeld, M. A. Maier, A. J. Elliot und R. Pekrun, »The semantic red effect: Processing the word red undermines intellectual performance«, *Journal of Experimental Social Psychology* 45 (2009) 1273–1276, 2009.
- [114] C. v. Castell, D. Stelzmann, D. Oberfeld, R. Welsch und H. Hecht, »Cognitive performance and emotion are indifferent to ambient color«, 2017.
- [115] D. Oberfeld, H. Hecht und M. Gamer, »Surface lightness influences perceived room height«, *THE QUARTERLY JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY*, 63 (10), pp. 1999–2011, 2010.
- [116] E. Kütke und F. Kütke, *Marketing mit Farben*, Gabler, 2002.
- [117] H. Braem, *Die Macht der Farben: Bedeutung & Symbolik*, Wirtschaftsverlag Langen Mller, 2009.
- [118] J. A. Veitch und S. L. McColl, »A Critical examination of perceptual and cognitive effects attributed to full-spectrum fluorescent lighting«, *Ergonomics*, v. 44, no. 3, pp. 255–279, 2001.
- [119] S. E. Fleischer, »Die psychologische Wirkung veränderlicher Kunstlichtsituationen auf den Menschen«, TU Berlin, Berlin, 2001.
- [120] A. Steidle und L. Werth, »Freedom from constraints: Darksness and dim illumination promote creativity«, Elsevier Ltd., Stuttgart, 2013.

- [121] K. C.H.J. Smolders und Y. A.W. de Kort, »Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal«, Elsevier Ltd., Eindhoven, Niederlande, 2014.
- [122] L. M. Huiberts, K. C.H.J. Smolders und Y. A.W. de Kort, »Non-image forming effects of illuminance level: Exploring parallel effects on physiological arousal and task performance«, Elsevier Ltd., Eindhoven, Niederlande, 2016.
- [123] A. U. Viola und L. J. S. Lynette M James, »Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality«, *Scand J Work Environ Health*, 34(4), p. 297–306, 2008.
- [124] J. Kelter und C. Merlin, »Office Perceived Lighting Quality«, Zumtobel, Stuttgart, Dornbirn, 2014.
- [125] W. Bauer, A. Pross, O. Stefani, S. Bossenmaier und M. Bues, »LightWork«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 2015.
- [126] I. Knez, »Effects of indoor lighting on mood and cognition«, *Journal of Environmental Psychology*, 15(1), pp. 39–51, 1995.
- [127] I. Knez und I. Enmarker, »Effects of Office Lighting on Mood and Cognitive Performance And A Gender Effect in Work-related Judgment«, *Environment and Behavior*, 30(4), pp. 553–567, 1998.
- [128] J. Aschoff, F. A. King und N. T. Adler, *Biological Rhythms*, New York: Plenum Press, 1981.
- [129] O. Stefani, M. Bues, A. Pross, S. Mebben und P. Westner, »MOVING CLOUDS ON A VIRTUAL SKY AFFECT WELL-BEING AND SUBJECTIVE TIREDNESS POSITIVELY«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 2012.
- [130] M. Canazei und P. Dehoff, »Wirkung von veränderlichem Raumlicht auf die Produktivität von permanenten MorgenschichtarbeiterInnen an einem Industriearbeitsplatz«, 2013.
- [131] S. Rief und M. Jurecic, »Luftfeuchtigkeit am Büroarbeitsplatz«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 2014.
- [132] K. Fielder, »Luftfeuchtigkeit und Gesundheit. *Wohnmedizin* 36«, pp. 67–69, 1998.
- [133] L. Nagda und M. Hodgson, »Low relative humidity and aircraft cabin air quality«, *Indoor Air* 11, pp. 200–214, 2001.
- [134] M. Mendell, »Non-specific symptoms in office workers: a review and summary of the epidemiologic literature«, *Indoor Air* 3, pp. 227–236, 1993.
- [135] L. M. Reinikainen, J. J. K. Jaakkola und O. Seppänen, »The effect of air humidification on symptoms and perception of indoor air quality in office workers – A six-period cross-over trial«, *Arch. Environm. Health* 47, pp. 8–15, 1992.
- [136] J. Wang, M. Burris, A. Hedge, T. A. Koszalka und J. S. Zhang, »A pilot study on the effects of ventilation rate on creativity performance«, *12<sup>th</sup> International Conference on Indoor Air Quality and Climate 2011*, Volume 1, pp. 331–336, 2011.
- [137] U. Satish, W. B. Fisk, M. J. Mendell, K. Eliseeva, T. Hotchi, D. Sullivan, L. B. Cleckner, K. Shekhar und K. Teng, »Impact of CO<sub>2</sub> on human decision making and productivity«, *Indoor Air 2011*, 2011.
- [138] O. Seppänen, W. J. Fisk und Q. H. Lei, »Room Temperature and Productivity in Office Work«, *Finland*, 2006.

- [139] d. T. Kenrick und S. W. MacFarlane, »Ambient temperature and horn-honking: A field study of the heat/aggression relationship«, *Environment and behavior*, 18, pp. 179–191, 1984.
- [140] D. P. Wyon, »The effects of moderate heat stress on the mental performance of children. National Swedish Institute for Building Research Document Series. D8/69«, p. 83, 1969.
- [141] T. Witterseh, D. P. Wyon und G. Glausen, »The effects of moderate heat stress and open-plan office noise distraction on office work«, *Indoor Air*, 2002.
- [142] N. Hilge, »Raumakustik. Akustische Bedingungen am Arbeitsplatz effektiv gestalten.«, *Buero-forum*, Wiesbaden, 2008.
- [143] Suga, »Sichtbarkeit und Gesundheit bei der Arbeit«, 2005.
- [144] G. Evans und D. Johnson, »Stress and open-office noise«, *Journal of applied psychology*, 9, pp. 27–46, 2000.
- [145] H. Jahncke, S. Hygge, N. Halin, A. M. Green und K. Dimberg, »Open-plan office noise: cognitive performance and restoration«, *Journal of environmental psychology*, 31, pp. 373–382, 2011.
- [146] C. McLaughlin, »Sound solutions«, *ASID ICON*, 2000.
- [147] H. V. Fuchs, »Raumakustik: Mehr Schallschutz durch bessere Raumakustik. In: Forum«, In: *Forum. Architektur- & Bau-Forum* 37 (6), p. 25–26, 2005.
- [148] A. Liebl, H. Drotleff, S. Klaus, F. Schleuniger und A. Uygun, »Raumakustische Zielgrößen und Maßnahmen zur Optimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie des akustischen Komforts in Mehrpersonnbüros«, *Bauphysik*, pp. 87–93, 2011 (2).
- [149] D. Spath und P. Kern, »Zukunftsoffensive Office 21. Mehr Leistung in innovativen Arbeitswelten«, *Egmont vgs Verlagsgesellschaft mbH*, Köln, 2003.
- [150] C. B. Danielsson, »Difference in perception of noise and privacy in different office types«, 2008.
- [151] S. P. Banbury und D. C. Berry, »Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements«, *Ergonomics* (48:1), p. 25–37, 2005.
- [152] L. Windlinger und N. Zäch, »Wahrnehmung von Belastungen und Wohlbefinden bei unterschiedlichen Büroformen.«, *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 61 (2), pp. 77–85, 2007.
- [153] K. Kallus, »Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen«, 1995.
- [154] P. Russel, »Geluid en het moderne kantoor, Hilanders, Helsingborg«, 1999.
- [155] P. H. Parkin, H. R. Humphreys und J. R. Cowell, *Acoustic, noise and buildings*, Faber, 1979, pp. 197–198.
- [156] F. W. Folsom und T. A. Koenig, »The impact of open plan speech noise on employee productivity & satisfaction and the facility solutions«, *Dynasound Inc*, 2007.
- [157] V. Hongisto, »A model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance«, *Indoor Air*, Vol. 15 No.6, pp. 458–468, 2005.

- [158] C. B. Danielsson, L. Bodin, C. Wulff und T. Theorell, »The relation between office type and workplace conflict: A gender and noise perspective«, *Journal of Environmental Psychology* 42, pp. 161–171, 2015.
- [159] J. L. Rhudy und M. W. Meagher, »The role of emotion in pain modulation«, *The Journal of Pain*, 2001.
- [160] N. Pellerin und V. Candas, »Combined effects of temperature and noise on human discomfort«, *Physiology & Behavior* 78, pp. 99–106, 2003.
- [161] R. Mehta, R. J. Zhu und A. Cheema, »Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition«, *Journal of Consumer Research*, 2012.
- [162] F. H. Mahnke, *Color, Environment, & Human Response*, New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1996.
- [163] D. Harrison und P. Kelly, »Age differences in cardiovascular and cognitive performance under noise conditions«, *Perceptual and Motor Skills* 69, p. 547–554, 1989.
- [164] E. Harcum und P. Monti, »Cognitions and placebos in behavioral research on ambient noise«, *Perceptual and Motor*, pp. 75–99, 1973.
- [165] S. Hallam, J. Price und G. Katsarou, »The Effects of Background Music on Primary School Pupils' Task Performance«, *Educational Studies*, Vol. 28, No. 2, 2002.
- [166] A. Haapakangas, E. Kankkunen, V. Hongisto, P. Virjonen, D. Oliva und E. Keskinen, »Effects of Five Speech Masking Sounds on Performance and Acoustic Satisfaction. Implications for Open-Plan Offices«, *ACTA ACUSTICA UNITED WITH ACUSTICA* Vol. 97, p. 641–655, 2011.
- [167] O. Kukshausen, »Duftpräferenz von Hochbetagten und ihre Wirkung auf die epidermale Barriere - Eine olfaktorische, psychophysiologische und hautphysiologische Untersuchung«, Osnabrück, 2015.
- [168] K. M. Burnett, L. A. Solterbeck und C. M. Strapp, »Scent and mood state following an anxiety provoking task«, *Psychological Reports*, 95 (2), pp. 707–722, 2004.
- [169] J. Lehrner, »Ambient odor of orange in a dental office in female patients«, *Physiology and Behavior*, 7, pp. 83–86, 2000.
- [170] O. K. K. M. S. A. T. C. S. M. K. S. Miyazaki Y, »Sensory evaluation of essential oils and temporal variations«, *Chemical Senses*, 17, p. 107, 1992.
- [171] CWS-boco, »Multisensorik am Arbeitsplatz: Erfolgsfaktoren für Unternehmensentscheider«, 2014.
- [172] R. S. Herz, »Influences of Odors on Mood and Affective Cognition«, in *Olfaction, Taste, and Cognition*, Cambridge University Press, 2002, pp. 160–177.
- [173] M. Kliauga, K. Hubert und T. Cenci, »Consumer Panel Study on The Effect of Peppermint and Lavender Fragrances on Proofreading Efficiency«, *Good Housekeeping Institute*, New York, 1996.
- [174] S. Barker, P. Grayhem, J. Koon, J. Perkins, A. Whalen und B. Raudenbush, »Improved Performance on Clerical Tasks Associated with Administration of Peppermint Odor«, *Perceptual & Motor Skills* 97 (3), pp. 1007–1010, 2003.
- [175] P. R. Zoladz und B. Raudenbush, »Cognitive enhancement through stimulation of the chemical senses«, 2005.

- [176] D. Wabner, Interviewee, Besser lernen mit Duft. [Interview]. 10 Mai 2010.
- [177] T. Royeck, »Beeinflussung der Konzentrationsfähigkeit durch Einatmen von Duftstoffen«, 2011.
- [178] M. Moss und L. Oliver, »Plasma 1,8-cineole correlates with cognitive performance following exposure to rosemary essential oil aroma«, *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, pp. 103–113, Jun. 2012.
- [179] F. Hoberg, »Spiegel Online«, 13 06 2019. [Online]. Available: <https://www.spiegel.de/auto/fahrkultur/bmw-mercedes-und-co-wie-hersteller-innenraeume-beduften-a-1272068.html>.
- [180] S. R. S. Wackernagel, »Arbeitsumgebung eine Spiegel der Kollaborationskultur«, *Changemanagement*, Nr. 04, 2019.
- [181] »Census Bureau«, U.S. Department of Commerce, 2010. [Online]. Available: <http://www.census.gov/>.
- [182] P. Skov, O. Valbjørn, B. V. Pedersen, MD, MSc und MSc, »Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment«, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, pp. 363–371, 1990.
- [183] M. Coward, D. Ross, S. Coward, C. S und G. Raw, »Pilot Study to Assess the Impact of Green Plants on NO<sub>2</sub> Levels in Homes«, *Building Research Establishment Note*, pp. 154–196, 1996.
- [184] J. Bergs, »Effect of healthy workplaces on well-being and productivity of office workers«, *Proceedings of International Plants for People Symposium*, 2002.
- [185] T. Fjeld, »The effects of plants and artificial daylight on the well-being and health of office workers, school children and health-care personnel«, *Proceedings of International Plants for People Symposium*, 2002.
- [186] T. Fjeld, »The effect of interior planting on health and discomfort among workers and school children«, *HortTechnology*, pp. 46–52, 01-03 2000.
- [187] R. Shaughnessy, U. H.-. Shaughnessy, A. Nevalainen und D. Moschandreas, »A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance«, *Indoor air*, 16 (6), pp. 465–468, 2006.
- [188] J. H. Appleton, *The experience of landscape*, New York: John Wiley, 1975.
- [189] J. D. Balling und J. H. Falk, »Development of visual preference for natural environments«, *Environment and Behavior* 14, pp. 5–28, 1982.
- [190] J. D. Thomsen, H. K. Sønderstrup-Andersen und R. Müller, »People-plant relationships in an office workplace: perceived benefits for the workplace and employees«, *HortScience* 46 (5), pp. 744–752, 2011.
- [191] M. Nieuwenhuis, C. Knight, T. Postmes und S. A. Haslam, »The relative benefits of green versus lean office space: Three field experiments«, *Journal of experimental psychology: applied*, 28 07 2014.
- [192] C. K. Coleman und R. H. Mattson, »Influences of foliage plants on human stress during thermal biofeedback training«, *HortTechnology* 5 (2), pp. 137–140, 04-05 1995.

- [193] R. S. Ulrich, »Psychophysiological indicators of leisure«, in *Benefits of leisure*, S. C. Venture publishing Inc, Hrsg., Pa, B. L. Driver, P. J. Brown, and G. L. Peterson., 1991, pp. 73–89.
- [194] C. L. Robbins, »Daylighting design and analysis«, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1986.
- [195] J. H. Heerwagen, »The Role of Nature in the View from the Window«, *International Daylighting Conference Proceedings II*, pp. 430-437, November 1986.
- [196] R. Samuels, »Solar efficient architecture and quality of life: The role of daylight and sunlight in ecological and psychological well-being«, in *Energy and the environment into the 1990s*, Oxford: Pergamon press, 1990, pp. 2653–2659.
- [197] Light, sight and photobiology, *Lighting futures*, Vol.2, No.3, 1998.
- [198] V. Salares und P. Russell, »Low- E windows: Lighting and human health: a review of the literature.«, 1996.
- [199] J. J. A. Denissen, L. Butalid, L. Penke und M. A. G. v. Aken, »The effects of weather on daily mood: a multilevel approach«, *Emotion*, Vol. 8, No. 5, 662–667, 2008.
- [200] D. Bolvin und F. James, »Circadian adaptation to night shift work by judicious light and darkness exposure«, *Journal of biological rhythms*, 17 (6), pp. 557–567, 2002.
- [201] V. A. Reed und P. MSN, »Shift work, light at night, and the risk of breast cancer«, *AAOHN journal*, Vol. 59, No. 1, 2011.
- [202] L. Budnick, S. Lerman und M. Nicolich, »An evaluation of scheduled bright light and darkness on rotating shiftworkers- trails and limitations«, *American journal of industrial medicine*, 27 (6), pp. 771–782, 1995.
- [203] P. Nepps, »Vitamin D and mood disorders«, *The journal of lancaster general hospital*, Vol.1 – No. 3, 2006.
- [204] P. Katz, »Animals and men«, Langmans & Green, New York, 1937.
- [205] H. W. Bobran und I. Bobran-Wittfoht, »Handbuch der Bauphysik. Schallschutz – Raumakustik – Wärmeschutz – Feuchteschutz. 8. Aufl. Köln: Müller«, 2010.
- [206] A. W. von Eiff, »Belästigung durch Lärm: Psychische und körperliche Reaktionen«, *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 37, pp. 1–6, 1990.
- [207] P. Roelofsen, »Performance loss in poen-plan offices due to noise by speech«, *Journal of Facilities Management*. Vol.c6 No. 3, 2008.
- [208] A. Liebl, H. Drotleff, K. Sedlbauer, F. Schleuniger und A. Uygun, »Raumakustische Zielgrößen und Maßnahmen zur Optimierung der kognitiven Leistungsfähigkeit sowie des akustischen Komforts in Mehrpersonenbüros«, *Bauphysik*, p. 87–93, 2011 (2).
- [209] American Society of Interior Designers, »Sound Solutions: Increasing Office Productivity through Integrated Acoustic Planning and Noise Reduction Strategies«, American Society of Interior Designers, Washington, D.C., 1996.

- [210] S. Huth, »Employees waste 759 hours each year due to workspace distractions«, The Telegraph, 2015.
- [211] A. Tajadura-Jiménez, P. Larsson, A. Völjamäe, D. Västfjäll und M. Kleiner, »When Room Size Matters: Acoustic Influences on Emotional Responses to Sounds«, *Emotion*, Vol 10 (3), pp. 416–422, 2010.
- [212] F. Heinrich, *Farbe hilft verkaufen – Farbenlehre und Farbenpsychologie für Handel und Werbung*, Göttingen / Zürich (Muster-Schmidt) (= 3.Auflage), 1980.
- [213] B. L. Keeling und N. F. Kallaus, *Administrative Office Management*, 11<sup>th</sup>. ed. Hrsg., Ohio: International Thompson, 1996.
- [214] S. Speer, »The Effect of Background Music, Speech and Silence on Office Workers' Selective Attention«, THE FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2011.
- [215] J. Treasure, Interviewee, *Sound of success: finding perfect acoustics for a productive office*. [Interview]. 2014.
- [216] Statistisches Bundesamt, »Wie die Zeit vergeht. Ergebnisse zur Zeitverwendung in Deutschland 2012 / 2013«, 2015.
- [217] W. Browning, »NMB Bank Headquarters: putting environmental concerns first can result in big payoffs, as this Amsterdam office building proves«, *Urban Land* Vol. 51, No.6, pp. 23–25, 1992.
- [218] N. v. Hahn, »'Trockende Luft' und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit – Ergebnisse einer Literaturstudie«, *Innenraumluft*, pp. 103–107, 2007.
- [219] W. Fisk und A. Rosenfeld, »Estimates of improved productivity and health«, *International Journal of Indoor Air Quality and Climate* 7, p. 158–172, 1997.
- [220] G. Iwashita, K. Kimura, S. Tanabe, S. Yoshizawa und K. Ikeda, »Indoor air quality assessment based on human olfactory sensation«, *Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering* 410, 9–19 1990.
- [221] A. Myhrvold, E. Olsen und Ø. Lauridsen, »Indoor environment in schools – Pupils' health and performance in regard to CO<sub>2</sub> concentration«, *Proceedings of Indoor Air 96, Nagoya, The 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, p. 369–374, 1996.
- [222] W. J. Fisk und M. J. M. A. G. Mirer, »Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates«, *Indoor air*, pp. 159–65, 2009.
- [223] C. A. Anderson, K. B. Anderson, N. Dorr, K. M. DeNeve und M. Flanagan, »Temperature and aggression«, *Advances in experimental social psychology* Vol.32, pp. 63-133, 2000.
- [224] M. J. L. A. K. a. M. D. L. Kamstra, »Losing sleep at the market: The daylight saving anomaly«, *American economic review*, forthcoming 90, pp. 1005–1011, 2000a.
- [225] G. L. Clore, N. Schwarz und M. Conway, »Affective causes and consequences of social information processing«, in Jr. Robert S. Wyer, and Thomas K. Srull, ed.: *Handbook of Social Cognition*, 2nd edition (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ), 1994.
- [226] N. Schwarz, »Feelings as information. informational and motivational functions of affective states, in R. Sorrentino, and E.T. Higgins, ed.: *Handbook of Motivation and*«, p. 527–561, 1990.



- [227] R. E. Petty, F. Gleicher und S. M. Baker, »Multiple roles for affect in persuasion, in J. Forgas, ed.: *Emotion and Social Judgments*«, p. 181–200, 1991.
- [228] D. M. Mackie und L. T. Worth, »Feeling good, but not thinking straight: the impact of positive mood on persuasion, in J. Forgas, ed.: *Emotion and Social Judgments*«, p. 201–219, 1991.
- [229] N. Schwarz und H. Bless, »Happy and mindless, but sad and smart? the impact of affective states on analytic reasoning, reasoning, in J. Forgas, ed.: *Emotion and Social Judgments*«, p. 55–71, 1991.
- [230] B. Hillier und J. Hanson, *The social logic of space*, Cambridge: Univ.Pr, 1984.
- [231] J. Archea, »The place of architectural factors in behavioral theories of privacy«, *Journal of Social Issues*, 33, pp. 116–137, 1977.
- [232] C. D. Danielsson und L. Bodin, »Office type in relation to health, well-being, and job satisfaction among employees«, *Environment and Behavior*, 40 (5), pp. 636–668, 2008.
- [233] F. Duffy und K. Powell, *The new office*, London: Conran Octopus, 1999.
- [234] J. Zeisel, *Inquiry by design. Tools for environment-behavior research*, Monterey: Cal.: Brooks/Cole, 1981.
- [235] R. Bechtel, *Enclosing Behavior*, Stroudsburg: PA: Dowden, Hutchinson, 1976.
- [236] F. Becker, *The total workplace. Facilities management and the elastic organization*, New York: VanNostrand Reinhold, 1990.
- [237] G. W. Evans und J. M. McCoy, »When buildings don't work: The role of architecture in human health«, *Journal of Environmental Psychology*, 18, pp. 85–94, 1998.
- [238] C. Alexander, *The city as a mechanism for sustaining human contact*. In Gutman, R. (Hrsg.), *People and buildings*, New York: Basic Books, 1972, pp. 406–434.
- [239] B. B. Greenbie, *Spaces. Dimensions of the human landscape*, New Haven: Conn.: Yale Univ. Press, 1981.
- [240] C. Zimring, »The built environment as a source of psychological stress: impacts of buildings and cities on satisfaction and behavior. In G. W. Evans (Hrsg.), *Environmental stress*, pp. 151–178, 1982.
- [241] O. Newman, *Defensible space. Crime prevention through urban design*, New York: Collier Books, 1973.
- [242] R. Kaminoff und H. M. Proshansky, *Stress as a consequence of the urban physical environment*. In L. Goldberger & S. Breznitz (Hrsg.). *Handbook of Stress*, New York: Free, 1982, p. 380–409.
- [243] R. B. Taylor, *Human territorial functioning. An empirical, evolutionary perspective on individual and small group territorial cognitions, behaviors, and consequences* (Environment and behavior series, 1. publ), Cambridge u. a.: Cambridge Univ. Pr, 1988.
- [244] B. Brown, *Territoriality*. In D. Stokols & I. Altman (Hrsg.), *New York : Wiley*, 1987, pp. 505–532.

- [245] S. A. E. Geurts, T. W. Taris, M. A. J. Kompier, Dijkers, J. S. E., v. Hooff, M. L. M. und U. M. Kinnunen, »Work-home interaction from a work psychological perspective: Development and validation of a new questionnaire, the SWING«, *Work & Stress*, 19 (4), p. 319–339, 2005.
- [246] M. P. Lawton, »Behavior relevant ecological factors. In K. W. Schaie, & C. Schooler (Hsrg.)«, *Social structure and aging. Psychological processes*, pp. 57–78, 1989.
- [247] M. Fischer und E. Stephan, *Kontrolle und Kontrollverlust*. In L. Kruse, C. F. Graumann & E.-D. Lantermann (Hsrg.), *Ökologische Psychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen*, Weinheim: Beltz, 1996.
- [248] R. Walden, *Architekturpsychologie: Schule, Hochschule und Bürogebäude der Zukunft*, Lengerich: Pabst, 2008, p. 22.
- [249] S. Cohen, D. Stokols, G. W. Evans und D. S. Krantz, *Behavior, health, and environmental stress*, New York: Plenum, 1986.
- [250] C. Peterson, S. F. Maier und M. E. P. Seligman, *Learned helplessness. A theory for the age of personal control*, New York: Oxford Uni. Press, 1993.
- [251] L. G. Rivlin und M. Wolfe, *Institutional settings in children's lives*, New York: Wiley, 1985.
- [252] L. Kruse, *Privatheit als Problem und Gegenstand der Psychologie*, Bern: Huber, 1980.
- [253] S. Saegert und G. H. Winkel, »Environmental psychology«, *Annual Review of Psychology*, 41, pp. 441–477, 1990.
- [254] M. G. L. Schweitzer und S. Frampton, »Healing spaces: Elements of environmental design that make an impact on health«, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10, pp. 71–83, 2004.
- [255] J. S. N. M. H. J. Zeisel und S. Levkoff, »Environmental correlates to behavioral health outcomes in Alzheimer's special care units«, *The gerontologist: a journal of the Gerontological Society of America*, 43 (5), p. 697–711, 2003.
- [256] W. Herkner, *Lehrbuch Sozialpsychologie; 5. korrigierte und stark erweiterte Auflage der 'Einführung in die Sozialpsychologie'*, Stuttgart/ Toronto: Huber, 1993.
- [257] A. E. Enander und S. Hygge, »Thermal stress and human performance«, *Scand J Work Environ Health*, pp. 44–50, 1990.
- [258] D. P. Wyon, »The effect of moderate heat stress on mental performance«, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, pp. 350–361, 1980.
- [259] C. D. Danielsson und L. Bodin, »Office Design's Influence on Employees' Stress Levels«, 2010.
- [260] A. Seddigh, E. Berntson, C. D. Danielson und H. Westerlund, »Concentration requirements modify the effect of office type on indicators of health and performance«, *Journal of Environmental Psychology* 38, pp. 167–174, 2014.
- [261] R. A. Zwann und G. A. Radvansky, »Situation models in language comprehension and memory.«, *Psychological Bulletin*, 123, pp. 162–185, 1998.

- [262] G. W. Evans und R. E. Wener, »Crowding and personal space invasion on the train: Please don't make me sit in the middle«, *Journal of environmental psychology* 27, pp. – 94, 2007.
- [263] »Exploring the relationship between workspace density and employee attitudinal reactions: An integrative model«, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74, p. 359–372, 2001.
- [264] J. Williams, »Personal space and its relation to extraversion introversion«, *Canadian Journal of Behavioral Science*, 3(2) , pp. 156–160, 1971.
- [265] M. Meisels und E. M. Canter, »Personal space and personality characteristics; a nonconfirmation«, *Psychological Reports* 27, pp. 287–334, 1970.
- [266] J. H. Heerwagen, »The role of nature in the view from the window«, *International daylighting conference proceedings II*, pp. 430–437, 1986.
- [267] M. G. Berman, J. Jonides und S. Kaplan, »The Cognitive Benefits of Interacting With Nature«, *Psychological Science*, 19 (12), pp. 1207–1212, 2008.
- [268] baua, »Wohlbefinden im Büro – Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit«, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2009.
- [269] B. Eberlein-König, A. Spiegl und B. Przybilla, »Change of Skin Roughness Due to Lowering Air Humidity in Climate Chamber«, 1996.
- [270] M. Sato, S. Fukayo und E. Yano, »Adverse Environmental Health Effects of Ultra-low Relative Humidity indoor Air«, *Journal of Occupational Health*, 45, pp. 133–136, 2003.
- [271] I. R. White und R. J. G. Rycroft, »Low humidity occupational dermatosis an epidemic«, *Contact Dermatitis* 8 , pp. 287–290, 1982.
- [272] M. Papenhoff und C. Platzköster, *Reha-Kliniken, Marketing für Krankenhäuser und Reha-Kliniken*, Springer, 2010.
- [273] R. Müller-Grünow, »Differenzierung über die Sinne: Duftbranding in der modernen Markenkommunikation«, 2010.
- [274] S. Augustin, *Place advantage - Applied psychology for interior architecture*, 2009.
- [275] K. Lorig, L. Konkol und V. Gonzalez, »Arthritis patient education: A review of the literature«, *Patient Education and Counseling*, 10, pp. 207–252, 1987.
- [276] J. Lehrner, G. Marwinski, S. Lehr, P. Jöhren und L. Deecke, »Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office«, *Physiology and Behavior*, 86, 2005.
- [277] G. Buchbauer, »Aromatherapie«, *Pharmazie in unserer Zeit*, 14, pp. 8–18, 1985.
- [278] N. V. K. N. M. V. T. A. Eremenko A.E., »Volatile fractions of essential oil-based phytoncides as a component of therapeutic-rehabilitative complexes in chronic bronchitis«, *Ter Arkh.*, 59(3), pp. 126–130, 1987.

- [279] S. W. Schafer D., »Pharmacological studies with an ointment containing menthol, camphene and essential oils for broncholytic and secretolytic effects«, *Arzneimittelforschung*, 31(1), pp. 82–86, 1981.
- [280] A. Prichard, »The use of essential oils to treat snoring«, *Phytotherapy Research*, 18, pp. 696–699, 2004.
- [281] M. Oehlke, »Architekturpsychologie – Inwiefern beeinflussen Form und Farbe im Wohnbau das Wohlbefinden des Menschen – eine Untersuchung der Theorien Peter Richters«, Berlin, 2013.
- [282] R. Küller, B. Mikellides und J. Janssens, *Color, arousal, and performance – A comparison of three experiments*, 2009.
- [283] M. G. R. M. S. B. P. W. R. K. K. Figueiro, »The effects of bright light on day and night shift nurses' performance and well-being in the NICU«, *Neonatal Intens Care*, 14(1), pp. 29–32, 2001.
- [284] O. Stefani, S. Kroetz und A. Pross, »EFFECTS OF DISCERNIBLE ILLUMINANCE CHANGES ON PERFORMANCE AND CONDITION«, Fraunhofer IAO, Stuttgart, 2016.
- [285] Y. Taniguchi, M. Miki, T. Hiroyasu und M. Yoshimi, »Preferred Illuminance and Color Temperature in Creative Works«, 2011.
- [286] P. R. Mills und S. C. Tomkins, »The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee well-being and work performance«, *Journal of Circadian Rhythms*, 5(2), 2007.
- [287] D. Hoskins, »Employees Perform Better When They Can Control Their Space«, *Harvard Business Review*, 2014.
- [288] B. Bruya, *Effortless Attention: A New Perspective in the Cognitive Science of Attention and Action*, MIT, 2010.
- [289] G. Fischl und A. Gärling, »Enhancing Well-Being in Health Care Facilities«, in *Evaluation in Progress – Strategies for Environmental Research and Implementation (IAPS 18 Conference Proceedings on CD-Rom – ISBN 3-85437-263-9)*, ed. Bob Martens and Alexander G. Keul, July 7-9, 2004.



## Impressum

### Kontaktadresse:

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und  
Organisation IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
[www.iao.fraunhofer.de](http://www.iao.fraunhofer.de)

Yue Pan

Telefon +49 711 970-5452  
[yue.pan@iao.fraunhofer.de](mailto:yue.pan@iao.fraunhofer.de)

*Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek:  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.*

ISBN: 978-3-8396-1544-7

Layout: netsyn, Freiburg

Druck und Weiterverarbeitung:  
ABT Print und Medien GmbH, Weinheim

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

© Fraunhofer IAO, 2019

Fraunhofer Verlag  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Postfach 800469, 70504 Stuttgart  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-2500, Fax -2508  
[verlag@fraunhofer.de](mailto:verlag@fraunhofer.de)  
[www.verlag.fraunhofer.de](http://www.verlag.fraunhofer.de)

Alle Rechte vorbehalten

*Dieses Werk ist einschließlich all seiner Teile urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes  
hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und  
strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,  
Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die  
Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch  
berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der  
Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten  
wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit in  
diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien  
(z. B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann  
das Institut keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität  
übernehmen.*

## Imprint

### Contact:

Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO,  
Nobelstrasse 12, 70569 Stuttgart  
[www.iao.fraunhofer.de](http://www.iao.fraunhofer.de)

Yue Pan

Phone +49 711 970-5452  
[yue.pan@iao.fraunhofer.de](mailto:yue.pan@iao.fraunhofer.de)

*Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek:  
Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche National-  
bibliografie; detailed bibliographic data is available in the Internet at  
<http://dnb.d-nb.de>.*

ISBN: 978-3-8396-1544-7

Layout: netsyn, Freiburg

Printing and Bindery:  
ABT Print und Medien GmbH, Weinheim

Printed on acid-free and chlorine-free bleached paper.

© Fraunhofer IAO, 2019

Fraunhofer Verlag  
Fraunhofer Information Center for Planning and Building IRB  
P.O. Box 80 04 69, D-70504 Stuttgart  
Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart  
Phone +49 711 970-2500, Fax -2508  
[verlag@fraunhofer.de](mailto:verlag@fraunhofer.de)  
<http://verlag.fraunhofer.de>

All rights reserved

*No part of this publication may be translated, reproduced, stored in a  
retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic,  
mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the written  
permission of the publisher. Many of the designations used by manufac-  
turers and sellers to distinguish their products are claimed as trademarks.  
The quotation of those designations in whatever way does not imply the  
conclusion that the use of those designations is legal without the consent  
of the owner of the trademark.*





Ziel dieser Arbeit ist eine systematische Zusammen- und Gegenüberstellung wissenschaftlicher Studien, die sich mit der Wirkung raumpсихологischer Aspekte auf Menschen in Büros auseinandersetzen. Dabei liegt der Fokus vorwiegend auf empirischen Untersuchungen sowie Wirkungen der Räume auf unterschiedliche Leistungsaspekte, Konzentrationsfähigkeit, Kreativität, Wohlbefinden und Regeneration bzw. Stressreduktion. Die Identifikation der Ergebnisse aus den ausgewählten Studien wird in der vorliegenden Arbeit typischen Aufgaben bzw. Arbeitsprozessen der Büro- und Wissensarbeit zugeordnet, welche durch ein räumlich differenziert gestaltetes Angebot innerhalb einer Arbeitsumgebung unterstützt werden sollen. Dadurch entsteht ein umfassender Überblick neuartiger, auf umweltpsychologischen Aspekten basierender Gestaltungsansätze der modernen Arbeitswelt. Die Studie wendet sich somit an alle, die sich mit der Wirkung und Gestaltung von Raum, insbesondere dem Büroraum, auseinandersetzen.



The objective of this study is to systematically collate and compare scientific studies that engage with the psychological impacts of space on people in offices. In doing so, the focus is predominantly on empirical studies, and on the effects of spaces on various aspects of performance, concentration, creativity, well-being and regeneration, as well as stress reduction. The identification of results from the selected studies will be assigned to typical tasks and/or work processes in office and knowledge work, which should be supported by spatial differentiation within a working environment. This creates a comprehensive overview of new design approaches in the modern working world which relate to aspects of environmental psychology. The study is therefore intended for all those who engage with the effects and design of space, in particular office space.

ISBN 978-3-8396-1544-7



9 783839 615447