

Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich Architektur, Design, Kunst
Lehrgebiet Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung

Anlagenband

Sanierung als zweite Chance

Strategien für ein angenehmes Raumklima ohne aktive Kühlung in
Bürogebäuden Mitteleuropas

Dipl.-Ing. (Arch.) Caroline Hoffmann

Vorsitzender: Prof. Dr. Guido Spars

PrüferInnen der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss (Bergische Universität Wuppertal)
2. Prof. Sabine Busching (HafenCity Universität Hamburg)

Inhaltsverzeichnis

Anhang Kapitel 2	3
Anhang Kapitel 3	51
Anhang Kapitel 4	59
Anhang Kapitel 5	65
Anhang Kapitel 6	111
Anhang Kapitel 7	119
Anhang Kapitel 8	121
Anhang Kapitel 9	287

Anhang Kapitel 2

2.1 Exemplarische Fragestellungen aus der Planung und Umsetzung

2.1.1 Kurzcharakteristik der Projekte

Info A2.1-1 Gebäudebeschreibung Druck- und Verlagshaus in Dresden (Gebäude 1) und Berechnung Primärenergiebedarf Gebäude D nach DIN 18599

1 Projektbeschreibung



Abb. 1 und 2: Druck- und Verlagshaus Dresden, links vor und rechts ein Luftbild nach der Sanierung.
Quelle: links: Cornelsen + Seelinger, rechts Google

Das „Haus der Presse“ wurde 1960 errichtet und nach dem Elbhochwasser 2002 umfassend saniert. Die Sanierungsarbeiten wurden bei laufendem Gebäudebetrieb durchgeführt. Das Gebäude hat 13 Geschosse, wobei davon 11 Geschosse als Büroflächen verwendet werden. Das EG umfasst Empfang, Konferenzräume und eine Kantine, zwischen dem EG und den Büroetagen befindet sich ein unbeheiztes Zwischengeschoss, das als Technikgeschoss genutzt wird. Abb. 2 zeigt die Flächenverteilung in der Übersicht, Tab. 1 zeigt die Flächenaufteilung, bei in Summe 5599 m² NGF.

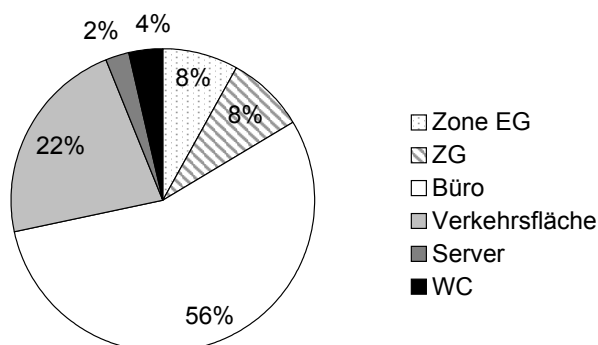


Abb. 3: Flächenverteilung (100 % = 5599 m² NGF). ZG = Zwischengeschoss (Technik)

Gebäudehülle

Das Gebäude ist mit einer geschossweise unterteilten und durchlüfteten Glasfassade versehen. In den opaken Bereichen besteht diese aus einer 15-20 cm dicken Wärmedämmung mit einer äußeren Einscheibenverglasung. Die Fenster sind 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Holzrahmen. Es gibt außenseitig vor der Wärmeschutzverglasung einen automatisch und manuell bedienbaren Sonnenschutz, der nach außen nochmals durch eine weitere – über breite Fugen hinterlüftete - Glasscheibe geschützt ist.

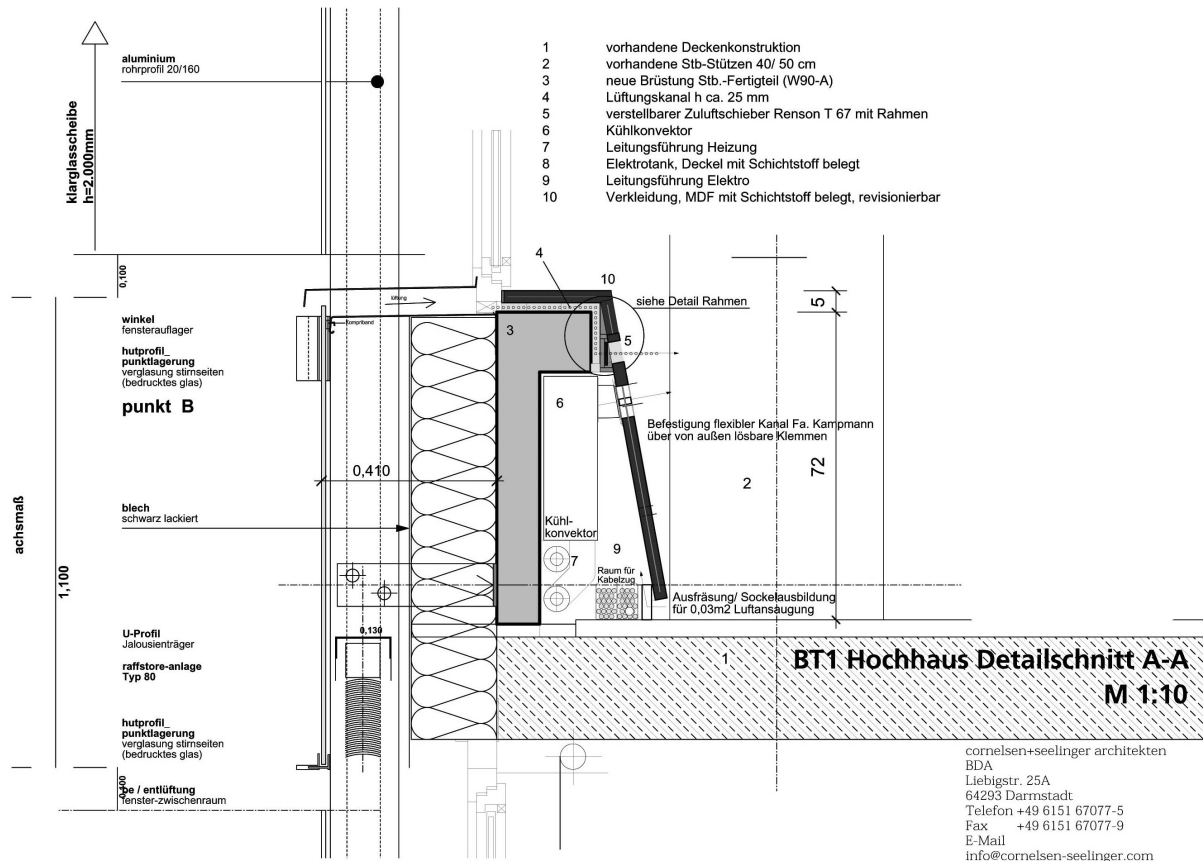


Abb. 4: Detailschnitt der Fassade.

- 1 vorhandene Deckenkonstruktion
2 vorhandene Stb-Stützen 40/50 cm
3 neue Brüstung Stb.-Fertigteil (W90-A)
4 Lüftungskanal h ca. 25 mm
5 verstellbare Zuluftschieber Renson T 67 mit Rahmen
6 Kühlkonvektor
7 Leitungsführung Heizung
8 Leitungsführung Elektro
9 Verkleidung, MDF mit Schichtstoff belegt, revisionierbar

- 2 vorhandene Stb-Stützen 40/50 cm
4 Lüftungskanal h ca. 25 mm
6 Kühlkonvektor
8 Leitungsführung Elektro
(Quelle: Cornelsen + Seelinger)

Gebäudetechnik

Die Räume des sanierten Gebäudes werden über eine Abluftanlage mit einem Luftwechsel von 0,5 1/h belüftet. Die Frischluft strömt dabei als Folge des Unterdrucks im Gebäude über Außenluftdurchlässe auf Brüstungshöhe in den Raum und wird über Tellerventile oberhalb der Tür gesammelt. Im Flur wird der Bereich unter der Decke als luftdicht abgeschlossener Unterströmbereich genutzt. Die Abluft wird etagenweise ohne Wärmerückgewinnung nach außen abgeführt.

Die Wärmeverteilung im Raum übernehmen Ventilatorkonvektoren, die an das Fernwärmenetz angeschlossen sind. Im Sommer können die Räume über die Ventilatorkonvektoren, die über vier Tiefbrunnen mit Kaltwasser versorgt werden, gekühlt werden (Kühlleistung pro Konvektor: ca. 200 W). Die Ventilatorkonvektoren werden im Sommer und im Winter im Umluftbetrieb betrieben (Ventilatorleistung 20 W).

Die Trinkwarmwassererwärmung wird über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer in den WC und den Teeküchen realisiert.

2 Vorgehensweise Berechnung DIN V 18599

Berechnungswerkzeug

Die Berechnung wurde mit dem vom Fraunhofer IBP entwickelten „Excel-Berechnungsblatt zur DIN V 18 599 - Version 1.1, Stand November 2005 (Ressortforschungsauftrag im Auftrag des BBR zur Entwicklung und Validierung eines DIN V 18 599 Berechnungsprogramms)“ ausgeführt.

Zonierung

Hauptkriterium für die Zonierung waren zunächst die Nutzungen, dabei ergeben sich einige Besonderheiten:

- Der Schwerpunkt der Sanierung bezog sich auf die Büroetagen, somit wird das EG stark vereinfacht und zu einer Zone (Nutzung: Schalterhalle, entspricht Empfang) zusammengefasst. Die Kantine befindet sich nicht in der Kubatur des Hochhauses. Die Geometrie des EG wurde den anderen Etagen angeglichen.
- Das Zwischengeschoß mit der Nutzung Technik wird als unbeheizte Zone angenommen.
- Die Büros wurden zu einer Zone zusammengefasst und in orientierungsabhängige Beleuchtungszonen (Ost, West, Nord) unterteilt.
- Die Serverräume werden als gekühlte Zone angenommen. Da das Nutzungsprofil für die Serverräume eine jährliche Betriebszeit von 8750 Stunden vorsieht und für die Beleuchtung einen Teilbetriebsfaktor von 0,5, kommt es zu einer unrealistisch hohen Betriebszeit für die Beleuchtung. Im Exceltool wird daher die installierte Leistung für Beleuchtung in den Serverräumen auf Null gesetzt.
- Der Zone WC lässt sich im Excel-Tool nicht die Nutzung „WC“ zuordnen. Dies liegt vermutlich an Verknüpfungen innerhalb dieses speziellen Berechnungsblattes (bei anderen Projekten ist diese Zonenzuordnung möglich). Den WC wird die Nutzung „Serverraum“ (ohne Kühlung) zugeordnet. Da mit der Zone „Serverraum“ lange Einschaltzeiten für die elektrische Beleuchtung verbunden sind, wurde der Stromverbrauch für die Beleuchtung der WC separat errechnet und die installierte Leistung so reduziert, dass sich in der Berechnung für Dresden das korrekte Ergebnis – mit den entsprechenden internen Lasten – ergibt.

Gebäudetechnik

Einige haustechnische Komponenten sind in der Berechnungssystematik des Excel-Tools nicht enthalten.

Beim Druck- und Verlagshaus sind dies:

- Kühlung über Ventilatorconvektoren mit der Kältequelle Wasser. Es fällt nur die Betriebsenergie für die Ventilatorconvektoren und die Grundwasserpumpe an (keine Kältemaschine).
- Geschossweise Abluftanlage

Das Vorgehen wird hier für die Gebäudekühlung beispielhaft geschildert. Da die Berechnungssystematik von der Haustechnik als Gesamtsystem mit den entsprechenden Auswirkungen der Abwärme und –kälte auf das Gesamtsystem ausgeht, wird das Gebäude zunächst mit dem der Sonderlösung ähnlichsten System (hier Kühlung der Büros) im Excel-Tool berechnet. Diese Werte sind die Basis für die Berechnung der Betriebsenergie der Ventilatorconvektoren nach DIN V 18599-7.

Die Ungenauigkeiten, die sich durch die Berücksichtigung der – von dem tatsächlichen System abweichenden – Abwärme- und –kälte ergeben, werden in Kauf genommen.

Auch die geschossweise Abluftanlage wurde separat berechnet.

Besonderheiten (Abweichungen von Berechnung nach DIN V 18599)

Die Abluftanlage liefert tagsüber einen Luftwechsel von 0,5 1/h und zur sommerlichen Kühlung nachts einen Luftwechsel von 1,0 1/h. Der in der DIN 18599-10 vorgesehene Luftwechsel für Büroräume (Einzel- und Mehrpersonenbüros) liegt bei 4 m³/m²h (also 1,3 1/h 13 Stunden täglich).

Ermittlung Referenzgebäude

Das Referenzgebäude wurde nach „Grundlagen für die Ermittlung des Vergleichswertes bei Der Ausstellung von freiwilligen Energieausweisen für Nichtwohngebäude auf der Grundlage des Energiebedarf nach DIN V 18599 im Rahmen des Feldversuchs der Deutschen Energie-Agentur“ (Stand 24.08.2005) berechnet (im weiteren als DENA referenziert).

Danach wird die Kühlenergie für die Büros nicht in das Referenzgebäude mit eingerechnet. Für Sanierungen kann ein Zuschlag von weiteren 40 % des errechneten Primärenergiebedarfs für das Gebäude geltend gemacht werden. Beim Referenzgebäude entfällt die Doppelfassade.

Von den Vorgaben der DENA abweichende Referenzwerte: Beleuchtung
Gemäß der DENA wird beim Referenzgebäude im Bereich der Lichttransmissionsgrad der Verglasung, die Beleuchtungsart, ein verlustarmes EVG und die Regelung der Beleuchtung (Präsenzsensoren) vorgeschrieben, die installierte Leistung bleibt gleich. Dies führt zu unplausibel geringen Differenzen zwischen Bestands- und Referenzgebäude. Es werden daher für das Referenzgebäude die im Anhang dargestellten Richtwerte für die spezifische installierte Leistung herangezogen. Die Präsenzsensoren entfällt.

Energiebedarf Bestands- und Referenzgebäude
[kWh/m²a]

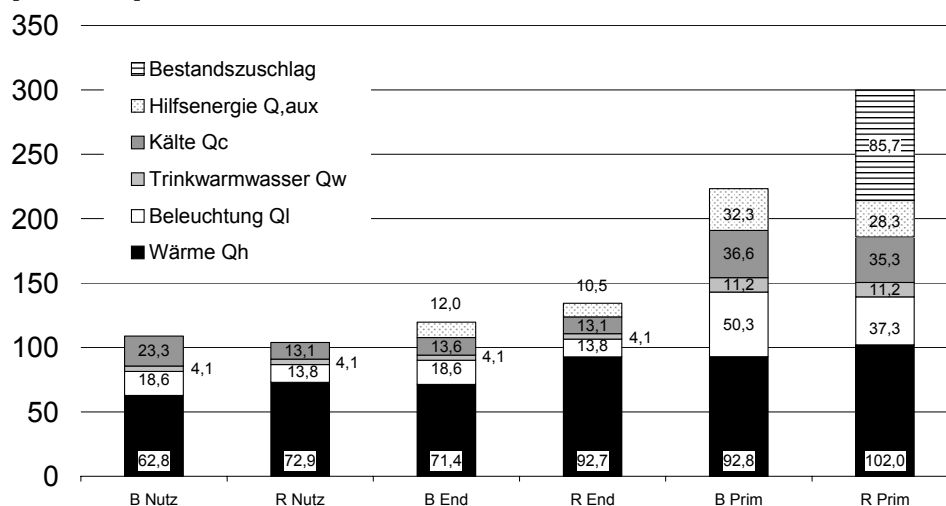


Abb. 5: Berechnungsergebnisse nach DIN V 18599 für das bestehende Gebäude (B) und das Referenzgebäude (R).

3 Projektbeteiligte

Bauherr:

Dresdner Druck und Verlagshaus, www.sz-online.de

Architektur:

Cornelsen + Seelinger, Darmstadt, www.cornelsen-seelinger.com

Energie- und Raumklimakonzept, Simulation und technische Gebäudeausrüstung:
solares bauen mbH, Freiburg, www.solares-bauen.de

Tragwerkplanung:

Bollinger + Grohmann, Frankfurt, www.bollinger-grohmann.de

Veröffentlichungen

Hoffmann, C.: „Neue Chancen für den Gebäudebestand“ in : [Voss et al., 2006]

Info A2.1-2 Beschreibung Gebäude 2 - Umnutzung und Sanierung einer ehemaligen Kaserne in Tübingen

1 Sanierungsmaßnahmen

1.1 Ausgangssituation und Überlegungen zum Sanierungskonzept

Die denkmalgeschützte Thiepvalkaserne (Ensembleschutz) soll als Büro ungenutzt werden. Sie wurde in den 50er Jahre erbaut und zunächst vom französischen Militär, später dann von deutschen Behörden als Verwaltungsgebäude genutzt. Das Gebäude befindet sich in der Nähe zum Hauptbahnhof.

Ziel der Sanierung war es hochwertige Arbeitsplätze mit einem guten thermischen Sommer- und Winterklima mit gleichzeitig geringem Energieverbrauch zu schaffen. Ökonomische sollte eine Annäherung an bauüblichen Standards erreicht werden. Räumlich wird das Bestandsgebäude nach Süden mit einem Foyer und Sekretariat erweitert, weitere Arbeitsplätze werden durch eine Aufstockung des eingeschossigen Baukörpers geschaffen.



Abb. 1: Das Gebäude vor der Sanierung. Quelle: Ebök



Abb. 2: Das Gebäude nach der Sanierung. Links der Anbau im Süden. Quelle: Ebök

Tab. 1: Gebäudesteckbrief [Lude et al., 2004b]

Bauherrschaft	Ebök Vermögensverwaltung GmbH
Architekten	B. Cramer, Tübingen H. Maier-Linden, Tübingen
Statik	U. Ströbel, Tübingen
Fachingenieure für Heizung, Lüftung, Sanitär, thermische Bauphysik und Raumakustik sowie Energieplanung	Ing.-Büro ebök GbR, Tübingen
Gebäudedaten des sanierten ebök Bürogebäudes	
Nutzfläche	838 m ²
Brutto-Rauminhalt	3724 m ³
A/V-Verhältnis	0,49 1/m
Fensterfläche / Nutzfläche	23 %
Bezug	Sept. 2003
Primärenergiekennwert /A _N (EnEV)	43 kWh/(m ² a) ohne Bürogeräte

Im Verlauf der Planung wurde das Passivhauskonzept im Vergleich zu bauüblichen und gesetzlich zulässigen Standardlösungen untersucht. Dabei wurde der gesetzlich zulässige Mindeststandard untersucht (siehe Anhang A1), der aber erhebliche bauphysikalische Mängel und Einschränkungen des Komforts aufgewiesen hätte.

Die Referenzvariante (siehe Tab. 2), die im bauphysikalisch sinnvollen Bereich liegt, beinhaltet eine Dämmung der Außenwände nach Anforderungen der EnEV nach DIN 4108-2 (Schutz vor Tauwasser an Wärmebrücken). Zusätzlich wird der Einbau einer Abluftanlage vorgesehen. Der Energieverbrauch dieser Variante liegt bei 140 % der Anforderungen der EnEV an einen Neubau.

Die Sanierung wurde für die Gebäudehülle in Passivhausbauweise durchgeführt. Das Gebäude verfügt nun über eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG). Zur Temperierung der Zuluft wird ein Sole-Erdreichwärmetauscher (SEWT) eingesetzt, dessen Rohre in 1,5 m Tiefe um das Gebäude verlegt sind. Da eine Wärmeverteilung über die Zuluft nicht möglich war (die Gebäudelänge von 30 m hätte ein Nachheizregister erfordert), kommt nun eine modulierende Gas-Brennwerttherme mit Plattenheizkörpern (VL 60 °C / RL 45 °C) zum Einsatz. Das Gebäude in Passivhausbauweise (Tab. 2) benötigt für Wärme (Heizung und WW) ca. 22,6 kWh/m²a, für Strom, Beleuchtung und Haustechnik 6,9 kWh/m²a (Messwerte 2004, [Münter, 2005]). Der Primärenergiebedarf liegt bei 44,7 kWh/m²a. Das Gebäude unterschreitet die Grenzwerte der EnEV für Altbausanierung um 85 % und die für Neubauten um 77 %.

Tab. 2: Sanierungsbausteine der Referenzvariante und der realisierten Sanierung in Passivhausbauweise [Lude et al., 2004a], [Lude et al., 2004b].

	Referenzvariante	Passivhausbauweise	
Dach	U-Wert [W/(m ² K)] 0,53	U-Wert [W/(m ² K)] 0,138	Maßnahme für Passivhausbauweise 30 cm Dachdämmung (Zellulose zwischen TGI-Trägern)
Außenwand	0,63	0,136	24 cm WDVS mit OS
Fenster	1,7	0,8 (U _w)	3-fach Wärmeschutzverglasung, therm. getr. Glasrandverbund, gedämmter Fensterrahmen
Sockelabschluss- selement	0,63	0,18	Thermische Trennung
Fußboden	0,93	0,36	Dämmung (3 cm Blähperlite, WLG 050 als Ausgleichsschicht, 4,5 cm PU WLG 025 und Schürzendämmung im Perimeterbereich)
Lüftung	Abluftanlage	Drucktestergebnis; n50: 0,21 1/h	Lüftungsanlage mit Sole-Luft-Wärmeübertrager und Luft/Luft-Plattenwärmetauscher zur Wärmerückgewinnung Dichte Gebäudehülle
Heizung	Gas-Brennwerttechnik		Gas-Brennwerttechnik

1.1.1 Kosten

Die Baukosten der Kostengruppe 300 und 400 betragen 810 000 € (netto). Gegenüber der Referenzvariante entstehen bei der Passivhausvariante Mehrkosten von 60.000 €. In diesem Betrag sind die Kosten für energetisch begründete zusätzliche Maßnahmen enthalten, nicht aber die Aufwendungen für die sommerliche Kühlung und die Beleuchtung. Bei einer wirtschaftlichen Bewertung nach der Annuitätenmethode (Kapitalzins 5 %, Energiepreisersteigerungsrate 3 %) ergibt sich eine Amortisationszeit von 26 Jahren. Das Projekt wurde mit 47.000 € aus dem Klimaschutz-Plus-Programm des Ministeriums für Umwelt und Verkehr BaWü bezuschusst, dadurch vermindert sich die Kapitalrückflusszeit auf 6 Jahre, die nun auch an den Kapitalrückflusszeiten im gewerblichen Bereich gemessen vertretbar sind (alle Angaben: [Lude et al., 2004a]).

1.1.2 Akustik

In Besprechungsräumen und Foyer sind an Decken und Wänden Schallabsorber montiert. Je nach Anforderungen an die Unterbindung einer Schallübertragung von vom Raum zum Flur werden schalltechnisch unterschiedliche Überströmöffnungen eingesetzt.

1.2 Bauweise / Konstruktion

1.2.1 Boden

Eine Besonderheit stellt die Dämmung des Bodens dar. Zur Sanierung waren weder eine innenseitige Fußbodendämmung (Anhebung der Türstürze erforderlich), noch eine Fußpunktentkopplung des auf der Bodenplatte aufstehenden Mauerwerks möglich. Die

Lösung war eine Dämmung der Gebäudeflanken. Durch die Flankendämmung steigt über die Jahre die Temperatur im eingeschlossenen Erdvolumen unter dem Bauwerk. In Verbindung mit einer auf 7,5 cm reduzierten Fußbodendämmung (siehe Tab. 2) konnte eine dem Passivhaus-Standard vergleichbare Qualität erreicht werden. Da Grabarbeiten ohnehin notwendig waren, war diese Lösung auch kostengünstig.

1.2.2 Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile und Einsatz PCM

Im Erdgeschoß läuft entlang des Flures eine tragende Ziegelwand, die übrigen Trennwände sind in Leichtbauweise errichtet. Die Decke zwischen EG und OG im Altbau ist eine Bimsziegel-Hohlkörperdecke (31 cm), im neu angebauten Südteil ist es eine Normalbetondecke. Tab. 3 gibt die für die Bimsziegel-Hohlkörperdecke nach verschiedenen Verfahren berechnete Wärmespeicherkapazität an.

Tab. 3: Ergebnisvergleich der verschiedenen Berechnungsverfahren für die Wärmespeicherkapazität der Geschossdecken [Doose, 2005]

Berechnungsverfahren	[Deutscher et al., 2000a], [Deutscher et al., 2000b]		[Keller, 1997]	
	[kJ/(m ² K)]	[Wh/(m ² K)]	[kJ/(m ² K)]	[Wh/(m ² K)]
C _{wirk} Beton	238,1	66,1	58,3	16,2
C _{wirk} Bimshohlziegel	16,3	4,5	30,4	8,4
C _{wirk} Gesamt	90,2	25	39,7	11

Die dynamische Speicherkapazität der Hohlkörperdecke nach Keller beträgt etwa 40 kJ/m²K. Die Abweichung zu den Berechnungswerten nach Rouvel kommt durch die Tatsache zustande, dass dort Parameter, wie Klimaregion, Fensterwerte und Luftwechselraten einfließen.

Der geplante Ausbau des DG war aus statischen Gründen nur in Leichtbauweise möglich. Die Wärmespeicherfähigkeit wird mit Gipsbauplatten im Decken- und Wandbereich verbessert. Diese Platten enthalten eine Beimischung aus mikroverkapseltem Paraffin, welches als Latent-Wärmespeicher wirkt. Die Wärmespeicherkapazität der 1,5 cm dicken Platten entspricht der von 5 cm Beton (www.micronal.de).

Tab. 4: Eigenschaften PCM Platte. Anmerkung zur Schalttemperatur: der Phasenübergang beginnt langsam ab 23 °C (Angaben aus: [Doose, 2005])

Parameter / Kriterium	Soll- und Richtwert
Schalttemperatur	26 – 28 °C
Spez. Wärmekapazität C _P	ca. 1,2 kJ/kgK
Rohdichte ρ	700 kg/m ³
Dicke	15 mm
Latente Wärmespeicherkapazität Δ H (bei Schalttemperatur)	ca. 300 – 330 kJ/m ²
Wärmeleitfähigkeit λ	ca, 0,18 W/(mK)

1.3 Gebäudetechnik

1.3.1 Lüftungsanlage

Das Gebäude ist mit einer Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) ausgestattet. Der Wärmerückgewinnungsgrad des Plattenwärmetauschers liegt – nach Herstellerangaben - bei 85 %, er kann im Sommer zur Stromeinsparung umgangen werden. Das Zentralgerät der Lüftungsanlage befindet sich in einer Dachabseite innerhalb der thermischen Hülle.

Im Sommer wird die Zuluft über einen Sole-Luft Wärmeübertrager (SEWT) temperiert, damit wird eine Absenkung der Zulufttemperatur über den EWT von etwa 4 K erreicht. Im Winter verhindert der SEWT das Gefrieren von Kondensatwasser am nachgeschalteten Luft-Luft Plattenwärmetauscher. Der SEWT besteht aus einem Register aus soleführenden Kunststoffleitungen um das Gebäude in 1,5 m Tiefe.

Die Lüftungsanlage deckt Volumenströme zwischen 250 m³/h und 4000 m³/h ab. Der hygieneorientierte Luftwechsel beträgt im Winter 20 m³/P*h und im Sommer 40 m³/P*h. In Besprechungsräumen können durch zusätzliche Box-Ventilatoren unabhängig von der Anlage auch höhere Luftwechsel gefahren werden.

Die Luft wird über Weitwurfdüsen auf der Rauminnenseite unter der Decke in die Zuluftbereiche (Büros) eingeblasen. Der Grund für diese Position ist der bessere Wärmeübergang an Decke während der Nachtlüftung. Über Überströmbereiche (Flure) gelangt die Luft in die Abluftzonen (WC, Küche, Foyer).

Tab. 5: Betriebszustände der Lüftungsanlage [Doose, 2005]

Betriebszustände der Lüftungsanlage	Volumenstrom [m ³ /h]	Luftwechselrate [1/h]	Elektrische Leistungsaufnahme [W]
Grundlüftung nachts	250	0,25	25
Regellüftung Winter	1000	0,5	150
Regellüftung Sommer (ohne WRG)	2000	1,0	300
Nachtlüftung Sommer (ohne WRG)	4000	2,0	1100

1.3.2 Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung wird von einem Gas-Brennwertkessel übernommen.

1.3.3 Sommerliches Raumklima und Wärmequellen

Der auf die Nutzfläche bezogene Fensterflächenanteil liegt bei 23 %. Als Sonnen- und Blendschutz werden innen liegende Lamellenraffstores eingesetzt. Die Fenster haben einen g-Wert von 0,5. Für einen exemplarischen Büroraum im EG mit 8 Stunden Nutzung und 11 m² Fensterfläche werden nach [Doose, 2005] folgende Werte angenommen

Nimmt man einen Luftwechsel von 0,9 1/h tagsüber und nachts von 2,1 1/h an, so ergeben sich folgende durch die Lüftungsanlage abgeführte Lasten (307 Wh/m²).

Abgeführte Wärmelast durch Lüftung: - 8562 Wh (174,3 Wh/m²)

Gespeicherte Wärme in der Decke: - 1088 Wh (22,2 Wh/m²)

Verbleibende Wärmemenge pro Tag: 5406 Wh (110,3 Wh/m²)

1.4 Verwendete Messtechnik

- Thermoelemente (Thermodraht): Oberflächentemperatur Decken und Wände, Zulufttemperatur am Zuluftauslass, Messung Raumlufttemperatur in Röhren
 - Thermistoren (NTC-Sensoren): Oberflächentemperatur Decken und Wände
 - Wärmeflussplatten (Ermittlung Wärmestrom): Wärmestrom bei thermischer Be- und Entladung an Decken, Wänden und Fußboden
 - Solarimeter (Photozelle mit definierter Angabe von einfallender Solarstrahlung auf der Fläche zu entstehender Spannung): vertikal anfallende Solarstrahlung außen
- Im 1. OG wurde eine Referenz Gipskarton-Platte (GK, 0,5 * 0,5 m) eingebaut, um eine Vergleichsmessung zwischen PCM und GK zu ermöglichen.

2.2 Das Gebäude nach der Sanierung – Untersuchungen im Gebäude 1

2.2.1 Temperaturmessungen

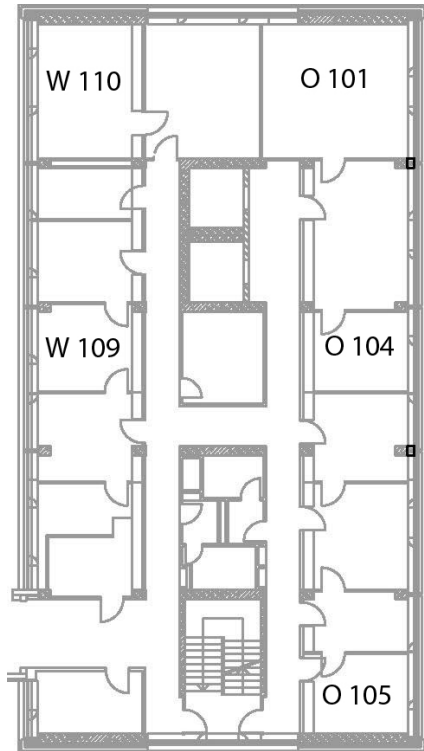


Abb. A2.2.1-1: Platzierung Logger im 1. OG (Plan aus: [Reuter, 2004])
Abkürzungen: W = West, O = Ost

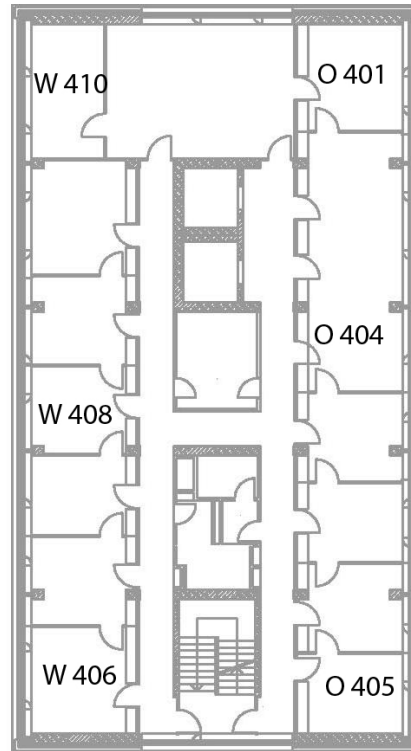


Abb. A2.2.1-2: Platzierung Logger im 4. OG (Plan aus: [Reuter, 2004])
Abkürzungen: W = West, O = Ost

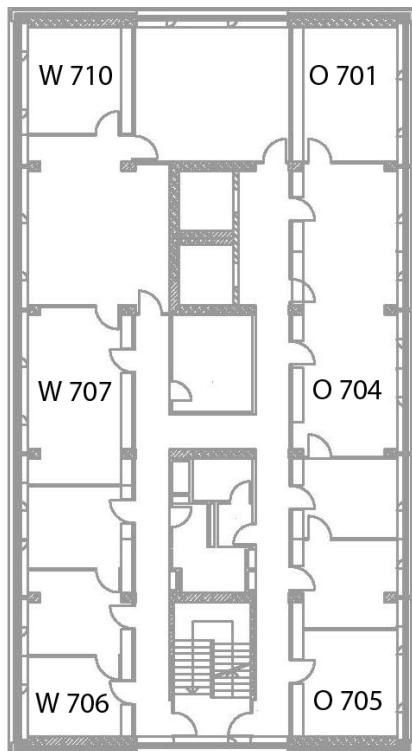


Abb. A2.2.1-3: Platzierung Logger im 7. OG (Plan aus: [Reuter, 2004])
Abkürzungen: W = West, O = Ost

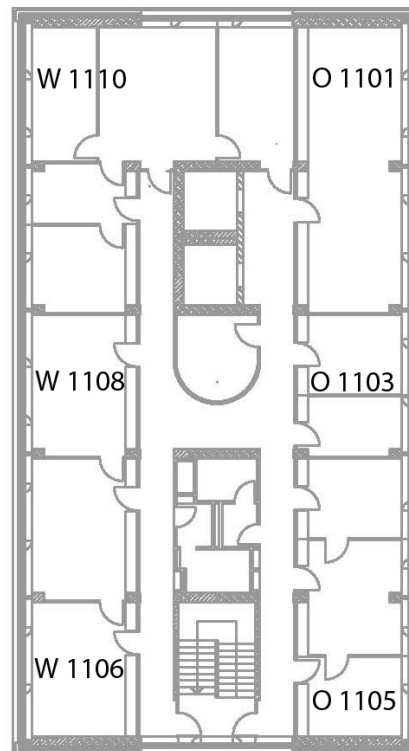


Abb. A2.2.1-4: Platzierung Logger im 11. OG (Plan aus: [Reuter, 2004])
Abkürzungen: W = West, O = Ost

Tagesmittel Außentemperatur [°C]

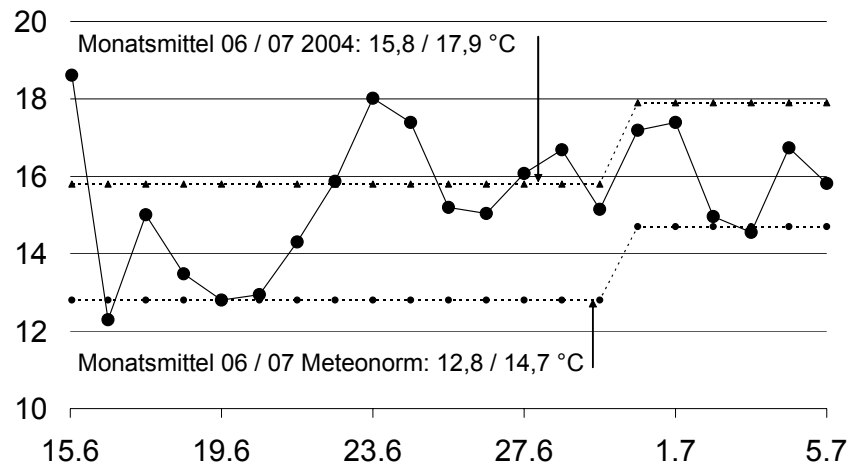


Abb. A2.2.1-5: Tagesmittel der Außentemperatur während der Messperiode (05.06. – 05.07.2004), Standort Dresden. Es gibt nur einen Sommertag (Temperaturmaximum ≥ 25 °C) am 01. Juli 2004.

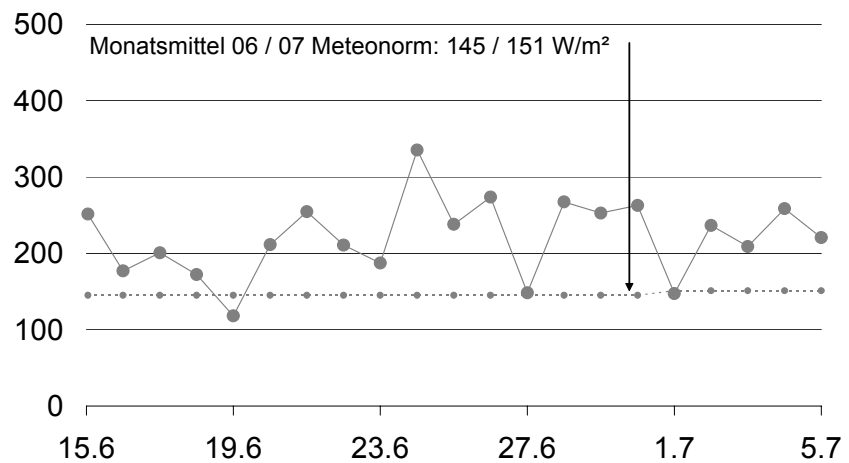
Tagesmittel Globalstrahlung [W/m²]

Abb. A2.2.1-6: Tagesmittel der Globalstrahlung während der Messperiode (05.06. – 05.07.2004), Standort Dresden..

Tab. A2.2.1-1: Vergleich der Messwerte des DWD für Juni und Juli 2004 mit den Normdurchschnittswerten von Meteororm, Vers. 5.0

	Monatsmittelwerte Dresden 2004		Meteororm	
	Juni	Juli	Juni	Juli
Lufttemperatur	15,8 °C	17,9 °C	12,8 °C	14,7 °C
Relative Feuchte	k. A.	k. A.	71 %	75 %
Globalstrahlung	k. A.	k. A.	145 W/m ²	151 W/m ²

* = es sind nur Werte von jeweils zwei Wochen des Monats vorhanden

Tab. A2.2.1-2: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 1. OG, Gebäude D. Als Zeiten wurden die Werktage vom 15.06 bis zum 05.07.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^{\circ}\text{C}$ aufgeführt. Die Stunden mit Raumlufttemperaturen $\geq 26^{\circ}\text{C}$ sind für die Arbeitszeit in Prozent angegeben.

	Raumlufttemperatur					Feuchte	
	Mittelwert	Median	SD	h T>25°C (%)	h T>26°C (%)	Mittelwert	SD
Raum 101 O	± 22,8	22,9	0,9	0	0	43,3	6,7
Raum 105 O	± 22,2	22,1	1,4	1,2	0	43,1	8,2
Raum 104 O	± 23,4	23,2	1,4	17,6	3,6	40,3	6,9
Raum 109 W	± 24,3	24,4	0,7	9,1	3,6	38,9	5,5
Raum 110 W	± 22,3	22,5	1,0	0	0	43,3	6,7
1. OG Flur	± 22,9	22,9	0,4	0	0	41,5	5,4
Mittelwert für Büros	± 23,0	22,9	1,4			51,7	6,9

Tab. A2.2.1-3: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 4. OG, Gebäude D. Als Zeiten wurden die Werktage vom 15.06 bis zum 05.07.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^{\circ}\text{C}$ aufgeführt. Die Stunden mit Raumlufttemperaturen $\geq 26^{\circ}\text{C}$ sind für die Arbeitszeit in Prozent angegeben.

	Raumlufttemperatur					Feuchte	
	Mittelwert	Median	SD	h T>25°C (%)	h T>26°C (%)	Mittelwert	SD
Raum 401 O	± 23,5	23,6	1,1	4,8	1,2	38,9	6,4
Raum 405 O	± 23,3	23,2	0,9	11,5	0	39,6	6,8
Raum 404 O	± 22,8	22,5	0,9	2,4	0	40,7	6,4
Raum 406 W	± 24,8	24,8	1,1	49,1	19,4	38,9	5,8
Raum 408 W	± 22,6	22,5	0,5	0	0	42,7	5,9
Raum 410 W	± 24,2	24,4	0,7	12,1	0	40,0	5,5
4. OG Flur	± 23,6	23,6	0,5	0	0	40	5,4
Mittelwert für Büros	± 23,4	23,2	1,2			40,1	6,3

Tab. A2.2.1-3: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 7. OG, Gebäude D. Als Zeiten wurden die Werktage vom 15.06 bis zum 05.07.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^{\circ}\text{C}$ aufgeführt. Die Stunden mit Raumlufttemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$ oder 26°C sind für die Arbeitszeit in Prozent angegeben.

	Raumlufttemperatur					Feuchte	
	Mittelwert	Median	SD	h T>25°C (%)	h T>26°C (%)	Mittelwert	SD
Raum 701 O	± 23,5	23,6	0,9	6,1	1,2	40,7	6,1
Raum 704 O	± 22,6	22,5	1,0	0	0	41,5	6,8
Raum 705 O	± 22,4	22,5	0,5	0,6	0	40,3	5,9
Raum 706 W	± 23,8	24,0	0,5	0	0	40,2	4,8
Raum 707 W	± 22,1	22,1	0,4	0	0	44,6	5,5
Raum 710 W	± 24,5	24,4	1,1	37,0	4,8	37,9	6
7. OG Flur	± 23,8	23,6	0,4	0	0	40,6	4,9
Mittelwert für Büros	± 23,4	23,2	1,2			40,9	6,2

Tab. A2.2.1-5: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 11. OG, Gebäude D. Als Zeiten wurden die Werktage vom 15.06 bis zum 05.07.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^\circ\text{C}$ aufgeführt. Die Stunden mit Raumlufttemperaturen $\geq 26^\circ\text{C}$ sind für die Arbeitszeit in Prozent angegeben.

	Raumlufttemperatur					Feuchte	
	Mittelwert	Median	SD	h T>25°C (%)	h T>26°C (%)	Mittelwert	SD
Raum 1101 O	$\pm 24,1$	24,0	1,1	26,7	2,4	37,6	6,3
Raum 1103 O	$\pm 22,9$	23,2	1,3	1,2	0,6	40,1	6,5
Raum 1105 O	$\pm 21,8$	21,7	0,8	0	0	41,6	6,7
Raum 1106 W	$\pm 23,5$	23,6	0,7	0	0	41,4	5,8
Raum 1108 W	$\pm 24,6$	24,4	0,6	32,7	0	38,5	5,3
Raum 1110 W	$\pm 23,8$	23,6	0,9	12,7	5,5	39,7	5,4
11. OG Flur	$\pm 23,7$	23,6	0,4	0	0	39,7	5,4
Mittelwert für Büros	$\pm 23,4$	23,6	1,3			39,6	6,3

Dauerlinie Raumlufttemperatur 1. OG [$^\circ\text{C}$]

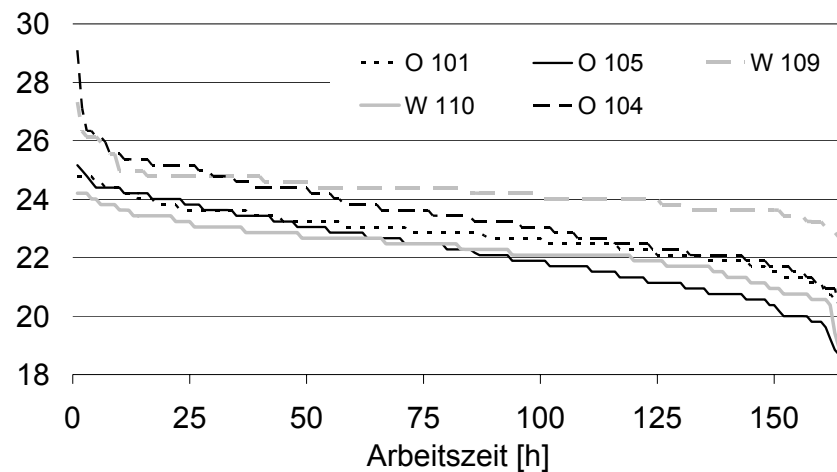


Abb. A2.2.1-7: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 1. OG, Gebäude D. Berücksichtigt wurden Stundenwerte für die Arbeitszeit.

Dauerlinie Raumlufttemperatur 4. OG [$^\circ\text{C}$]

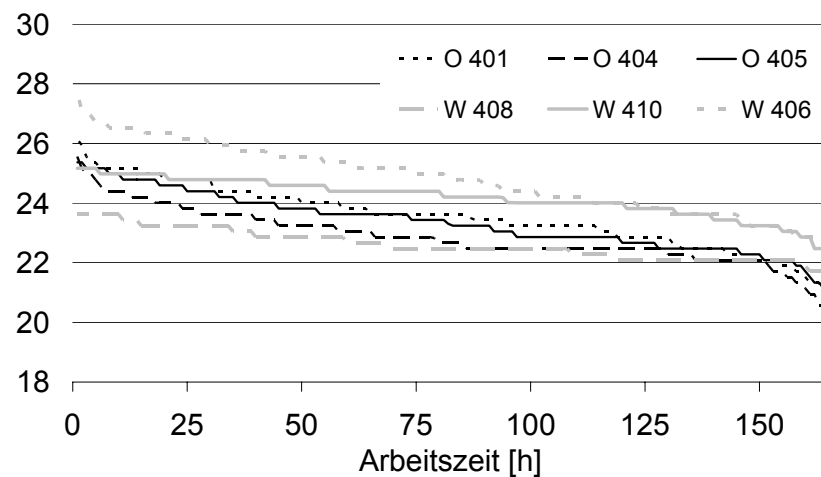


Abb. A2.2.1-8: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 4. OG, Gebäude D. Berücksichtigt wurden Stundenwerte für die Arbeitszeit.

Dauerlinie Raumlufthtemperatur 7. OG [°C]

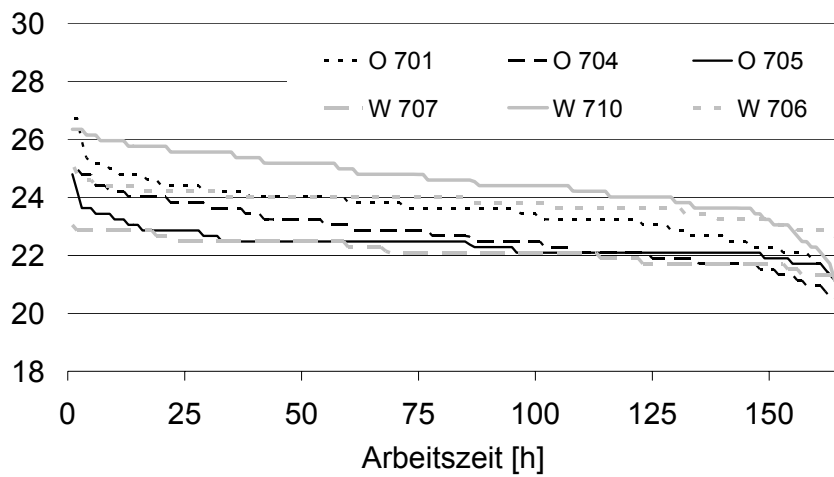


Abb. A2.2.1-9: Dauerlinie für die Raumlufthtemperatur im 7. OG, Gebäude D. Berücksichtigt wurden Stundenwerte für die Arbeitszeit.

Dauerlinie Raumlufthtemperatur 11. OG [°C]

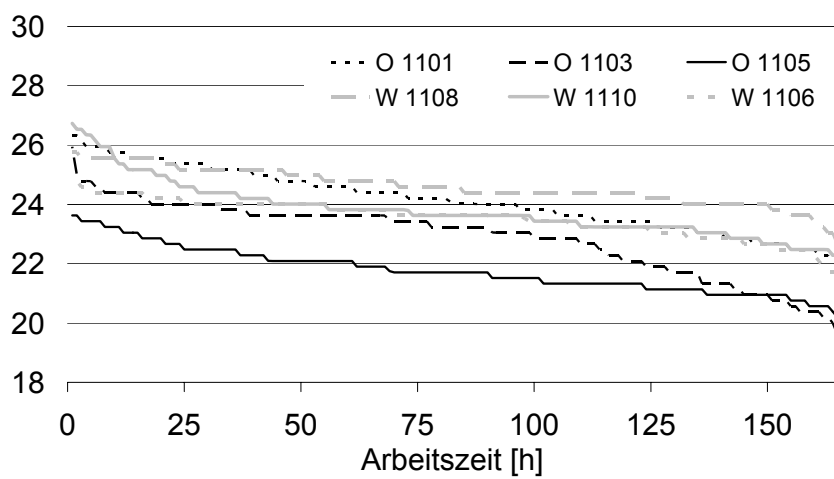


Abb. A2.2.1-10: Dauerlinie für die Raumlufthtemperatur im 11. OG, Gebäude D. Berücksichtigt wurden Stundenwerte für die Arbeitszeit.

Raumlufthtemperatur 1.OG Arbeitstage 8-18 Uhr [°C]

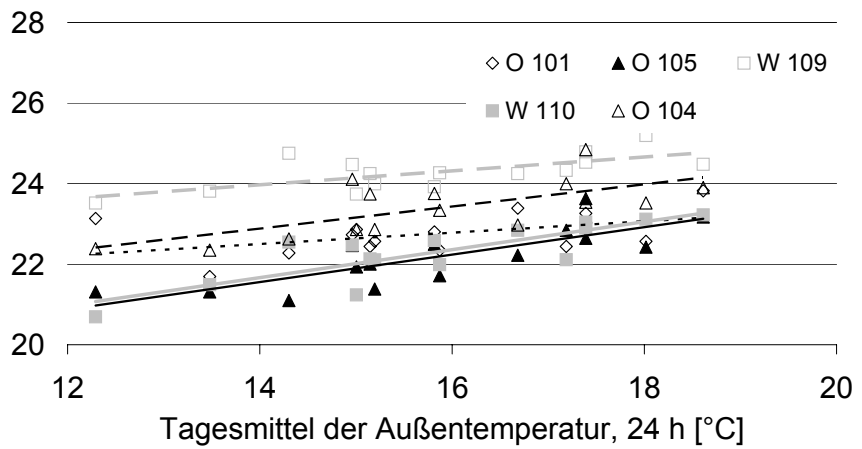


Abb. A2.2.1-11: Zusammenhang zwischen Raumlufthtemperatur und Außentemperatur im 1. OG, Gebäude D.

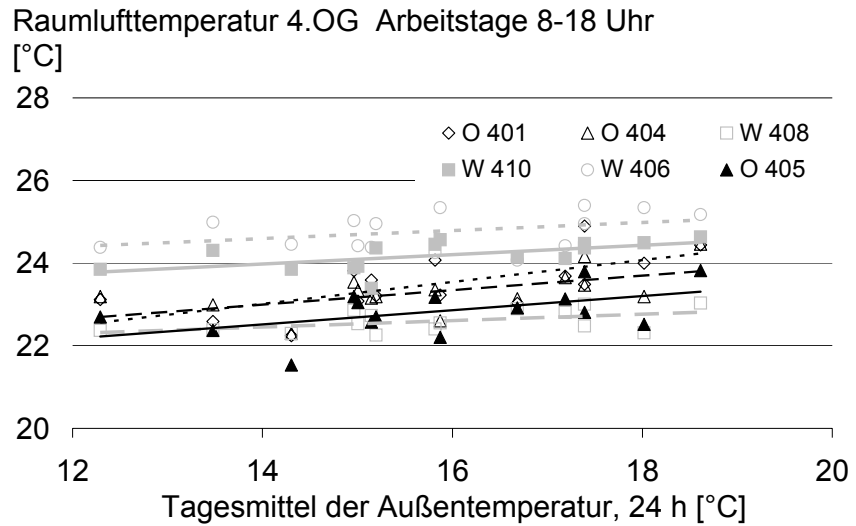


Abb. A2.2.1-12:
 Zusammenhang zwischen
 Raumlufttemperatur und
 Außentemperatur im 4. OG,
 Gebäude D.

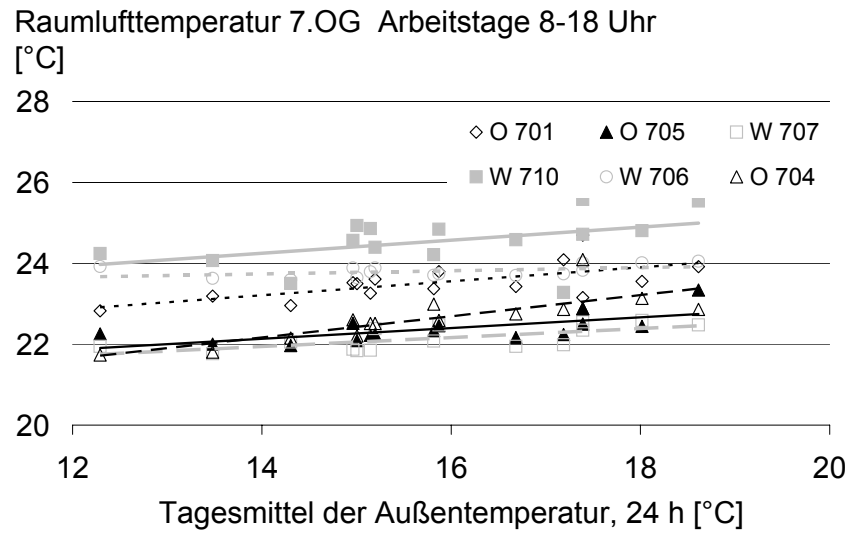


Abb. A2.2.1-13:
 Zusammenhang zwischen
 Raumlufttemperatur und
 Außentemperatur im 7. OG,
 Gebäude D.

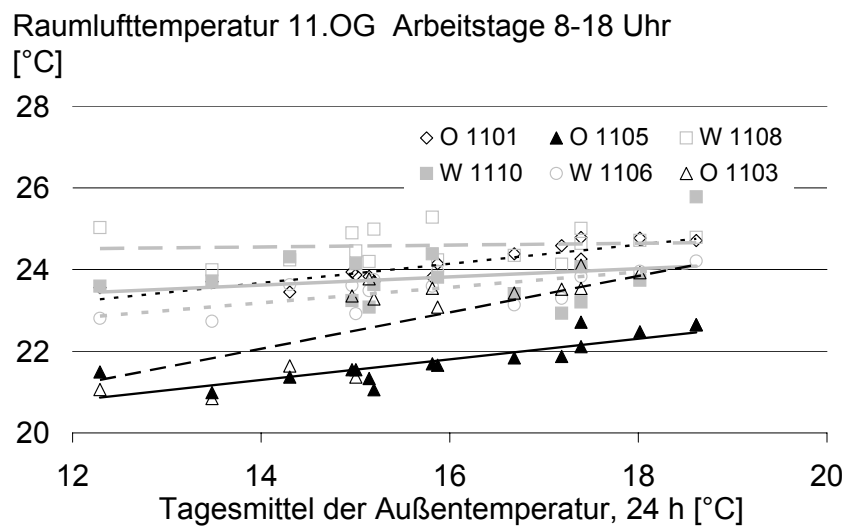


Abb. A2.2.1-14:
 Zusammenhang zwischen
 Raumlufttemperatur und
 Außentemperatur im
 11. OG, Gebäude D.

Abb. A2.2.1-15:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Tagesmittel der
Globalstrahlung im 1. OG,
Gebäude D.

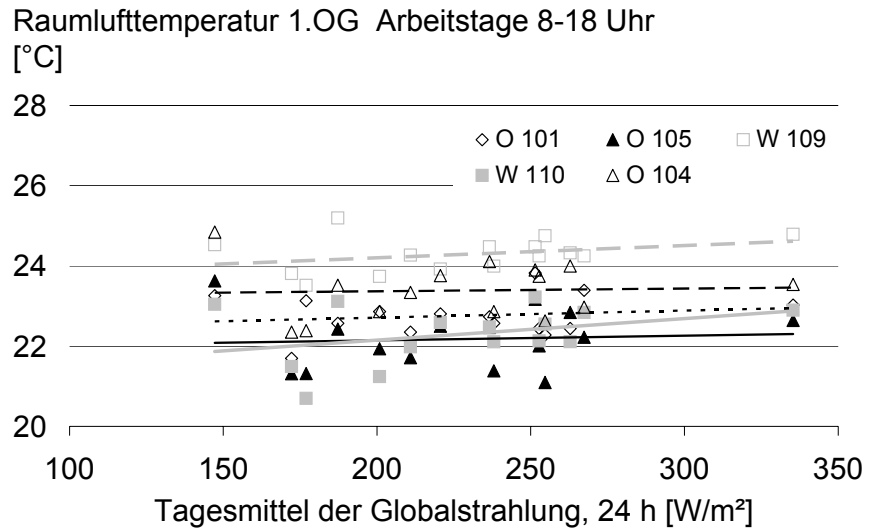


Abb. A2.2.1-16:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Tagesmittel der
Globalstrahlung im 4. OG,
Gebäude D.

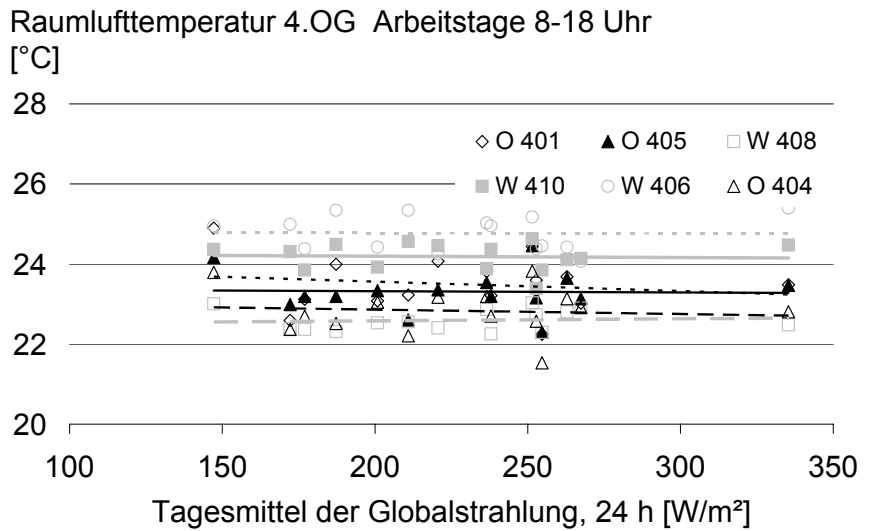
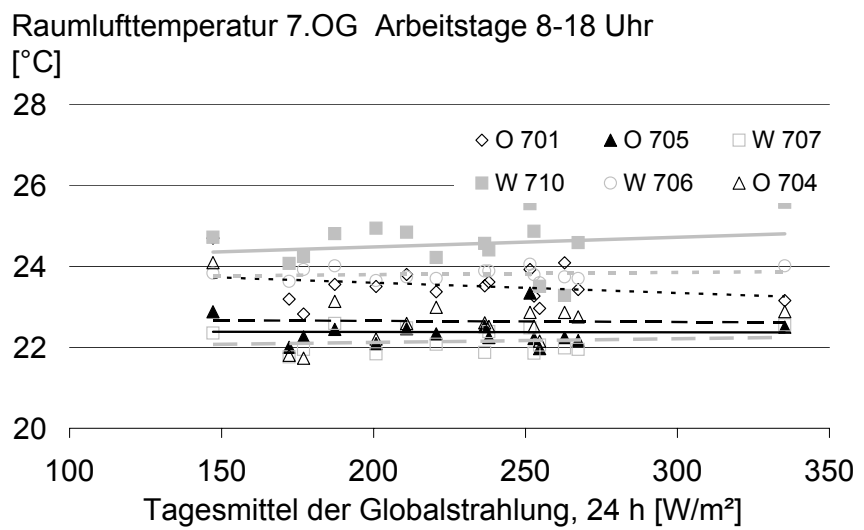


Abb. A2.2.1-17:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Tagesmittel der
Globalstrahlung im 7. OG,
Gebäude D.



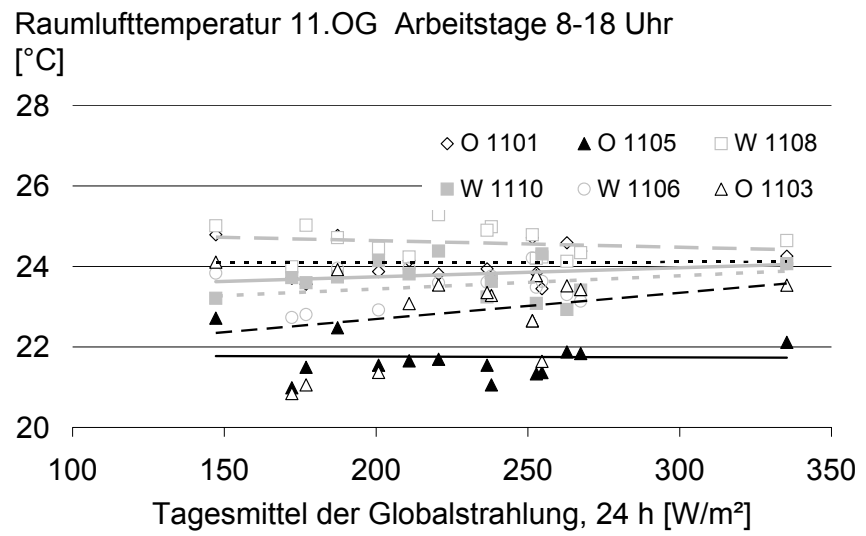


Abb. A2.2.1-18:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Tagesmittel der
Globalstrahlung im 11. OG,
Gebäude D.

2.2.2 Sanierungskonzept im Spiegel der Nutzer

Info A2.2.2-1 Fragebogen

Nutzerakzeptanz von Bürogebäuden im Sommer

Sehr geehrte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

im Rahmen einer Doktorarbeit über die energiegerechte Sanierung von Bürogebäuden wird Ihr Gebäude untersucht.

Ziel dieser Befragung ist es, nach der erfolgten Sanierung Ihre Zufriedenheit mit dem Gebäude festzustellen, um so in künftigen Sanierungskonzepten für Bürogebäude die Bedürfnisse der Nutzer noch besser berücksichtigen zu können. Gleichzeitig erfolgen Messungen der Temperaturen im Gebäude.

Der Inhalt des Fragebogens ist mit dem Betriebsrat abgestimmt.

Diese Umfrage soll **Ihre Meinung** zum Gebäude und dessen Ausstattung erfassen.

Ihre Angaben werden **anonym** erhoben, d. h. Sie müssen Ihren Namen nicht angeben. Einige statistische Fragen sind allerdings für die Auswertung notwendig. Die Beantwortung des Bogens dauert ca. 20 Minuten.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

e-mail: elke.gossauer@ise.fraunhofer.de (Fragebogen)

e-mail: c.hoffmann@uni-wuppertal.de (Sanierungskonzepte)

Ablauf der Befragung:

Bitte füllen Sie den Fragebogen bis zum Freitag, den 2. Juli möglichst vollständig selbst aus und leiten ihn dann in einen Hauspostumschlag, der an „C. Hoffmann, UNI WUPPERTAL“ adressiert ist, an die Hauspost weiter.

Die Beantwortung der einzelnen Fragen ist freiwillig. Für die Auswertung ist es jedoch äußerst wichtig, dass möglichst alle Mitarbeiter den Fragebogen ausfüllen!

Viel Spaß beim Ausfüllen und vielen Dank schon jetzt für Ihre Mitarbeit!

Bitte tragen Sie hier das **Datum** und die **Uhrzeit** ein, wann Sie mit dem Ausfüllen beginnen.

Datum _____ **Uhr** _____

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? *(Angaben in %)*

- ____ % Bildschirmarbeit
____ % Schreibtischarbeit einschließlich Telefonieren
____ % Besprechungen
____ % sonstiges: _____

2. Wie stark **beeinträchtigten** folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*

	gar nicht				sehr
Beleuchtung (Tageslicht/ Kunstlicht).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumgestaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumtemperatur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büroausstattung (Bequemlichkeit).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme mit Computern etc.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsatmosphäre.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitszustand.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schmutz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gerüche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung (Fenster/ Anlage).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Mängel an): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

3. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

- EG bis 5. OG
 6.OG bis 11. OG

4. Zu welcher **Himmelsrichtung** ist Ihr Büro orientiert?

- N NO O SO S SW W NW

5. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

- direkt am Fenster ~1m ~2m ~

6. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

zu klein genau richtig zu groß

Grund für zu groß oder zu klein: _____

7. Wenn **während der letzten 4 Wochen** die **Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...? *(Mehrfachauswahl möglich)*

- vormittags
- mittags
- nachmittags
- die Sonne scheint nicht auf meinen Arbeitsplatz

8. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen** eine **Blendung** durch Tageslicht **auf den folgenden Flächen**? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*

	nie		manchmal		immer
auf der Tischfläche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf den Wänden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Fußboden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durch das Fenster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden? *(Mehrfachauswahl möglich)*

- Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz.
- Ein(e) Kollege/ Kollegin betätigt den Sonnenschutz.
- Ich ändere meine Sitzposition.
- Sonstiges: _____

10. **Wie oft** war **in den vergangenen 4 Wochen** der Sonnenschutz heruntergefahren?

	nie		manchmal		immer
<input type="checkbox"/> vormittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> nachmittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> die Anlage ist noch nicht eingeregelt.....					

11. Waren die Lamellen meistens **vollständig oder teilweise** geschlossen?

- teilweise
- vollständig
- die Anlage ist noch nicht eingeregelt....

12. **Wie zufrieden** sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden
 die Anlage ist noch nicht eingeregelt.....

13. Schalten Sie das Licht ein, wenn die Fenster verschattet sind?

nie manchmal immer

14. Wie wichtig sind Ihnen im Sommer...?

Blend- bzw. Sonnenschutz... gar nicht mittelmäßig sehr
der Ausblick nach draußen...

15. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Tageslicht...? (bitte jeden Fall ankreuzen)

zu dunkel genau richtig zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....
im gesamten Raum.....
am Computer.....

16. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht ohne Verschattung der Fenster?

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

17. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht mit Verschattung der Fenster?

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur künstlichen Beleuchtung.

18. Wie häufig wurden Sie in den letzten vier Wochen durch die künstliche Beleuchtung geblendet? (bitte für jeden Fall ankreuzen)

nie manchmal immer
auf der Tischfläche.....
auf dem Bildschirm.....
durch folgende Leuchte: _____

19. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Kunstlicht...? (bitte für jeden Fall ankreuzen)

zu dunkel genau richtig zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....
im gesamten Raum.....
am Computer.....

20. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Kunstlicht? (Bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

Grund (z.B. unangenehme Lichtfarbe, fehlende Schreibtischleuchte) : _____

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

21. Wie empfinden Sie **im Moment** die **Temperatur** an Ihrem Arbeitsplatz?

zu kalt genau richtig zu warm

22. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

zu kalt genau richtig zu warm
vormittags
nachmittags

23. War Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** in den **vergangenen vier Wochen...?**

zu trocken genau richtig zu feucht

24. Wie stark empfinden Sie **unangenehme Temperaturschwankungen** bei wechselhaftem Wetter?

gar nicht mittelmäßig sehr

25. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

- ja
 nein → weiter mit Frage 34
 nein, aber ich hätte gerne eine eigene Regelungsmöglichkeit → weiter mit Frage 34
 weiß ich nicht → weiter mit Frage 34

26. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

- Lüften
 Sonnenschutz betätigen
 über einen Temperaturregler im Raum (Kühlflächen)
 über einen Temperaturregler für die Lüftungsanlage
 sonstiges: _____

27. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen versucht, etwas an der Temperatur in Ihrem Büro zu **verändern**?

gar nicht ~1x/Ta ~2x/Tag ~3x/Tag 4x und mehr am Tag

28. Wie zufrieden sind Sie mit der **Wirksamkeit der Temperaturänderung**?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

29. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

37. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

nie 1-2h 3-4h 5-6h > 7h

Bitte den Grund für geschlossene oder geöffnete Tür angeben (z.B. Kommunikation, Lüftung des Raumes): _____

38. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

sehr zufrieden sehr unzufrieden
mittelmäßig

Grund: _____

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

39. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Platz, ...**

	sehr zufrieden		mittelmäßig		sehr unzufrieden
den Sie auf Ihrem Schreibtisch zur Verfügung haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
den Sie zum Unterbringen von Ordnern, Stiften etc. haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
den Sie um Ihren Schreibtisch herum haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

40. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?

sehr zufrieden sehr unzufrieden
mittelmäßig

41. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem/ ihrer ...?

	sehr zufrieden		mittelmäßig		sehr unzufrieden
Stuhl.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tisch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tastatur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Maus): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

42. Wie zufrieden sind Sie mit der **Materialwahl** von/ vom ...?

	sehr zufrieden		mittelmäßig		sehr unzufrieden
Teppichen/ Fußbodenbelägen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schreibtisch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schränken.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

43. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

sehr zufrieden sehr unzufrieden

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

44. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*

	nie				den ganzen Tag
Gespräche/ Telefonate in Ihrem Raum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computerlüfter in ihrem Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Radio, Lüftung) in Ihrem Raum: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gespräche/ Telefonate aus anderen Räumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Radio, Lüftung) aus anderen Räumen: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche von draußen bei geschlossenen Fenstern.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche von draußen bei offenen Fenstern.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

45. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

sehr zufrieden *mittelmäßig* sehr unzufrieden

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

46. Wie häufig treffen folgenden Angaben nach der Bauphase auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

	gar nicht		manchmal		immer
schmutzige Fußböden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Staub auf den Schreibtischen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es stehen zu viele Sachen herum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
schmutzige Fenster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

47. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt (nach der Bauphase)** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

sehr zufrieden *mittelmäßig* sehr unzufrieden

Wenn Sie uns noch irgend etwas über Ihren Arbeitsplatz oder diesen Fragebogen mitteilen möchten, können Sie dies hier tun:

Mängel im Gebäude:

positive Anmerkungen:

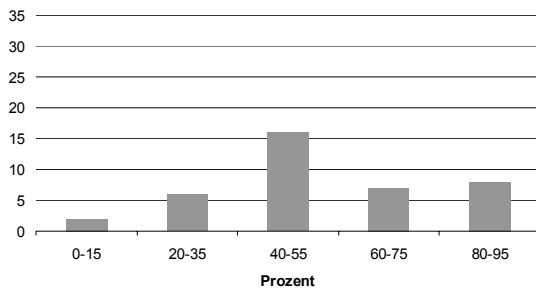
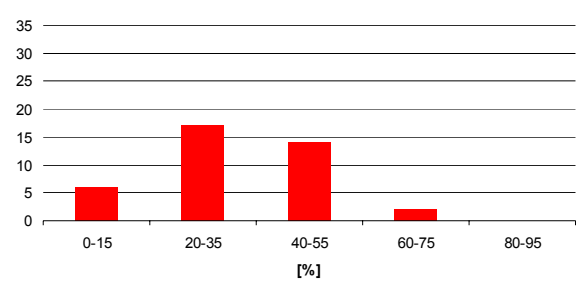
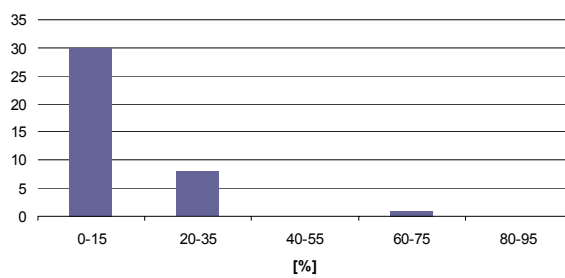
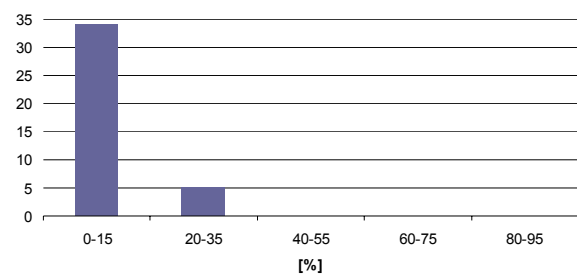
sonstiges (z.B. Kommentare zum Fragebogen):

Uhrzeit bei Beendigung des Fragebogens: _____ Uhr

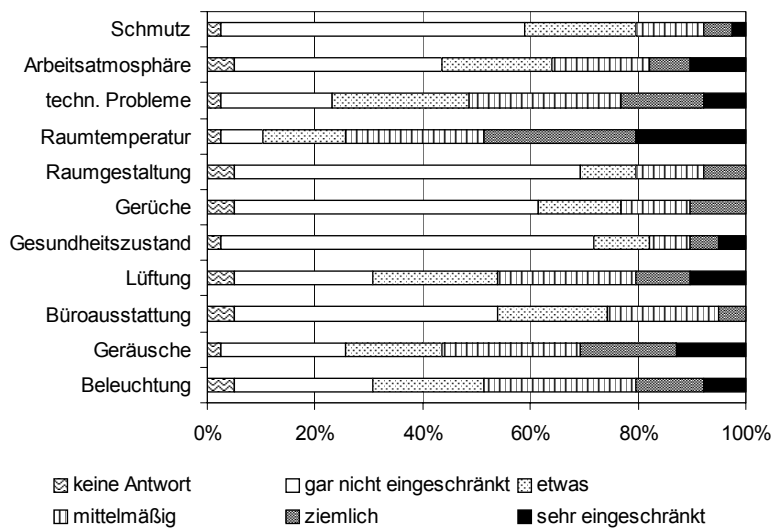
Bitte schauen Sie noch einmal nach, ob Sie alle Fragen beantwortet haben und werfen den Fragebogen in die dafür vorgesehene Box

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

Info A2.2.2-2 Auswertung Nutzerbefragung Gebäude D

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.1. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? *(Angaben in %)*Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
BildschirmarbeitAnzahl Nutzer mit Prozentangabe
SchreibtischarbeitAnzahl Nutzer mit Prozentangabe
BesprechungenAnzahl Nutzer mit Prozentangabe
Arbeit-Sonstiges

2. Wie stark **beeinträchtigt**en folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Raumtemperatur (Mittelwert 3,31, Median 3,0, STD: 1,32)

Geräusche (Mittelwert 2,72, Median 3,0, STD: 1,41)

Leistungseinschränkung durch Gesundheitszustand (Mittelwert: 1,59; Median: 1,0; SD: 1,18)

Leistungseinschränkung durch technische Probleme (Mittelwert: 2,56; Median: 3,0; SD: 1,273)

Leistungseinschränkung durch Arbeitsatmosphäre (Mittelwert: 2,15, Median: 2,0; SD: 1,424)

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

Information Tageslicht

Beim Gebäude kommt für die Büros eine automatische betriebener Lamellenbehang zum Einsatz, der je nach Sonneneinstrahlung (externer Sensor pro Fassade) automatisch hoch- und runter gefahren wird. Der Nutzer kann die Automatik temporär übersteuern. Der Sonnenschutz ist extern in einem 40 cm breiten Luftraum, zwischen der Fensterebene und einer weiteren vorgehängten Glashaut montiert, die das Gebäude nach außen abschließt.

3. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da das Gebäude auf Wunsch des Betriebsrates in zwei Bereiche (1.-6.OG, 7.-11.OG) aufgeteilt worden war.

4. Zu welcher **Himmelsrichtung** ist Ihr Büro orientiert?

5. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten, Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 4) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln (Frage 5).

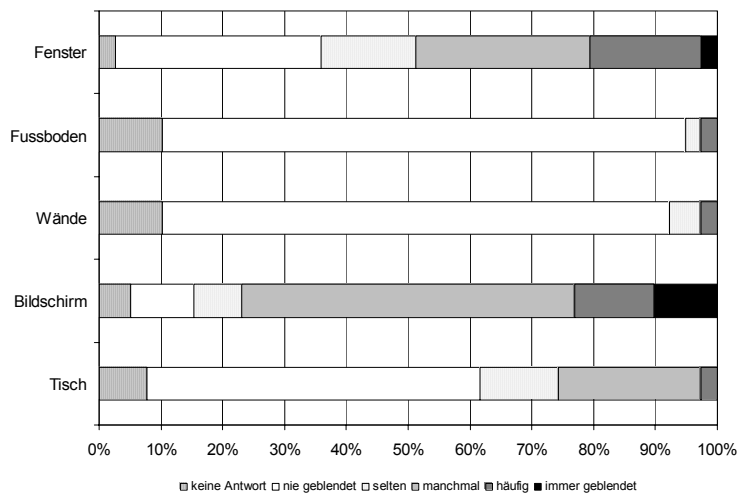
6. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

Gerade richtig: 97 %

7. Wenn **während der letzten 4 Wochen die Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...?
(Mehrfachauswahl möglich)

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten

8. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen eine Blendung durch Tageslicht auf den folgenden Flächen?**
(bitte jeden Fall ankreuzen)



Blendung Bildschirm (Mittelwert: 2,9; Median: 3,0; SD: 1,23)

Blendung Fenster (Mittelwert: 2,33, Median: 2,0; SD: 1,26)

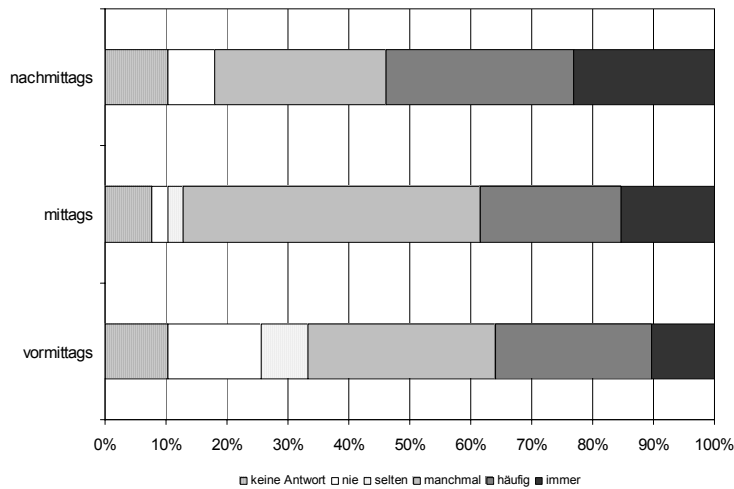
9. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden?

(Mehrfachauswahl möglich)

Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz: 97,4 %

Ich unterbreche meine Arbeit: 20,5 %

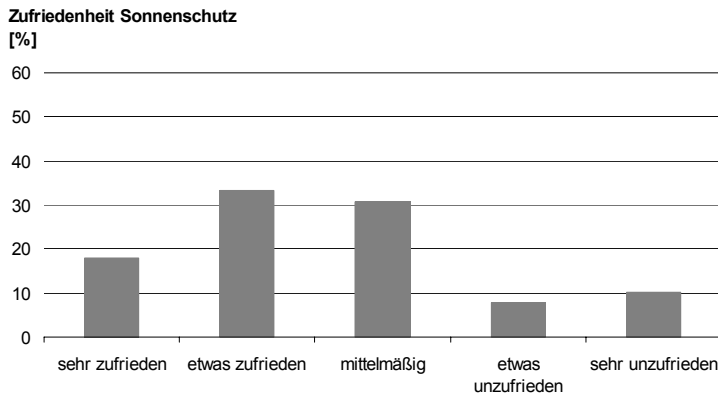
10. Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen der Sonnenschutz heruntergefahren?



11. Waren die Lamellen meistens vollständig oder teilweise geschlossen?

Teilweise: 43,7 %
 vollständig: 51,3 %

12. Wie zufrieden sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?



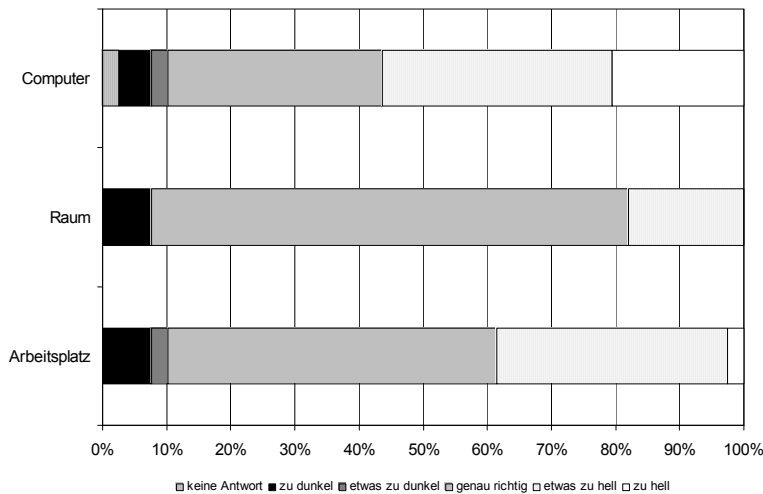
13. Schalten Sie das Licht ein, wenn die Fenster verschattet sind?

	Häufigkeit	Prozent
Lichteinschalten bei heruntergefahrenem Sonnenschutz	nie	24
	selten	7
	manchmal	7
	häufig	1
	immer	0
		61,5
		17,9
		17,9
		2,6
		0

14. Wie wichtig sind Ihnen im Sommer...?

Blend- bzw. Sonnenschutz: „ziemlich“ oder „sehr wichtig: 89,7 %
 der Ausblick nach draußen: „ziemlich“ oder „sehr wichtig: 43,6 %

15. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Tageslicht...? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 3,6; Median: 4,0; SD: 1,16)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,23; Median: 3,0; SD: 0,87)

Beleuchtung im Raum (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 0,71)

16. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht ohne Verschattung der Fenster?

Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht ohne Verschattung
 (Mittelwert: 2,44; Median: 2,0; SD: 1,27)

17. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht mit Verschattung der Fenster?

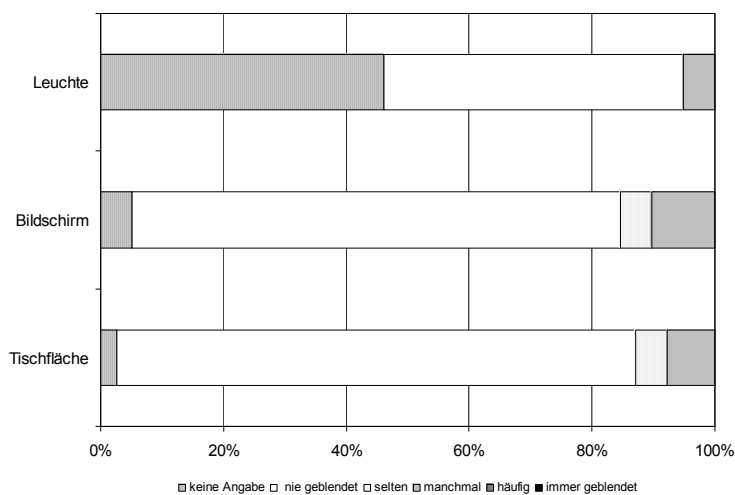
Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht mit Verschattung
 (Mittelwert: 2,49; Median: 3,0; SD: 0,885)

Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

Information elektrische Beleuchtung

In den Büroräumen sind als Deckenleuchten Leuchtstoffröhren mit einer Leistung von jeweils 58 W installiert. Die Leuchten wurden bei der Sanierung nicht ausgetauscht. Sie sind direkt an der Decke angebracht und geben ihr Licht ausschließlich direkt ab. Pro Büro sind je nach Größe des Raumes zwischen 3 und 5 Leuchten installiert, es ergibt sich so eine installierte Leistung zwischen 11,3 W/m² und 16 W/m². Bei Messungen vor Ort wurden im Bereich der Arbeitsplätze Beleuchtungsstärken von 500 lx oder mehr gemessen. Die Nutzung und Beschaffung von Schreibtischleuchten ist Sache der Nutzer, sie sind vereinzelt im Einsatz.

18. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen durch die künstliche Beleuchtung geblendet?** *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

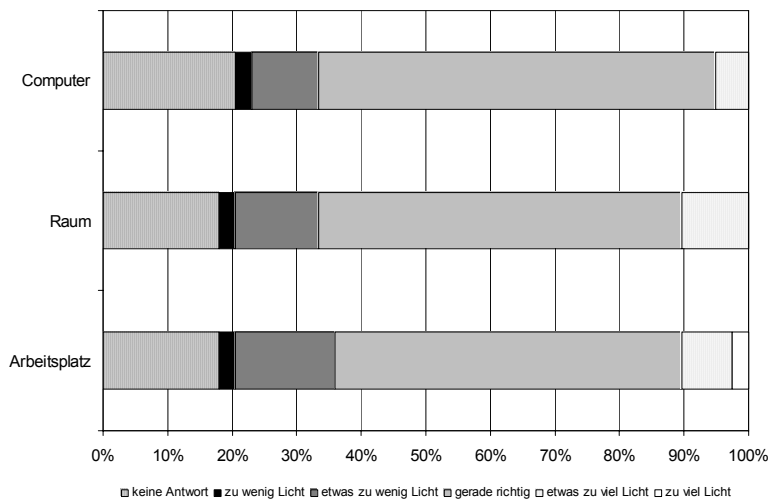


Leuchte (Mittelwert: 0,64; Median: 1,0; SD: 0,74)

Bildschirm (Mittelwert: 1,2; Median: 1,0; SD: 0,69)

Tischfläche (Mittelwert: 1,2; Median: 1,0; SD: 0,60)

19. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 2,3; Median: 3,0; SD: 1,28)

Raum (Mittelwert: 2,4; Median: 3,0; SD: 1,27)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,4; Median: 3,0; SD: 1,31)

20. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

Kunstlicht allgemein (Mittelwert: 1,97; Median: 2,0; SD: 1,01)

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

Information Raumtemperatur

Die Räume können im Sommer über Ventilatorconvektoren gekühlt (und im Winter beheizt werden). Die Convektoren saugen die Luft im Raum unterhalb der Brüstungsverkleidung an, temperieren sie und geben sie dann über vier schmale Schlitze wieder an den Raum ab. Ein Ventilatorconvektor hat eine Kühlleistung von 200 Watt.

Jede Etage besitzt ihren eigenen Heiz- bzw. Kühlkreislauf. Die Heiz- und Kühltemperatur wird in jedem Büro individuell eingestellt. Dabei kann die Raumluft jedoch nicht beliebig heruntergekühlt werden, die Kühlleistung der Ventilatorconvektoren ist begrenzt.

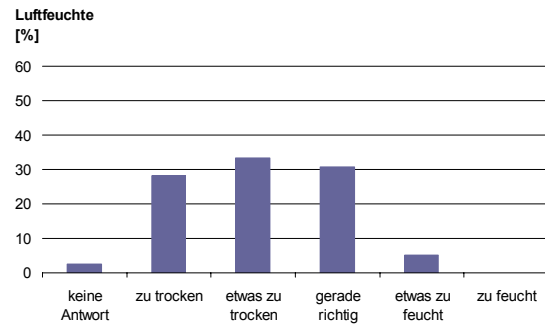
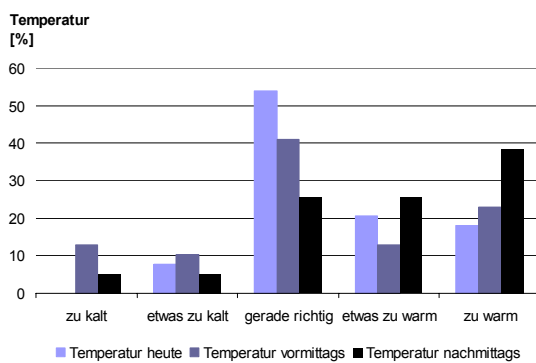
Zusätzlich dazu wird die tagsüber in den Speichermassen der Büros aufgenommene Wärme nachts über einen erhöhten Luftwechsel der Abluftanlage (1,0 1/h) wieder abgeführt.

21. Wie empfinden Sie **im Moment** die **Temperatur** an Ihrem Arbeitsplatz?

Temperatur heute (Mittelwert: 3,5; Median: 3,0; SD: 0,88)

22. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

23. War Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** in den **vergangenen vier Wochen...?**

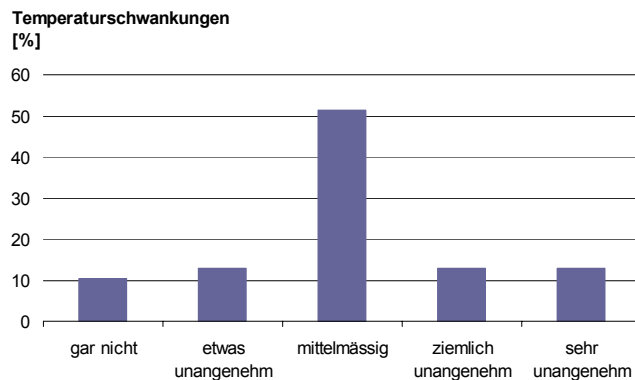


Temperatur vormittags (Mittelwert: 3,2; Median: 3,0; SD: 1,28)

Temperatur nachmittags (Mittelwert: 3,87; Median: 4,0; SD: 1,15)

Luftfeuchte (Mittelwert: 2,1; Median: 2,0; SD: 0,96)

24. Wie stark empfinden Sie **unangenehme Temperaturschwankungen** bei wechselhaftem Wetter?



Temperaturschwankungen (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 1,09)

25. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

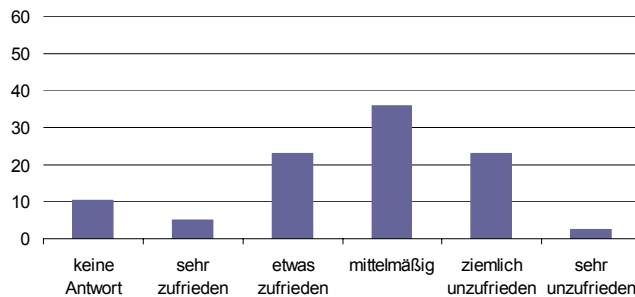
26. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

27. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen versucht, etwas an der Temperatur in Ihrem Büro zu **verändern**?

		Häufigkeit	Prozent
Einflussnahme Temperatur	keine Antwort	0	0,0
	ja	37	94,9
	nein	1	2,6
	nein gerne Regelungsmöglichkeit	0	0
	weiß ich nicht	1	2,6
Einflussnahme- Häufigkeit	keine Antwort	2	5,1
	gar nicht	2	5,1
	~1x/Tag	14	35,9
	~2x/Tag	12	30,8
	~3x/Tag	5	12,8
	4x und öfters	4	10,3

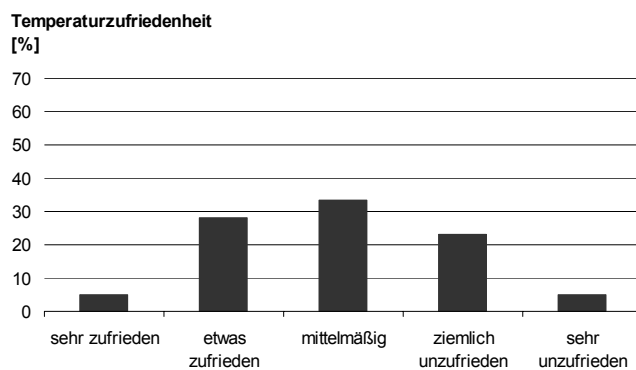
28. Wie zufrieden sind Sie mit der **Wirksamkeit der Temperaturänderung**?

Zufriedenheit mit der Wirksamkeit von Maßnahmen zur
Temperaturänderungen [%]



Zufriedenheit mit Wirksamkeit der Maßnahmen zur Änderung der Temperatur
(Mittelwert: 2,6; Median: 3,0; SD: 1,27)

29. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?



Temperaturzufriedenheit insgesamt (Mittelwert: 2,79; Median: 3,0; SD: 1,17)

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

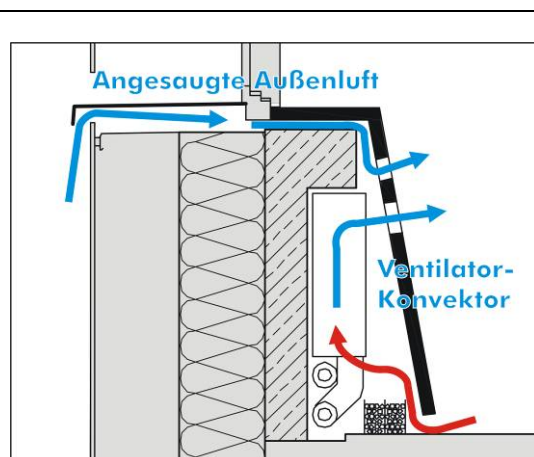


Abb. 1: Prinzip des Zuluft- und Abluftsystems über die Fassade

Quelle: Cornelsen + Seelinger

Information Lüftung und Abluftanlage

Neben der konventionellen Fensterlüftung gibt es eine mechanische Abluftanlage.

Die Zuluft gelangt über Zuluft-Einlässe in der Fassade in den Raum, die Abluft wird über Tellerventile abgesaugt.

Die Frischluft wird außen auf Höhe der Brüstungsoberkante angesaugt, dies soll eine Erwärmung über den Fassadenzwischenraum verhindern. Der Zuluft-Eintritt über die Brüstungsverkleidung in den Büros ist durch einen Schieber verschließbar (Abb. 1).

Da die Lüftungsanlage mit konstanter Leistung arbeitet, erhöht sich bei der Schließung von Lüftungsschlitz in einem Büro unweigerlich die Volumenmenge in den anderen Büros. Dies kann zu unangenehmen Zugerscheinungen an den Luftauslässen in den übrigen Büros führen.

Im Sommer vermindert sich dieser Effekt, da vermehrt zusätzlich über die Fenster gelüftet wird. Die Abluftanlage erreicht tagsüber eine Luftwechselrate von 0,5 1/h (40m³/h pro Person) und wird dazu pro Stunde ca. 20 Minuten betrieben. Nachts wird die Anlage zur Auskühlung des Gebäudes mit einem Luftwechsel von 1,0 1/h gefahren.

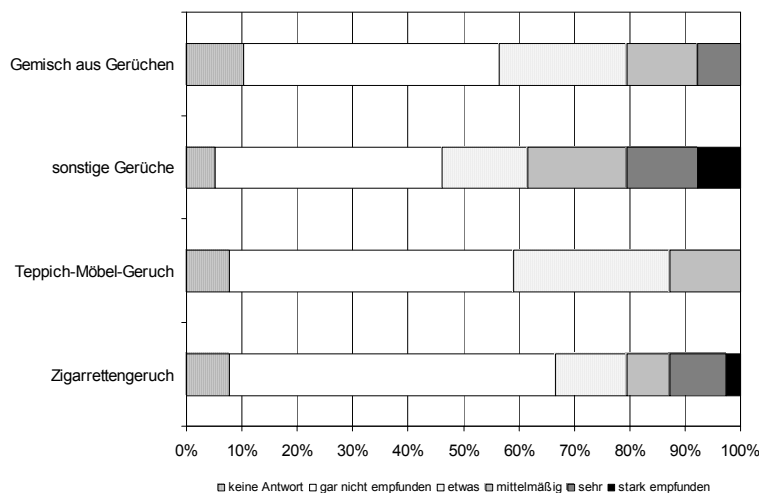
30. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

31. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen** an ihrem **Arbeitsplatz** verspürt?

	Häufigkeit	Prozent
Zugluft nie	5	12,8
selten	5	12,8
manchmal	15	38,5
häufig	8	20,5
immer	4	10,3
keine Antwort	2	5,1

Zugluft (Mittelwert: 2,87; Median: 3,0; SD: 1,32)

32. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



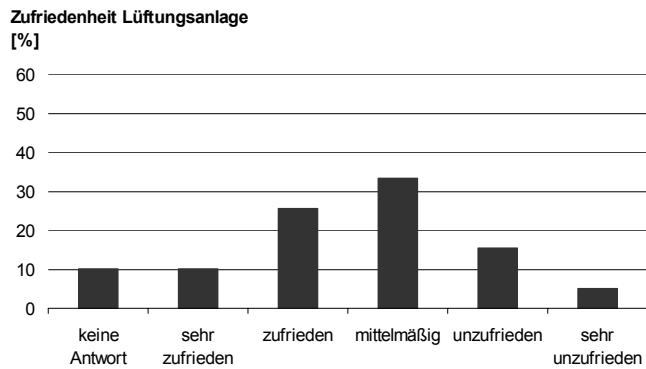
Zigarettengeruch (Mittelwert: 1,62; Median: 1,0; SD: 1,23)

Sonstige Gerüche (Mittelwert: 2,15; Median: 2,0; SD: 1,42)

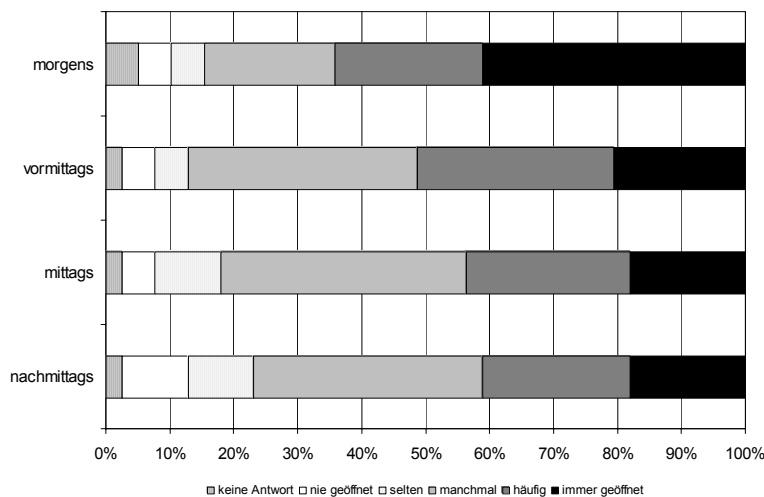
33. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** in Ihrem Raum?

Ja, Lüftungsanlage **mit eigener Regelungsmöglichkeit** vorhanden: 79,5

34. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage**?
(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)



35. Wann standen in den vergangenen vier Wochen in ihrem Raum das/ die Fenster in der Regel **offen**?
(Mehrfachauswahl möglich)



Morgens (Mittelwert: 3,74; Median: 4,0; SD: 1,45)
 Vormittags (Mittelwert: 3,49; Median: 4,0; SD: 1,19)
 Mittags (Mittelwert: 3,3; Median: 3,0; SD: 1,19)
 Nachmittags (Mittelwert: 3,21; Median: 3,0; SD: 1,30)

36. Wann hatten Sie in den letzten vier Wochen das Fenster **hauptsächlich** geöffnet?

	Häufigkeit	Prozent
offen wenn warm	18	46,2
offen wenn Frischluft	31	79,5
offen sonstiges	21	53,8

37. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

	Häufigkeit	Prozent
Tür offen	21	53,8
nie		
1-2h	8	20,5
3-4h	1	2,6
5-6h	3	7,7
mehr als 7h	5	12,8
keine Antwort	1	2,6

38. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?
(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

Luftqualität gesamt (Mittelwert: 2,26; Median: 2,0; SD: 1,05)

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.



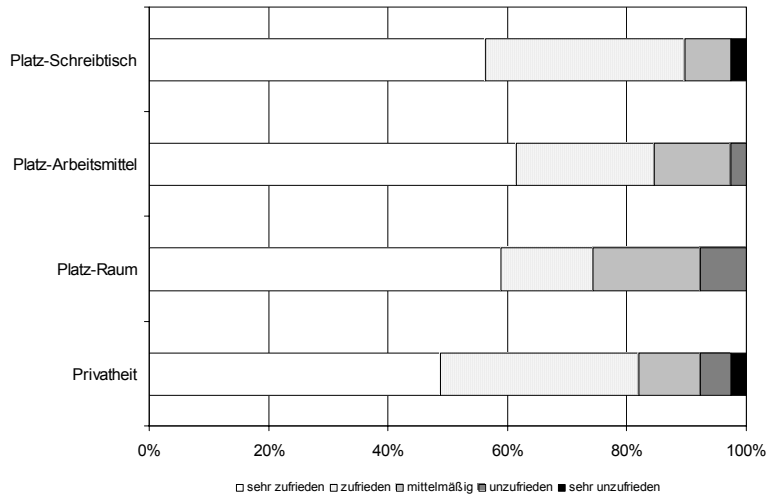
Abb. 2: Ansicht typisches Büro für eine Person



Abb. 3: Ansicht typisches Büro für eine Person

39. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Platz**, ...

40. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?



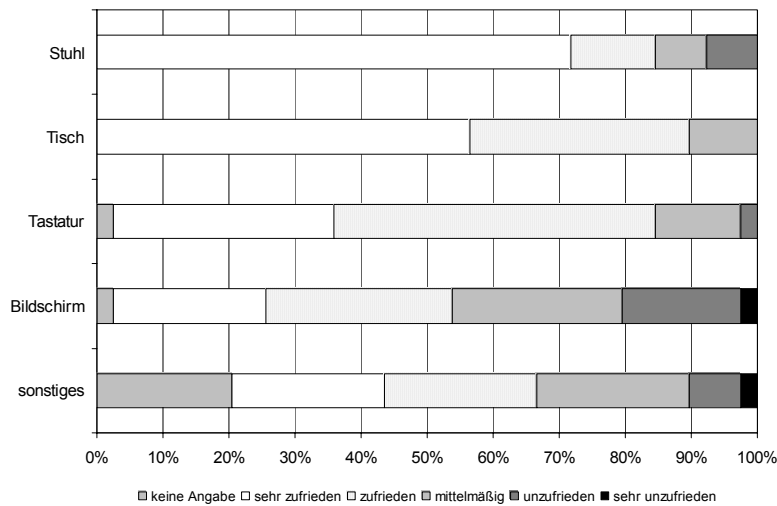
Platz auf dem Schreibtisch (Mittelwert: 1,59; Median: 1,0; SD: 0,85)

Platz für Arbeitsmittel (Mittelwert: 1,56; Median: 1,0; SD: 0,82)

Platz im Raum (Mittelwert: 1,74; Median: 1,0; SD: 1,02)

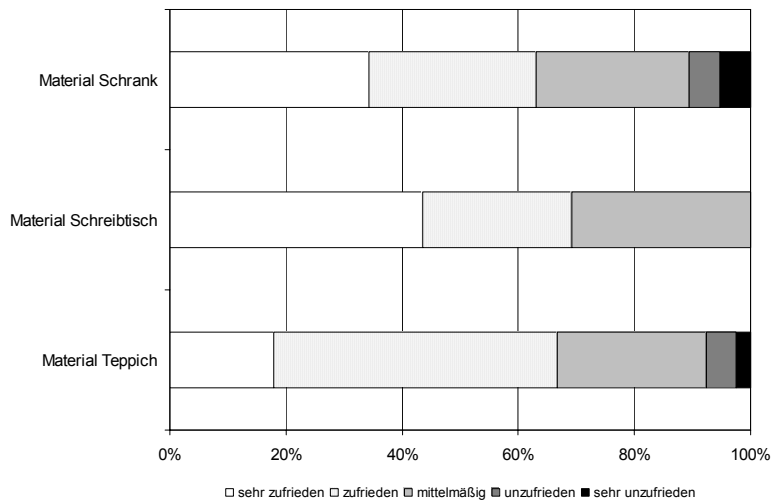
Privatheit (Mittelwert: 1,79; Median: 2,0; SD: 1,00)

41. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem/ ihrer ...?



Bildschirm (Mittelwert: 2,41; Median: 2,0; SD: 1,186)

42. Wie zufrieden sind Sie mit der **Materialwahl** von/ vom ...?

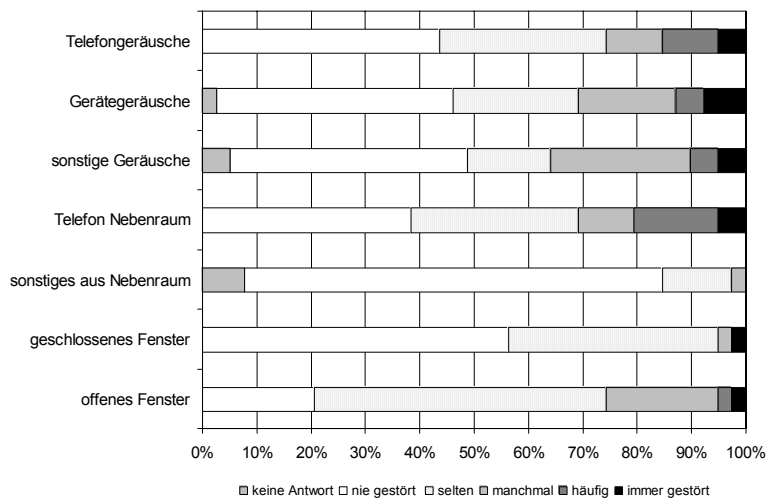


43. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

Einrichtung Büro insgesamt (Mittelwert: 2,18; Median: 2,0; SD: 0,79)

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

44. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*



Telefongeräusche (Mittelwert: 2,0; Median: 2,0; SD: 1,20)

Telefongeräusche Nachbarraum (Mittelwert: 2,18; Median: 2,0; SD: 1,25)

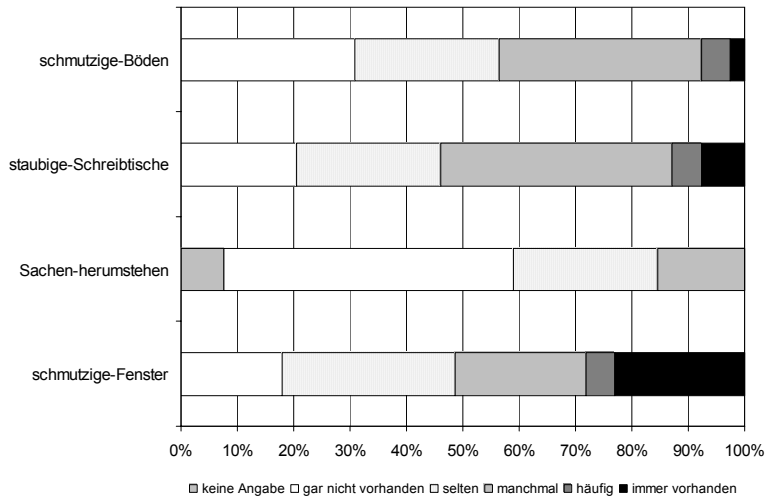
45. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

Geräusche insgesamt (Mittelwert: 2,49; Median: 2,0; SD: 1,09)

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

46. Wie häufig treffen folgenden Angaben nach der Bauphase auf Ihr Büro zu?

(bitte alle Fälle ankreuzen)



Schmutzige Fenster (Mittelwert: 2,85; Median: 3,0; SD: 1,424)

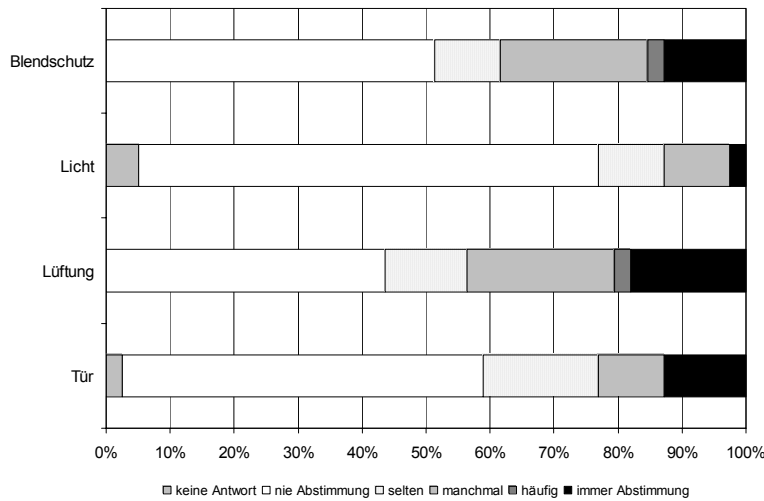
Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 2,4; Median: 2,0; SD: 1,019)

47. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt (nach der Bauphase)** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

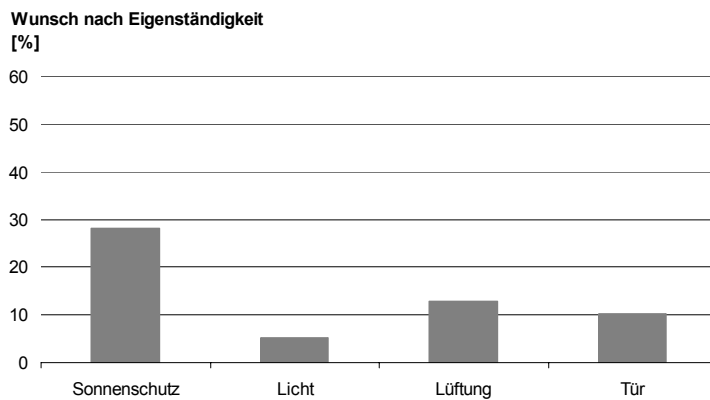
Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 2,4; Median: 2,0; SD: 1,019)

Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **Einflussmöglichkeit auf die Raumqualität und Wichtigkeit verschiedener Faktoren.**

48. **Wie oft** mussten Sie sich bei folgenden Punkten **in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?** *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



49. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich **mehr Eigenständigkeit?** *(Mehrfachauswahl möglich)*



50. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?

Zufriedenheit mit Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,3; Median: 2,0; SD: 0,80)

51. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

Auswertung erwies sich als nicht sinnvoll, da Nutzer erst kurz im Gebäude

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

52. In welcher **beruflichen Stellung** sind Sie derzeit beschäftigt?

		Häufigkeit	Prozent
Berufliche Stellung	keine Antwort	2	5,1
	Sachbearbeiterin	20	51,3
	Redaktion	9	23,1
	leitende Funktion	8	20,5

53. Bitte geben Sie an, wann Ihr **Arbeitsbeginn** in der Regel ist

Auswertung erwies sich aufgrund der Kürzungen der Frage nicht sinnvoll

Vergleich Gebäude B, Gebäude W und Gebäude 1

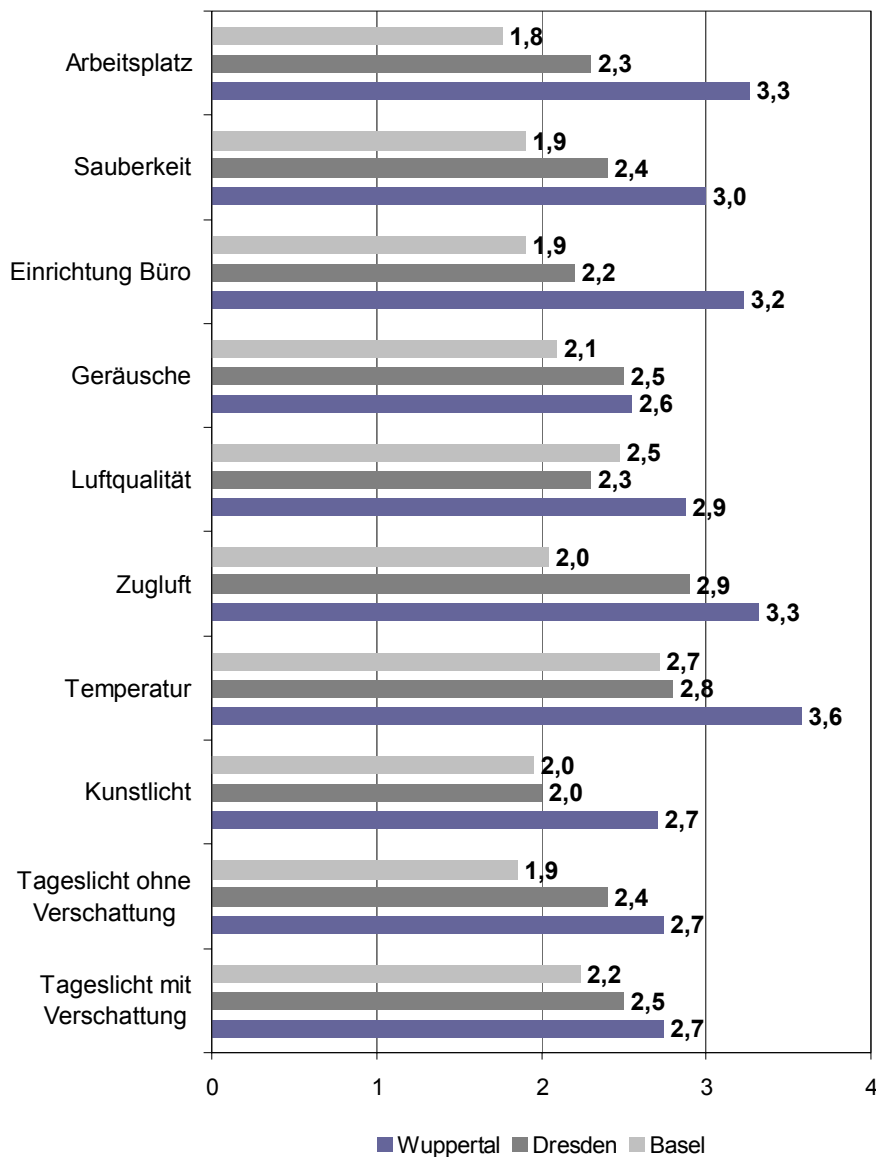


Abb. 4: Bewertung raumklimatischer Parameter im Gebäude B, 1 (Dresden) und W, Angaben Mittelwert. Je geringer der Wert ist, desto zufriedener sind die Nutzer, Werte $\geq 3,0$ entsprechen einer Bewertung von „unzufrieden“ bis „sehr unzufrieden“.

Wichtige Punkte

- Kritischer Bereich ist bei allen Gebäuden die Temperatur.
- Das am schlechtesten bewertete Gebäude ist das Gebäude W
- Die höchste Zufriedenheit insgesamt wird in Gebäude B erreicht.
- Kritischste Punkte in Gebäude 1 ($\geq 2,8$) sind die Temperatur und die Zugluft
- Kritischste Punkte in Gebäude W ($\geq 2,8$) sind die Temperatur, die Zugluft, der Arbeitsplatz, die Einrichtung der Büros, die Sauberkeit und die Luftqualität
- Kritischste Punkte in Gebäude B sind die Temperatur und die Luftqualität (aber alle $\leq 2,7$)

Literatur zu Anhang 2

- [Deutscher et al., 2000a] Deutscher, P.; M. Elsberger; L. Rouvel. 2000a. "Sommerlicher Wärmeschutz - Eine einheitliche Methodik für die Anforderungen an den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz, Teil 1". *Bauphysik* 22 (2), 114-120.
- [Deutscher et al., 2000b] Deutscher, P.; M. Elsberger; L. Rouvel. 2000b. "Sommerlicher Wärmeschutz - Eine einheitliche Methodik für die Anforderungen an den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz, Teil 2". *Bauphysik* 22 (3), 178-184.
- [Doose, 2005] Doose, D. 2005. *Decken als temporäre Wärmespeicher*. FH-Trier Umwelt-Campus Birkenfeld [Diplomarbeit].
- [Keller, 1997] Keller, B. 1997. *Klimagerechtes Bauen - Grundlagen - Dimensionierung - Beispiele*. Stuttgart: B.G.Teubner.
- [Lude et al., 2004a] Lude, G.; J. Werner. 2004a. "Das Passivhaus im Thiepvalareal - Teil 1". *EnergieEffizientes Bauen* 2, 17-20.
- [Lude et al., 2004b] Lude, G.; J. Werner. 2004b. "Das Passivhaus im Thiepvalareal - Teil 2". *EnergieEffizientes Bauen* 3, 11-16.
- [Münter, 2005] Münter, M. 2005. "Gebäude sanieren - Komponenten im Test". *BINE Informationsdienst* 13.
- [Reuter, 2004] Reuter, T. 2004. *Raumklimaanalyse: Haus der Presse in Dresden*. Bergische Universität Wuppertal, Bauphysik + Technische Gebäudeausrüstung (b+tga) [interne Studie].
- [Voss et al., 2006] Voss, K., et al. 2006. *Bürogebäude mit Zukunft*. 2. Auflage. Berlin: Verlag Solarpraxis.

Anhang zu Kapitel 3

3.1 Arbeitsplatz

3.1.1 Gesetzliche und normative Anforderungen an den Arbeitsplatz

Info A3.1.1-1: Überschlagswerte für ein ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichteunterschiede [VBG, 2004]

- Reflexionsgrade der Arbeitsumgebung sollen so gewählt werden, dass sich zwischen Arbeitsfeld und Umfeld keine größeren bzw. kleineren Leuchtdichteunterschiede als 3:1 bzw. 1:3 ergeben.
- Das Verhältnis der kleinsten zur mittleren Beleuchtungsstärke soll in der einer Tätigkeit dienenden Raumzone bei etwa 1:1,5 liegen.
- Beleuchtungsart, Reflexionsgrade und Farben ausgedehnter Flächen im Gesichtsfeld sollten aufeinander abgestimmt sein: Zu geringe Leuchtdichte- und Farbunterschiede bewirken einen monotonen Raumeindruck. Größere Leuchtdichteunterschiede als 10:1 und 1:10 zwischen Arbeitsfläche und Arbeitsumgebung sollten vermieden werden.

Tab. A3.1.1-1: Gesetzliche Anforderungen an die Tageslichtöffnungen in Büros

Verwendet Abkürzungen: RT = Raumtiefe, RB = Raumbreite, RH = Raumhöhe, F = Fenster, FF = Fensterfläche
Anmerkung: Bei der ASR ist „Fenster“ nicht näher definiert, DIN 5034-1 bezieht sich auf die durchsichtige Fensterfläche

	ASR 7/1 zu §7 Abs. 1 der ArbStättV*	DIN 5034-1:1999-10
Fensterfläche	<ul style="list-style-type: none"> • RT ≤ 5 m: F-fläche ≥ 1,25 m² • RT > 5 m: F-fläche ≥ 1,5 m² • Für NGF ≤ 600 m²: ∑ F-flächen ≥ 0,1 * NGF 	<ul style="list-style-type: none"> • ∑ aller FF ≥ 30 % von RB* RH • Breite des F (bzw. ∑ der Breiten aller F) ≥ 55% der RB. • Grundfläche ≤ 600m² ∑ Fläche der Sichtverbindung 1/10 der Grundfläche
Fenstermasse (mindestens)	1,25 m hoch und 1,0 m breit	Rohbaufensterhöhe 1,3 m; Breite jedes F ≥ 1 m
Öffnungsposition		Oberkante der F-brüstung sollte mindestens 0,9 m, die Unterkante der durchsichtigen F-teile höchstens 0,95 m über dem Fußboden liegen

* = Die neue [ArbStättV, 2004] trat am 25.8.2004 in Kraft. Die [ArbStättV, 2002] sind jedoch noch bis zu einer Überarbeitung durch den Ausschuss für Arbeitsstätten noch gültig, längstens jedoch 6 Jahre.

Info A3.1.1-2: Definition Tageslichtquotient

Bei der Beleuchtung von Innenräumen mit Tageslicht gibt es drei Arten von Lichtquellen: die Sonne, das Himmelsgewölbe und die von diesen beiden Lichtquellen an Gegenständen der Umgebung erzeugten Reflexionen. Diese drei Strahlungsquellen sind nicht konstant, sie sind von Tageszeit, Jahreszeit, von der Bewölkung und von Witterungseinflüssen abhängig.

Um die unterschiedlichen astronomischen und meteorologischen Einflüsse zu vermindern und Messungen untereinander vergleichbar zu machen, wird zur Definition der Tageslichtverhältnisse in Innenräumen der Tageslichtquotient verwendet.

Er beschreibt das Verhältnis der bei bedecktem Himmel außerhalb des Gebäudes verfügbaren Beleuchtungsstärke zu derjenigen, die tatsächlich im Gebäudeinneren zur Verfügung steht.

$$D = E_p / E_{hz} (\%)$$

3.1.2 Büroraumkonzepte

Häufigkeitsverteilung derzeit genutzter Büroformen

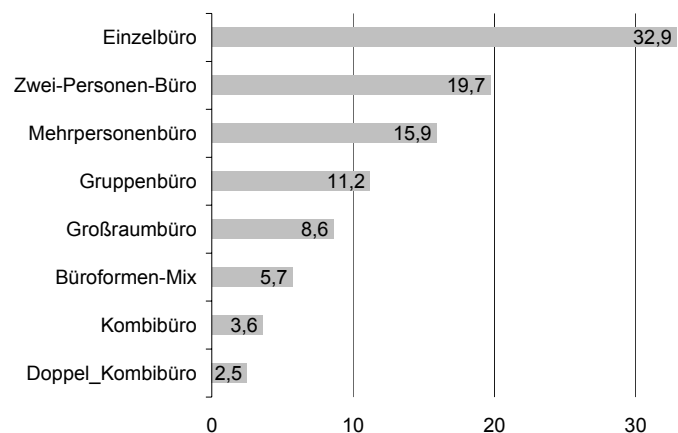


Abb. A3.1.2-1: Häufigkeitsverteilung derzeit genutzter Büroformen. Basis der empirischen Nutzerstudie „Soft Success Factors“ sind 706 beantwortete Fragebögen von Mitarbeitern unterschiedlicher Hierarchieebenen. Befragungszeitraum: k.A.

Quelle: [Bauer et al., 2003]

Info A3.1.2-1 Desksharing

Beim territorialen Desksharing besitzen die Beschäftigten einen festen Arbeitsplatz, den sie sich mit anderen Arbeitskollegen teilen (Schichtdienst, feste wechselnde Arbeitszeiten).

Beim non-territorialen Bürokonzept wird die direkte Zuordnung von Arbeitsplatz zu Mitarbeiter aufgehoben. Die Arbeitsplätze werden für bestimmte Zeiten reserviert und nach der Nutzung wieder geräumt (clean-desk-Prinzip). Grundsätzlich könnte das Konzept in jeder Büroform umgesetzt werden, meist werden jedoch Büroformen, die die Kommunikation der Mitarbeiter unterstützen (Gruppen- oder Kombibüros) und unterschiedliche Raumangebote bieten, bevorzugt [Schneider et al., 2004]. Das Verhältnis der Arbeitsplätze zur Anzahl der Nutzer, die „Sharing-Ratio“, liegt in der Regel zwischen 50 und 80 %.

Vorteilhaft ist die Flächeneffizienz für den Betreiber (die Mitarbeiter halten meist noch einen Arbeitsplatz zu Hause vor), die Reduktion von benötigten Arbeitsmitteln und die hohe Flexibilität bei der Umstrukturierungen der Büroorganisation.

Nachteilig ist der Widerstand der Angestellten bei der Einführung, die sich – befragt nach den Ursachen – in der Mehrzahl mit eigenem Arbeitsplatz „wohler fühlen“ [Neuhaus, 2003], oder ihn als Identifikationspunkt empfinden [ergo-online, 2005].

Allgemein wird bei der Realisierung in bestehenden Strukturen eine professionelle Beratung und eine partizipative Mitgestaltung der Arbeit durch die Mitarbeiter sehr angeraten [Hascher et al., 2002]. Ein Wertausgleich z. B. mit flexibleren Arbeitszeiten kann eine Ablehnungshaltung vermeiden helfen [Schneider et al., 2004].

Business Club

Er gilt als Oberbegriff für Bürostrukturen, die auf einem non-territorialen Organisationsprinzip basieren. In der Regel setzt sich ein Business Club aus einem Bereich für die Mitarbeiter (Einzelarbeitsplätze, Projekt- und Besprechungsräume), einem organisatorischen Bereich (Sekretariat, Schließfächer, Besprechungsräume, Garderobe und Cafeteria) und einem Lounge-Bereich für das „entspannte Arbeiten“ zusammen.

Abb. A3.1.2-2: Präferenz von Büroformen durch Angestellte. Studie des IAO, ohne Jahresangabe zitiert in [Neuhaus, 2003]

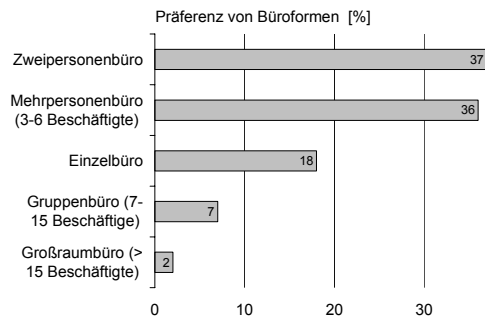
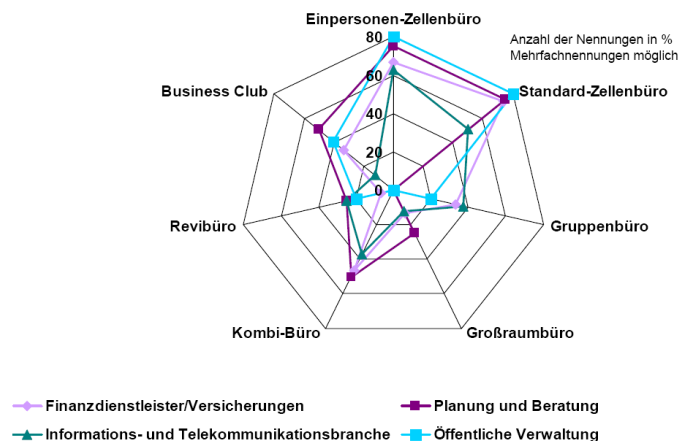


Abb. A3.1.2-3: Nutzerspezifische Büroraumkonzepte. Die Befragung wurde unter Immobilienentwicklern (Bauträger, Projektentwickler, Bauunternehmen sowie Consultants für Projektsteuerung und -management) im Jahre 2003 durchgeführt, die Stichprobe umfasste 60 Immobilienunternehmen
Quelle: [Giesemann et al., 2003]



Info A3.1.2-2: Planungshinweise für Kombibüros

- Bei der Planung offener Besprechungszonen in der Kombizone, sollte auf ausreichende Verdunkelungsmöglichkeiten für Präsentationen geachtet werden.
- Sind in der Kombizone – temporäre – Arbeitsplätze untergebracht, so können die Nutzer dieser Arbeitsplätze durch die offene Besprechungszone gestört werden.
- Offene Technikbereiche in der Kombizone verursachen Lärm, sie sollten durch raumhohe Wände abgeschlossen werden.
- Es ist sinnvoll den Grundriss von „laut nach leise“ zu organisieren. Danach sollten Meetingpoints direkt an den Erschließungsbereich anschließen und Arbeitszonen für konzentriertes Arbeiten an den Kopfenenden in beruhigten und abgeschlossenen Gebäudeflügeln ohne Durchgangsverkehr angeordnet sein.

3.3 Normative Anforderungen an die – sommerliche - Raumtemperatur

3.3.1 Sommerlichen Temperaturen in der europäischen Normgebung

Info A3.3.1-1

Nach [Visier et al., 2004] lassen sich prinzipiell die Vorgehensweisen „Empfehlungen“ und „Vorschriften“ unterscheiden, die zum Teil auch miteinander kombiniert werden. Die Empfehlungen betreffen vorwiegend die solaren Gewinne und deren Reduktion. Zusätzlich dazu thematisieren einige Länder auch die Belüftung, Griechenland zum Beispiel empfiehlt die Nachtlüftung und Frankreich, dass der Anteil mit zu öffnenden Fenstern an der Fassade über 30 % liegen soll.

Inhalte von Vorschriften sind häufig der Sonnenschutz, die Verglasung und die Speichermasse der Gebäude. Inhaltlich treten von Land zu Land allerdings Unterschiede auf. Beispielsweise schreiben beim Sonnenschutz einige Länder dessen Eigenschaften (Griechenland) und die der Verglasung, z. B. g-Wert (Portugal, Frankreich, für Südfassade

abhängig von Speichermasse g-Wert < 56 %), andere Länder orientieren sich an maximalen Eintragungswerten (z. B. Deutschland, England).

Der Verglasungsanteil bezogen auf die Fassadenfläche oder den Raum wird von einigen Ländern begrenzt (z. B. Norwegen, Österreich, England, Frankreich, Griechenland). Der Nachweis von Speichermasse ist eher selten (Portugal, Griechenland, Frankreich und Schweiz).

Sehr wenige Länder verlangen Berechnungen von Teilbereichen, wie z. B. der Kühllast (Griechenland, Belgien, Niederlande und Portugal).

Die eben beschriebenen Ansätze der einzelnen Länder behandeln das Thema der sommerlichen Raumtemperaturen von der physikalischen Seite. Sehr wenige Länder haben eigene Anforderungen an die Komfortbedingungen.

Tab. A3.3.1-1: Empfehlungen (E) und Vorschriften (V) einiger Länder. Datenquelle: [Visier et al., 2004].

	Innentem- peraturen (IT)	Belüftung	Sonnen- schutz	Glasfläche z. T. nach Orientierung	Masse	Berech- nungen Kühllast, IT
Dänemark			(E)	(E)		
Finnland	(E) ¹				(E)	
Deutschland	ASR ²	(E) ⁴	(V)	(E) ⁴		
Portugal			(V)	(V)	(V)	teilweise
Frankreich		(E)	(V)	(V)	(V)	
England Wales			(V)	(V)		
Österreich	(E) ³					
Griechenland		(E)	(V)		(V)	
CH			(V)		(V)	
Norwegen				(V)		
Niederlande						

¹ < 27 °C oder 5 h Mittel aus AT + 5 °C

² DIN EN 13779 gilt für mechanisch belüftete Gebäude, siehe 3.3.3

³ < 25 °C

⁴ fließt in Grenzwert für solare Einträge mit ein

3.3.2 Normen im Bereich des thermischen Komforts

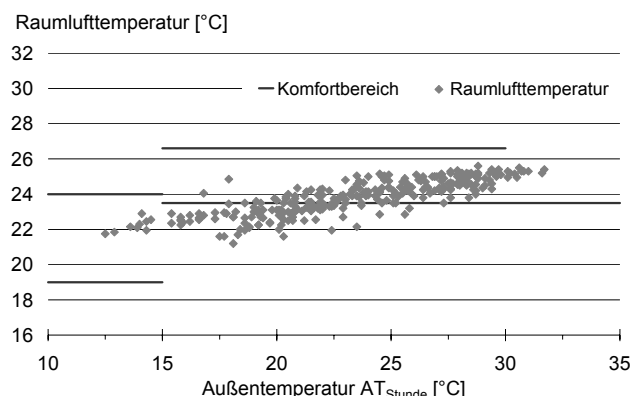
Abb. A3.3.2-1: Anwendung der SIA 180:1999 auf das Gebäude B.

Messperiode: (10.07. – 18.08.2004)

Datenermittlung: Die Raumlufttemperatur (der Standard sieht die operative Raumtemperatur vor) wurde für jeden Raum einzeln an allen Arbeitstagen von 8 bis 18 Uhr ausgewertet und aus den Einzelauswertungen der Daten aller Räume der Median errechnet.

Dargestellt ist der Sommerfall. Bei maximalen Stundenmittelwerten der Außentemperatur über 30 °C darf die Raumlufttemperatur auch über 28 °C gehen.

Der Komfortbereich wird kaum überschritten, aber sehr häufig unterschritten.



Info A3.3.2-1 Nicht normative „Behaglichkeitsdiagramme“ in der Literatur

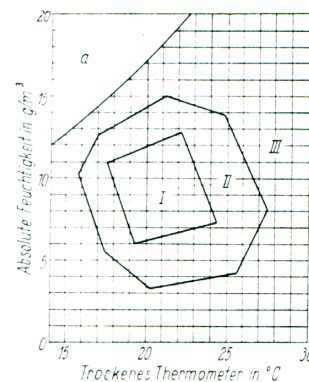


Abb. A3.3.2-2: Diagramm nach Leusden und Freymark. Die Texte zu den Ziffern 1-3 sind weiter unten zitiert.

Dieses häufig zitierte Diagramm stammt von Leusden/Freymark aus dem Jahre 1951. Die Verwendung des Diagramms in der Literatur lässt die Annahme entstehen, dass das Diagramm im Zusammenhang mit den Untersuchungen Fangers erstellt wurde und sich die verwendeten Begriffe: „behaglich“ und „noch behaglich“ auf Werte innerhalb der Komfortskala nach [Fanger, 1972] beziehen.

Dieses Missverständnis hat zwei Ursachen:

1. Wird dieses Diagramm zitiert, dann wird nicht immer die Originalquelle [Leusden et al., 1951] angegeben, sondern häufig Werke neueren Datums, die ihrerseits die Grafik verwenden.

Beispiel: Verwendung der Grafik in [Pistohl, 1998]:

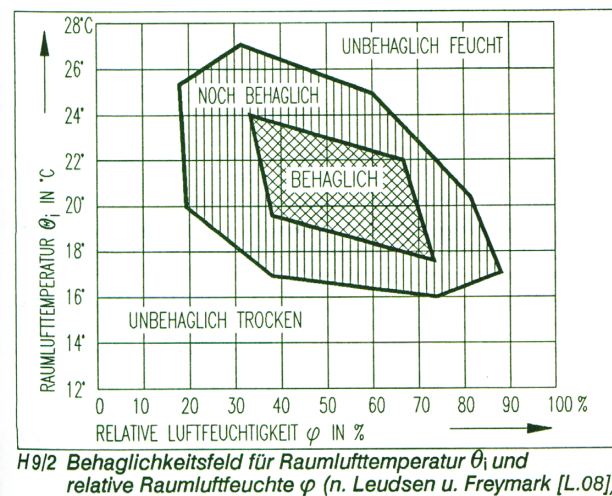


Abb. A3.3.2-3: Diagramm in [Pistohl, 1998]

Bildunterschrift Diagramm:

„Behaglichkeitskennfeld für Raumlufttemperatur ν_i und relative Feuchte φ (n. Leusden u. Freymark)“

Als Literaturquelle findet man das Werk [Lampe et al., 1974] aus dem Jahre 1974 angegeben.

In diesem Werk wird das Diagramm zitiert, mit dem Verweis auf die Urquelle [Leusden et al., 1951].

2. Die Grafik von Leusden und Freymark wird im Zusammenhang mit Untersuchungen neueren Datums verwendet, die den Eindruck entstehen lassen, die verwendeten Begriffe in der Grafik seien auf die neueren Untersuchungen abgestimmt, bzw. stünden mit diesen im Einklang.

Beispiel: Abbildung der Grafik in [Frank, 1975], mit Angabe der Originalquelle.

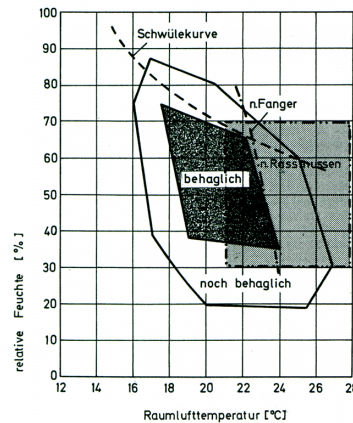


Abb. A3.3.2-4: Diagramm nach Leusden und Freymark (schwarzes Feld) zitiert in [Frank, 1975]

Die anderen Kurven in dem Diagramm stammen von neueren Untersuchungen. Die Verwendung der Begriffe „behaglich“, „noch behaglich“ durch Leusden und Freymark wird hier nicht kommentiert.

Wie haben nun die Autoren im Jahr 1951 die Begriffe tatsächlich verwendet? Zunächst ist dabei das Anliegen des Artikels, nämlich die Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und des Wissensstandes der Forschung (zur damaligen Zeit) für die einfache Anwendung in der Praxis, zu nennen.

Die Skala der Autoren umfasst drei Zonen:

- „Zone 1: (gute Bedingungen) umschließt den Bereich, der von fast allen Autoren als behaglich oder sogar ausgesprochen behaglich bezeichnet wird.
- Zone 2: (erträgliche Bedingungen) dehnt sich auf den Bereich aus, der noch von einem Teil der Autoren als behaglich angesehen wird und zumindest eine Gesundheitsgefährdung ausschließt
- Zone 3: (schlechte Bedingungen) erfasst den restlichen Bereich, der ganz allgemein als unzulänglich angesprochen wird. Nicht immer wegen eines auftretenden Unbehaglichkeitsgefühls, sondern besonders auch wegen möglicher „Krankheitsgefahr“.

Zwei Dinge werden so deutlich. Zum einen verwenden die Autoren die Begriffe „behaglich“ und „noch behaglich“ nicht selber in den Diagrammen (siehe auch Abb. 1), sondern als Bestandteil der Zonendefinitionen. Es ist daher anzunehmen, dass die Begriffe den Diagrammen später hinzugefügt wurden, so erklären sich auch die Bildunterschriften, die meistens „...nach Leusden / Freymark“ lauten.

Zum anderen gehen die einzelnen Zonen für die Autoren aus der Auswertung und dem Vergleich unterschiedlicher Literaturquellen hervor.

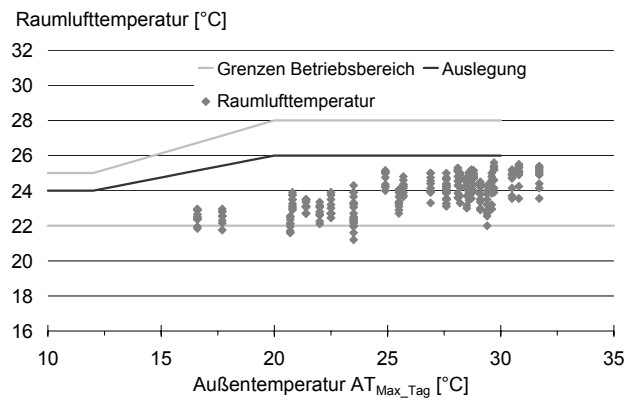
Zuletzt noch ein Blick auf die von den Autoren ausgewerteten Literaturquellen. Von den insgesamt 24 angegebenen Quellen stammt der Großteil aus den 30er und 40er Jahren des letzten Jahrhunderts (1 Quelle: 1929, 16 Quellen: 1930-1939, 6 Quellen: 1940-1949, 1 Quelle: 1951).

Fazit

Es kann davon ausgegangen werden, dass die der Grafik zugeordneten Begriffe „behaglich“ und „noch behaglich“ nicht auf einem gemeinsamen Definitionsfundament mit der späteren Verwendung durch Fanger u.a. stehen und im Rahmen der späteren Verwendung des Diagramms auch nicht angepasst wurden.

3.3.3 Normen im Bereich Raumtemperatur mit aktiver Kühlung

Abb. A3.3.3-1: Anwendung der SIA 382/2 auf das Gebäude B, Messperiode und Berechnung siehe Abb. A3.3.2-1. Als Außentemperatur wird der maximale Stundenmittelwert des jeweiligen Tages angegeben. Bei maximalen Stundenmittelwerten ≥ 30 °C darf die Raumlufttemperatur ≥ 28 °C sein. Dargestellt ist der Median. Der Betriebsbereich wird nicht überschritten, nur unterschritten. In der Norm werden allerdings auch nur Überschreitungen als unzulässig angegeben.



Literatur zu Anhang 3

- [ArbStättV, 2002] *Verordnung über Arbeitsstätten.*
- [ArbStättV, 2004] *Verordnung über Arbeitsstätten: BGBl I S. 2179.*
- [Bauer et al., 2003] Bauer, W., et al. (Hrsg.). 2003. *Office 21: Zukunftsoffensive OFFICE 21 - Mehr Leistung in innovativen Arbeitswelten.* Stuttgart: Egmont vgs.
- [ergo-online, 2005] Gesellschaft Arbeit und Ergonomie - online e.V. 2005. www.sozialnetz.de/ca/ph/het/.
- [Fanger, 1972] Fanger, P. O. 1972. *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering.* New York: McGraw-Hill.
- [Frank, 1975] Frank, W. 1975. "Raumklima und thermische Behaglichkeit". *Berichte aus der Bauforschung* 104, 1-36.
- [Giesemann et al., 2003] Giesemann, S.; P. Voigt. 2003. *Zukunftsorientierte Bürokonzepte - Eine Betrachtung aus Sicht der Immobilienentwicklung.* Frankfurt am Main: DEGI Deutsche Gesellschaft für Immobilienfonds mbH.
- [Hascher et al., 2002] Hascher, R.; S. Jeska; B. Klauck (Hrsg.). 2002. *Entwurfsatlas Bürobau.* Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser - Verlag für Architektur.
- [Lampe et al., 1974] Lampe, G., et al. 1974. *Lüftungs- und Klimaanlageanlagen in der Bauplanung.* Wiesbaden und Berlin: Bauverlag.
- [Leusden et al., 1951] Leusden, F. P.; H. Freymark. 1951. "Darstellungen der Raumbehaglichkeit für den einfachen praktischen Gebrauch". *G.I.* 72 (16), 271-273.
- [Neuhaus, 2003] Neuhaus, R. 2003. *Büroarbeit planen und gestalten - Teil 2: Moderne Bürokonzepte und Telearbeit.* (Hg. v. Institut für angewandte Arbeitswissenschaften e. V.). Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.
- [Pistohl, 1998] Pistohl, W. 1998. *Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele.* 2. Auflage. Düsseldorf: Werner Verlag.
- [Schneider et al., 2004] Schneider, W.; A. Windel; B. Zwingmann (Hrsg.). 2004. *Zukunft der Arbeit - Bewerten, Vernetzen, Gestalten.* Dortmund, Berlin, Dresden: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- [VBG, 2004] VBG. 2004. *Bildschirm- und Büroarbeitsplätze - Leitfaden für die Gestaltung.* Berichts-Nr.: SP 2.1 (BGI 650), Hamburg: Verwaltungs- und Berufsgenossenschaft.
- [Visier et al., 2004] Visier, J. C.; (Hrsg.). 2004. *Energy Performance of Buildings - Calculation Procedures Used in European Countries.* Berichts-Nr.: 02-126R, Brussels (B): Belgian Building Research Institute (BBRI-CSTC-STCB).

Anhang Kapitel 4

4.1 Eigenschaften des Nichtwohn- und Bürogebäudebestands in Deutschland und Europa

4.1.1 Größe des Nichtwohn- und Bürogebäudebestands in Europa und Deutschland

Info A4.1.1-1: Datengewinnung [Rußig, 1999] (Abb. 4.3 und 4.4)

Die Datenlage für Deutschland ist unsicher. 1950 wurde letztmals eine Zählung von Wohn- und Nichtwohngebäude durchgeführt, die allerdings die Nichtwohngebäude nicht näher ausdifferenzierte. Daher wurde für die Angaben zum Bestand in Deutschland die Kumulationsmethode angewendet. Dabei wird der Gebäudebestand an einem bestimmten Zeitpunkt durch die Addition der Neuzugänge und Abgänge berechnet. Diese Methode ist nur dann genau, wenn die Grundannahme korrekt ist. In diesem Punkt liegt in Deutschland der Unsicherheitsfaktor.

In den anderen Ländern konnte die Kennziffermethode verwendet werden. Dabei wird auf sektorspezifische Kennziffern (z. B. m² Bürofläche / Person) zurückgegriffen und diese dann mit der Gesamtzahl der im jeweiligen Sektor Beschäftigten (z. B. Büroangestellte) hochgerechnet.

Es gibt keine Angabe, auf welche Art von Fläche (NF, BGF, NGF) sich die Werte beziehen.

Info A4.1.1-2: Datengewinnung und Umrechnung zu Abb. 4.5

Schweiz: [Wüest et al., 1991]. Die Analyse des Gebäudebestands Schweiz wurde 1991 im Rahmen des Impulsprogramms Bau – Erhaltung und Erneuerung erstellt. In Ermangelung einer gesamt-schweizerischen Erhebung für Nichtwohngebäude greift die Untersuchung auf Unterlagen der kantonalen Feuerversicherung zurück. Diese decken rund 50 % des gesamten schweizerischen Gebäudevolumens ab. Die übrigen Anteile für den Bereich Nichtwohngebäude wurden mittels der Beschäftigungszahl 1985 für einzelne Untergruppen ergänzt. Auch die Altersklasseneinteilung der Gebäude begründet sich auf Dokumentationen eines Teilbestands, der hochgerechnet wurde. Das hat weniger präzise Angaben bezüglich der Altersstruktur zur Folge.

Umrechnung der Originaldaten für die Grafik: 107 Mio. m³ Bruttovolumen. Mit Annahme einer durchschnittlichen Geschosshöhe von 3,0 m Umrechnung auf BGF und diese nach [VDI 3807, 1994] auf NGF.

Eine aktuelle Erhebung [Pavlu et al., 2004], die auf [Wüest et al., 1991] Bezug nimmt und die Daten durch neuere Angaben der kantonalen Gebäudeversicherungen einer Revision unterzog und fortschrieb, nennt für das Jahr 2003 einen Gesamtbestand an Bürogebäuden von 34,9 Mio m²_{EBF} (rund 30,4 m²_{NGF}). Die Angaben in [Pavlu et al., 2004] liegen etwas unter den Angaben von [Wüest et al., 1991].

Schweden: [Byggnadsradet, 1995] zitiert in [Blomsterberg, 2004] (unveröffentlicht).

Norwegen: Statistics Norway, 2005.

Österreich: [Mahidi, 2004]

Info A4.1.1-3: Datengewinnung Erhorn / Gierga (Abb. 4.6)

[Erhorn et al., 1992]

Nach einer internen – unveröffentlichten – Fortschreibung der 1950 durchgeführten Erfassung der Nichtwohngebäude durch das Statistische Bundesamt gab es im Jahr 1988 4,97 Mio. Gebäude, von denen aber weder die Nutzung, noch der beheizte Flächenanteil genau bekannt sind.

Hochrechnungen über Bautätigkeits- (1) und Arbeitsstättenstatistik (2) weisen Schwierigkeiten auf.

- (1) alle Gebäude werden erfasst, das Kriterium der Beheizbarkeit erst ab 1983 vollständig ausgewiesen. Bei neueren Bautätigkeitsstatistiken ist etwa die Hälfte der Gebäude unbeheizt, im Bestand ist der Anteil an unbeheizten Gebäuden vermutlich höher.
- (2) dient zur Abschätzung der gewichteten Verteilung der Gebäudearten, gemischtgenutzte Gebäude werden aber nicht berücksichtigt. Daher stimmt die Zahl der Arbeitsstätten nicht mit der Anzahl beheizter Nichtwohngebäude überein.

Mit der Angabe von 4,97 Mio. Gebäudeeinheiten und Hochrechnungen geht die Studie von 2,75 Mrd. m²_{NF} Nichtwohngebäude aus. Davon abgezogen werden:

- Gebäude mit industrieller Nutzung: 200 Mio. m²_{NF} (1,6 Mio. Stk.)
- und 1,6 Mrd. m²_{NF} landwirtschaftliche Gebäude.

Es ergeben sich 910 Mio. m²_{NF} als beheizte Fläche von Nichtwohngebäuden in Westdeutschland. Weitere Differenzierung in drei Baualtersklassen nach Baustandards (bis 1951, 1952-1977 und 1977-1992) und 21 repräsentative Nichtwohngebäudetypen mit zugeordneten Nutzungen.

4.1.2 Energieverbrauch von Bürogebäuden in Europa und Deutschland

Info A4.1.2-1: Weitere Angaben zu Abb. 4.8

Begriffe

- Raumwärme: Beim VDEW ist hierin auch der Endenergieverbrauch für Klimatisierung enthalten (auch Kühlen). Bei Schlomann et. al. ist hier der Energieaufwand für die Nachheizung bei Klimaanlage enthalten.
- Prozesswärme: Warmwasserbereitung, Wärmeprozesse im Haushalt (Kochen) und Wärme für Fertigungsprozesse im Gewerbe.
- Prozesskälte: Kühlprozesse (z. B. Kühlung von Lebensmitteln). Bei Schlomann et. al. wird hier der Strom- oder Brennstoffaufwand zur Kälteerzeugung geführt (Aufwand für Nachheizung unter Raumwärme)*.
- Mechanische Energie: hier sind Kommunikation, Maschinen und Bürogeräte enthalten.

* = Auskunft B. Schlomann 18.07.05

Datengewinnung

AGEB / VDEW: Die AGEB wertet Statistiken aus allen Gebieten der Energiewirtschaft nach einheitlichen Kriterien aus und stellt daraus Energiebilanzen zusammen. Auf dieser Datengrundlage und anhand von Analysematerial und Messungen erstellt der VDEW die Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs für Haushalte und den GHD-Sektor. [Schlomann et al., 2004]: Ziel der Studie ist eine Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs nach Subsektoren innerhalb des GHD-Sektors. Dazu wurden per Interview Energieverbrauchsdaten gesammelt und mittels Beschäftigtenzahlen und weiteren statistischen Angaben Hochrechnungen erstellt.

Absoluter Endenergieverbrauch

- VDEW / AGEB Haushalte 2002: 788,7 TWh
- VDEW / AGEB GHD 2002: 429,4 TWh
- [Schlomann et al., 2004] GHD: 381,7 TWh
- [Schlomann et al., 2004] „büroähnliche Betriebe“: 84,7 TWh
- [Kolmetz et al., 1995] GHD: 505,5 TWh, Stand 1989 (Anmerkung: da der Wert in den Folgejahren sank, ist die Angabe plausibel)

Kommentar

In [Schlomann et al., 2004] werden die Ergebnisse der Hochrechnung anhand von Daten der VDEW / AGEB aus dem Jahr 2002 überprüft. Diese im Text zitierten Daten der AGEB weichen von denen, die von der AGEB für das Jahr 2002 veröffentlicht werden (www.ag-

energiebilanzen.de) ab. Nach Rücksprache** waren die damals verfügbaren Zahlen für das Jahr 2002 vorläufig und wurden nochmals von der VDEW / AGEB zu einem späteren Zeitpunkt revidiert.

** = Auskunft B. Schlomann 11.07.05

Tab. A4.1.2-1: Primärenergiefaktoren nach [DIN V 18599-1:2005-07], aufgeführt ist jeweils der nicht erneuerbare Anteil

	Primärenergiefaktor
	MWh_{pri}/MWh_{end}
Strom	2,7
fossile Energieträger	1,1
Biomasse	0,2

4.2 Sanierungsgründe auf Gebäudeebene

4.2.1 Klimaveränderung

Tab. A4.2.1-1: Simulationsannahmen für die Untersuchung der Wetterdatensätze [Frank, 2005]

	Wohngebäude	Büro
Verglasungsfläche (%)	30	30
Interne Lasten (W/m^2)	4	20-30
set-point Heizen ($^{\circ}C$)	20	20
set-point Kühlen ($^{\circ}C$)	26	26
Luftwechsel Fenster (1/h)	0,3-0,5 Nachtlüftung beginnt bei Innentemperatur $> 24^{\circ}C$	-
Luftwechsel mechanisch ($m^3 \cdot h/m^2$)	-	2,7
Verschattung (g-Wert gesamt)	10 % Verschattung wird bei Strahlungsleistung $> 200 W/m^2$ auf Fassade heruntergefahren	10 % Verschattung wird bei Strahlungsleistung $> 200 W/m^2$ auf Fassade heruntergefahren

4.3 Besonderheiten bei der Sanierung

Info 4.3-1 Definition „Integrale Planung“

In [Voss et al., 2006] wird der Begriff folgendermaßen charakterisiert (S.153): „Integrale Planung ist ein iterativer Erkenntnis- und Optimierungsprozess, bei dem alle Akteure mit geeigneten Schlüsselqualifikationen gewerkeübergreifend an einem Strang ziehen. Durch fachlich unabhängige Koordination wird die Entscheidungsfindung zum richtigen Zeitpunkt unterstützt. So werden Qualität, Kontinuität und ein zielkonformes Planungsergebnis gewährleistet.“ Integrale Planung zeichnet sich durch folgende charakteristische Merkmale aus:

- „Zielkonflikte werden rechtzeitig identifiziert, beseitigt oder konstruktiv entschärft,
- die interdisziplinäre Zusammenarbeit und Aufgabenverteilung im Planungsteam wird aktiv koordiniert,
- Entwurfsvarianten werden mit Planungswerkzeugen nachhaltigkeitsorientiert bewertet und optimiert,
- Eine Vollkostenbetrachtung führt zu hoher Transparenz und Kosteneffizienz, auch durch Kostenverschiebungen“.

Info 4.3-2: Zu erwartende Anforderungen an Sanierungen DIN V 18599:2005-07

Die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden [2002/91/EG] legt zunächst fest, dass bestimmte Anforderungen bei größeren Renovierungen bestehender Gebäude (Gesamtnutzfläche $\geq 1000 \text{ m}^2$) gestellt werden. Es sollen z. B. Mindestanforderungen an die Qualität der verwendeten Bauteile vorgegeben werden. Als größere Renovierung gilt, wenn die Sanierungsarbeiten 25 % des Gebäudewertes überschreiten oder wenn mehr als 25 % der Gebäudehülle saniert werden.

Anforderungen an Sanierungen würden dann gemäß der DIN V 18599:2005-07 ermittelt werden. Diese bewertet in einem integralen Ansatz den Baukörper, die Nutzung und die Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen. Das Gebäude wird nicht als Einheit berechnet, sondern entsprechend seiner diversen Nutzungen (z: B. Büro, Verkehrsfläche, Lager, WC) in nutzungsspezifische Zonen unterteilt. Ob das Gebäude den Anforderungen der DIN V 18599:2005-07 genügt wird über ein „Referenzgebäude“ ermittelt.

Grundgedanke des Verfahrens ist der, dass jedes zu untersuchende Gebäude zunächst mit seiner Geometrie, aber standardisierten Daten zur Hülle und Haustechnik für eine vorgesehene Nutzung als „Referenzgebäude“ berechnet wird. Die Qualität von Hülle und Haustechnik wird dabei heute üblichen, durchschnittlichen Anforderungen entsprechen [Hauser, 2005]. Der sich ergebende Primärenergiebedarf ist dann der Grenzwert, den das Gebäude mit geplanter Ausführung von Hülle und Haustechnik nicht überschreiten darf. Bisher sind noch keine verbindlichen Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung des Referenzgebäudes veröffentlicht worden (Informationsstand Sommer 2006). Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bei Sanierungen auf den ermittelten Referenzwert ein „Zuschlag“ in der Größenordnung von 40 % hinzugerechnet wird [BMVBE, 2005], die Anforderungen an die Sanierung damit also etwas gelockert werden. Eine Beispielberechnung für das Gebäude D findet sich im Anhang A7.

Literatur zu Anhang 4

- | | |
|----------------------------|--|
| [2002/91/EG] | <i>Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.</i> |
| [DIN V 18599-1:2005-07] | <i>Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz- End,- und Primärenergiebedarfs für Beheizung, Kühlung, Belüftung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger.</i> Berlin: Beuth Verlag. |
| [VDI 3807, 1994] | <i>Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Blatt 1: Grundlagen.</i> Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure. |
| [Blomsterberg, 2004] | Blomsterberg, A. 2004. <i>Energy use in swedish office buildings.</i> Lund (S): Division of Energy and Building Design, Lund University. |
| [BMVBE, 2005] | BMVBE. 2005. <i>Grundlagen für die Ermittlung des Vergleichswertes bei der Ausstellung von freiwilligen Energieausweisen für Nichtwohngebäude auf der Grundlage des Energiebedarfs nach DIN V 18599 im Rahmen des Feldversuches der Deutschen Energie-Agentur (Stand 24.08.2005).</i> Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. |
| [Bygghörsningsradet, 1995] | Bygghörsningsradet. 1995. <i>Energiboken. Kunskapsläge och forskningsfront.</i> Stockholm (S): Bygghörsningsradet. |
| [Erhorn et al., 1992] | Erhorn, H.; M. Gierga. 1992. <i>Bestand und Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland - Analyse und</i> |

- [Frank, 2005] *Entwicklung energierelevanter Gebäudekennndaten*. Berichts-Nr.: WB 72/1992, Stuttgart: Fraunhofer Institut für Bauphysik. Frank, T. 2005. "Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland". *Energy and Buildings* 37, 1175-1185.
- [Hauser, 2005] Hauser, G. 2005. *Die Einbeziehung von Klimaanlage und Beleuchtung in die Methode der EnEV*. BAU 2005. München.
- [Kolmetz et al., 1995] Kolmetz, S., et al. 1995. *Energieverbrauchsstrukturen im Sektor Kleinverbraucher*. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH.
- [Mahidi, 2004] Mahidi, M. 2004. *Gebäude- und Wohnungszählung 2001 - Hauptergebnisse Österreich*. Wien (A): Statistik Austria.
- [Pavlu et al., 2004] Pavlu, B.; D. Matter; M. Merkli. 2004. *Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen - Perspektiven bis 2035*. Bern (CH): Wüest & Partner, Zürich.
- [Rußig, 1999] Rußig, V. 1999. "Gebäudebestand in Westeuropa: Fast 17 Mrd. m² Wohn- und Nutzfläche". *IFO Schnelldienst* (12), 13-19.
- [Schlomann et al., 2004] Schlomann, B., et al. 2004. *Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)*. Berichts-Nr.: 17/02, Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), GfK Marketing Services GmbH & Co.KG, GfK Panel Services Consumer Research GmbH, Institut für Energetik und Umwelt GmbH, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München.
- [Voss et al., 2006] Voss, K., et al. 2006. *Bürogebäude mit Zukunft*. 2. Auflage. Berlin: Verlag Solarpraxis.
- [Wüest et al., 1991] Wüest, H.; U. Rey; T. Steinbach. 1991. *Dokumentation Gebäudebestand Schweiz*. Bern (CH): Bundesamt für Konjunkturfragen, CH.

Anhang zu Kapitel 5

5.1 Klimatische Faktoren

5.1.1 Mitteleuropäisches Klima

Info A5.1.1-1 Kurzbeschreibung der Klimadatenbank Meteonorm

Datenbasis von Meteonorm sind unterschiedliche Messnetze. Für die Schweiz besteht die Datenbasis von MeteoSwiss aus Jahresmittelwerten von 1983 bis 1992.

Die Daten für Europa (und Welt) werden aus Kombination mehrerer internationaler Datenbasen gewonnen. Für die Globalstrahlung wird das GEBA (Global Energy Balance Archive) als Quelle verwendet; Temperatur, Feuchte, Wind, Sonnenscheindauer und Regentage werden den WMO Climatological Normals für eine Periode von 1961-90 entnommen.

Messdatenlücken werden anhand anderer Datennetze ergänzt.

Für Orte, an denen keine Messdaten vorliegen, wird die Strahlung und Temperatur nach folgenden Methoden berechnet [Remund et al., 2003]:

- Interpolation mit monatlichem Durchschnittsmodell (Globalstrahlung, Außentemperatur): Ortsabhängige Interpolation der Horizontalstrahlung und Temperatur basierend auf Wetterdaten, die die Höhe, Topographie, Region etc. berücksichtigen
- Stündliche Werte (Globalstrahlung, Außentemperatur): Stochastische Generierung zeitabhängiger Daten der Horizontalstrahlung und Temperaturdaten. Basis ist eine naturähnlichen Verteilung und mindestens monatliche Durchschnittswerte von 10 Jahren.

Die Datenbasis von Meteonorm bestehend aus Messdaten und computergestützten Modellrechnungen gibt die Realität nur näherungsweise wieder. Dessen ungeachtet ist die Abweichung zwischen Messdaten von einem zum nächsten Jahr größer als die Ungenauigkeit der Modelle [Remund et al., 2003].

Tab. A5.1.1-1: Übersicht über die monatlichen Mittelwerte und Standardabweichungen in den einzelnen Städten
Datenquelle: Meteonorm, Basel 2003: Universität Basel

	Juni	Juli	August
	Temperatur- mittel (°C)	Temperatur- mittel (°C)	Temperatur- mittel (°C)
Amsterdam	14,2	15,9	16,6
Basel	16,4	19,7	19,2
Basel 2003	23,0	21,1	23,6
Berlin	17,3	18,6	18,1
Brüssel	15,5	17,2	17,0
Dresden	14,5	16,2	15,8
Düsseldorf	16,0	17,7	17,4
Hamburg	15,5	16,7	16,6
Klagenfurt	16,6	18,4	17,6
Mailand	19,4	22,2	21,7
München	15,5	17,5	16,8
Rom	23,1	26,3	26,4
Stockholm	15,3	17,4	16,7
Wien	18,4	21,0	20,2
Wuppertal	15,4	17,1	16,9
Würzburg	16,9	18,6	18,5
Zürich	15,4	18,7	18,0

Info A5.1.1-2 Überschlägige Beispielrechnung

Geht man von folgenden Annahmen aus, so ergibt sich eine stündliche Kühlleistung von 88,1 W:

Temperaturdifferenz Raumluf / Außenluft: 5 K, konstant (Raumluf ttemperatur nachts: 23°C, Außentemperatur 18°C),

Luftwechsel: 1,0 1/h

Raumvolumen: 51,8 m³ (NGF: 21,6 m², Höhe: 2,4 m)

Lüftungswärme: $\dot{Q}_H = V_h \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta T$
 V_h = Luftvolumenstrom in m³/h
 c = spezifische Wärmekapazität der Luft ≈ 1000 J/(kg·K)
 ρ = Dichte der Luft, bei 20°C $\approx 1,2$ kg/m³
 Zusammengefasst: $c \cdot \rho = 0,34$ Wh/m³K
 ΔT = Temperaturdifferenz Raumluf / Außenluft (= konstant)

Bei einem Luftwechsel von 4 1/h würde sich so eine Kühlleistung von 352,5 W pro Stunde ergeben (für die Dauer von 5 Stunden 1.762,5 W).

Geht man weiter von sehr niedrigen Wärmelasten von 150 Wh/(m²d) (intern, extern), so ergäben sich 3.240 Wh/d, die abzuführen wären. Der Luftwechsel müsste also etwa 9,5 Stunden mit der Temperaturdifferenz von 5 K gewährleistet sein, damit die Wärmelasten gänzlich abgeführt werden können.

Erhöht sich die Temperaturdifferenz auf 8 K bei gleich bleibendem Luftwechsel, so müsste 6 Stunden gelüftet werden.

5.1.2 Mikroklima**Info A5.1.2-1: Messungen von Gebäudefassaden**

Um die Temperaturverhältnisse an Gebäudefassaden zu untersuchen wurden (im Rahmen der Masterarbeit von T.F. Reuter am Lehrstuhl b+ tga) zwischen Februar und Juli 2005 Messungen an vier unterschiedlichen Gebäuden vorgenommen. Messinstrument war eine Messstation, die aus einem Radiometer (SSR 81) zur Erfassung der Solarstrahlung auf die Fassade und zwei Widerstandsthermometern (PT 100) zur Messung der Temperatur in einmal 3 und einmal 30 cm Abstand vor der Fassade, bestand. Zusätzlich dazu wurde die Oberflächentemperatur der Fassadenmaterialien durch zwei Sensoren (PT 100) gemessen. Die Daten wurden jede Sekunde erfasst und der Mittelwert dieser Messperiode alle fünf Minuten gespeichert. Parallel zu den Fassadenmessungen werden Wetterdaten über eine Wetterstation der Universität Wuppertal aufgezeichnet (Globalstrahlung, Temperatur und Wind).

Messung Haspel 29.01.2005 bis 20.02.2005



Abb. A5.1.2-1: Universität Wuppertal, Campus Haspel, Gebäude HC

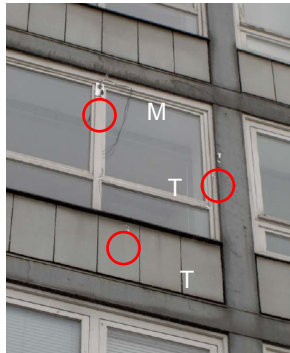


Abb. A5.1.2-2: Messstation auf der Fassade, T= Temperatursensor, M = Messstation

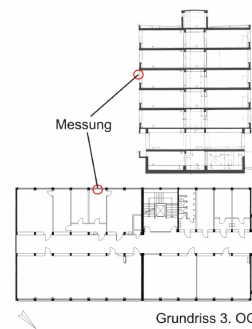


Abb. A5.1.2-3: Grundriss und Schnitt mit eingezeichneter Messstation auf 14 m Höhe

Das Gebäude ist ein Beton-Skelettbau mit in der Fassadenebene liegenden Stützen. Die Fassadenfelder sind mit Holzfenstern und Betonbrüstungen, die vor einer Dämmschicht mit grauen Faserzementplatten verkleidet sind, ausgefüllt. Die Stützen und die Deckenstirnseiten sind mit grauem Mineralputz verputzt. Es gibt teilweise innen liegende Sonnenschutzvorrichtungen. Die Oberflächentemperatur wurde auf den Faserzementplatten und den Stützen erfasst.

In Abhängigkeit von der Strahlung (Abb. A5.1.2-5 und -6) weisen die Temperaturmittel der einzelnen Messpunkte auf der Fassade bei hoher Strahlungsintensität recht große Differenzen auf, bei geringerer Einstrahlung nehmen die Differenzen ab. Die Rangfolge der Messpunkte bleibt gleich, am wärmsten sind die Oberflächen (abhängig von Reflexionsgrad und Speichermasse), gefolgt von dem Messpunkt bei 3 cm und dem bei 30 cm. Nachts (Abb. A5.1.2-7) liegen die Temperaturen insgesamt näher beieinander, in Nächten, die einem Tag mit hoher Einstrahlung folgen, ist die Spreizung jedoch etwas größer und die Schicht mit dem höheren Speichervermögen (Mineralputz) ist am wärmsten. In Nächten nach strahlungsarmen Tagen ist die speicherfähigere Schicht die etwas kühlere.

Abb. A5.1.2-4: Mittlere Tagestemperatur (8 bis 20 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Die Temperaturdifferenzen der Messpunkte an einzelnen Tagen sind sehr unterschiedlich. Je größer die Einstrahlung auf die Fassade ist (vgl. Abb. 5), desto größer ist die Differenz. Der Faserzement mit dem größeren Reflexionsgrad ($\rho_{sol} = 45\%$) heizt sich bei solarer Einstrahlung schneller auf als die Bauteile mit Mineralputz mit geringerem Reflexionsgrad ($\rho_{sol} = 29\%$). Der Grund dafür ist die geringere Speichermasse der Faserzementplatten, die vor einer Dämmschicht liegen. Die Schicht nimmt die Wärme schnell auf, während der Mineralputz aufgrund der dahinter liegenden Speichermasse träger reagiert.

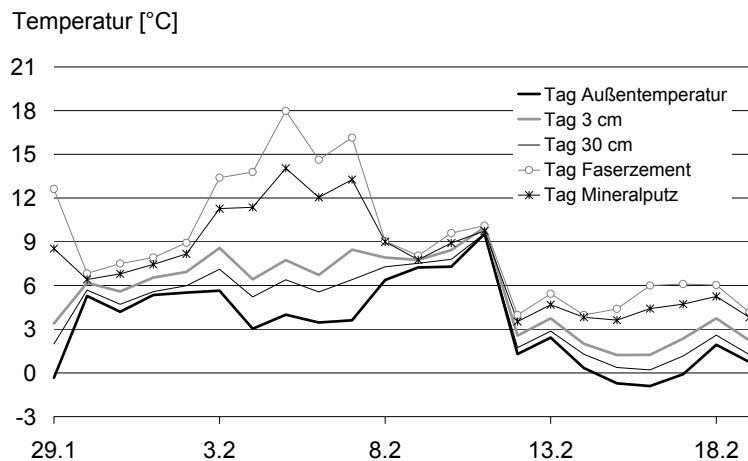


Abb. A5.1.2-5: Tagesmittel (24 h) der Strahlung auf die Südwestfassade, der Globalstrahlung und der Windgeschwindigkeit. Das Einstrahlungsmittel an der Südwestfassade ist z. T. höher als die horizontal gemessene Globalstrahlung, dies liegt am niedrigen Sonnenstand im Januar und Februar, der vertikale Flächen begünstigt. Tag mit hoher Einstrahlung: 06.02.05
Tag mit geringer Einstrahlung: 16.02.05

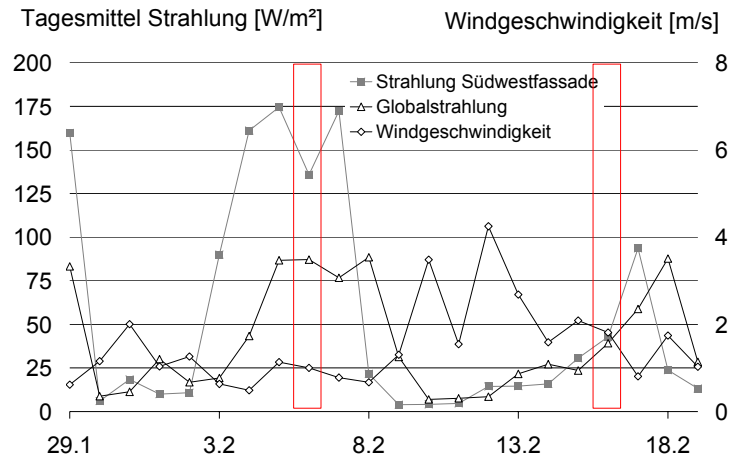
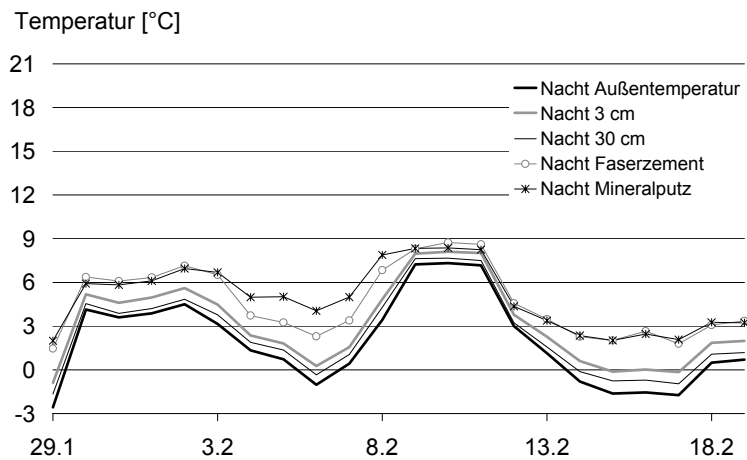
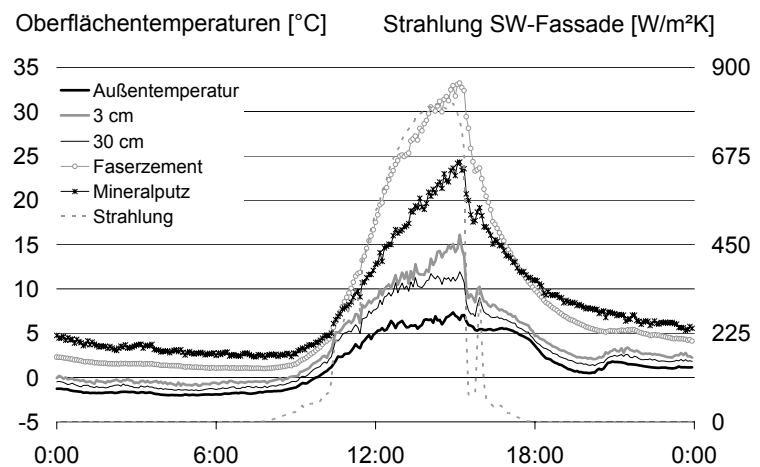


Abb. A5.1.2-6: Mittlere Nachttemperatur (22 bis 6 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Die Temperaturschichtung ist gleichmäßiger als tagsüber. Nächte, die auf strahlungsreiche Tage folgen (z. B. 03.02 - 08.02), weisen eine größere Temperaturdifferenz zwischen den Messpunkten auf, die Schicht mit dem höherem Speichervermögen (Mineralputz) ist dann wärmer. In Nächten nach strahlungsarmen Tagen (z. B. 09.02. - 11.02.) ist die speicherfähigere Schicht die etwas kühlere.



Die Betrachtung eines Tages mit unbedecktem Himmel (Abb. 7) unterstreicht die Beobachtung, dass hier das Material mit der höheren Reflexion ($\rho_{sol} = 45\%$) aber der geringeren Speicherfähigkeit sich dennoch stärker erwärmt als das Material mit der geringeren Reflexion ($\rho_{sol} = 29\%$) und der höheren Speicherfähigkeit. Im Maximum beträgt die Temperaturdifferenz rund 9 K.

Abb. A5.1.2-7: Tag mit unbedecktem Himmel, 06.02.2005. SW = Südwest. Die Oberflächen erwärmen sich in Abhängigkeit von der Solarstrahlung (graue, gestrichelte Linie, rechte Größenachse). Die Faserzementplatte reagiert schnell und erreicht die Maximaltemperatur von 33 °C 15 Minuten nach dem Strahlungsmaximum. Mit gleichem Zeitversatz aber auf niedrigerem Niveau (24 °C) reagiert der Mineralputz. Er kühlt nachts weniger schnell aus und bleibt 1,5 K wärmer als die Faserzementplatte. Die 3-cm-Schicht zeigt eine ähnliche Tendenz wie die Mineralputzoberfläche, ist aber insgesamt kühler. Dem Verlauf der Außentemperatur folgt die 30-cm-Schicht, ist aber in den Mittagsstunden (13-15 Uhr) rund 4 K wärmer als diese.

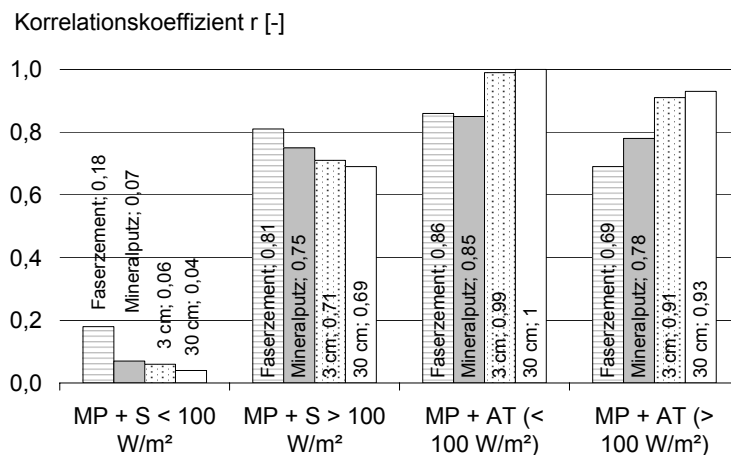


Tab. A5.1.2-1: Vergleich der Temperaturdifferenzen an einem Tag (24h-Mittel) mit hoher und an einem Tag mit geringer solarer Einstrahlung. Die Temperaturdifferenzen beziehen sich immer auf die Außentemperatur.

	6.2 (hoch)		16.2 (niedrig)	
	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)
Messpunkt 3 cm	2,29	9,61	1,87	4,1
Messpunkt 30 cm	1,4	5,43	0,97	2,3
Faserzement	7,27	26,7	5,59	12,1
Mineralputz	6,8	17,81	4,69	8,03

Der Zusammenhang zwischen Messpunkttemperatur und solarer Einstrahlung ist unterschiedlich. Am stärksten ist er unmittelbar auf der Fassadenoberfläche, abhängig vom Material. Auch hier ist die Korrelation beim schnell reagierenden Faserzement größer als beim – dunkleren – Mineralputz mit höherer Speichermasse. Mit zunehmendem Abstand von der Fassade nimmt „r“ zwischen Strahlung und Messpunkttemperatur ab. Dafür ist der Zusammenhang zwischen Außen- und Schichttemperatur bei geringer Strahlungsleistung sehr stark und etwas schwächer bei Strahlungsleistungen $> 100 \text{ W/m}^2$. Ähnlich – nur auf etwas niedrigerem Niveau - verhalten sich die Oberflächen. Bei hohen Strahlungsleistungen ist der Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Messpunkttemperatur beim Mineralputz stärker als bei der Faserzementplatte.

Abb. A5.1.2-8: Korrelationen zwischen Messpunkttemperatur und Strahlung auf Fassade (MP + S) und zwischen Messpunkt- und Außentemperatur (MP + AT). Datengrundlage ist die gesamte Messperiode, die Korrelationen wurden für Zeiten mit geringer oder keiner Strahlungsleistung ($< 100 \text{ W/m}^2$) und mit viel Strahlung ($> 100 \text{ W/m}^2$) auf die Fassade ausgewiesen.



Messungen E/D/E, 18.05.2005 bis 30.05.2005

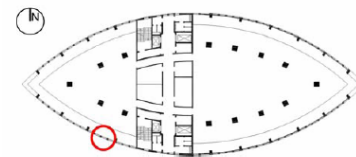
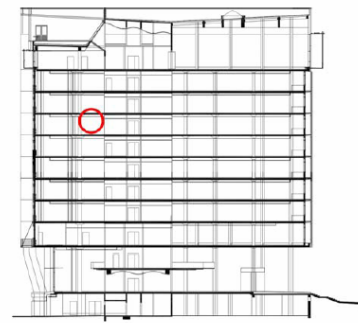


Abb. A5.1.2-9: E/D/E
Verwaltungshochhaus,
Wuppertal Langerfeld

Abb. A5.1.2-10: Fassadenansicht mit
Messstation. M = Messstation, T =
Temperatursensor

Abb. A5.1.2-11: Grundriss und
Schnitt mit eingezeichneter
Messstation im 7. OG (25 m Höhe)

Das Gebäude ist ein 11 geschossiger Betonskelettbau mit innen liegendem Tragwerk. Die Fassade ist als eine mit grünen Glaspaneelen verkleidete Lochfassade ausgebildet. Die Fenster sind zu öffnen, über jedem Fenster befindet sich ein 40 cm² großes Fensterelement zur Nachtlüftung. Es gibt einen außen liegenden Sonnenschutz.

Die gesamte Messperiode weist eine relativ gleichmäßige Temperaturschichtung auf. Bei höherer Strahlungsleistung auf die Fassade und höherer Außentemperatur nehmen die Temperaturdifferenzen etwas zu (Abb. A5.1.2-12). Nachts gibt es keine Temperaturschichtung, dies zeigt, dass keine Speichermasse vorhanden ist (Abb. A5.1.2-14).

Abb. A5.1.2-12: Mittlere
Tagestemperatur (8 bis 20 Uhr) an
den einzelnen Messpunkten. Die
Messperiode weist eine eher geringe
aber relativ konstante
Temperaturschichtung zwischen den
Messpunkten auf. Bei hoher
Strahlungsleistung nehmen die
Unterschiede etwas zu. Die
Reihenfolge der Schichten bleibt
immer erhalten.

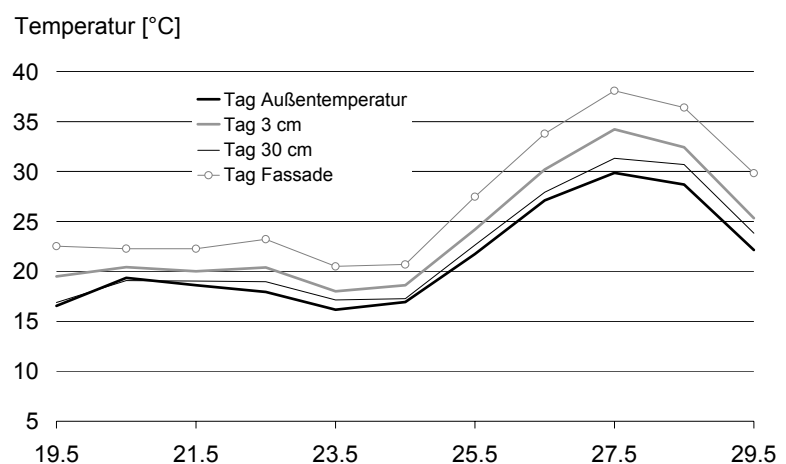


Abb. A5.1.2-13: Tagesmittel (24 h) der Strahlung auf die Südfassade, der Globalstrahlung und der Windgeschwindigkeit. Im Gegensatz zur Messung im Februar ist nun die Globalstrahlung höher als die Einstrahlung auf die Südfassade. Die Windgeschwindigkeiten sind eher gering, allerdings ist die Wetterstation rund 7 km vom Gebäude entfernt und die Höhe der Messpunkte am Gebäude ist nicht berücksichtigt. Tag mit hoher Einstrahlung: 27.05.05
Tag mit geringer Einstrahlung: 24.05.05

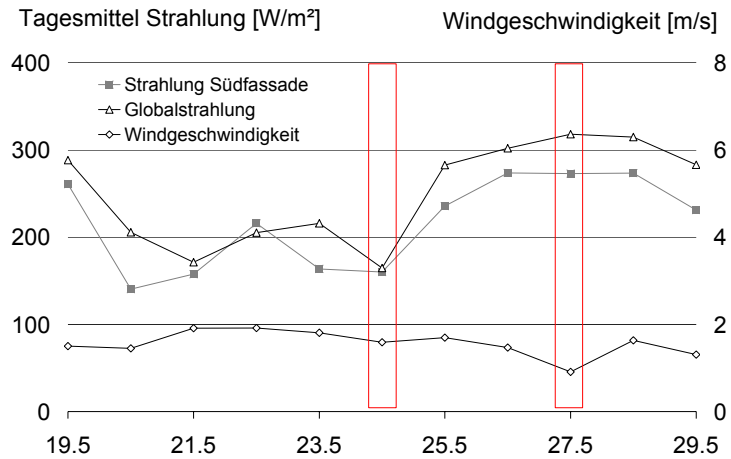
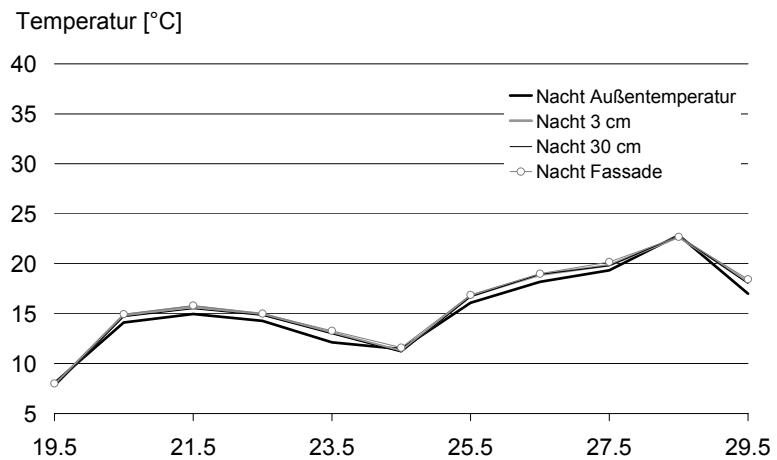
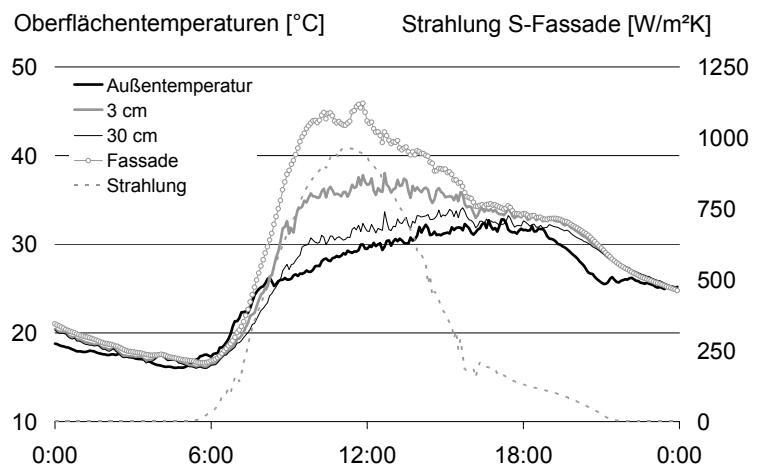


Abb. A5.1.2-14: Mittlere Nachttemperatur (22 bis 6 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Die nicht vorhandene Temperaturschichtung zeigt, dass das Material keine Speicherfähigkeit besitzt.



Die Betrachtung eines Tages mit unbedecktem Himmel (Abb. A5.1.2-15) zeigt, dass die Fassadenoberfläche sich schnell mit zunehmender Strahlungsintensität erwärmt (Maximaltemperatur 45,9 °C) und ihre Wärme an die fassadennahen Schichten abgibt. Dies führt trotz abnehmender Strahlungsleistung zu Temperaturen zwischen 35 und 43 °C bis ca. 16 Uhr. Erst dann bildet sich die Temperaturdifferenz zwischen den Schichten zurück und die Temperatur sinkt langsam.

Abb. A5.1.2-15: Tag mit unbedecktem Himmel, 27.05.2005. S = Süd. Zunächst liegt die Fassadentemperatur noch über der Außentemperatur, mit Beginn der Einstrahlung auf die Fassade steigt zunächst die Außentemperatur am schnellsten, wird aber um 7:10 Uhr von der Oberflächentemperatur und später von den anderen Schichttemperaturen überholt. Die Oberfläche gibt ihre Wärme an die fassadennahen Luftschichten ab, daher bleibt deren Temperatur trotz abnehmender Solarstrahlung bis ca. 16 Uhr zwischen 35 und 34 °C und sinkt dann erst langsam in allen Schichten auf gleichem Niveau ab.

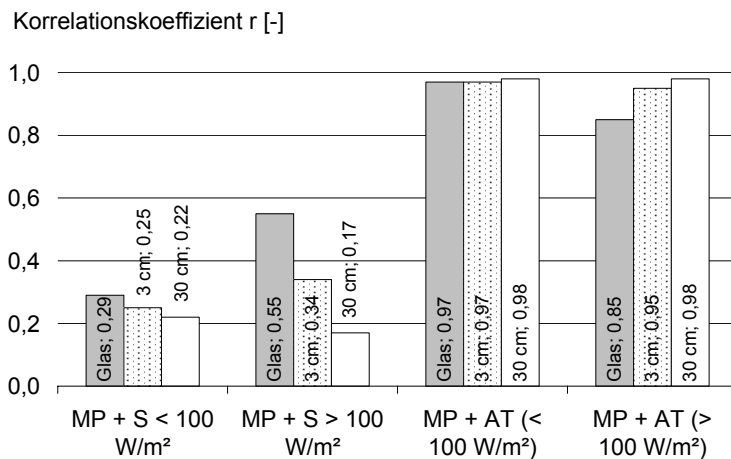


Tab. A5.1.2-2: Vergleich der Temperaturdifferenzen (24h-Mittel) an einem Tag mit hoher und an einem Tag mit geringer solarer Einstrahlung. Die Temperaturdifferenzen beziehen sich immer auf die Außentemperatur.

	27.5 (hoch)		24.5 (niedrig)	
	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)
Messpunkt 3 cm	2,46	8,85	0,7	7,4
Messpunkt 30 cm	0,92	3,94	0,0	3,0
Fassade	4,62	16,82	1,9	10,9

Wie zu erwarten, ist der Zusammenhang zwischen der Oberflächentemperatur des Glases und der Strahlung ($> 100 \text{ W/m}^2$) auf die Fassade größer als der zwischen den Schichttemperaturen und der Strahlung. Die Temperaturen der Messpunkte sind bei geringer Strahlungsleistung ($< 100 \text{ W/m}^2$) sehr stark abhängig von der Außentemperatur. Erhöht sich die Strahlungsleistung ($> 100 \text{ W/m}^2$), so nimmt der Einfluss mit zunehmender Nähe zur Fassade ab.

Abb. A5.1.2-16: Korrelationen zwischen Messpunkttemperatur und Strahlung auf Fassade (MP + S) und zwischen Messpunkt- und Außentemperatur (MP + AT). Datengrundlage ist die gesamte Messperiode. Die Korrelationen wurden für Zeiten mit geringer oder keiner Strahlungsleistung ($< 100 \text{ W/m}^2$) und mit viel Strahlung ($> 100 \text{ W/m}^2$) auf die Fassade ausgewiesen.



Messungen Stadtparkasse Wuppertal, 1.06.2005 bis 16.06.2005



Abb. A5.1.2-17: Wuppertaler Stadtparkasse Verwaltungshochhaus

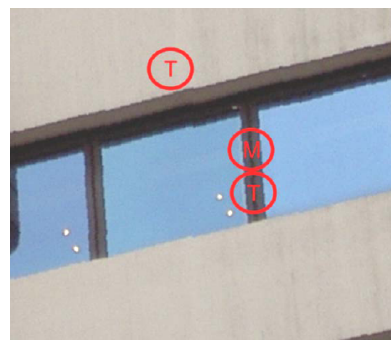


Abb. A5.1.2-18: Fassadenansicht mit Messstation im 17. OG (etwa 60 m Höhe). M = Messstation, T = Temperatursensor

Das Gebäude der Stadtparkasse wurde Anfang der 70er Jahre errichtet. Die Stockwerke sind von oben abgehängt und werden zusätzlich durch den zentralen Erschließungskern gestützt. Die Fassade ist als Bandfassade mit Betonbrüstungen und einem Fensteranteil von 54 % ausgebildet.

Die Auswertung der mittleren Tagestemperaturen (Abb. A5.1.2-19) macht deutlich, dass auch hier eine Temperaturschichtung der Messpunkte mit gleicher Rangfolge (bis auf den 15.06) auftritt. Die jeweilige Temperaturdifferenz unter den Messpunkten unterscheidet sich von Tag zu Tag und ist von der solaren Einstrahlung auf die Fassade abhängig. Im Tagesmittel ist die Temperatur des dunklen Aluminiumprofils (Reflexionsgrad 1 %) die höchste, gefolgt von der Temperatur der 3-cm-Schicht. Erst darauf folgt die fast weiße Betonoberfläche, zwischen ihr und dem Aluminiumprofil besteht im Tagesmittel eine Temperaturdifferenz von bis zu 4 K (z. B. 09.06.05). Auch nachts weist das Aluminiumprofil im Mittel die höchsten Temperaturen auf, gefolgt von der Betonoberfläche. Aufgrund der Speicherefähigkeit der Betonoberfläche wären hier die höchsten Temperaturmittel zu erwarten gewesen. Die hohen Temperaturen des Aluminiums könnten sich aus einer nicht wirksamen (oder fehlenden) thermischen Trennung des Fensterrahmens erklären, der somit nachts Wärme vom Innenraum nach außen abgibt.

Abb. A5.1.2-19: Mittlere Tagestemperatur (8 bis 20 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Zwischen den Messpunkten besteht eine Temperaturschichtung, mit einer bis auf den 15.06 gleichbleibenden Rangfolge. Auffallend ist, dass hier - abweichend von den übrigen Messprojekten - nicht beide Oberflächenmesspunkte die höchsten Temperaturen aufweisen, sondern das Aluminiumprofil und die 3-cm-Schicht (gefolgt von der Betonoberfläche). Mit zunehmender Strahlungsintensität auf die Fassade (Abb. 20) nimmt die Temperaturdifferenz etwas zu.

Abb. A5.1.2-20: Tagesmittel (24 h) der Strahlung auf die Südfassade, der Globalstrahlung und der Windgeschwindigkeit. Ungewöhnlich hoch ist die Differenz zwischen Globalstrahlung und der Strahlung auf die Fassade. Dies könnte an der Lage der Messstation unterhalb des Abschlussgeschosses (Pfeil, Abb. 17) liegen. Die Solarzelle erhält möglicherweise weniger Diffusstrahlung als das Pyranometer der Wetterstation.
Tag mit hoher Einstrahlung: 15.06.05
Tag mit geringer Einstrahlung: 06.06.05

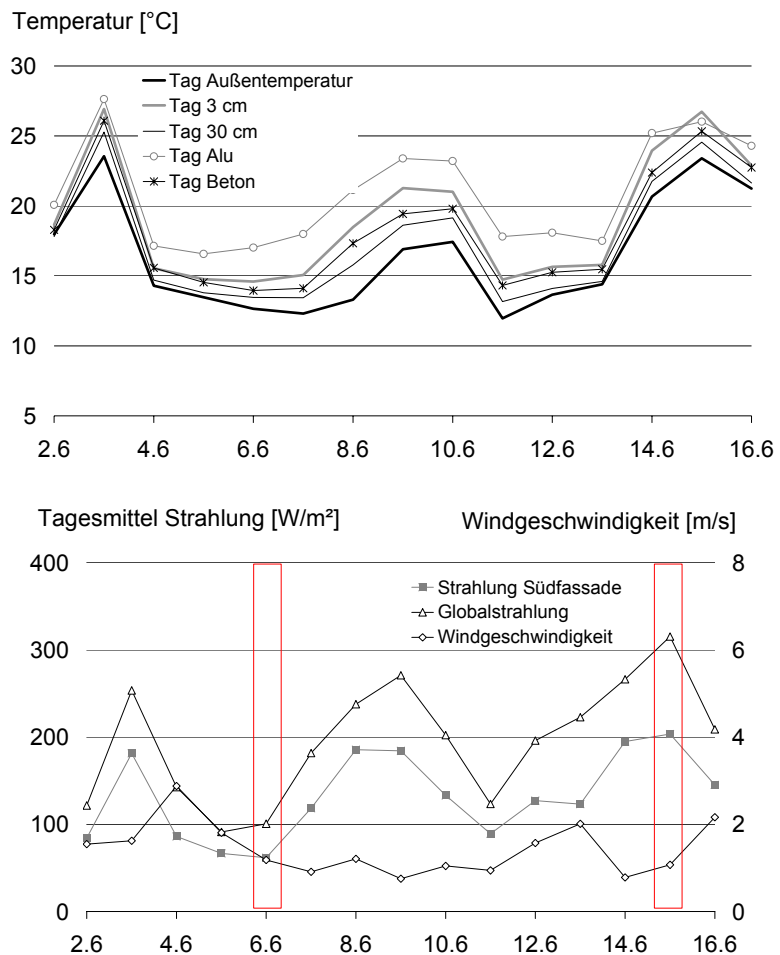
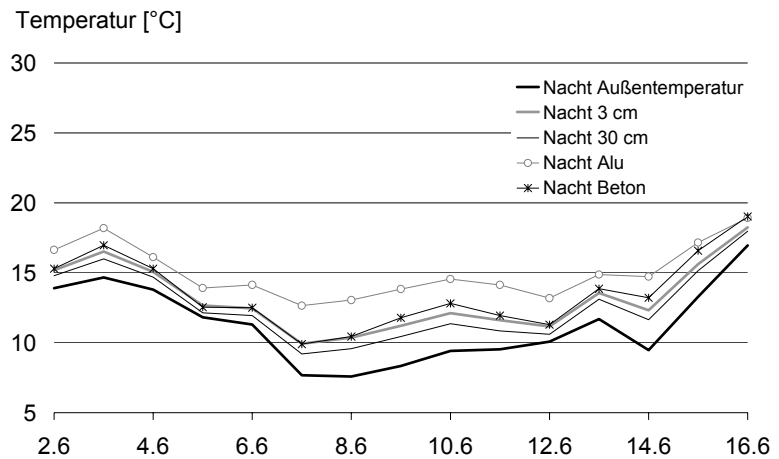


Abb. A5.1.2-21: Mittlere Nachttemperatur (22 bis 6 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Die Größe der Temperaturschichtung hängt von der tagsüber auf die Fassade eingegangenen Strahlung ab. Die Oberflächen weisen die höchste Temperatur auf. Überraschend ist die höhere Temperatur des Aluminiums ($m = 2430 \text{ kJ}/[\text{m}^3\text{K}]$) im Vergleich zum Beton ($m = 2401 \text{ kJ}/[\text{m}^3\text{K}]$). Da das Aluminiumprofil innen hohl ist, also weniger Speichermasse als der Beton aufweist, könnte es sein, dass das Profil keine – wirksame – thermische Trennung aufweist und somit Wärme aus dem Raum nach außen übertragen wird.



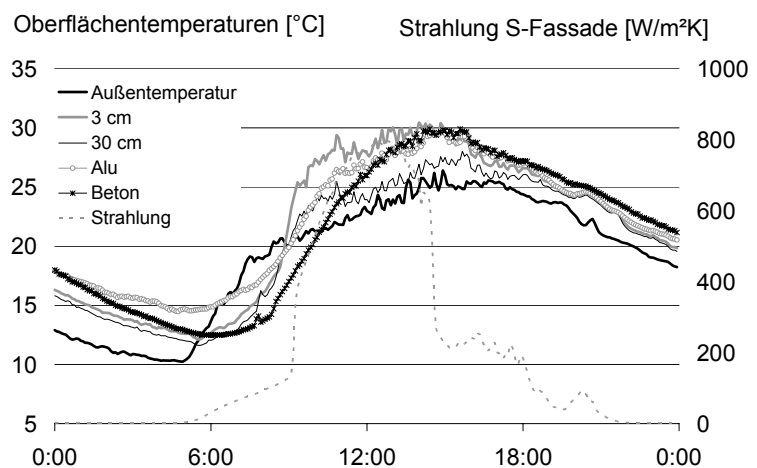
Obwohl der 15.06.05 bezüglich der Schichtenrangfolge innerhalb der Messperiode ein Sonderfall ist, wird er als „Referenztag“ gewählt, da er mit den höchsten Außentemperaturen repräsentativ für die Sommerperiode ist.

Die Analyse des Tagesverlaufs zeigt, dass die 30-cm-Schicht der Außentemperatur folgt und die übrigen Messpunkte stärker auf die Strahlung reagieren. Bis etwa 11 Uhr sind die Steigungsgradienten des Aluminiumprofils und des Betons gleich (wenn auch auf unterschiedlichem Temperaturniveau), dann flacht die Steigung des dunklen Aluminiumprofils ab und die weiße Betonoberfläche erwärmt sich weiter. Da dies eher umgekehrt zu erwarten wäre, kann angenommen werden, dass das Aluminiumprofil keine – wirksame – thermische Trennung aufweist und somit Wärme an den klimatisierten Innenraum abgibt.

Eine Analyse der übrigen Tage mit geringeren Außentemperaturen zeigt, dass die „Wärmeabgabe“ des Aluminiumprofils offensichtlich nur bei hohen Außentemperaturen auftritt, da ansonsten die Oberflächentemperatur des Aluminiums die höchste von allen Messpunkten ist.

Abb. A5.1.2-22: Tag mit unbedecktem Himmel und hohen Außentemperaturen: 15.06.2005. S = Süd.

Die Außentemperatur beginnt ab 5 Uhr zu steigen, die der Messpunkte (außer der Betonoberfläche) mit etwa 30 Minuten Zeitversatz. Ab 9 Uhr sind die 3-cm-Schicht, das Aluminiumprofil und die 30-cm-Schicht wärmer als die Außentemperatur, die Betonoberfläche erreicht diesen Punkt erst 80 Minuten später. Das Temperaturmaximum ist in der 3-cm-Schicht, dem Aluminiumprofil und der Betonoberfläche um ca. 15 Uhr mit rund $30 \text{ }^\circ\text{C}$ erreicht. 30 Minuten zuvor hatte die Gebäudekonstruktion die weitere solare Einstrahlung auf die Fassade blockiert. Beim Vergleich der Steigungsgradienten der Beton- und der Aluminiumoberfläche fällt auf, dass diese bis 11 Uhr gleich sind und dann der Gradient des Aluminiums im Gegensatz zum Beton abnimmt. Die Vermutung liegt nahe, dass es keine – wirksame – thermische Trennung des Rahmens gibt und er so Wärme an den klimatisierten Raum „verliert“.



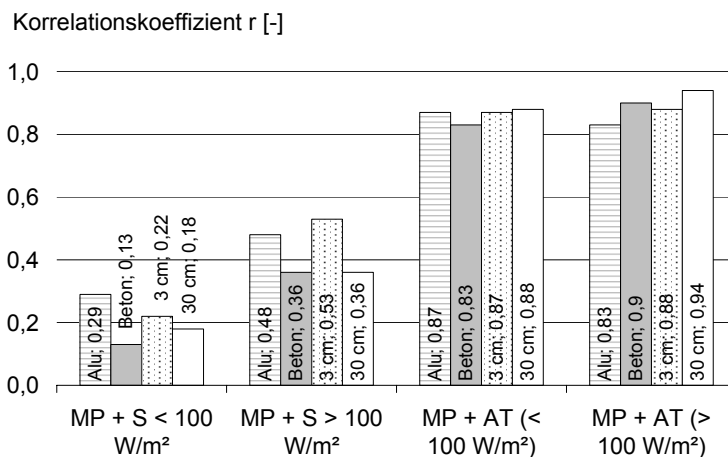
Tab. A5.1.2-3: Vergleich der Temperaturdifferenzen an einem Tag (24h-Mittel) mit hoher und an einem Tag mit geringer solarer Einstrahlung. Die Temperaturdifferenzen beziehen sich immer auf die Außentemperatur.

	15.6 (hoch)		5.6 (niedrig)	
	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)
Messpunkt 3 cm	2,4	7,46	1,01	4,67
Messpunkt 30 cm	1,1	3,55	0,26	3,07
Alu	2,73	5,1	2,55	6,29
Beton	2,00	5,1	0,85	4,38

Bei der folgenden Interpretation der Korrelationskoeffizienten sei nochmals in Erinnerung gerufen, dass sich die Messpunkte in einer Höhe von ca. 60 m befanden und somit störende Windeinflüsse sehr wahrscheinlich sind.

Betrachtet man die Abhängigkeit der Messpunkttemperatur von der Strahlungsleistung auf die Fassade, so weist der Aluminiumrahmen bei geringen Strahlungsleistungen die stärkste Korrelation – allerdings auf niedrigem Niveau – auf. Bei hoher Einstrahlung wäre eine ähnliche Tendenz zu erwarten, die höchste Korrelation hat allerdings die Schicht in 3 cm Abstand von der Fassade. Das unerwartete Verhalten des Aluminiumrahmens könnte durch thermischen Interaktionen mit dem Innenraum zu erklären sein. Auffallend gering ist der Korrelationskoeffizient der weißen Betonbrüstung mit der Strahlung, er ist auf den hohen Reflexionsgrad von 72 % zurückzuführen. Überraschenderweise ist bei Betrachtung der Korrelationen zwischen Messpunkttemperatur und Außentemperatur kein allzu großer Unterschied zwischen geringen und hohen Einstrahlungen auf die Fassade festzustellen. Bei höherer Strahlungsleistung nimmt der Zusammenhang zwischen der Oberflächentemperatur des Aluminiums und der Außentemperatur ab (Erklärung siehe oben). Der helle Beton scheint bei hohen Strahlungsleistungen einen stärkeren Zusammenhang mit der Außentemperatur aufzuweisen als bei geringen Strahlungsleistungen.

Abb. A5.1.2-23: Korrelationen zwischen Messpunkttemperatur und Strahlung auf Fassade (MP + S) und zwischen Messpunkt- und Außentemperatur (MP + AT). Datengrundlage ist die gesamte Messperiode. Die Korrelationen wurden für Zeiten mit geringer oder keiner Strahlungsleistung (< 100 W/m²) und mit viel Strahlung (> 100 W/m²) auf die Fassade ausgewiesen.



Messung „Neue Burse“, 29.06.2005 bis 12.07.2005



Abb. A5.1.2-24: Studentenwohnheim „Neue Burse“, Wuppertal



Abb. A5.1.2-25: Messstation auf der Fassade, T= Temperatursensor, M = Messstation

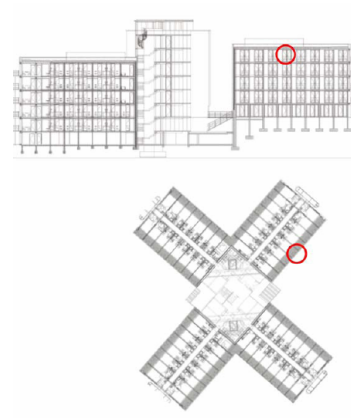


Abb. A5.1.2-26: Grundriss und Schnitt mit eingezeichneter Messstation auf 10 m Höhe

Das Wohnheim „Neue Burse“ wurde 1977 errichtet und 2001 in Passivhausbauweise saniert. Die Fassade des zwischen 6 und 8 geschossigen Baukörpers besteht aus einer mit Faserzementplatten verkleideten Holzständerkonstruktion und raumhohen Fensterelementen.

Die Tagesmittel (Abb. 27) weisen eine Temperaturschichtung auf, deren – gleichbleibende - Rangfolge sich bei den Oberflächen nach dem Reflexionsvermögen richtet. Die Temperaturdifferenz zwischen den Messpunkten wird bei zunehmender Strahlungsintensität größer und erreicht am 12.07. einen Maximalwert von 10 K zwischen Faserzement und Außentemperatur (Minimalwert 1,2 K, 06.07.).

Nachts (Abb. A5.1.2-29) ist die Temperaturdifferenz sehr schwach ausgeprägt, am wärmsten ist stets die Oberfläche des Aluminiumprofils. Ein Grund hierfür könnte primär die warme Zimmerluft sein, die über das geöffnete Fenster austritt (hierfür spricht der Temperaturverlauf des Aluminiums, der in einigen Nächten sprunghaft ansteigt) und sekundär das geringere Emissionsvermögen für langwellige Strahlung von Aluminium.

Abb. A5.1.2-27: Mittlere Tagestemperatur (8 bis 20 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Es besteht eine Temperaturschichtung mit gleich bleibender Rangfolge. Die Oberfläche mit den höchsten Temperaturen ist die Faserzementplatte, gefolgt vom Aluminiumprofil. Die Differenzen zwischen den Messpunkten nehmen in Abhängigkeit von der Strahlungsintensität auf die Fassade zu.

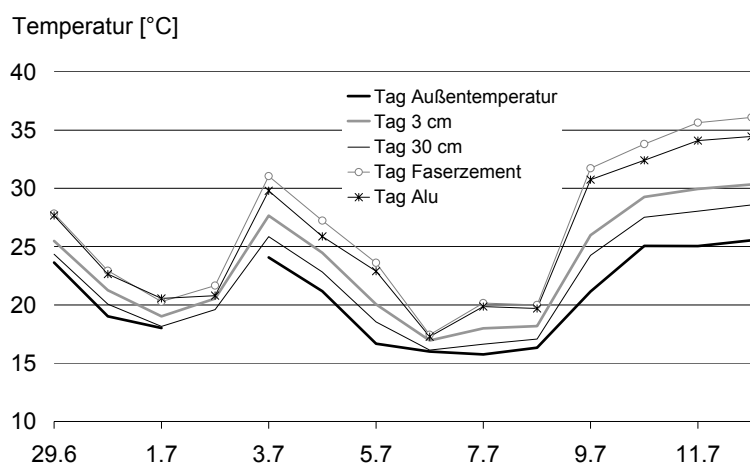


Abb. A5.1.2-28: Tagesmittel (24 h) der Strahlung auf die Südostfassade, der Globalstrahlung und der Windgeschwindigkeit. Tag mit hoher Einstrahlung: 12.07.05
Tag mit geringer Einstrahlung: 06.07.05

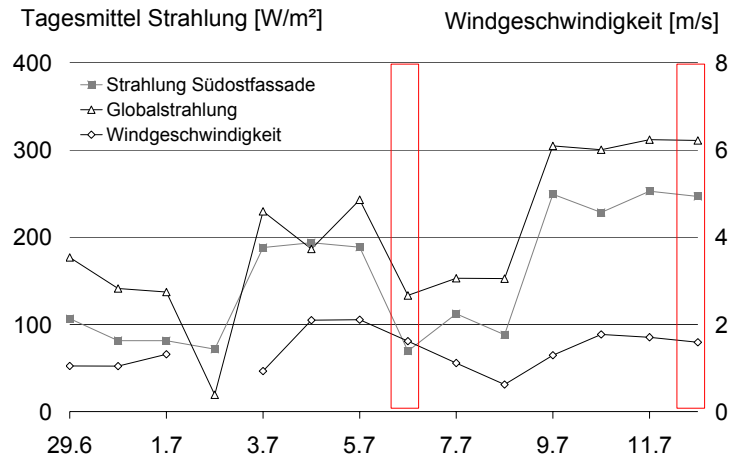


Abb. A5.1.2-29: Mittlere Nachttemperatur (22 bis 6 Uhr) an den einzelnen Messpunkten. Es tritt nur eine geringe Temperaturschichtung auf, die auch in Nächten nach Tagen mit einer hohen solaren Einstrahlung nicht zunimmt. Das Temperaturmittel des hellen Aluminiumprofils liegt etwas über dem Wert der Faserzement-platte. Dies könnte in erster Linie an der über das geöffnete Fenster austretenden warmen Zimmerluft liegen und nachgeordnet am geringeren Emissionsgrad für Infrarotstrahlung des Aluminiums.

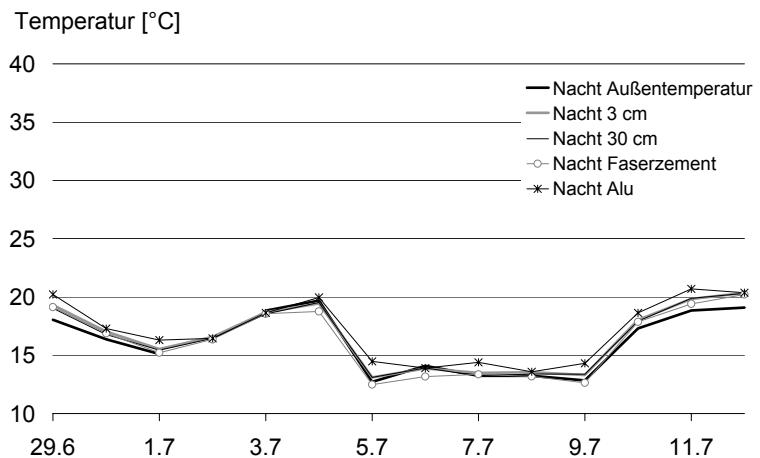
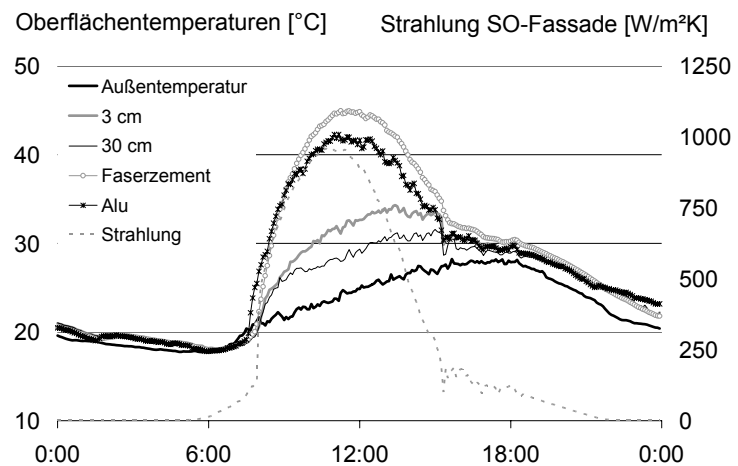


Abb. A5.1.2-30: Tag mit unbedecktem Himmel, 12.07.2005, SO = Südost. Aufgrund des hohen Wärmeeindringkoeffizienten reagiert am schnellsten das Aluminiumprofil, es wird erst gegen 9 Uhr von der etwas dunkleren Faserzementplatte ($\rho_{sol} = 58\%$, Alu: $\rho_{sol} = 75\%$) „überholt“. Die Fassadenmaterialien reagieren wegen der geringen Speichermasse rasch und kühlen bei Abnahme der solaren Einstrahlung schnell (der Faserzement etwas langsamer) ab. Die stark verlangsamte Abkühlung des über dem Fenster liegenden Aluminiumprofils ab 21:30 könnte auf die Öffnung des Fensters zurückzuführen sein und (in schwacher Ausprägung) auf das geringere Emissionsvermögen für langwellige Strahlung von Aluminium.



Die Analyse des Referenztages (Abb. A5.1.2-30) zeigt, dass zwischen Faserzementplatte und Außentemperatur eine maximale Temperaturdifferenz von 21,3 K auftritt, gefolgt von einem Wert für das Aluminiumprofil von 18,8 K. Aufgrund der geringen Speicherkapazität kühlen die Oberflächen nach Abfall der solaren Strahlung relativ rasch ab. Die Temperaturschichten sind bedeutend kühler als die Oberflächen (Vergleich z. B. Sparkasse). Die nächtliche Temperaturdifferenz zwischen den Fassadenschichten, insbesondere die stark verlangsamte Abkühlung des Aluminiumprofils ab 21:30 Uhr könnte auf die Öffnung

des Zimmerfensters und das Emissionsvermögen für Infrarotstrahlung von Aluminium zurückzuführen sein.

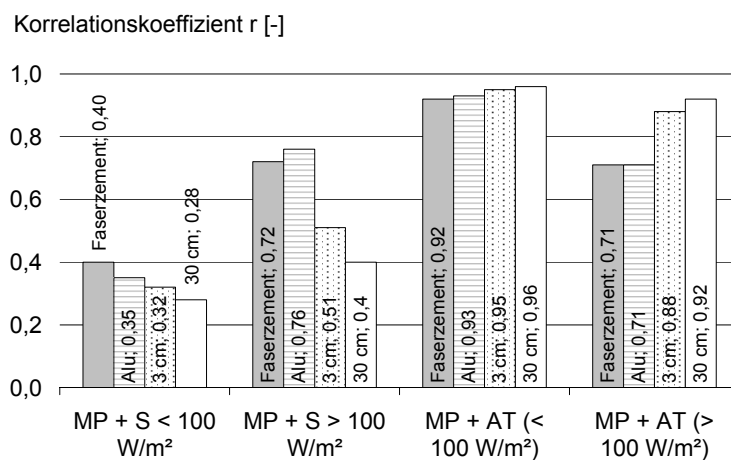
Tab. A5.1.2-4: Vergleich der Temperaturdifferenzen an einem Tag (24h-Mittel) mit hoher und an einem Tag mit geringer solarer Einstrahlung. Die Temperaturdifferenzen beziehen sich immer auf die Außentemperatur.

	6.7 (niedrig)		12.7 (hoch)	
	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)	Temperaturdifferenz Tagesmittel (K)	Maximale Temperaturdifferenz (K)
Messpunkt 3 cm	0,45	3,85	2,97	8,44
Messpunkt 30 cm	0	3,43	2,05	5,26
Faserzement	0,45	4,5	5,81	21,25
Alu	0,66	5,61	5,07	18,78

Bei geringer Strahlungsleistung sind die Korrelationskoeffizienten zwischen Messpunkttemperatur und Strahlung erwartungsgemäß kleiner als bei hoher Strahlungsleistung. Hier ist jedoch überraschend, dass der dunklere Faserzement eine schwächere Korrelation als das hellere Aluminium aufweist. Dies könnte durch die schnelle Wärmeauf- und Wärmeabgabe des Aluminiums erklärt werden.

Der Zusammenhang der Oberflächentemperatur mit der Außentemperatur bei niedriger Einstrahlung ist geringfügig schwächer als der der Schichten. Bei hohen Strahlungsleistungen sind die Schichten stärker von der Außentemperatur abhängig als die Oberflächen. Das Material macht in diesem Fall keinen Unterschied.

Abb. A5.1.2.31: Korrelationen zwischen Messpunkttemperatur und Strahlung auf Fassade (MP + S) und zwischen Messpunkt- und Außentemperatur (MP + AT). Datengrundlage ist die gesamte Messperiode, die Korrelationen wurden für Zeiten mit geringer oder keiner Strahlungsleistung ($< 100 \text{ W/m}^2$) und mit viel Strahlung ($> 100 \text{ W/m}^2$) auf die Fassade ausgewiesen.



Vergleich aller Projekte

Trotz der im Hauteil der Arbeit (Kap. 5.1.2) beschriebenen prinzipiellen Schwierigkeiten, die bei einem Vergleich der Projekte auftreten, sollen abschließend anhand einer Querauswertung allgemeine Tendenzen aufgezeigt werden.

Faktoren, die Einfluss auf die (gemessene) Schichttemperatur haben, sind:

- Materialeigenschaften der Oberfläche (Absorptionsgrad, Wärmeindringvermögen)
- Strahlungsintensität auf Oberfläche (Jahreszeitliche- und Tagesschwankungen)
- Außentemperatur (Jahreszeitliche- und Tagesschwankungen)
- Wind
- Höhe des Messpunktes (Wind, Schichtdicke)

Um den Einfluss der unterschiedlichen Randbedingungen der vier Messungen zu reduzieren, werden die Messungen mit folgenden Methoden untersucht:

- Korrelationen zwischen Strahlung und Messpunkttemperatur (sortiert nach hoher und geringer Einstrahlung)

- Differenzen zwischen Außentemperatur und Messpunkttemperatur an einem klaren und windstillen Tag der jeweiligen Messperiode

Tab. A5.1.2-5 zeigt die für die Interpretation der Auswertung relevanten Projekteigenschaften der Projekte in der Übersicht.

Tab. A5.1.2-5: Daten zu den Messungen. Verwendete Abkürzungen: Or. = Orientierung, F = Fassade, WS = Wetterstation, S = Süd, O = Ost, N = Nord, W = West, ρ_{sol} = Reflexionsgrad, α = Temperaturleitfähigkeit, b = Wärmeeindringkoeffizient

Gebäude	Messung	Messhöhe	Or. F	Entfernung WS	Fassadenoberfläche				
					Material	Farbe	ρ_{sol}	α	b
				(km)			(%)	(m ² /s)	(kJ/m ² h ^{1/2} K)
BUW, Haspel	29.01. - 20.02. 2005	14 m	S- W	0,0	Faserzement-platten	Mittelgrau, RAL 7038	45	0,0016	14,84 (55)
					Stützen, Deckenstirnseiten mit Mineralputz	Mittelgrau, RAL 7045	29		(108)
E/D/E	18.05. - 30.05. 2005	25 m	S	7,1; O	Glaspaneele	Grün, RAL 6027	59*	0,0012	23,57 (77)
					Sonnenschutz	weiß RAL 9001	76		
Sparkasse	01.06. - 16.06. 2005	60 m	S	1,5; W	Brüstungselemente Beton	Perlweiß RAL 1013	72	0,0032	37,42 (142)
					Aluminium-Fensterprofil	Schwarzbraun RAL 8022	0,01		0,33
„Neue Bourse“	29.06. - 12.07. 2005	10 m	S- O	2,0; S- W	Faserzement-platten	Lichtgrau RAL 7035	58	0,0016	14,84 (55)
					Aluminium-verkleidung	matt	75		0,33

* = ρ_{sol} Farbe + ρ_{sol} Oberfläche Glas = 59 %

Um die Wirkung unterschiedlicher Fassadenmaterialien zu vergleichen wird zunächst der statistische Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur und solarer Strahlungsleistung auf die Fassade betrachtet (Abb. A5.1.2-32).

Insgesamt ist die Korrelation bei der BUW und der Bourse stärker ausgeprägt als bei der Sparkasse und beim E/D/E. Als Erklärung bieten sich bei der BUW die geringen Reflexionsgrade der Oberflächen an (Abb. A5.1.2-33). Bei der Bourse sind die Oberflächen etwas heller, die geringe Speichermasse der Faserzementplatte und die hohe Temperaturleitfähigkeit des Aluminiums sorgen für eine schnelle Reaktion auf die Einstrahlung. Der schwächere Zusammenhang bei der Sparkasse könnte zumindest beim Beton auf dessen Farbe und Speicherfähigkeit und allgemein auf die bauliche Verschattung der Messpunkte ab 14:30 Uhr zurückzuführen sein. Zusätzlich dazu schwächt hier und beim E/D/E auch die Höhe der Messpunkte (Wind) den Korrelationskoeffizienten. Zur Interpretation der Einzelprojekte sei auf den Bildtext von Abb. A5.1.2-32 verwiesen.

Bei der Differenz zwischen Oberflächen- und Außentemperatur an einem unbedeckten Tag bestehen zwischen den Projekten große Unterschiede (Abb. A5.1.2-33 und A5.1.2-34). Im Gegensatz dazu sind die Differenzen der Schichttemperaturen der Projekte eher klein. Allen Werten ist gemeinsam, dass die Größe der Differenzen nicht stark an das Tagesmittel der Außentemperatur gekoppelt zu sein scheint (sonst müssten sich die Temperaturdifferenzen der Messung im Februar von den anderen Projekten unterscheiden).

Abb. A5.1.2-32:

Korrelationskoeffizienten „r“ zwischen Oberflächentemperatur und Strahlung auf die Fassade in der jeweiligen Messperiode.
 BUW: die im Vergleich zum Faserzement ($\rho_{sol} = 45\%$) schwächere Korrelation des dunkleren Mineralputzes ($\rho_{sol} = 29\%$) weist auf dessen Speichermasse hin, die die Reaktion auf die Strahlung schwächt.
 Sparkasse: Der Unterschied zwischen Aluminiumprofil ($\rho_{sol} = 0,01\%$) und dem Beton ($\rho_{sol} = 72\%$) wird durch den Reflexionsgrad und die Speichermasse des Betons ausgelöst.
 Burse: Der Faserzement ($\rho_{sol} = 58\%$) hat etwas mehr Speichermasse als das Aluminiumprofil und reagiert langsamer. Die Höhe des Korrelationskoeffizienten vom hellen Aluminiumprofil ($\rho_{sol} = 75\%$) kann durch das Wärmeeindringvermögen erklärt werden. Bei geringer Strahlung (nachts) könnte der Einfluss der Fensterlüftung auf die Temperatur des Aluminiums die Korrelation schwächen.

Korrelationskoeffizient

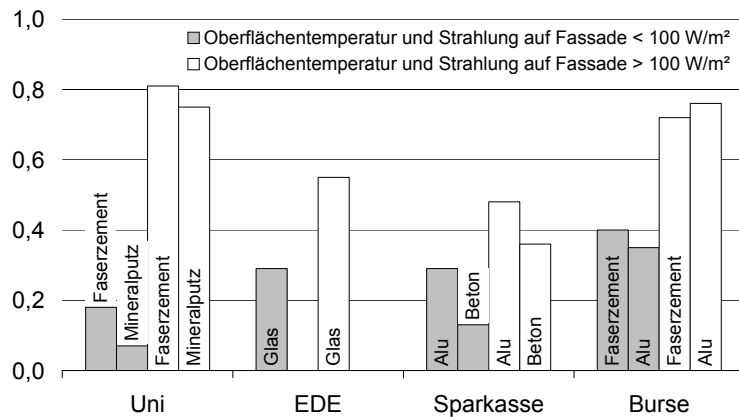


Abb. A5.1.2-33: Reflexionsgrade und Wärmeeindringkoeffizient der Materialien. U = BUW, E = E/D/E, S = Sparkasse, B = Burse

Reflexionsgrad [%]

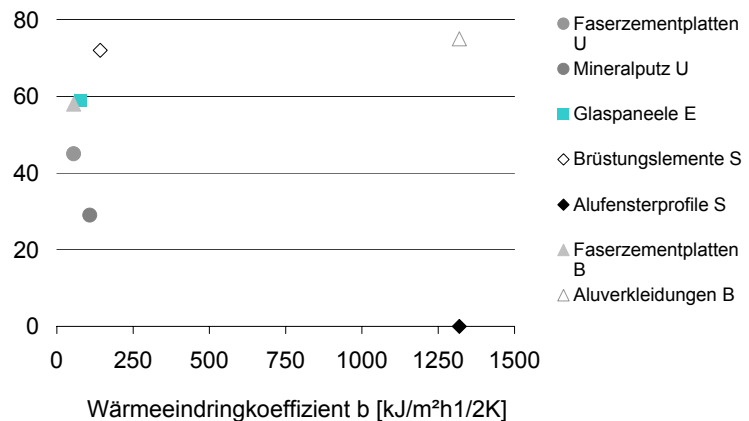
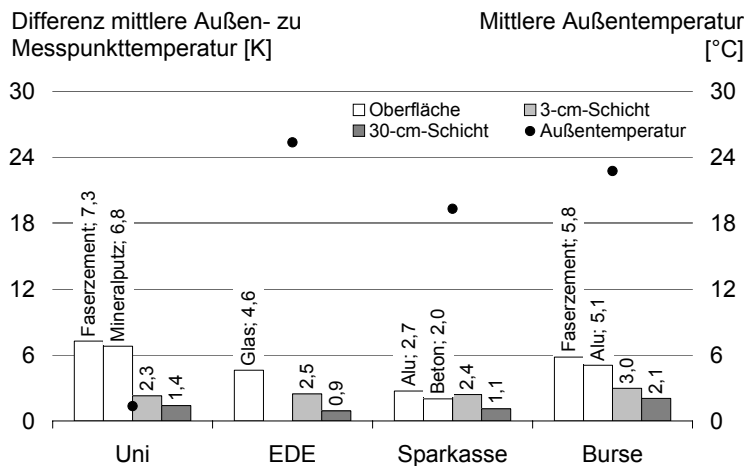
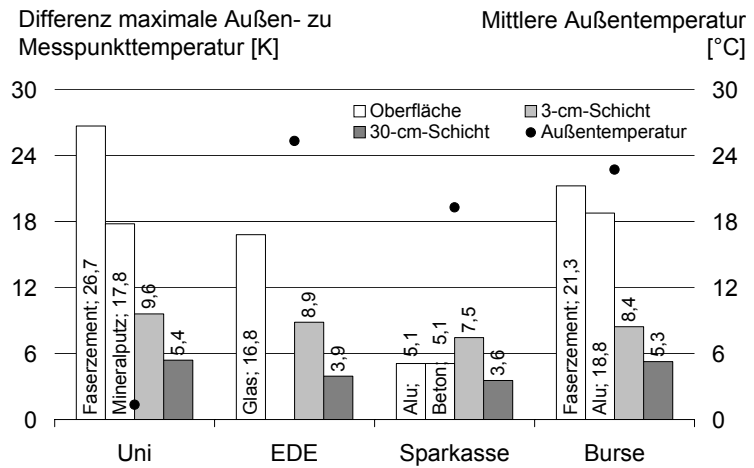


Abb. A5.1.2-34 und Abb. A5.1.2-35: Differenz der mittleren Außentemperatur zur Messpunkttemperatur (ΔT) am unbedeckten Referenztag der Messperiode. Mittel über 24 h (Abb. 34) und Tagesmaximalwerte (Abb. 35).

Im Vergleich weisen die Oberflächen der BUW das größte ΔT auf, was auf die insgesamt dunklen Oberflächen zurückzuführen ist. Das erreichte ΔT der Glasfassade (E/D/E) und der Faserzementplatten (Burse) lassen sich größtenteils mit dem Reflexionsgrad erklären. Das geringe ΔT des Aluminiumprofils der Sparkasse könnte allgemein am stärkeren Windeinfluss in 60 m Messhöhe liegen und speziell an der Wärmeabgabe des Aluminiumrahmens an den Innenraum. Der Wert der weißen Betonbrüstung ist unter Berücksichtigung des Windeinflusses plausibel. Das hohe ΔT des hellen Aluminiumprofils an der Burse erklärt sich zum Teil mit der nächtlichen Erwärmung durch Raumluft und dem geringen Emissionsgrad für langwellige Strahlung. Bei den Grenzsichten sind die



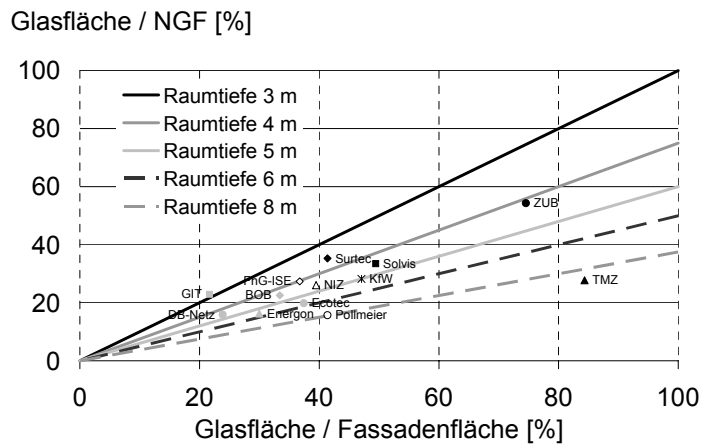
Unterschiede zwischen den Projekten bei den 3-cm-Messpunkten gering. Etwas höher sind die Differenzen bei der 30-cm-Schicht. Die geringeren Werte beim E/D/E und der Sparkasse könnten am Windeinfluss liegen.



5.3 Wärmelasten reduzieren

5.3.1 Externe Wärmequellen

Abb. A5.3.1-1: Zusammenhang zwischen Glasfläche, Fassadenfläche, Nettogeschossfläche und Raumtiefe nach [Brunner et al., 2001]. Exemplarisch sind Werte für diverse Gebäude des Förderprogramms EnBau eingezeichnet.



5.3.2 Interne Wärmequellen

Tab. A5.3.2-1: Anschlussleistungen, jährliche Betriebszeiten und Energieverbrauch von Arbeitshilfen im Büro. Die Annahmen für die Betriebszeiten basieren nicht auf Erhebungen, sondern stellen Abschätzungen auf Grundlage von Werten aus der Literatur dar. Rahmenbedingungen: 220 Arbeitstage pro Jahr mit jeweils 8 bis 10 Stunden. Die Geräte sind während dieser Zeit entweder in Benutzung oder betriebsbereit. Der „Schein-Aus-Betrieb“ kennzeichnet die Zeit, in der das Gerät zwar ausgeschaltet ist, aber dennoch Energie verbraucht. Nicht aufgeführt sind die Stunden, in denen das Gerät vom Netz genommen ist, sie ergeben sich aus dem Restbetrag zu 8760 Stunden.

Datenquelle: [Schloman et al., 2005]

Verwendet Abkürzungen: L = Leistung, N = Nutzzeit, V = Verbrauch

		Normalbetrieb			Bereitschaftsbetrieb			Schein-Aus		
		L (W)	N (h/a)	V (kWh/a)	L (W)	N (h/a)	V (kWh/a)	L (W)	N (h/a)	V (kWh/a)
Kameras	Videokamera	9	15	0,1	6	30	0,2	1,0	871	0,9
	Digital-Fotokamera	9	15	0,1	6	15	0,1	1,0	873	0,9
Telefone	Schnurloses Telefon	3,5	330	1,2	2	8430	16,9	-	-	-
	Komfort Telefon	4	330	1,3	2	8430	16,9	-	-	-
	Anrufbeantworter	3,5	50	0,2	2,5	8710	21,8	-	-	-
	Faxgerät	55	330	18,2	11	8430	92,7	-	-	-
Rechner	PC	60	1540	92,4	15	660	9,9	3,5	5248	18,4
	Notbook	25	1430	35,8	5	770	3,9	3,5	3280	8,2
	PDA	1,5	110	0,2	1	2530	2,5	0,75	3060	2,3
Monitore	Kathodenstrahl	80	1540	123,2	15	880	13,2	2	5072	10,1
	LCD	28	1540	43,1	2	880	1,8	2	5072	10,1
Drucker	Tintenstrahl	30	110	3,3	6	2200	13,2	3	5160	15,5
	Laser	350	150	52,5	50	2160	108,0	2	5160	10,3
Sonstige	Scanner	18	110	2,0	8	5750	46,0	4	1312	5,2
	Fotokopierer	800	220	176,0	95	2090	198,6	2	5160	10,3
	Beamer	210	165	34,7	7	1719	12,0	5	1719	8,5

5.6 Kostenvergleich von Systemen zur Nachtlüftung und zur aktiven Kühlung

Info A5.6-1



BBR-Projekt

Zwischenbericht: Kosten unterschiedlicher Lüftungssysteme bei Sanierungsvorhaben

Zuwendungsempfänger:
Lehrstuhl für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung, Fachbereich
Architektur, Design, Kunst
Bergische Universität Wuppertal
Pauluskirchstr. 7
42285 Wuppertal

Projektleitung
Prof. Dr. K. Voss

Bearbeitung
Dipl. Ing. C. Hoffmann
Dipl. Ing. C. Neumann

Bergische Universität Wuppertal b+tga
Pauluskirchstr. 7
42285 Wuppertal

Diese Studie wurde an der Bergischen Universität Wuppertal erstellt. Bezüglich der Ermittlung der reinen Anlagenkosten wurde auf eine Studie der „Solares Bauen mbH, Freiburg“ zurückgegriffen.



Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Aufgabenstellung und Ausgangslage	3
2	Technische Beschreibung der Systeme	4
2.1	Freie Lüftung	4
2.1.1	Lüftung Büros	4
2.1.2	WC Lüftung	5
2.2	Abluftanlage	5
2.2.1	Lüftung Büros	5
2.2.2	WC Lüftung	6
2.3	Zu- / Abluftanlage mit Ventilator-konvektoren	6
2.3.1	Lüftung und Kühlung Büros	6
2.3.2	WC Lüftung	7
2.4	Zu- / Abluftanlage mit Deckenkühlung	8
2.4.1	Lüftung und Kühlung Büros	8
2.4.2	WC Lüftung	9
3	Investitionskostenvergleich	9
3.1	Grundlagen der Kostenermittlung	9
3.2	Vergleich der Systeme	10
4	Elektrischer Energiebedarf der Anlagen	12
5	Kosten für eine Nutzungszeit von 20 Jahren	13
5.1	Fazit	16
6	Anhang	17
6.1	Berechnung Strombedarf für Variante „Freie Lüftung und Abluftanlage WC	17
6.2	Berechnung Strombedarf für Variante „Abluftanlage Büros und WC	18
6.3	Berechnung Strombedarf Raumkühlung über Ventilator-konvektoren	19
6.3.1	Grundlagen für Ermittlung Endenergiebedarf Kühlung	20
6.4	Berechnung Strombedarf Raumkühlung über Kühldecke	21
6.5	Literatur	23
6.6	Zeichnungen	23

1 Einleitung

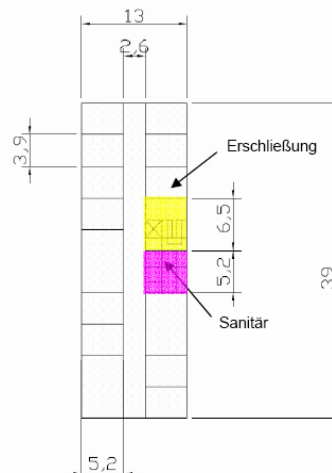
1.1 Aufgabenstellung und Ausgangslage

Ausgehend von der Tatsache, dass bestimmte Bestandsgebäude für eine – erfolgreiche – Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung besonders geeignet sind, wurde zunächst ein solches Typengebäude definiert. Das Typengebäude gehört in die Baualtersklasse zwischen den 60er und den 80er Jahren und wird als Bürogebäude genutzt. Die Annahmen gehen von einer schweren ($> 400 \text{ kg/m}^2$) oder mittelschweren ($300\text{-}400 \text{ kg/m}^2$) Bauweise aus. Das bedeutet, dass die Hauptbauteile bis auf einige Innenwände oder Teile der Außenfassade, massiv sind. Der Verglasungsanteil bezogen auf die Außenwandfläche beträgt rund 40 %. Die Aufteilung des Grundrisses ist der Abb. 1. zu entnehmen. Danach gibt es einen Erschließungs- und einen Sanitärkern. Das Bauraster beträgt 1,3 m, die kleinste mögliche Bürobreite (Achismaß) liegt demnach bei 2,6 m. Die lichte Raumhöhe beträgt 3,0 m. Dies ist das als realistisch anzusehende Minimum, wenn im Flur Rohre einer Zu- und Abluftanlage geführt werden sollen.

Da die Fläche der einzelnen Geschosse mehr als 400 m^2 beträgt, muss in der Mitte des Flures eine Brandschutztür (T90) vorhanden sein. Ein zweiter Fluchtweg ist als eine außen liegende Treppe vorgesehen.

Abb. 1: Grundriss (rechts) und Eigenschaften des Typengebäudes

Abmessungen	m	13,0 x 39 (Achismaß)
Geschoßfläche	m ²	507
Bauweise	kg/m ²	Mittelschwer (300 – 400) bis schwer (> 400)
Fensterflächenanteil	%	40 (Bezug: Außenwandfläche)
Bauraster	m	1,3
lichte Raumhöhe	m	> 3,0
Stockwerke		6



Für dieses Typengebäude mit Büronutzung soll im weiteren nun eine Kostenschätzung zu verschiedenen Lüftungs- und Kühlsystemen vorgestellt werden.

Grundüberlegung der Kostenschätzung ist es, zu untersuchen, wie teuer bestimmte Sanierungsmaßnahmen mit Maßnahmen der passiven Kühlung (hier Nachtlüftung) werden. Als Referenzvarianten werden zwei Systeme mit jeweils einer Zu- und Abluftanlage und Kälteerzeugung über eine Kompressionskältemaschine untersucht. Die Kälteverteilung erfolgt in einem Fall über Ventilatorkonvektoren, im anderen Fall über Deckenkühlelemente.

Hier können allerdings nur die Maßnahmen, wie sie bei einem Neubau erfolgen würden, berücksichtigt werden. Ein Versuch die Kosten für Sanierungsmaßnahmen anzugeben wäre unrealistisch, da in der



Schätzung von einem Typengebäude ausgegangen wurde, also die Beschaffenheit und der Zustand der Bausubstanz nicht bekannt sind. Weitere Kosten, die nicht berücksichtigt sind, sind die für den Abbruch vorhandener Bauteile (z. B. abgehängte Decken) und die Planungskosten. Die betrachteten Systeme im Einzelnen zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Untersuchte Systeme

	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
1	freie Lüftung	Lüftung der Büros erfolgt durch Querlüftung über elektrisch ansteuerbare Zuluftelemente in der Fassade WC werden über separate Abluftanlage belüftet
2	Abluftanlage	Lüftung der Büros über eine Abluftanlage und Zuluftelemente in der Fassade. Die Anlage wird auch zur Nachtlüftung verwendet WC werden über separate Abluftanlage belüftet.
3	Zu-/Abluftanlage mit Luftkühlung	Be- und Entlüftung der Büros mit einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung. Die WC haben einen separaten Abluftstrang. Kühlung der Büros erfolgt über Ventilator-konvektoren im Umluftbetrieb. Die Kälteerzeugung erfolgt über eine Kompressionskältemaschine.
4	Zu-/Abluftanlage mit Deckenkühlung	Be- und Entlüftung der Büros mit einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung. Die WC haben einen separaten Abluftstrang. Kühlung der Büros erfolgt über Deckenkühlelemente, mit Kälteerzeugung über eine Kompressionskältemaschine

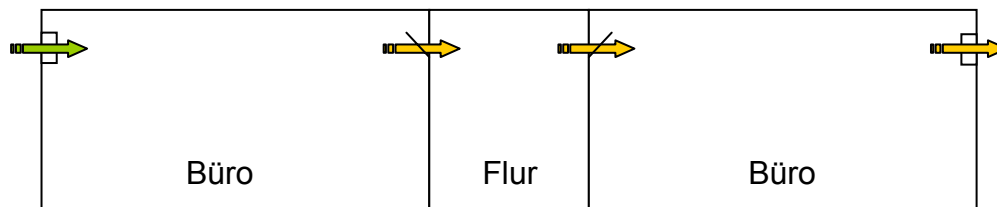
2 Technische Beschreibung der Systeme

2.1 Freie Lüftung

2.1.1 Lüftung Büros

Die Lüftung der Büros erfolgt über freie Querlüftung. In der Fassade sind in jeder 2. Achse (alle 2,6 m) Zuluftelemente positioniert, die Überströmung zum Flur erfolgt über die Bürotüren oder evtl. auch Oberlichter über den Türen.

Abb. 2:
Schema freie Lüftung:
schematischer Schnitt durch ein Stockwerk des Gebäudes



Die Nachtlüftung erfolgt ebenfalls über Querlüftung. Dazu sind die Zuluftelemente in der Fassade elektrisch bedienbar und auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet.

2.1.2 WC Lüftung

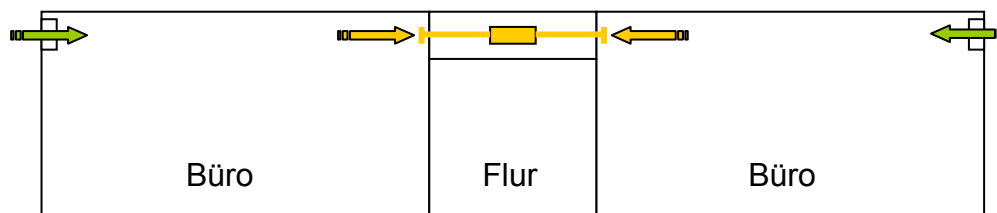
Die WC erhalten eine Abluftanlage. Die Volumenströme werden entsprechend Arbeitsstättenrichtlinien (ASR 37/1 – Toilettenräume) ausgelegt (siehe Tab. 2).

Die Nachströmung für die WC erfolgt über Zuluftelemente in der Fassade des Flurbereichs und der Erschließung.

2.2 Abluftanlage

2.2.1 Lüftung Büros

Abb. 3:
Schema
Abluftanlage:
schematischer
Schnitt durch
ein Stockwerk
des
Gebäudes



Die Büros werden über eine Abluftanlage entlüftet. Die Frischluft strömt über manuell bedienbare Zuluftelemente in der Fassade nach. Die Abluft wird über einen Schacht mit einem Dachventilator abgesaugt. Im Anhang befindet sich ein detaillierteres Schema.

Die Lüftungsöffnungen sind jeweils in jeder 2. Achse (alle 2,6 m) positioniert, um maximale Flexibilität zu erhalten.

Die Kanalführung der Abluftanlage erfolgt im Flurbereich und im WC. Der Flur muss daher eine Abdeckung von mindestens 30 cm, der WC Bereich mindestens 70 cm erhalten. Jeder Abluftabgang besitzt eine Irisblende zum Einregulieren, einen Telephonieschalldämpfer und eine einfache Abluftöffnung mit Abdeckung. In der Mitte des Flures befindet sich aus brandschutztechnischen Gründen ein F90-Trennung.

Die Abluftanlage ist so ausgelegt, dass eine Nachtlüftung mit einem Luftwechsel von 2 1/h (bezogen auf die Büroräume) möglich ist.

Auf jedem Geschoss ist ein Volumenstromregler für die Abluft vorgesehen, so dass eine geschossweise Regelung bzw. Abschaltung erfolgen kann.

Der Ventilator wird über eine Konstantdruckregelung betrieben.

Der Lüftungsschacht wird komplett in F90 ausgeführt. Pro Geschoss ist eine Brandschutzklappe für die Abluft notwendig. Für die Positionierung des Schachtes bietet sich die an den WC-Bereich grenzende Bürofläche an (siehe Schema im Anhang). Folgende Daten liegen der Auslegung der Anlage zugrunde:

Tab. 3: Auslegungsdaten Abluftanlage

Lüftung Büros		
Personen pro Geschoss	-	34
spez. Volumenstrom pro Person	m ³ /h	40
Volumenstrom pro Geschoss Taglüftung	m ³ /h	1.350
Luftwechsel tags (bezogen auf Bürofläche)	1/h	1,3
Luftwechsel für Nachtlüftung (bezogen auf Bürofläche)	1/h	2,0
Volumenstrom pro Geschoss bei Nachtlüftung	m ³ /h	2.050
Anzahl der Zuluftelemente / Abluftöffnungen pro Geschoss	-	24
Volumenstrom pro Zuluftelemente / Abluftöffnungen tags/nachts	m ³ /h	55 / 90
max. Volumenstrom für Gesamtgebäude	m ³ /h	12.500
erforderliche Bruttoschachtfläche	m ²	1
Dimension Sammelschacht in Flur	mm x mm	400 x 150
Dimension Abgänge Büro	DN	100
Lüftung WC		
Luftwechsel gemäß ASR	1/h	5
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800
erforderliche Bruttoschachtfläche	m ²	0,2

2.2.2 WC Lüftung

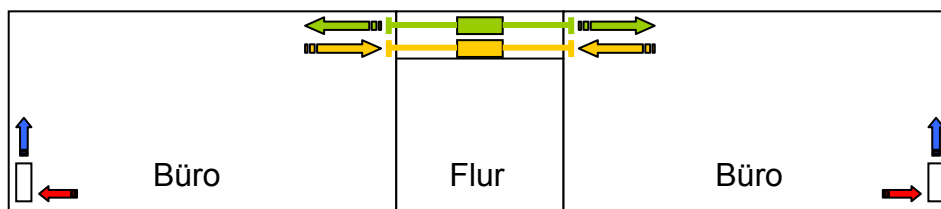
Die WC erhalten eine Abluftanlage. Die Volumenströme werden entsprechend Arbeitsstättenrichtlinien (ASR 37/1 – Toilettenräume) ausgelegt.

Die Nachströmung für die WC erfolgt über Zuluftelemente in der Fassade des Flurbereichs und der Erschließung.

2.3 Zu- / Abluftanlage mit Ventilator-konvektoren

2.3.1 Lüftung und Kühlung Büros

Abb. 4: Schema Zu-/Abluftanlage mit Kühlung über Ventilator-konvektoren: schematischer Schnitt durch ein Stockwerk des Gebäudes



Die Büros werden über eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung gelüftet. Die Lüftungszentrale befindet sich auf dem Dach. Die Kühlung erfolgt über Ventilator-konvektoren, die auch zur Beheizung verwendet werden können. Zur Kälteerzeugung wird eine Kompressionskältemaschine mit Rückkühlwerk eingesetzt. Im Anhang befindet sich ein detaillierteres Schema.

Die Zu- und Abluftauslässe sind abwechselnd in jeder Achse (alle 1,3 m) positioniert. Die Ventilator-konvektoren befinden sich in jeder 2. Achse (alle 2,6 m).

Die Kanalführung der Lüftungsanlage erfolgt im Flurbereich und im WC. Der Flur muss daher eine Abdeckung von mindestens 50 cm, der WC Bereich mindestens 70 cm. erhalten. Jeder Zu- und Abluftauslass besitzt eine Irisblende zum Einregulieren, einen Telephonieschalldämpfer und



einen Luftauslass. In der Mitte des Flures befindet sich aus brandschutztechnischen Gründen ein F90-Trennung. Auf jedem Geschoss wird ein Volumenstromregler für Zu- und die Abluft vorgesehen, so dass eine geschossweise Regelung bzw. Abschaltung erfolgen kann. Die Ventilatoren werden über eine Konstantdruckregelung betrieben.

Die Lüftungsschächte werden komplett in F90 ausgeführt. Pro Geschoss sind zwei Brandschutzklappen für Zu- und Abluft notwendig. Für die Positionierung des Schachtes bietet sich die an den WC-Bereich grenzende Bürofläche an (siehe Schema im Anhang).

Zur Anbindung der Ventilatorkonvektoren müssen Steigleitungen und horizontale Verteilleitungen verzogen werden. Die Umstellung zwischen Heizen und Kühlen erfolgt für das ganze Gebäude saisonal. Weiterhin müssen für den Kühlbetrieb Kondensatleitungen vorgesehen werden. Insgesamt wird dadurch ein Brüstungskanal notwendig und 3 bis 4 vertikale Schächte im Fassadenbereich. Für je 2 Achsen wird ein Raumbediengerät erforderlich über das der Konvektor angesteuert wird. Folgende Daten liegen der Auslegung der Anlage zugrunde:

Tab. 4: Auslegungsdaten Zu-/Abluftanlage mit Ventilatorkonvektoren

Lüftung Büros		
Personen pro Geschoss	-	34
spez. Volumenstrom pro Person	m ³ /h	40
Volumenstrom pro Geschoss	m ³ /h	1.350
Luftwechsel (bezogen auf Bürofläche)	1/h	1,3
Anzahl der Zu- bzw. Abluftöffnungen pro Geschoss	-	24
Volumenstrom pro Auslass	m ³ /h	55
max. Volumenstrom für Gesamtgebäude	m ³ /h	8.000
erforderliche Bruttoschachtfäche	m ²	2
Dimension Sammelschächte in Flur	mm x mm	400 x 150
Dimension Zu- Abluftabgänge Büro	DN	100
ungefähre Abmaße Lüftungsgerät LxTxH	m	10x1,5x2,5
Kühlung Büros		
spez. Kühlleistung für Büro*	W/m ²	35
erforderliche Kühlleistung je 2-Achs-Büro	W	470
Kühlleistung Gesamtgebäude	kW	70
erforderliche Bruttoschachtfäche für Steigleitungen	m ²	0,05
Lüftung WC		
Luftwechsel gemäß ASR	1/h	5
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800
erforderliche Bruttoschachtfäche	m ²	0,2

- Kühlleistung wurde aus vergleichbaren Projekten der „solares bauen mbH“ abgeschätzt

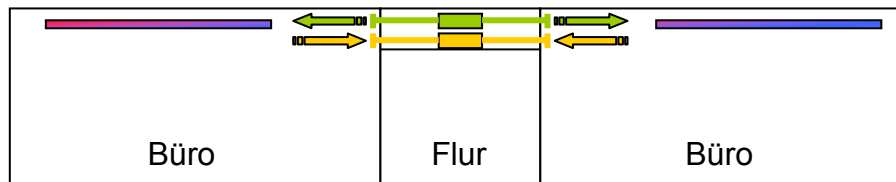
2.3.2 WC Lüftung

Die WC erhalten eine Abluftanlage. Die Volumenströme werden entsprechend Arbeitsstättenrichtlinien (ASR 37/1 – Toilettenräume) ausgelegt. Die Nachströmung für die WC erfolgt über zusätzliche Zuluftauslässe im Flurbereich.

2.4 Zu- / Abluftanlage mit Deckenkühlung

2.4.1 Lüftung und Kühlung Büros

Abb. 5: Schema Zu-/ Abluftanlage mit Deckenkühlung: schematischer Schnitt durch ein Stockwerk des Gebäudes



Die Büros werden über eine Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung gelüftet. Die Lüftungszentrale befindet sich auf dem Dach. Die Kühlung erfolgt über Deckenkühlelemente, die – bei entsprechend gutem Wärmeschutz - auch zur Beheizung verwendet werden können. Zur Kälteerzeugung wird eine Kompressionskältemaschine mit Rückkühlwerk eingesetzt. Im Anhang befindet sich ein detaillierteres Schema. Die Zu- und Abluftauslässe sind abwechselnd in jeder Achse (alle 1,3 m) positioniert. Die Deckenkühlelemente befinden sich ebenfalls in jeder Achse, um die erforderliche Kühlleistung bereitstellen zu können. Die Kanalführung der Lüftungsanlage und die Kälteverteilung erfolgt im Flurbereich und im WC. Der Flur muss daher eine Abdeckung von mindestens 50 cm, der WC Bereich mindestens 70 cm erhalten. Jeder Zu- und Abluftauslass besitzt eine Irisblende zum Einregulieren, einen Telephonieschalldämpfer und einen Luftauslass. In der Mitte des Flures befindet sich aus brandschutztechnischen Gründen ein F90-Trennung. Auf jedem Geschoss wird ein Volumenstromregler für Zu- und die Abluft vorgesehen, so dass eine geschossweise Regelung bzw. Abschaltung erfolgen kann. Die Ventilatoren werden über eine Konstantdruckregelung betrieben.

Die Lüftungsschächte werden komplett in F90 ausgeführt. Pro Geschoss sind zwei Brandschutzklappen für Zu- und Abluft notwendig. Für die Positionierung der Schächte bietet sich die an den WC-Bereich grenzende Bürofläche an (siehe Schema im Anhang).

Zur Anbindung der Deckenkühlelemente müssen Steigleitungen und horizontale Verteilungen verzogen werden. Die Umstellung zwischen Heizen und Kühlen erfolgt für das ganze Gebäude saisonal. Weiterhin müssen Feuchtefühler zur Vermeidung von Kondensation bzw. zur Vorlauftemperaturregelung vorgesehen werden. Für je 2 Achsen wird ein Raumbediengerät erforderlich, über das die Deckenkühlung (und evtl. -Heizung) angesteuert wird.

Folgende Daten liegen der Auslegung der Anlage zugrunde:



Tab. 5: Auslegungsdaten Zu-/Abluftanlage mit Deckenkühlung

Lüftung Büros		
Personen pro Geschoss	-	34
spez. Volumenstrom pro Person	m ³ /h	40
Volumenstrom pro Geschoss	m ³ /h	1.350
Luftwechsel (bezogen auf Bürofläche)	1/h	1,3
Anzahl der Zu- bzw. Abluftöffnungen pro Geschoss	-	24
Volumenstrom pro Auslass	m ³ /h	55
max. Volumenstrom für Gesamtgebäude	m ³ /h	8.000
erforderliche Bruttoschachtfläche	m ²	2
Dimension Sammelschächte in Flur	mm x mm	400 x 150
Dimension Zu- Abluftabgänge Büro	DN	100
ungefähre Abmaße Lüftungsgerät LxTxH	m	10x1,5x2,5
Kühlung Büros		
spez. Kühlleistung für Büro*	W/m ²	35
erforderliche Kühlleistung je 2-Achs-Büro	W	470
Kühlleistung Gesamtgebäude	kW	70
spez. Kühlleistung der Deckenkühlelemente	W/m ²	60
Deckenbelegung mit Kühlelementen	%	58
insgesamt erforderliche Deckenkühlelemente	m ²	1.150
erforderliche Bruttoschachtfläche für Steigleitungen	m ²	0,05
Lüftung WC		
Luftwechsel gemäß ASR	1/h	5
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800
erforderliche Bruttoschachtfläche	m ²	0,2

* Kühlleistung wurde aus vergleichbaren Projekten der „solares bauen mbH“ abgeschätzt

2.4.2 WC Lüftung

Die WC erhalten eine Abluftanlage. Die Volumenströme werden entsprechend Arbeitsstättenrichtlinien (ASR 37/1 – Toilettenräume) ausgelegt.

Die Nachströmung für die WC erfolgt über zusätzliche Zuluftauslässe im Flurbereich.

3 Investitionskostenvergleich

3.1 Grundlagen der Kostenermittlung

Die Kosten wurden zum Großteil anhand von Ausschreibungsergebnissen ermittelt, die der „solares bauen mbH, Freiburg“ vorlagen. Zu einem kleineren Teil wurden Bruttolistenpreise von Herstellern verwendet. Die Genauigkeit der Kosten wird auf +/- 15 % geschätzt. Die größten Ungenauigkeiten bestehen beim Gewerk Mess- Steuerung und Regelungstechnik (MSR).

Bei der Ermittlung wird davon ausgegangen, dass das Dach geeignet ist, neu hinzukommende Lasten aufzunehmen.

Die genannten Kosten sind Nettokosten.

Folgende Kosten wurden bei der Kostenermittlung nicht berücksichtigt.

- Kosten für die Planung
- Kosten für Kabelzugarbeiten (Gewerk Elektro für MSR)
- Kosten einer evtl. notwendigen Neu- oder Umverlegung von Elektroinstallationen (z.B. Flurbeleuchtung)



- Die Kosten von großen Deckendurchbrüchen sind nicht berücksichtigt, da hierfür eine statische Überprüfung am konkreten Objekt notwendig ist
- Evtl. notwendige Schallschutzmaßnahmen für die Dachaufbauten (Schutz der umliegenden Gebäude)
- Kosten für Neu- oder Umbau von Deckenabhängungen
- Bei der Abluftanlage die Kosten für den Einbau der Zuluftelemente in die Fassade
 Anmerkung: Die Gesamtkosten des Systems werden stark beeinflusst durch die Kosten der Zuluftelemente in der Fassade. Diese können je nach Ausführung eine Spannweite zwischen 52 % und 69 % der Kosten ausmachen. Wird hier auf einfache Lösungen (z.B. Eigenbau evtl. mit Verzicht auf Schallschutz) zurückgegriffen, können die Kosten deutlich reduziert werden. Lösungen, die wegen des Wärmeschutzes mit einer automatischen Verschlussklappe ausgestattet sind, liegen am oberen Ende der Spannweite.
- Beim Zu- und Abluftsystem mit Ventilatorkonvektoren die Kosten für einen notwendigen Brüstungskanal

3.2 Vergleich der Systeme

Ausgehend von den Grundlage aus Abschnitt 2 ergeben sich für die vier Systeme die in Abb. 6 bis 9 und Tab. 5 aufgeführten Kosten. Abb. 10 zeigt die spezifischen Kosten der Anlagen im Vergleich.

Abb. 6: Kosten für freie Lüftung.
 Gesamtkosten: 61.800 bis 94.200 €
 spezifische Kosten: 20 und 31 €/m²_{NGF}
 Die Kosten pro Überströmelement können zwischen 200 und 400 € pro Stück variieren, die Kosten ≥ 200 € sind daher als „Preisspanne“ gesondert ausgewiesen.
 Besonderheiten: Kosten für Überströmelemente im Flur sind nicht berücksichtigt

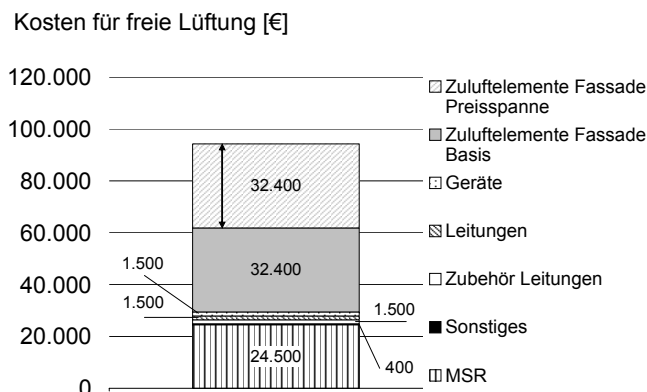


Abb. 7: Kosten für eine Abluftanlage:
 Gesamtkosten: 98.700 €
 spezifische Kosten: 32 €/m²_{NGF}

Besonderheiten: Die Kosten für den Einbau der Zuluftelemente in die Fassade sind nicht berücksichtigt.
 Die Gesamtkosten des Systems werden durch die Kosten der Zuluftelemente in der Fassade stark beeinflusst. Sie können 30% und mehr der Kosten verursachen. Wird hier auf einfache Lösungen (z.B. Eigenbau evtl. mit Verzicht auf Schallschutz) zurückgegriffen, können die Kosten deutlich reduziert werden.

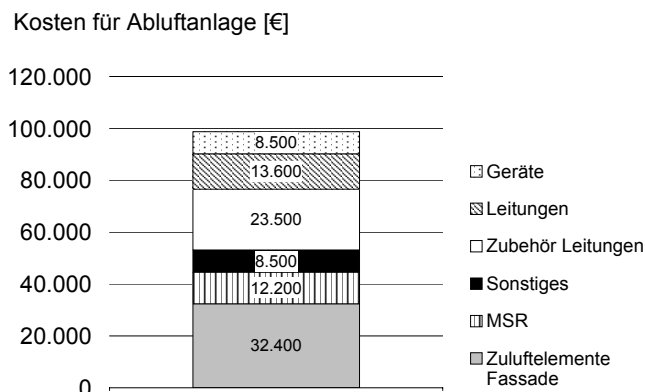




Abb. 8: Kosten für eine Zu- und Abluftanlage mit Ventilatorconvektoren (VK):
Gesamtkosten: 314.400 €
spezifische Kosten: 103 €/m²_{NGF}

Besonderheiten: Die Kosten für einen notwendigen Brüstungskanal werden nicht berücksichtigt.

Kosten für Zu- und Abluftanlage mit Ventilatorconvektoren [€]

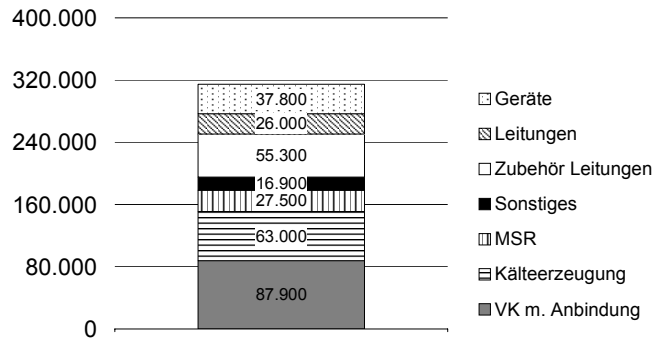


Abb. 9: Kosten für eine Zu- und Abluftanlage mit Deckenkühlung:

Gesamtkosten: 379.400 €
spezifische Kosten: 124 €/m²_{NGF}

Kosten für Zu- und Abluftanlage mit Deckenkühlung [€]

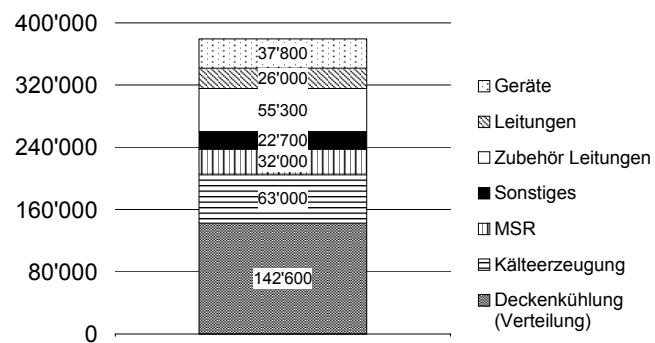
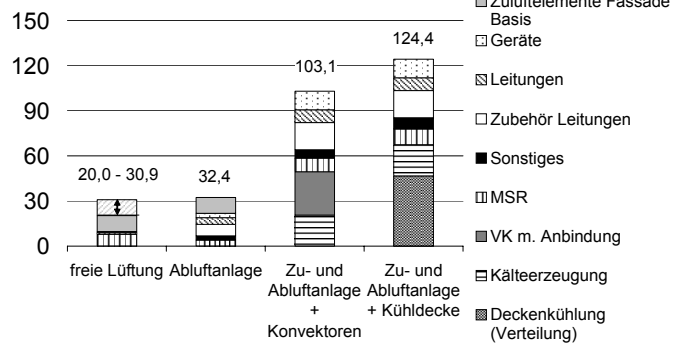


Abb. 10: Spezifische Kosten für die unterschiedlichen Systeme.

Spezifische Kosten [€/m²_{NGF}]





Tab. 6: Vergleich Kosten. Alle Kosten in €. Die spezifischen Kosten beziehen sich auf eine NGF von 3050 m². Anmerkung: bei der Variante mit Zu- und Abluftanlage mit Ventilatorconvektoren könnten sich die Investitionskosten bei einem Bestandsgebäude mit vorhandenen und geeigneten Heizkörpern auf 223.300 € (73 €/m²) verringern.

Baugruppe		freie Lüftung	Abluftanlage	Zu-/Abluftanlage mit Ventilatorconvektoren	Zu-/Abluftanlage mit Deckenkühlung
Lüftungsgeräte	€	1.500	8.500	37.800	37.800
Lüftungsleitungen inkl. Dämmung	€	1.500	13.600	26.000	26.000
Zubehör Lüftungsleitungen	€	1.500	23.500	55.300	55.300
Zuluftelemente Fassade	€	32.400 - 64.800	32.400		
Ventilatorconvektoren mit Anbindeleitungen	€			87.900	
Deckenkühlung mit Anbindeleitungen	€				142.600
Kälteerzeugung	€			63.000	63.000
MSR	€	24.500	12.200	27.500	32.000
Kernbohrungen, Durchbrüche, Montagestahl	€	400	8.500	16.900	22.700
Gesamtkosten	€	61.800 - 94.200	98.700	314.400	379.400
spez. Gesamtkosten*	€/m ²	20 - 31	32	103	124

4 Elektrischer Energiebedarf der Anlagen

Für jedes Lüftungssystem wurde anhand der Motoraufnahmeleistungen der Anlagenkomponenten und der angenommenen Betriebszeiten der Anlagen der Energiebedarf ermittelt. Der Energiebedarf für die Kühlung wurde anhand der Berechnungssystematik „Klimakälte“ berechnet, die Bestandteil der „Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden (MEG)“ ist [Knissel, 2004]. Das Verfahren ermöglicht eine vereinfachte Abschätzung des Strombedarfs für die Kühlung des gesamten Gebäudes.

Die Annahmen und Berechnungsgrundlagen für jedes System finden sich im Anhang. Abb. zeigt den Energiebedarf für die Systeme und die jeweiligen Stromkosten pro Jahr.

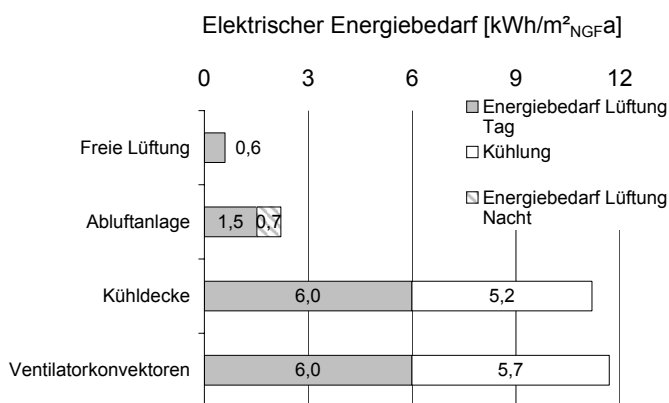
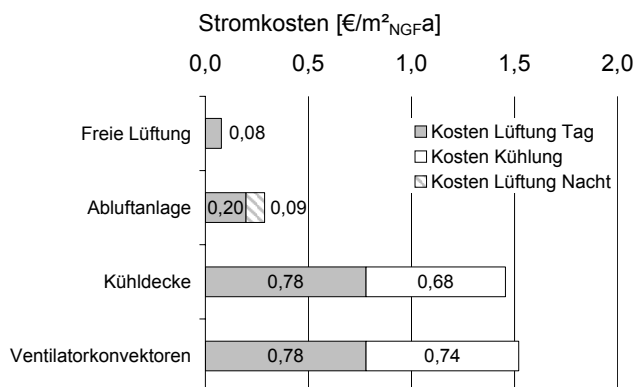


Abb. 11: Der Endenergiebedarf für die Systeme, Lüftung und Kühlung ist separat aufgeführt.



Abb. 12: Jährliche Stromkosten für die Systeme. Als Stromkosten wurden 0,13 € pro kWh angenommen. Dies stellt die obere Grenze der in [Recknagel et al., 2001] angegebenen Spanne (0,08 bis 0,13 €) dar. Die obere Grenze wurde deshalb verwendet, da die Anlagen für einen Zeitraum von 20 Jahren betrachtet werden (Abschnitt 5) und so mit einer Preissteigerung zu rechnen ist.



5 Kosten für eine Nutzungszeit von 20 Jahren

Bei der Ermittlung der Kosten werden nach [VDI 2067, 2000] prinzipiell vier Gruppen berücksichtigt.

- Kapitalgebundene Kosten (einschl. Instandsetzung und Erneuerung)
- Bedarfs- (verbrauchs-) gebundene Kosten (Energiekosten)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung)
- Sonstige Kosten (z. B. Versicherung, Steuern), hier nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der nachfolgenden Kostenbetrachtung über einen Nutzungszeitraum von 20 Jahren werden die zukünftige Preisentwicklung und die Teuerungsrate nicht berücksichtigt. Die gegebenen Werte sind daher vorwiegend dazu geeignet, die Anlagen quantitativ miteinander zu vergleichen. Im Vergleich mit realen Kosten können die gegebenen Werte unter Umständen abweichen.

Die Kosten für die Instandsetzung und Wartung der Anlagen wurden mittels der in [VDI 2067, 2000] genannten Faktoren ermittelt. Diese werden als prozentualer Wert, der sich aus den Kosten der Anlagenkomponente errechnet, gegeben. Die [VDI 2067, 2000] nennt auch rechnerische Nutzungsdauern für die einzelnen Anlagenkomponenten. Ist diese kürzer (z. B. 12 Jahre) als der Betrachtungszeitraum, so wird davon ausgegangen, dass die Komponente kostengleich ersetzt wird und es werden die anteiligen Kosten für die verbleibende Nutzungsdauer (hier 8 Jahre) zu den Ausgangskosten hinzuaddiert.

Die spezifischen Kosten über einen Nutzungszeitraum von 20 Jahren der Anlage zeigt Abb. 13. Danach dominieren beim Konzept „freie Lüftung“ die kapitalgebundenen Kosten. Beim Konzept „Abluftanlage“ entstehen Kosten im Bereich „Wartung“ hauptsächlich für den Ventilator. Bei beiden Konzepten sind die Energiekosten sehr gering.

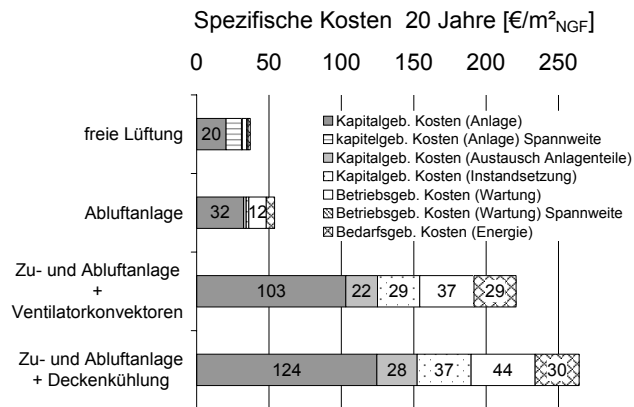
Diese werden erst bei den Konzepten „Ventilatorkonvektor“ und „Deckenkühlung“ spürbar, wenngleich sie auch hier nur 13 oder 11 % der Gesamtkosten ausmachen. Da der Nutzungszeitraum auf 20 Jahre festgelegt ist, müssen hier Anlagenteile, die eine kürzere Lebensdauer haben, ausgetauscht werden. Diese Kosten gehören zu den kapitalgebundenen Kosten „Anlage“ sind aber in der Grafik zur



Kenntlichmachung als „Austausch Anlagenteile“ ausgewiesen. Kurzlebige Anlagenteile sind die Ventilatoren (12 Jahre), Ventile für die Kühlung (Ventilator-konvektoren und Kühldecke), die Kompressionskältemaschine (15 Jahre) und die Filter in der Lüftungsanlage. Der vierteljährliche Austausch der Filter macht 7 % der Anlagengesamtkosten aus. Die Kosten für Wartung und Instandsetzung liegen für die Konzepte „Ventilator-konvektor“ und „Deckenkühlung“ bei rund 30 % der Gesamtkosten.

Tab. 7 zeigt die Werte nochmals in der Übersicht.

Abb. 13: Spezifische Kosten über 20 Jahre. Die Preisspannweite für die Zuluft-elemente in der Fassade ist gesondert ausgewiesen. Die Kostengruppe „Austausch Anlagenteile“ berücksichtigt die Bauteile, die eine kürzere rechnerische Lebensdauer als 20 Jahre haben und somit ersetzt werden müssen. Für das Kompaktgerät der Zu- und Abluftanlage der Konzepte „Ventilator-konvektor“ und „Deckenkühlung“ gab es nur einen Gesamtpreis. Um die Anlagen- Wartungs- und Instandsetzungskosten für das Kompaktgerät zu berechnen, wurden für die Ventilatoren und die Filter anteilige Preise bei Lüftungsfirmen erfragt. Die Filter machen rund 1,2 %, die Ventilatoren rund 20 % der Kosten für das Kompaktgerät aus.



Tab. 7: Kapitalgebundene und bedarfs- und betriebsgebundene Kosten für die unterschiedlichen Anlagen

	Betrachtung Investitionsjahr				Betrachtung Nutzungsdauer 20 Jahre			
	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie
	(€/m²_NGFa)	(€/m²_NGFa)	(€/m²_NGFa)	(€/m²_NGFa)	(€/m²_NGFa20)	(€/m²_NGFa20)	(€/m²_NGFa20)	(€/m²_NGFa20)
Geräte	0,49	0,02	0,08	0,08	0,82	0,33	1,64	
Leitungen	0,49	0,00	0,01		0,51	0,00	0,10	
Zubehör Leitungen	0,49	0,00	0,00		0,48	0,00	0,07	
Dämmung	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	
Sonstiges	0,13	0,00	0,00		0,13	0,00	0,00	
MSR	8,03	0,00	0,00		8,03	0,00	0,00	
Zuluft-elemente Fassade	10,62	0,00	0,05		15,93	0,00	1,59	
Zuluft-elemente Fassade Preisspanne	10,62	0,00	0,05					
Summe von	20,26	0,02	0,14	0,08	20,59	0,33	2,88	1,57
bis	30,89	0,02	0,20	0,08	31,21	0,33	3,94	1,57



Tab. 8: Fortsetzung von Tabelle 7

Abluftanlage								
	Betrachtung Investitionsjahr				Betrachtung Nutzungsdauer 20 Jahre			
	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie
	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})
Geräte	2,79	0,09	0,46		4,64	1,86	9,29	
Leitungen	4,46	0,00	0,04		4,45	0,00	0,89	
Zubehör Leitungen	7,70	0,00	0,04		7,70	0,00	0,77	
Dämmung	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	
Sonstiges	2,79	0,00	0,00		2,77	0,00	0,00	
MSR	4,00	0,00	0,00		4,00	0,00	0,00	
Zuluftelemente Fassade	10,62	0,00	0,05		10,62	0,00	1,06	
Summe	32,36	0,09	0,60	0,29	34,19	1,86	12,01	5,70

Zu- und Abluft mit Ventilatorconvektoren								
	Betrachtung Investitionsjahr				Betrachtung Nutzungsdauer 20 Jahre			
	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie
	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})
Geräte	12,39	0,20	1,02		25,57	4,09	20,45	
Leitungen	8,52	0,00	0,09		8,54	0,00	1,71	
Zubehör Leitungen	17,70	0,00	0,09		17,70	0,00	1,77	
Dämmung	0,46	0,00	0,00		0,44	0,09	0,00	
Sonstiges	5,54	0,00	0,00		5,55	0,00	0,00	
MSR	9,02	0,00	0,00		9,00	0,00	0,00	
Ventilatorconvektoren mit Anbindung	28,82	0,62	0,01		30,65	12,41	0,16	
Kälteerzeugung	20,66	0,55	0,28		27,54	11,02	5,51	
Summe	103,11	1,38	1,48	1,52	124,99	27,61	29,60	30,43

Summe mit Heizkörpern 72,89
Mehrkosten Kühlung 30,20

Zu- und Abluft mit Kühldecke								
	Betrachtung Investitionsjahr				Betrachtung Nutzungsdauer 20 Jahre			
	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie	Kosten Anlage	Instandsetzung	Wartung	Energie
	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})	(€/m ² _{NGFa20})
Geräte	12,39	0,20	1,02		25,57	4,09	20,45	
Leitungen	8,52	0,00	0,09		8,54	0,00	1,71	
Zubehör Leitungen	17,70	0,00	0,09		17,70	0,00	1,77	
Dämmung	0,46	0,00	0,00		0,44	0,09	0,00	
Sonstiges	7,44	0,00	0,00		7,44	0,00	0,00	
MSR	10,49	0,00	0,00		10,50	0,00	0,00	
Deckenkühlung (Verteilung)	46,75	1,03	0,35		54,63	20,53	6,94	
Kälteerzeugung	20,66	0,55	0,28		27,54	11,02	5,51	
Summe	124,43	1,79	1,82	1,46	152,36	35,72	36,38	29,11



5.1 Fazit

Vergleicht man die Kosten für die vier untersuchten Konzepte, so dominieren bei den Konzepten „freie Lüftung“ und „Abluftanlage“ die kapitalgebunden Kosten (Anlage und Instandsetzung). Bei der Abluftanlage kommen Kosten für die Wartung hinzu, die bei rund 22 % der Gesamtkosten liegen. Die Energiekosten sind gering.

Bei den Konzepten „Ventilatorkonvektor“ und „Deckenkühlung“ machen die kapitalgebunden Kosten jeweils rund 70 % aus. Die Kosten für Wartung und Energie liegen zusammen bei etwa bei 30 %.

Gelingt es in einem Gebäude die internen und externen Wärmelasten gering zu halten und eine wirksame Nachtlüftung – unterstützt durch eine Abluftanlage – zu realisieren, so kann dies zugleich auch eine kostengünstige Lösung sein. Die Konzepte „Ventilatorkonvektoren“ und „Kühldecke“, die hier im Zusammenhang mit einer Kompressionskälteanlage untersucht wurden, können im Sinne eines sparsamen Umgangs mit Energie dann von Interesse sein, wenn Kältequellen, wie z. B. Erdreich und Grundwasser, zur Verfügung stehen. In diesem Fall würden die Energiekosten sinken, dafür aber die Investitionskosten steigen. Daher sind die durchgeführten Berechnungen auf diesen Fall nicht übertragbar.



6 Anhang

6.1 Berechnung Strombedarf für Variante „Freie Lüftung und Abluftanlage WC“

Tab. A1: Grundlagen und Berechnungsergebnisse für das System „freie Lüftung“

Lüftungsanlage WC			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Luftwechsel	1/h	5	
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300	
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800	
Betriebsstunden täglich	h	14	DIN 18599
Arbeitstage Jahr	d	250	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	3.500	
Ventilator			
Dachventilator WCs (2.000 m ³ /h) inkl. Jalousieklappe + Zubehör			
Preisliste Rosenberg, Typ DV 400-4 E (750 €)			
Motoraufnahmenleistung	kW	0,52	
Energiebedarf Lüftung WC			
	kWh/a	1.820	
	kWh/m²a	0,60	
Kosten Strom			
	€/kWh	0,13	Rechnagel Sprenger 03/04
	€/a	236,6	
	€/m ²	0,08	



6.2 Berechnung Strombedarf für Variante „Abluftanlage Büros und WC

Tab. A2: Grundlagen und Berechnungsergebnisse. Anmerkung Nachtlüftung: von Juni bis September von jeweils 22 bis 6 Uhr morgens, exklusive Wochenenden: 88 Tage

Lüftungsanlage WC			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Luftwechsel	1/h	5	
Volumenstrom WC pro Geschoss	m³/h	300	
Gesamtvolumenstrom	m³/h	1.800	
Betriebsstunden täglich	h	14	DIN 18599
Arbeitstage Jahr	d	250	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	3.500	
Ventilator			
Dachventilator WCs (2.000 m³/h) inkl. Jalousieklappe + Zubehör			
Preisliste Rosenberg, Typ DV 400-4 E (750 €)			
Motoraufnahmenleistung	kW	0,52	
Energiebedarf Lüftung WC			
	kWh/a	1.820	
	kWh/m²a	0,60	
Lüftung Büros			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Volumenstrom pro Geschoss tags	m³/h	1.350	
Volumenstrom pro Geschoss nachts	m³/h	2.050	
Luftwechsel tags (Bezug Bürofl.)	1/h	1,3	
Luftwechsel nachts (Bezug Bürofl.)	1/h	2	
Ventilator			
Dachventilator Büros (13.000 m³/h) inkl. Jalousieklappe + Zubehör			
Preisliste Rosenberg, Typ DV 900-8 D (6300 €)			
Motoraufnahmenleistung	kW	3,0	
Taglüftung			
Motoraufnahmenleistung Taglüftung	kW	0,86	
Betriebsstunden täglich	h	13	DIN 18599
Arbeitstage Jahr	d	250	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	3.250	
Energiebedarf Taglüftung	kWh/a	2.795	
	kWh/m²a	0,92	
Nachtlüftung			
Motoraufnahmenleistung Nachtlüftung	kW	3	
Betriebsstunden täglich	h	8	DIN 18599
Arbeitstage Sommer	d	88	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	704	
Energiebedarf Nachtlüftung	kWh/a	2.112	
	kWh/m²a	0,69	
Gesamtenergiebedarf (Büros und WC)			
	kWh/m²a	2,21	
Kosten Strom			
	€/kWh	0,13	Recknagel Sprenger 03/04
	€/a	874,5	870
	€/m²	0,29	



6.3 Berechnung Strombedarf Raumkühlung über Ventilatorkonvektoren

Tab. A3: Grundlagen und Berechnungsergebnisse

Lüftungsanlage WC			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Luftwechsel	1/h	5	
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300	
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800	
Betriebsstunden täglich	h	14	DIN 18599
Arbeitstage Jahr	d	250	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	3.500	
Ventilator			
Dachventilator WCs (2.000 m ³ /h) inkl. Jalousieklappe + Zubehör			
Preisliste Rosenberg, Typ DV 400-4 E (750 €)			
Motoraufnahmenleistung	kW	0,52	
Energiebedarf Lüftung WC	kWh/a	1.820	
	kWh/m²a	0,60	
Lüftung Büros			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Volumenstrom pro Geschoss tags	m ³ /h	1.350	
Luftwechsel tags (Bezug Bürofl.)	1/h	1,3	
Ventilator			
Lüftungszentralgerät (ZU 11.000 m ³ /h; AB 8.500 m ³ /h) inkl. Zubehör			
Motoraufnahmenleistung	kW	5,5	
Energiebedarf Lüftung Büros	kWh/m²a	5,4	MEG Lüftung
Energiebedarf Lüftung Büros + WC	kWh/m²a	6,0	
Kühlung Büros			
Annahmen	Einheit	Wert	Quelle
spez. Kühlleistung Büros	W/m ²	35	
erforderliche Kühlleistung je 2-Achs Büro	W	470	
Weitere Annahmen für Berechnung siehe gesonderte Tabelle			
Energiebedarf Kühlung Büros	kWh/m²a	5,7	MEG Lüftung
Gesamt			
Energiebedarf gesamt (Büro und WC)	kWh/m²a	11,7	
Kosten Strom	€/kWh	0,13	Rechnagel Sprenger 03/04
Kosten Strom Lüftung	€/a	2.378	
Kosten Strom Kühlung	€/a	2.260	
Kosten Strom Lüftung	€/m²a	0,78	
Kosten Strom Kühlung	€/m²a	0,74	
Gesamt	€/m²a	1,52	

6.3.1 Grundlagen für Ermittlung Endenergiebedarf Kühlung

Der Stromverbrauch der Anlagen wurde mit Hilfe der Berechnungssystematik „Klimakälte“ erstellt, die Bestandteil der „Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden (MEG)“ ist [Knissel, 2004]. Das Verfahren ermöglicht eine vereinfachte Abschätzung des Strombedarfs für die Klimatisierung des gesamten Gebäudes.

Die Berechnung gliedert sich in zwei Schritte auf. Zunächst wird der Kühlungsbedarf für den Raum zum Einhalten der Komfortbedingungen ermittelt, dann in einem zweiten Schritt der Strombedarf berechnet, der dazu durch die RLT-Anlage aufgewendet werden muss.

Der Raumkältebedarf wird mit dem Monatsbilanzverfahren nach [Elsberger, 2001] berechnet. Das Verfahren baut auf der [DIN EN 832:2003-06] auf. Ein weiterer Bestandteil ist die überschlägige Abbildung der Anlagentechnik zur Kühlung, Ent- und Befeuchtung. Als Wetterdatensatz wird der Standardwetterdatensatz für Deutschland nach [DIN 4108-6:2003-06] verwendet. Die Wetterdaten entsprechen dem Standardklima Deutschland aus der DIN 4108-6: 2003-06. Nicht in der DIN enthaltene Daten sind mit Werten aus dem Standort Würzburg ergänzt.

Tab. A4: Grundlagen Gebäude und Nutzung

Zonen	Entsprechend der Himmelsrichtung, Eckräume werden berücksichtigt
Fensterflächenanteil	40 %, Rahmenanteil: 30 %
Reduktionsfaktor Verschattung / Verschmutzung	0,75 (unverschattete Lage)
Sonnenschutz	außen liegende Metalllamellen, Abminderungsfaktor nach [DIN 4108-2:2003-07] 0,25
Bauweise	Schwer (spezifische Speicherkapazität > 200 Wh/(m ² K) nach [VDI 2078, 1996])
Bauteileigenschaften	U-Wert opake Bauteile 0,24 W/(m ² K), U-Wert Verglasung: 1,1 W/(m ²), g-Wert Verglasung: 58 %
Nutzung	Büroräume 5,2 * 3,9 m 2 Personen Büroräume 5,3 * 7,8 m 4-6 Personen
Interne Lasten	156 Wh/m ² d
Zeiten	250 Nutzungstage pro Jahr, tägliche Nutzungszeit 11 h, dabei „Vollbetriebsfaktor“ für Personen und Geräte 6 h pro Tag
Luftwechsel Büros	Während Betrieb Anlage (14 h) 1,3 1/h
Luftwechsel WC	Während Betrieb Anlage (14 h) 5 1/h
Maximale Raumtemperatur Büros	26 °C

Tab. A5: Annahmen für Ventilatorconvektoren

Grundlast Kühlung	Nur über Ventilatorconvektoren
Nachtlüftung?	keine
Be- und Entfeuchtung	Keine
Zusätzliche Lüftung über Fenster	Keine
Zuluft	Lüftungsgitter max. Zulufttemperaturdifferenz 4 K
max. Kühlleistung Ventilatorconvektoren	35 W/m ²
Jahresarbeitszahl Kälteanlage	2,5
Strombedarf für Umwälzpumpe (elektr. Leistungsaufnahme 500 W), Betrieb Ventilatorconvektoren (elektr. Leistungsaufnahme 22 W pro Stück) und Mess-Steuer- und Regelungstechnik (elektr. Leistungsaufnahme 100 W)	Nach überschlägiger Berechnung macht dieser Hilfsstrombedarf rund 18 % des Gesamtstrombedarfs aus.



Tab. A6: Ergebnisse für Ventilatorkonvektor

Büro Nordost	
Nutzkältebedarf	7,9 kWh/(m ² a)
Volllaststunden	427 h/a
Büro Ost, Südost, West, Nordwest	
Nutzkältebedarf	13,5 kWh/(m ² a)
Volllaststunden	481-574 h/a
Strombedarf Kühlung	5,7 kWh/m ² NGF gesamt 8,1 kWh/m ² NGF gekühlt

6.4 Berechnung Strombedarf Raumkühlung über Kühldecke

Tab. A7: Grundlagen und Berechnungsergebnisse

Lüftungsanlage WC			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Luftwechsel	1/h	5	
Volumenstrom WC pro Geschoss	m ³ /h	300	
Gesamtvolumenstrom	m ³ /h	1.800	
Betriebsstunden täglich	h	14	DIN 18599
Arbeitstage Jahr	d	250	DIN 18599
Betriebsstunden Jahr	h	3.500	
Ventilator			
Dachventilator WCs (2.000 m ³ /h) inkl. Jalousieklappe + Zubehör			
Preisliste Rosenberg, Typ DV 400-4 E (750 €)			
Motoraufnahmenleistung	kW	0,52	
Energiebedarf Lüftung WC	kWh/a	1.820	
	kWh/m²a	0,60	
Lüftung Büros			
Betrieb	Einheit	Wert	Quelle
Volumenstrom pro Geschoss tags	m ³ /h	1.350	
Luftwechsel tags (Bezug Bürofl.)	1/h	1,3	
Ventilator			
Lüftungszentralgerät (ZU 11.000 m ³ /h; AB 8.500 m ³ /h) inkl. Zubehör			
Motoraufnahmenleistung	kW	5,5	
Energiebedarf Lüftung Büros	kWh/m²a	5,4	MEG Lüftung
Energiebedarf Lüftung Büros + WC	kWh/m²a	6,0	



Tab. A8: Fortsetzung Tabelle A7

Kühlung Büros			
Annahmen	Einheit	Wert	Quelle
spez. Kühlleistung Büros	W/m ²	35	
erforderliche Kühlleistung je 2-Achs Büro	W	470	
Weitere Annahmen für Berechnung siehe gesonderte Tabelle			
Energiebedarf Kühlung Büros	kWh/m²a	5,7	MEG Lüftung
Gesamt			
Energiebedarf gesamt (Büro und WC)	kWh/m²a	11,7	
Kosten Strom	€/kWh	0,13	Recknagel Sprenger 03/04
Kosten Strom Lüftung	€/a	2.378	
Kosten Strom Kühlung	€/a	2.260	
Kosten Strom Lüftung	€/m²a	0,78	
Kosten Strom Kühlung	€/m²a	0,74	
Gesamt	€/m²a	1,52	

Grundlagen Gebäude und Nutzung siehe Abschnitt 6.3

Tab. A9: Annahmen für Kühldecke

Grundlast Kühlung	Nur über Kühldecke
Nachtlüftung?	keine
Be- und Entfeuchtung	Keine
Zusätzliche Lüftung über Fenster	Keine
Zuluft	Lüftungsgitter max. Zulufttemperaturdifferenz 4 K
max. Kühlleistung Kühldecke	60 W/m ²
Jahresarbeitszahl Kälteanlage	2,5
Strombedarf für Umwälzpumpe (elektr. Leistungsaufnahme 1000 W) und Mess-Steuer- und Regelungstechnik (elektr. Leistungsaufnahme 100 W)	Nach überschlägiger Berechnung macht dieser Hilfsstrombedarf rund 8 % des Gesamtstrombedarfs aus.

Tab. A10: Ergebnisse für Kühldecke

Büro Nordost	
Nutzkältebedarf	7,6 kWh/(m ² a)
Volllaststunden	326 h/a
Büro Ost, Südost, West, Nordwest	
Nutzkältebedarf	12,8 kWh/(m ² a)
Volllaststunden	415-439 h/a
Strombedarf Kühlung	5,2 kWh/m ² <small>NGF gesamt</small>
	7,3 kWh/m ² <small>NGF gekühlt</small>



6.6 Zeichnungen

- Schema Abluftanlage
- Schema Lüftung mit WRG, Variante 1: Kühlung mit Ventilatorconvektoren
- Schema Lüftung mit WRG, Variante 2: Kühlung mit Deckenkühlelementen

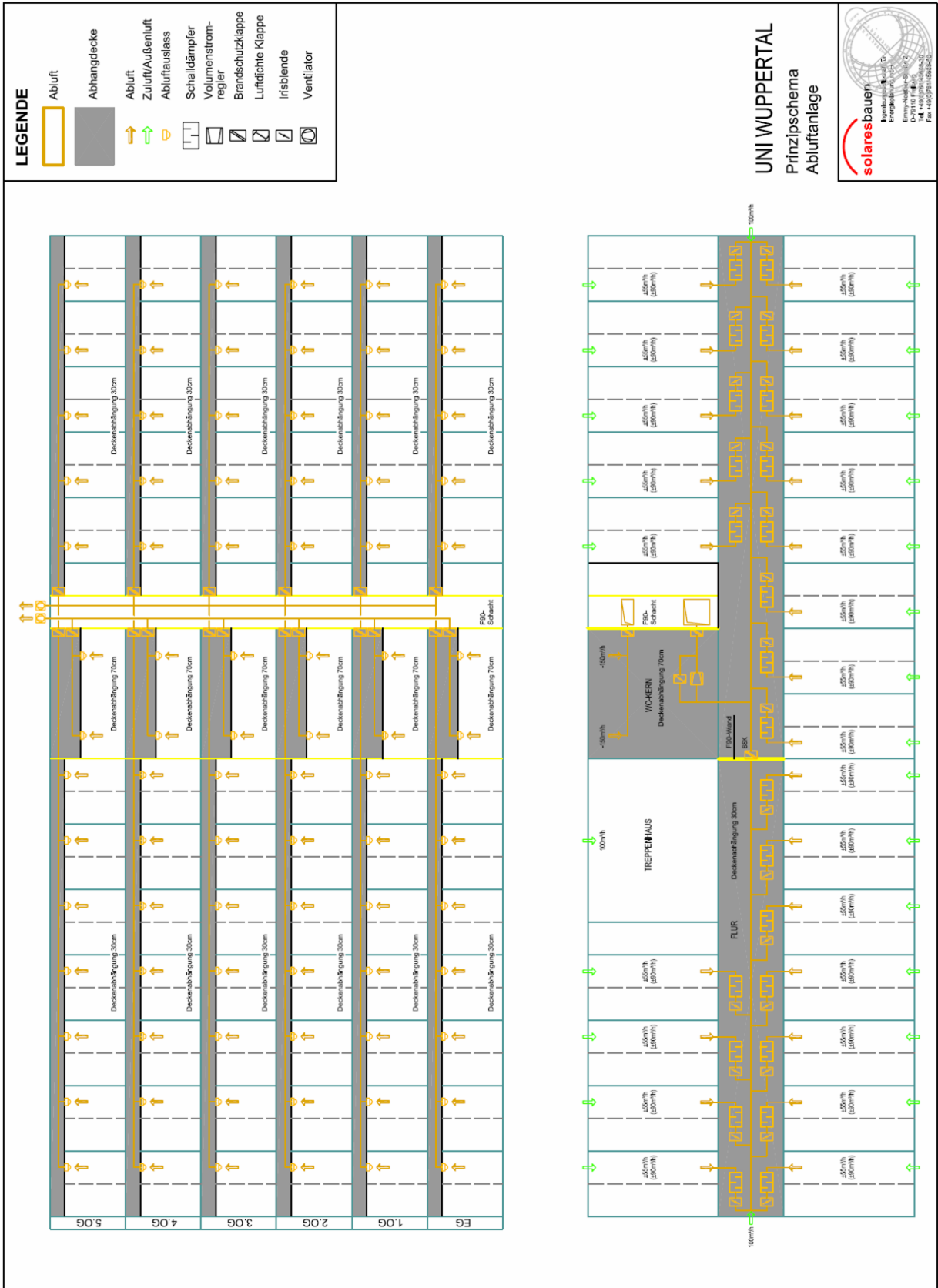


Abb. 13: Schema der Abluftanlage

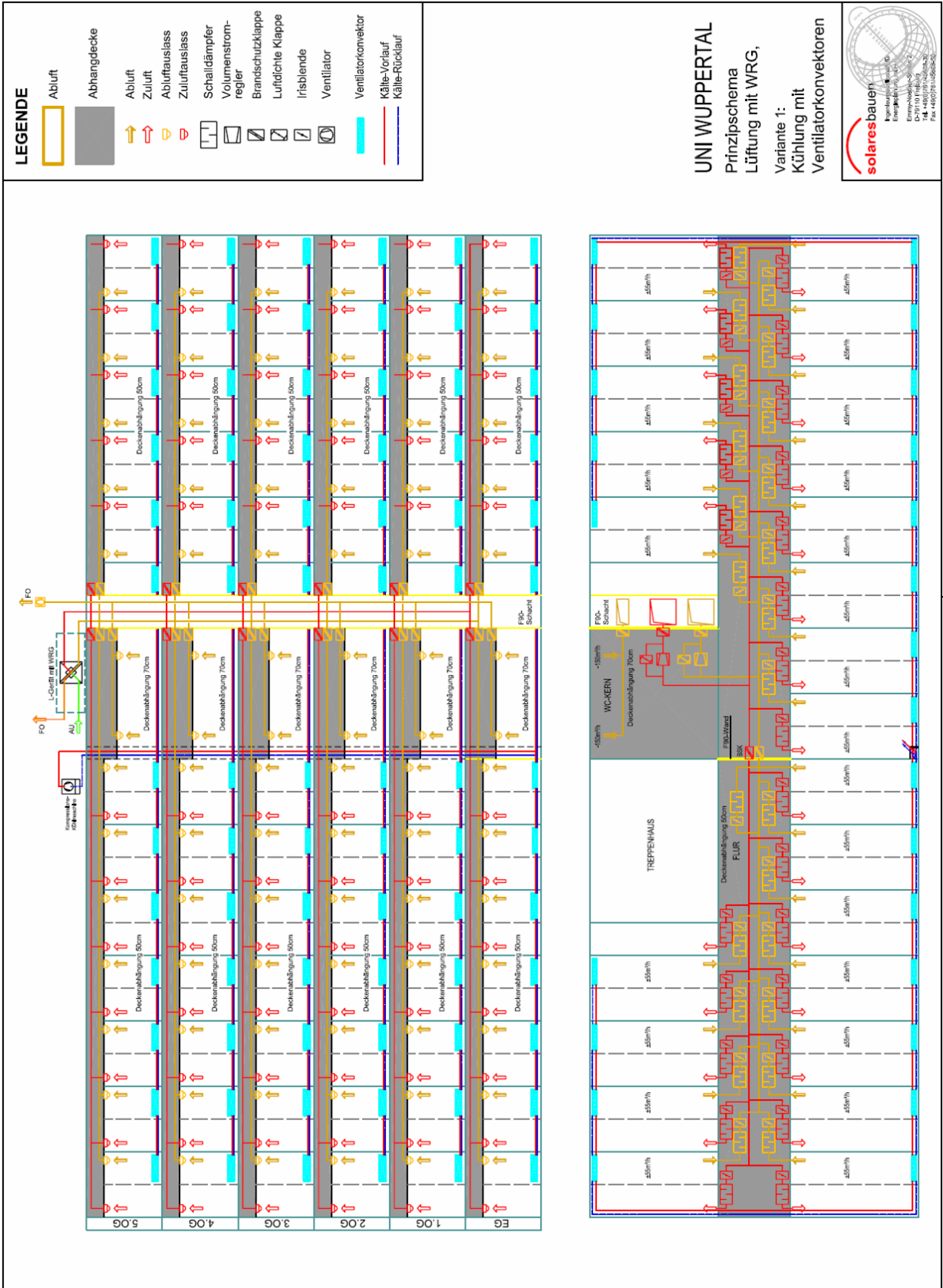


Abb. 14: Schema der Lüftungsanlage mit WRG, Variante 1: Kühlung mit Ventilatorkonvektoren

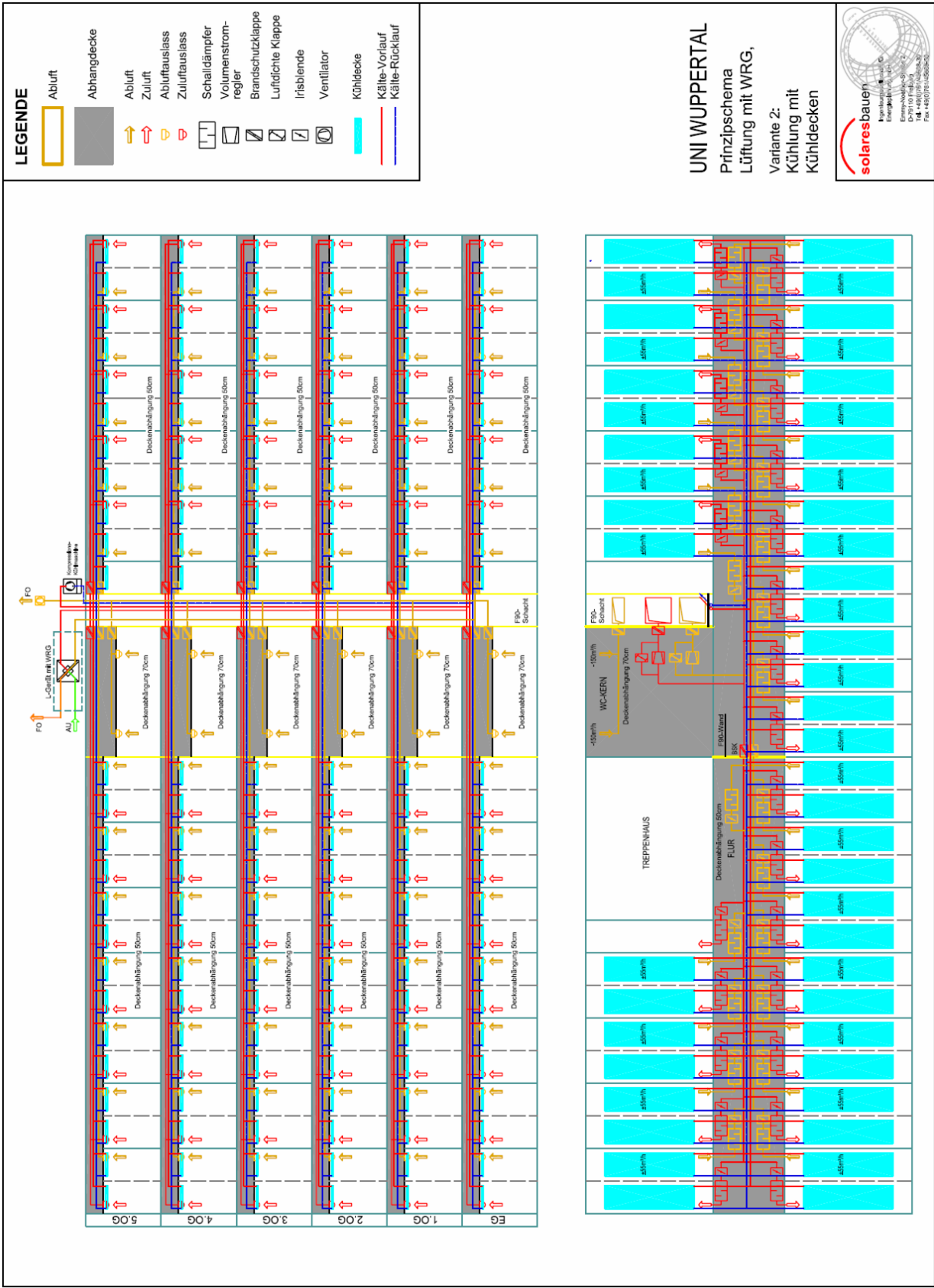


Abb. 15: Schema der Lüftungsanlage mit WRG, Variante 1: Kühlung mit Ventilator-konvektoren

Literatur zu Anhang 5

- [DIN 4108-2:2003-07] *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.* Berlin: Beuth Verlag.
- [DIN 4108-6:2003-06] *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs.* Berlin: Beuth Verlag.
- [DIN EN 832:2003-06] *Berechnung des Heizenergiebedarfs Wohngebäude.* Berlin: Beuth Verlag.
- [VDI 2067, 2000] *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Blatt 1: Grundlagen und Kostenberechnung.* Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure.
- [VDI 2078, 1996] *Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume (VDI Kühllastregeln).* Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- [Brunner et al., 2001] Brunner, C., et al. 2001. *Dokumentation SIA D 0176: Gebäude mit hohem Glasanteil - Behaglichkeit und Energieeffizienz.* Zürich (CH): Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- [Elsberger, 2001] Elsberger, M. 2001. *Nutzenergiebedarf klimatisierter Gebäude mittels Monatsbilanzierung.* München: Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München.
- [Knissel, 2004] Knissel, J. 2004. *Methodik zur Erfassung, Beurteilung und Optimierung des Elektrizitätsbedarfs von Gebäuden - Modul 2.3 Klimakälte.* Frankfurt / Main: ARGE DS-Plan GmbH (DSP), Institut für Wohnen und Umwelt (IWU).
- [Recknagel et al., 2001] Recknagel, H.; E. Sprenger; E.-R. Schramek. 2001. *Taschenbuch für Heizungs- und Klimatechnik 01/02.* 70. Auflage. München: Oldenburg Industrieverlag.
- [Remund et al., 2003] Remund, J.; S. Kunz. 2003. *Meteonorm Handbuch, Teil I und II.* Bern, CH: Meteotest.
- [Schlomann et al., 2005] Schlomann, B., et al. 2005. *Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchs strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte.* Berichts-Nr.: 53/03, Karlsruhe, München, Dresden: Fraunhofer ISI, Forschungsstelle für Energiewirtschaft (fE), TU Dresden (Juristische Fakultät).

Anhang zu Kapitel 6

6.1 Vorhandene Typologien für Nichtwohn- und Bürogebäude

Info A6.1-1

Typologien nach Art der Büronutzung und Organisation

Die Beschreibung der Bürogebäude durch die Art der Nutzung und der sich daraus ergebenden Büroart geht auf [Gottschalk, 1963] zurück, der nach Zellen- Großraum-, Gruppen- und Kombibüro unterscheidet. Eine Verknüpfung von Raumstruktur und Organisationstyp entwickelt u. a. [Laing, 1998], indem er vier inneren Raumaufteilungen (ohne zwingende Festlegung der äußeren Form) bestimmte Arbeitsweisen zuordnet. Einen ähnlichen Ansatz verfolgen [Hascher et al., 2002] zur systematischen Ordnung einer Projektsammlung. Sortierkriterium ist hier die Arbeitsweise, ergänzt durch eine „nutzungsneutrale Gruppe der Investorenbauten.

Typologien für statistische Erhebungen (D)

Das Statistische Bundesamt führt seit 1980 (alte Bundesländer), bzw. 1993 (neue Bundesländer) eine Statistik über die Baufertigstellungen von Büro- und Verwaltungsgebäuden. Der Bestand wird dabei nicht berücksichtigt und ist daher nicht genau erfasst. Das zugrunde gelegte Sortierkriterium ist die Nutzung.

Normen (D, CH)

Die [DIN V 18599-10:2005-07] sieht zur Unterscheidung der Gebäude eine Unterteilung nach 33 Nutzungsarten (mit Standardnutzungen) vor. Auf einer weiteren Ebene lassen sich diese Bereiche in Zonen unterteilen, die nach baulichen (z. B. Fassadenausführung und Verglasungsanteil), oder haustechnischen (Heizung, Klima und Lüftung und Beleuchtung) Kriterien unterschieden werden. Im Bereich mit büroähnlicher Nutzung gibt es die Nutzungseinheiten Einzel- und Gruppenbüro, Großraumbüro, Besprechung, Sitzung und Seminar.

Die schweizerischen Normen nehmen eine Unterteilung in 12 Gebäudekategorien mit Standardnutzungswerten vor [SIA 380/1, 2001]. Die Gebäudekategorie „Verwaltung“ lässt sich in Nutzungszonen wie Einzel-/Gruppenbüro, Großraumbüro und Sitzungszimmer unterteilen.

Typologie zur Analyse von Büronebenkosten, (D und andere Länder der EU)

Die von Jones Long LaSalle herausgegebene Gebäudenebenkostenanalyse [Reinert, 2002] verwendet als Differenzierungsmerkmale Klimatisierung (voll-, teil- und nicht klimatisiert), Gebäudealter (vor 1970, 1979-1979, 1980-1989, nach 1989) und Standort (diverse Städte).

Typologie zur Erstellung von Energieverbrauchsprofilen für Bürogebäude (GB)

Eine in England häufig verwendete Typologie zur Erstellung von Energieverbrauchsprofilen von Bürogebäuden ist die „ECON 19“ Typologie [DETR, 2000]. Die Bürogebäude werden nach Größe, Grundriss und Gebäudetechnik in vier Grundtypen mit einem typischen und einem anzustrebendem Energieverbrauch eingeteilt.

- Frei belüftet, Zellenbüros
- Frei belüftet, Großraum (geringere Raumtiefen)
- Klimatisiert, Standardbau
- Klimatisiert, erhöhter Nutzungsstandard

Typologie zur Erstellung von Energieverbrauchsszenarien für den gesamten beheizten Nichtwohnungsbau (D)

Eine Übersicht über den Bestand und die Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland geben [Erhorn et al., 1992] (siehe auch Kap. 3.1.1). Die Studie unterteilt den Nichtwohngebäudebestand zunächst in 21 statistisch repräsentative Typengebäude mit zugeordneten Nutzungen. Die Baualtersklassen der Gebäude richten sich nach den von der Gesetzgebung vorgegebenen Dämmstandards (bis 1951, 1952-1977 und 1977-1992). Sieben der Typengebäude werden teilweise oder vollständig als Bürogebäude genutzt. Davon macht der Anteil eher städtischer Gebäude als Massivbauten mit Mischnutzung die größte Bestandsgruppe (insgesamt 30,5 % der NGF) aus. Ein kleinerer Teil (10,1% der NGF) besteht aus größeren Verwaltungs- und Bürogebäuden. Die Typologie erscheint nicht vollständig, da keines der 21 Typengebäude eine Höhe von über sechs Geschossen aufweist.

Typologie zur Erstellung von Sanierungsszenarien für Bürogebäude

Die im Rahmen des EU-Forschungsprojektes OFFICE entwickelte Typologie dient zur Untersuchung und Bewertung von Energiesparpotentialen unterschiedlicher Sanierungsszenarien für Bürogebäude in Süd- und Nordeuropa aus der Periode zwischen 1950 und 1990 (Tab. 6.1). Als Unterscheidungskriterien dienen energierelevante Eigenschaften:

- Exponiertheit (Freistehend / angrenzende Bebauung)
- Speichermasse (schwere / leichte Bauweise)
- Funktion der Gebäudehülle (freie Be- und Entlüftung, Tageslichtnutzung) / mechanische Be- und Entlüftung, elektrische Beleuchtung)
- Interne Struktur (Großraum- / Zellenbüros)

In Verbindung mit den vorherrschenden Bürogebäudetypen in Europa [Tombazis et al., 1997] werden aus Kombinationen der oben genannten Kriterien fünf Kategorien [Santamouris, 2003] gebildet (Tab. 6.1), für die sich basierend auf der Analyse von 10 Fallbeispielen [Burton et al., 2001], geeignete Sanierungsansätze ableiten lassen.

6.2.3 Typologie

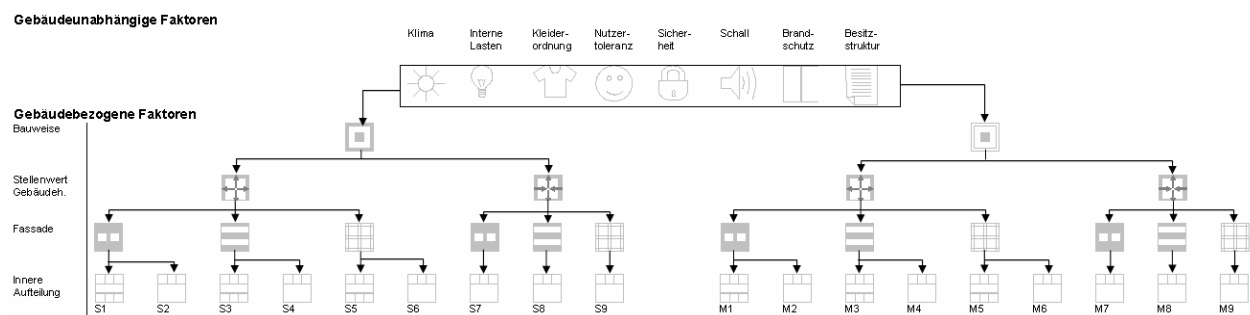


Abb. A6.2.3-1: Typologie für Gebäude mit schwerer und mittelschwerer Bauweise. Die Zahlen am unteren Rand verweisen auf die Nummern in der Tab. A6.2.3-1 und -2

Tab. A6.2.3-1: Beschreibung der Gebäude aus Abb. A6.2.3-1 mit schwerer Bauweise

Typ	Eigenschaften	Kommentare
S1	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Zellenbüros	Gebäude mit diesen Eigenschaften weisen sehr günstige Voraussetzungen für die Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung auf. Die Räume sind nicht sehr tief und haben eine gute Tageslichtautonomie. Eine freie Belüftung ist möglich. Gebäudetypen können zweispännige Grundrisse aufweisen, oder Zellenbüros, die um einen Kern gruppiert sind. Beispielgebäude: Gebäude W
S2	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Gebäude mit diesen Eigenschaften weisen sehr günstige Voraussetzungen für die Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung auf. Die Räume sind etwas tiefer, oder es gibt eine Mittelzone, die als Kombizone genutzt wird. Die Tageslichtautonomie ist etwas schlechter, eine freie Belüftung ist noch möglich. Gebäudetypen können zweispännige Grundrisse aufweisen, oder Gruppenbüros, die um einen Kern gruppiert sind. Die etwas ungünstigere Raumaufteilung kann durch die übrigen günstigen Gebäudeeigenschaften kompensiert werden.
S3	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Zellenbüros	Wie S1. Der höhere Verglasungsanteil kann durch die übrigen günstigen Eigenschaften kompensiert werden. Ist die Außenwand nicht tragend können die Fensterflächen auch verkleinert, oder bei Austausch der Fenster ein geringerer g-Wert der Verglasung gewählt werden.
S4	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie S2. Der höhere Verglasungsanteil kann durch die übrigen günstigen Eigenschaften kompensiert werden.
S5	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Zellenbüros	Ist im Zuge einer Sanierung die Verringerung der Glasfläche möglich, so weisen auch diese Gebäude gute Voraussetzungen auf.
S6	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie S2 und S5
S7	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Gebäude mit diesen Eigenschaften weisen von der Masse und vom Verglasungsanteil her günstige Voraussetzungen auf. Die Unabhängigkeit der Räume von der Gebäudehülle kann z. B. durch eine angrenzende Bebauung bedingt sein. Die Räume sind etwas tiefer, oder es gibt eine Mittelzone, die als Kombizone genutzt wird. Die Tageslichtautonomie ist etwas schlechter, eine freie Belüftung ist noch möglich.
S8	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie S7, jedoch wirkt sich der höhere Verglasungsanteil ungünstig aus.
S9	Schwere Bauweise (> 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie S7, jedoch sollte im Zuge einer Sanierung der Verglasungsanteil verringert werden.

Tab. A6.2.3-2: Beschreibung der Gebäude aus Abb. A6.2.3-1 mit mittelschwerer Bauweise








Typ	Eigenschaften	Kommentare
M1	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Zellenbüros	siehe S1
M2	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	siehe S2
M3	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Zellenbüros	siehe S3
M4	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie M2. Allerdings ist hier sowohl mit höheren internen (z. B. geringere Tageslichtautonomie), als auch externen (größerer Verglasungsanteil) Wärmelasten zu rechnen. Zur Kompensation sollten die klimatischen Randbedingungen daher günstig sein und die übrigen internen Lasten gering.
M5	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Zellenbüros	Ist im Zuge einer Sanierung die Verringerung der Glasfläche möglich, so können auch diese Gebäude in Frage kommen.
M6	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Mehrpersonen oder Kombibüros	Wie M2 und M5
M7	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 25 bis 35 %, Zellenbüros	siehe S7
M8	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil 35 bis 60 %, Zellenbüros	Wie M7. Durch den höheren Verglasungsanteil bedingt, sollten zur Kompensation die klimatischen Randbedingungen günstig sein und die übrigen internen Lasten gering.
M9	Mittelschwere Bauweise (300 – 400 kg/m ²), Räume sind nicht an Umgebung angebunden, Verglasungsanteil ≥ 60 %, Zellenbüros	Wie M7, jedoch sollte im Zuge einer Sanierung der Verglasungsanteil verringert werden.







6.3 Zusammenfassung

Info A6.3-1 Vorgehen bei der Planung

In der Regel weist das Raumprogramm eines Gebäudes eine uneinheitliche Raum- und Nutzungsstruktur auf. Auch baukonstruktiv können im selben Baukörper unterschiedliche Zonen auftreten (z. B. Staffelgeschoss in Leichtbauweise auf massivem Baukörper). Daher besteht die Notwendigkeit in der Phase der Grundlagenermittlung (Leistungsphase 1, HOAI) einen Überblick darüber zu gewinnen, wie groß der Anteil des Gebäudes ist, für den eine Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung überhaupt in Frage kommt.

Der nachfolgende Fragenkatalog soll als Entscheidungshilfe für den Teil der Grundlagenermittlung dienen, der sich mit möglichen Haustechnikkonzepten befasst. Es sind dort – mit erläuternden Beispielen - jeweils die nutzungs- und gebäudespezifischen Parameter aufgeführt, die mit einem Sanierungskonzept mit Maßnahmen der passiven Kühlung nicht vereinbar sind. Bei einigen Themen werden unter „Alternativen“ Maßnahmen genannt, die eine Einstufung der jeweiligen Zone als „potentiell geeignet“ ermöglichen. Sind nach diesem Grobcheck mehr als 60 % der gesamten Gebäudeflächen für eine Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung prinzipiell geeignet, so kann dieser Bereich mit Hilfe der ausführlichen Entscheidungsmatrix weiter untersucht werden. Die Grenze von 60 % begründet sich aus der Tatsache, dass im Sinne einer wirtschaftlichen Sanierung möglichst nicht zwei unterschiedliche haustechnische Konzepte angestrebt werden sollten. Die 60 % stellen daher die untere Grenze dar. Bei geringeren Anteilen sollte das Vorhaben in Bezug auf den Einsatz von Maßnahmen der passiven Kühlung als primäres gebäudeklimatisches Konzept kritisch hinterfragt werden.

Gebäudeunabhängige Faktoren		Fläche [m ² _{NGF}]
 <p>Interne Lasten</p>	<p>Gibt es einzelne Räume mit sehr hohen internen Lasten (>200 Wh/[m²d])? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Beispiel: Serverräume, Räume mit sehr hoher Gerätedichte</p>	
 <p>Kleiderordnung</p>	<p>Gibt es Bereiche in denen eine Kleiderordnung eingehalten werden muss? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Beispiel: Räume mit Kundenverkehr, Vorstandsetagen</p>	
 <p>Nutzererwartung (Temperaturen)</p>	<p>Gibt es Bereiche, in denen die Nutzer konstant kühle Raumtemperaturen zwingend erwarten? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Beispiel: Vorstandsetagen, Nutzer, die an ein klimatisiertes Raumklima gewöhnt sind, und dieses auch erwarten</p>	
<p>Andere Nutzung</p>	<p>Gibt es Bereiche mit einer Nutzung, die ein anderes raumluftechnisches Konzept erfordern? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Beispiel: Küche, Kantine, Cafe, Besprechungsräume</p>	
 <p>Sicherheit</p>	<p>Wie groß ist der Anteil von Büros im EG und im 1. OG mit Anforderungen an eine einbruchssichere Fassade? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: Einbruchssichere Fassadenöffnungen sind konzeptionell möglich.</p>	
	<p>Gibt es Büros, die aus Sicherheitsgründen nachts abgeschlossen werden müssen? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: es werden erhöhte Kosten für schallsichere Überströmelemente akzeptiert</p>	
 <p>Anforderungen Schall / Akustik</p>	<p>Gibt es eine Gebäudeseite (Straßenlärm) auf der besondere Maßnahmen zum Schallschutz getroffen werden müssen? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: Die Schallschutzmaßnahmen gegen Straßenlärm sind mit dem Konzept der passiven Kühlung vereinbar (z. B. Einbau Zu- und Abluftanlage geplant).</p>	
	<p>Gibt es Büroräume, in denen vertrauliche Gespräche geführt werden und eine Schallübertragung vom Raum auf den Flur nicht toleriert wird? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: Es werden erhöhte Kosten für Überströmelemente mit Schallschutz akzeptiert.</p>	
 <p>Brandschutz</p>	<p>Verlangt die Gebäudenutzung Einheiten > 400 m²? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: Der Einbau einer Sprinkleranlage ist möglich.</p>	
 <p>Besitzstruktur</p>	<p>Sollen bestimmte Teile des Gebäudes vermietet werden? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i></p> <p>Alternative: Mietverträge können „rechtssicher“ gestaltet werden.</p>	

Gebäudebezogene Faktoren		Fläche [m ² _{NGF}]
Bauweise (Masse) 	Gibt es Teile des Gebäudes, die in leichter Bauweise errichtet sind? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i> Beispiel: Staffelgeschoß Alternative: Kompensation durch Sanierung mit PCM ist möglich.	
Stellenwert Gebäudehülle 	Gibt es einzelne Bereiche, die sind nicht an die Gebäudehülle angebunden sind? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i> Beispiel: innen liegende Räume	
Fassade 	Gibt es Fassadenabschnitte mit einem Verglasungsanteil >50 – 60 %, der auch so beibehalten werden soll? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i> Beispiel: Eingangsbereich	
Raumhöhe 	Gibt es Räume – in denen potentiell Lüftungsrohre geführt werden sollen – deren Raumhöhen unter 3,0 m sind? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i> Beispiel: Flur, Sanitärbereiche	
Innere Aufteilung (Raumart) 	Enthält die innere Aufteilung Großraumbüros, die auch weiterhin erforderlich sind? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i>	
Umgebung 	Gibt es Gebäudebereiche, in denen die umgebende Bebauung eine freie Lüftung stark einschränkt? <i>Wenn ja, NGF angeben →</i>	
Summe gebäudeunabhängige und gebäudebezogene Faktoren, die für eine Sanierung mit Maßnahmen der passive Kühlung nicht geeignet sind <i>Wert 1 →</i>		
NGF gesamtes Gebäude <i>Wert 2 →</i>		
Anteil in % mit potentieller Eignung für Sanierung mit Maßnahmen der passiven Kühlung $1 - (\text{Wert 1} / \text{Wert 2}) * 100 = x \% \rightarrow$		

Literatur zu Anhang 6

- [DIN V 18599-10:2005-07] *Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz- End,- und Primärenergiebedarfs für Beheizung, Kühlung, Belüftung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung - Teil 10: Nutzungsbedingungen, Klimadaten.* Berlin: Beuth Verlag.
- [SIA 380/1, 2001] *Thermische Energie im Hochbau.* Zürich (CH): Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- [Burton et al., 2001] Burton, S.; M. Sala. 2001. *Energy efficient office refurbishment.* 1. Auflage. London (GB): James & James (Science Publishers) Ltd.
- [DETR, 2000] DETR. 2000. *Energy Consumption Guide 19 - Energy Use in Offices.* London (GB): Department for Environment, Transport and the Regions (DETR), Energy Efficiency Best Practice Programme.
- [Erhorn et al., 1992] Erhorn, H.; M. Gierga. 1992. *Bestand und Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland - Analyse und Entwicklung energierelevanter Gebäudekenndaten.* Bericht-Nr.: WB 72/1992, Stuttgart: Fraunhofer Institut für Bauphysik.
- [Gottschalk, 1963] Gottschalk, O. 1963. *Flexible Verwaltungsbauten: Entwurf, Ausbau, Einrichtung, Kosten, Beispiele.* Quickborn: Schnelle.
- [Hascher et al., 2002] Hascher, R.; S. Jeska; B. Klauck (Hrsg.). 2002. *Entwurfsatlas Bürobau.* Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser - Verlag für Architektur.
- [Laing, 1998] Laing, A. 1998. *New environments for working : the re-design of offices and environmental systems for new ways of working.* London (GB): Building Research Establishment (BRE); DEGW London Limited.
- [Reinert, 2002] Reinert, M. 2002. *OSCAR 2002 - Büronebenkostenanalyse.* Düsseldorf: Jones Lang LaSalle.
- [Santamouris, 2003] Santamouris, M. 2003. *Energy retrofitting techniques for office buildings.* Harnessing the sun for office buildings. Graz (A), 30. und 31. Mai 2003. EUREC Agency, 75-85.
- [Tombazis et al., 1997] Tombazis, A.; N. Vratsanos. 1997. *Office building Typologies in Europe.* Bericht-Nr.: JOR3-CT96-0034, Athen (GR): Meletitiki - Alexandros N. Tombazis and Associates Architects, Ltd.

Anhang zu Kapitel 7

7.3 Kurzportrait Gebäude W

Tab. A7.3-1: Eingesetzte Leuchten im Bestandsgebäude

Raum	Leuchtentyp	Leuchtmittel	Vorschaltgerät	Systemleistung
Büro	Rasterleuchten	4 Fluoreszenzröhren à 36 W pro Leuchte	VG	4 x 36 W = 144 W (+3 W VG)
Flur	Rasterleuchten	Fluoreszenzröhre	VG	36 W (+3 W VG)

7.4 Kurzportrait Gebäude B

Tab. A7.4-1: Eingesetzten Leuchten im Bestandsgebäude

Raum	Leuchtentyp	Leuchtmittel	Vorschaltgerät	Systemleistung
Büro	Spiegelrasterleuchte	2 Fluoreszenzröhren à 28 W	EVG	2 x 28 W (+2 W EVG)= 58 W
Flur	Wandleuchte	Kompaktleuchtstofflampe	Perfektstart ?	40 W
Flur	Fluoreszenzröhre	Fluoreszenzröhre	EVG	36 W + 2 W EVG = 38 W

Anhang zu Kapitel 8

8.1 Werkzeuge der Bestandsanalyse Methodik

8.1.1 Messungen

Tab. A8.1.1-1: Messspektrum und Messgenauigkeit der eingesetzten Datenlogger

	Temperatur	Feuchte	Licht
Spektrum	-20 bis 70°C	0 bis 95%	20 – 6450 Lux
Genauigkeit	± 0,7 bei 21°C	± 5% (rel. Feuchte)	± 20 Lux (± 20% der aufgezeichneten Daten)
Auflösung	0,4°C bei 21°C		
Spannweite der Messergebnisse der Kalibrierung aller 52 Logger	Spannweite: 0,5 K	0,9 % (rel. Feuchte)	26 Lux



Abb. A8.1.1-1: Einbausituation der Logger, Bsp. Raum 13.51, Gebäude B



Abb. A8.1.1-2: Einbausituation der Logger, Bsp. Raum 213, Gebäude W

Loggerposition Gebäude W

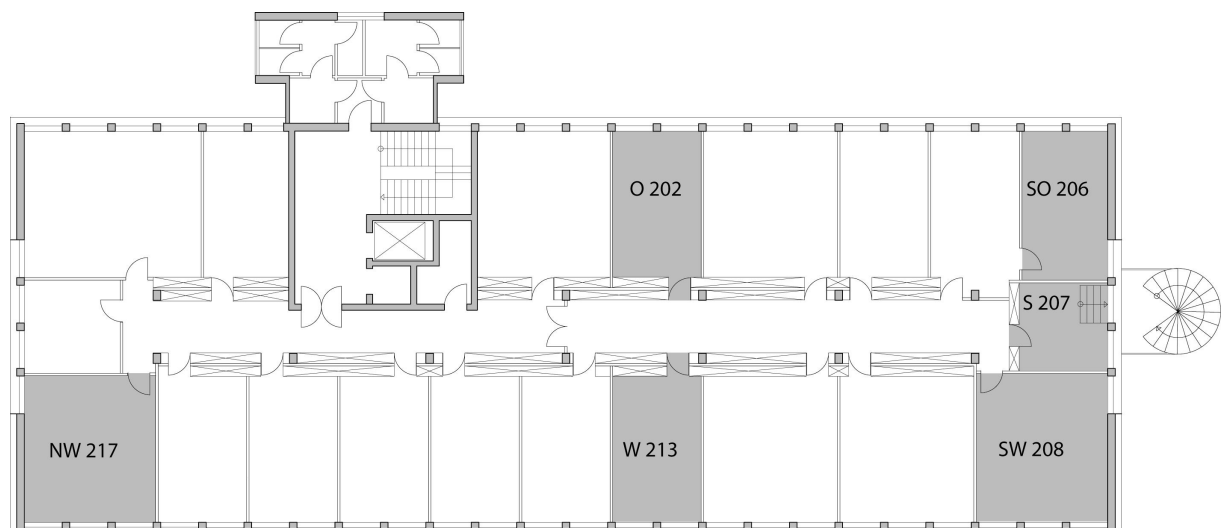


Abb. A8.1.1-3: Loggerverteilung 2. OG

Verwendete Abkürzungen:

O = Ost, SO= Südost, S = Süd, SW= Nord W = West, NW = Nordwest

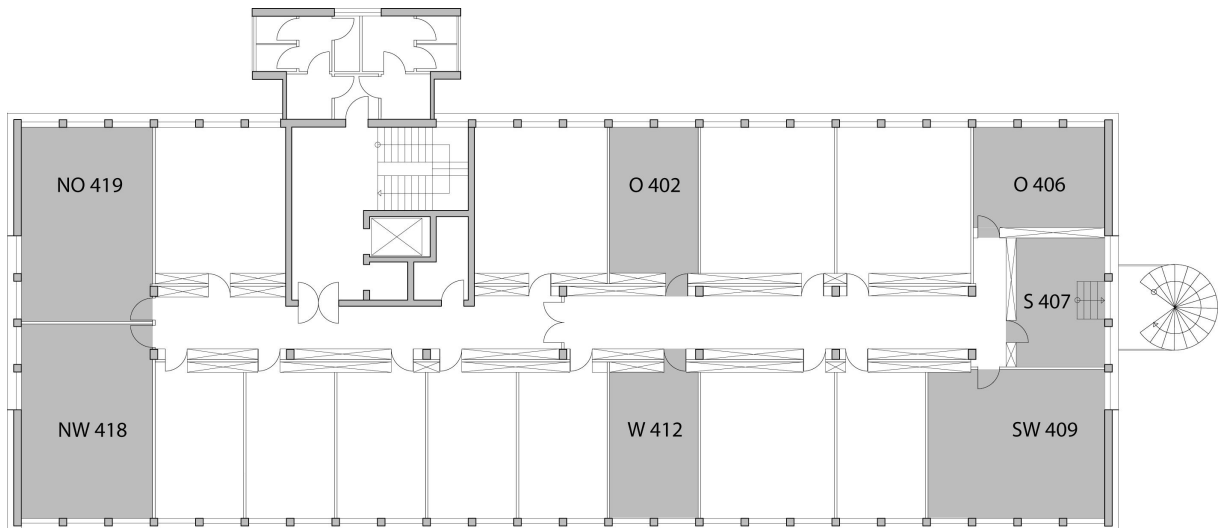


Abb. A8.1.1-4: Loggerverteilung 4. OG

Verwendete Abkürzungen:

NO = Nordost, O = Ost, S = Süd, SW= Nord W = West, NW = Nordwest

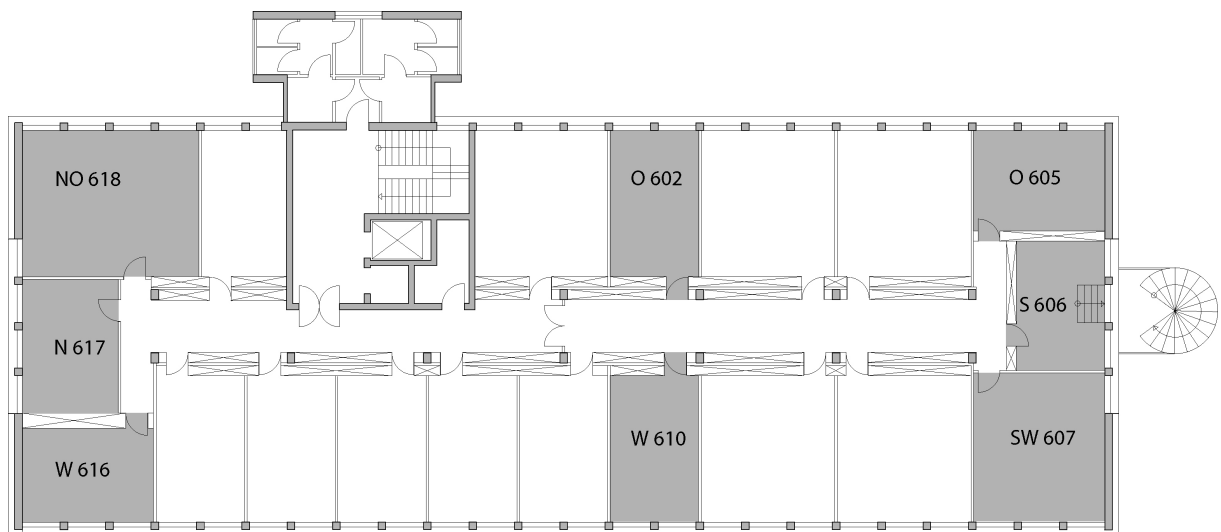


Abb. A8.1.1-5 : Loggerverteilung 6. OG

Verwendete Abkürzungen:

N = Nord, NO = Nordost, O = Ost, S = Süd, SW= Südwest, W = West

Loggerposition Gebäude B

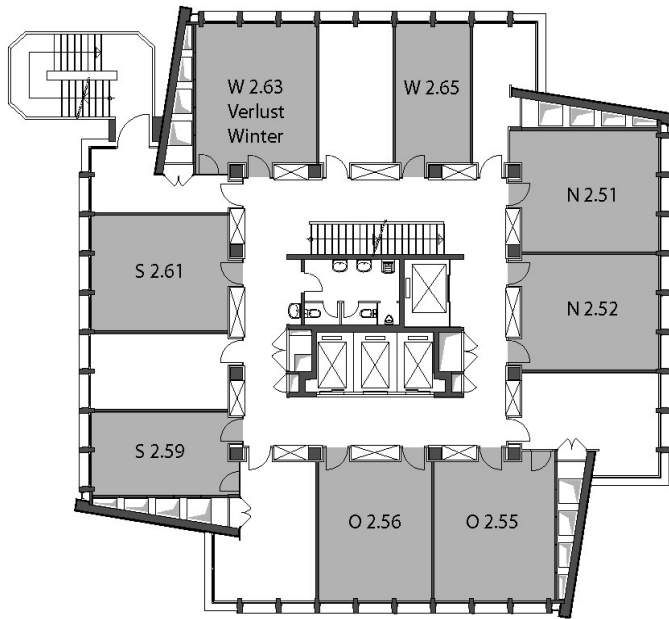


Abb. A8.1.1-6: Loggerverteilung 2. OG

Verwendete Abkürzungen:

O = Ost, S = Süd, W = West, N = Nord

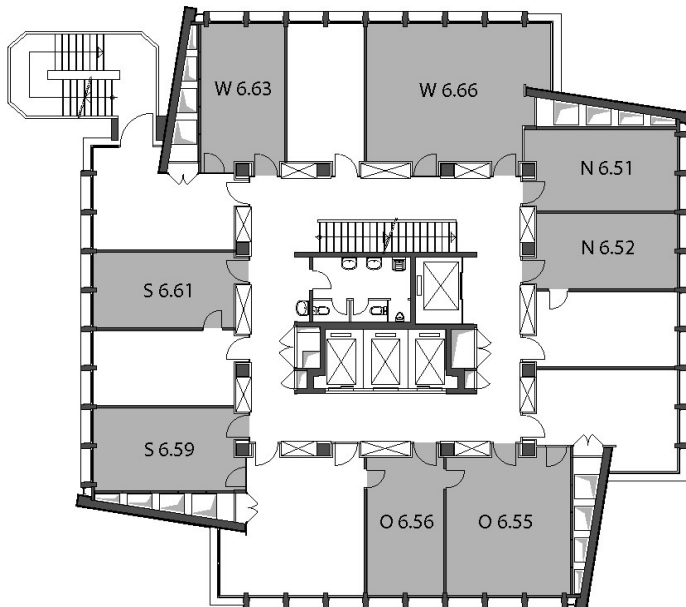


Abb. A8.1.1-7: Loggerverteilung 6. OG

Verwendete Abkürzungen:

O = Ost, S = Süd, W = West, N = Nord

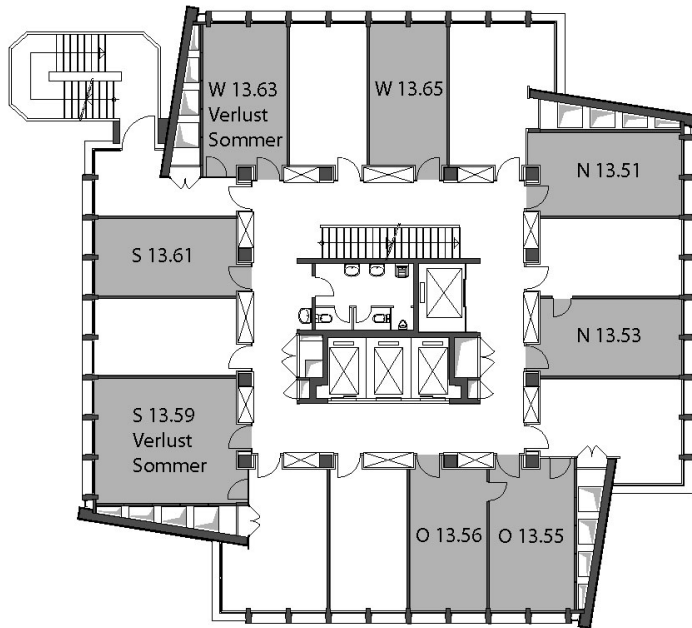


Abb. A8.1.1-8: Loggerverteilung 13. OG

Verwendete Abkürzungen:

O = Ost, S = Süd, W = West, N = Nord

8.2.1 Nutzerbefragungen

Info A 8.2.1-1: Verwendete Fragebögen für die Winter- und Sommerbefragung

Nutzerakzeptanz von Bürogebäuden im Winter

Sehr geehrte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

im Rahmen einer Doktorarbeit über die energiegerechte Sanierung von Bürogebäuden wird Ihr Gebäude untersucht.

Ziel dieser Befragung ist es, Sanierungsbereiche im Gebäude festzustellen, um so in künftigen Sanierungskonzepten für Bürogebäude die Bedürfnisse der Nutzer berücksichtigen zu können. Gleichzeitig erfolgen Messungen der Temperaturen im Gebäude.

Diese Umfrage soll **Ihre Meinung** zum Gebäude und dessen Ausstattung erfassen. Eine weitere Befragung wird im Sommer erfolgen, damit den unterschiedlichen Witterungsbedingungen Rechnung getragen werden kann.

Ihre Angaben werden **anonym** erhoben, d. h. Sie müssen Ihren Namen nicht angeben. Einige statistische Fragen sind allerdings für die Auswertung notwendig. Die Beantwortung des Bogens dauert ca. 20 Minuten.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

e-mail: elke.gossauer@ise.fraunhofer.de (Fragebogen)

e-mail: c.hoffmann@uni-wuppertal.de (Sanierungskonzepte)

Ablauf der Befragung:

Bitte füllen Sie diesen Fragebogen im Laufe der nächsten sieben Arbeitstage aus und geben ihn im Sekretariat ab.

Die Beantwortung der einzelnen Fragen ist freiwillig. Für die Auswertung ist es jedoch äußerst wichtig, dass möglichst alle Mitarbeiter den Fragebogen ausfüllen!

Sinn des Codes ist, bei mehrfacher Befragung (Winter und Sommer) aus Forschungsgründen eine Zuordnung der Bögen untereinander vornehmen zu können.

Mein persönlicher Code:

1. ___ erster Buchstabe des Geburtsortes
2. ___ zweiter Buchstabe des Vornamens der Mutter
3. ___ zweiter Buchstabe des eigenen Vornamens
4. ___ erster Buchstabe des Vornamens des Vaters

Viel Spaß beim Ausfüllen und vielen Dank schon jetzt für Ihre Mitarbeit!

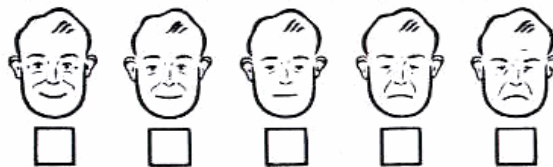
Bitte tragen Sie hier das **Datum** und die **Uhrzeit** ein, wann Sie mit dem Ausfüllen beginnen.

Datum _____ **Uhr** _____

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)?

(bitte nur ein Kreuz)



2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

_____ Jahre

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz**?

_____ Jahre

4. Wie beurteilen Sie Ihren **Informationsstand** über das Gebäude und seine haustechnischen Anlagen (z.B. Heizung, Kühlung, Lüftung)?

gar nicht informiert sehr gut informiert

5. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? (Angaben in %)

_____ % Bildschirmarbeit

_____ % Schreibtischarbeit einschließlich Telefonieren

_____ % Besprechungen

_____ % sonstiges: _____

6. Wie stark **beeinträchtigen** folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? (bitte jeden Fall ankreuzen)

	gar nicht				sehr
Beleuchtung (Tageslicht/ Kunstlicht).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumgestaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumtemperatur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büroausstattung (Bequemlichkeit).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme mit Computern etc. (technisch)....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme mit Software.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsatmosphäre.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitszustand.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schmutz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gerüche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Mängel an): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

7. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

_____OG

8. Zu welcher **Himmelsrichtung** ist Ihr Büro orientiert?

N NO O SO S SW W NW

9. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

direkt am Fenster ~1m ~2m ~3m über 4 Meter

10. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

zu klein genau richtig zu groß

Grund für zu groß oder zu klein: _____

11. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster** ... *(Mehrfachauswahl möglich)*

- in meiner Blickrichtung.
- rechts von mir.
- links von mir.
- hinter meinem Rücken.
- Ich sitze vor einer Wand.

12. Wenn **während der letzten 4 Wochen** die **Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...? *(Mehrfachauswahl möglich)*

- vormittags
- mittags
- nachmittags
- die Sonne scheint nicht auf meinen Arbeitsplatz

13. Tragen Sie **während der Arbeit** ...?

	nie				immer
<input type="checkbox"/> eine Brille.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kontaktlinsen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen** eine **Blendung** durch Tageslicht **auf den folgenden Flächen**? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*

	nie		manchmal		immer
auf der Tischfläche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf den Wänden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Fußboden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durch das Fenster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz.
- Ich unterbreche meine Arbeit.
- Ich ändere meine Sitzposition.
- Sonstiges: _____

16. **Wie oft** war **in den vergangenen 4 Wochen** der Sonnenschutz heruntergefahren?

	nie				immer
<input type="checkbox"/> den ganzen Tag.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> vormittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> nachmittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Waren die Lamellen meistens **vollständig oder teilweise** geschlossen?

- teilweise
- vollständig

18. **Wie zufrieden** sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

19. **Schalten Sie das Licht ein**, wenn die Fenster verschattet sind?

nie manchmal immer

20. Was ist Ihnen derzeit **wichtiger**...?

- Ein blendfreier Arbeitsplatz.
- Der Blick nach draußen.

21. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch **Tageslicht**...?
(bitte jeden Fall ankreuzen)

	zu dunkel		genau richtig		zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
im gesamten Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
am Computer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Tageslicht**?

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

23. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

Deckenleuchte, direkt/ indirekt
 Wandleuchte, indirekt
 Schreibtischleuchte, direkt
 Stehlampe, indirekt
 Deckenleuchte, direkt
 Hängeleuchte, direkt
 Schreibtischleuchte, direkt/ indirekt
 Stehlampe, direkt/ indirekt
 sonstiges: _____

24. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

	gar nicht	1-2h	3-4h	5-6h	> 7h
<input type="checkbox"/> Deckenleuchte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stehlampe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Schreibtischleuchte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen durch die künstliche Beleuchtung geblendet**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

	nie	manchmal	immer
auf der Tischfläche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durch die Tischleuchte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

	zu dunkel	genau richtig	zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
im gesamten Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
am Computer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

mittelmäßig

sehr gut sehr schlecht

Grund (z.B. unangenehme Lichtfarbe, fehlende Schreibtischleuchte) : _____

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

28. Wie empfinden Sie die **Temperatur** heute **an Ihrem Arbeitsplatz**?

zu kalt genau richtig zu warm

29. Ist Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** heute ...?

zu trocken genau richtig zu feucht

30. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz** ...?

eher zu kalt genau richtig eher zu warm

31. ... und die **Luft** ...?

eher zu trocken genau richtig eher zu feucht

32. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

- ja
- nein → weiter mit Frage 35
- nein, aber ich hätte gerne eine eigene Regelungsmöglichkeit → weiter mit Frage 35
- weiß ich nicht → weiter mit Frage 35

33. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

- mit einem Thermostatventil an der Heizung
- über einen Temperaturregler im Raum (Heizflächen)
- über einen Temperaturregler für die Lüftungsanlage
- sonstiges: _____

34. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen etwas an der Temperatureinstellung in Ihrem Büro **verändert**?

gar nicht $\sim 1x/Ta$ $\sim 2x/Tag$ $\sim 3x/Tag$ 4x und mehr am Tag

35. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

36. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

sehr gut **mittelmäßig** sehr schlecht

37. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen** an ihrem **Arbeitsplatz** verspürt?

nie **manchmal** immer

Bitte benennen Sie die (vermutete) Ursache der Zugluft: _____

38. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

	gar nicht	mittelmäßig			stark
<input type="checkbox"/> Zigarettenrauch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Essensgerüche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gerüche von Teppich/ Möbel.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gerüche von Personen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Ein Gemisch aus Gerüchen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

39. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** (Gebäude W) / **Klimaanlage** (Gebäude B) in Ihrem Raum?

- Nein, keine Lüftungsanlage / Klimaanlage vorhanden → *weiter mit Frage 41*
- Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum → *weiter mit Frage 41*
- Ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage **mit** eigener **Regelungsmöglichkeit** vorhanden
- Ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage **ohne** eigene **Regelungsmöglichkeit** vorhanden
- sonstiges: _____
- weiß ich nicht → *weiter mit Frage 41*

40. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage / Klimaanlage**? *(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)*

sehr zufrieden **mittelmäßig** sehr unzufrieden

Grund: _____

41. **Wann** standen **in den vergangenen vier Wochen** in ihrem Raum das/ die **Fenster** in der Regel **offen**? *(Mehrfachauswahl möglich)*

	nie	manchmal		immer
<input type="checkbox"/> morgens.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> vormittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> nachmittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> den ganzen Tag.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

42. Wann hatten Sie **in den letzten vier Wochen** das Fenster **hauptsächlich geöffnet**?

- Wenn mir zu warm war.
 Wenn die Luft verbraucht war.
 sonstiges (z.B. morgens beim Betreten des Raumes): _____

43. Wenn Sie die **Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet** hatten, dann meistens...

- auf Kippstellung.
 ganz.
 mal so mal so.

44. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

nie 1-2h 3-4h 5-6h > 7h

Bitte den Grund für geschlossene oder geöffnete Tür angeben (z.B. Kommunikation, Lüftung des Raumes): _____

45. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

nie ~1x/Woche jede Nacht

Bitte den Grund für geschlossene oder geöffnete Tür angeben (z.B. Brandschutz, Lüftung des Raumes): _____

46. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Grund: _____

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

47. Arbeiten Sie in einem...?

Einzelbüro Gruppenbüro Kombibüro mit _____ Arbeitsplätzen

48. Wie viele **Personen** arbeiten **im Moment** (einschließlich Ihnen) in Ihrem Raum?

49. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

den Sie **auf Ihrem Schreibtisch**
zur Verfügung haben?.....

den Sie **zum Unterbringen von**
Ordnern, Stiften etc. haben?.....

den Sie **um Ihren Schreibtisch**
herum haben?.....

50. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

51. Arbeiten Sie an einem ...?

Röhren-Bildschirm ___ Zoll
 TFT-Flachbildschirm ___ Zoll

52. **Wie zufrieden** sind Sie mit Ihrem/ ihrer ...?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Stuhl.....

Tisch.....

Tastatur.....

Bildschirm.....

sonstiges (z.B. Maus): _____

53. Wie zufrieden sind Sie mit der **Farbgestaltung** von/ vom ...?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Teppichen/ Fußbodenbelägen.....

Wänden.....

Möbeln.....

Sonnenschutz.....

sonstiges: _____

54. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **gesundheitliche Beschwerden** am Arbeitsplatz.

59. Wie häufig litten Sie **in den vergangenen 4 Wochen** während Ihrer Arbeitszeit unter folgenden **gesundheitlichen Beschwerden**? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*
(nur Gebäude W)

	nie		manchmal		immer
rasche Ermüdung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopfschmerzen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Nase.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Augen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Haut.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Halsschmerzen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
laufende Nase.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tränenende Augen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verspannungen: wo? _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atembeschwerden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
generelles Unwohlsein.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konzentrationschwäche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Allergie: welche? _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

60. Haben Sie im Moment **eine akute oder chronische Erkrankung**? *(nur Gebäude W)*

- nein
 ja, akut
 ja, chronisch

61. Wie stark haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** folgende Bedingungen an Ihrem Arbeitsplatz belastet? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*
(nur Gebäude W)

	gar nicht		mittelmäßig		sehr
Überstunden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufiger Leerlauf.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ständiger Wechsel von Tätigkeiten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitdruck, Hektik.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mangelnde Organisation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufige Störungen/ Unterbrechungen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hohe Verantwortung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unangenehme Sitzhaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verhältnis zu Kollegen/ Vorgesetzten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mangelnde Kommunikation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kein gesicherter Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

62. **Wie oft** mussten Sie sich bei folgenden Punkten **in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen**? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

	nie		manchmal		immer
Betätigung des Sonnen-/ Blendschutzes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-/ Ausschalten des Kunstlichtes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regelung der Heizung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung des Büros.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffnen/ Schließen der Bürotür.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

63. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich **mehr Eigenständigkeit**?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Betätigung des Sonnen-/ Blendschutzes
- Ein-/ Ausschalten des Kunstlichtes
- Regelung der Heizung
- Lüftung des Büros
- Öffnen/ Schließen der Bürotür
- sonstiges: _____

64. **Wie wichtig** sind für Sie folgende Punkte **bei Ihrer Arbeit**?
(bitte alle Fälle ankreuzen)

	gar nicht		mittelmäßig		sehr
bequeme Möbel.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
geräumiges Zimmer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ruhe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gute Luft.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einfluss auf Temperaturregelung (Heizung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einfluss auf Temperaturregelung (Kühlung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zu öffnende Fenster (zum Außenraum).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blendschutz bzw. Sonnenschutz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausblick nach draußen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sicherer Arbeitsplatz. (Gebäude W).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
selbstbestimmtes Arbeiten (Gebäude W)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
interessante Arbeit. (Gebäude W).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kurzer Arbeitsweg.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nette Kollegen. (Gebäude W).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gut bezahlte Arbeit. (Gebäude W).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Pflanzen, Kantine): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

65. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihren **Aufgaben und Ihrer Arbeitstätigkeit** (einschließlich Kollegen, Bezahlung, Aufstiegsmöglichkeiten etc...)? (**nur Gebäude W**)

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

66. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

67. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern**?
(bitte maximal 5 Punkte benennen)

- gar nichts
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

68. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

- ja → welche?: _____
 nein

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

69. Sind Sie ...?

- weiblich
 männlich

70. Wie alt sind Sie?

- unter 25 26-35 36-45 46-55 über 55

71. **Rauchen** Sie ...? *(Mehrfachnennung möglich)*

- gar nicht
 am Schreibtisch
 in den Pausen, wo (z.B. vor dem Eingang, Pausenraum)? _____
 in meiner Freizeit

72. In welcher **beruflichen Stellung** sind Sie derzeit beschäftigt? *(nur Gebäude W)*

- Azubi
 Hilfskraft
 Fachkraft
 TeamleiterIn/ ProjektleiterIn
 AbteilungsleiterIn/ stellvertretender AbteilungsleiterIn
 Mitglied der Geschäftsführung/ Geschäftsführer
 sonstiges: _____

73. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an

Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag
____ bis ____ Uhr ____ bis ____ Uhr ____ bis ____ Uhr ____ bis ____ Uhr ____ bis ____ Uhr

Wenn Sie uns noch irgend etwas über Ihren Arbeitsplatz oder diesen Fragebogen mitteilen möchten, können Sie dies hier tun:

Mängel im Gebäude:

positive Anmerkungen:

sonstiges (z.B. Kommentare zum Fragebogen):

Uhrzeit bei Beendigung des Fragebogens: _____ Uhr

Bitte schauen Sie noch einmal nach, ob Sie alle Fragen beantwortet haben und geben Sie den Fragebogen im Sekretariat ab.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

Nutzerakzeptanz von Bürogebäuden im Sommer

Sehr geehrte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

im Rahmen einer Doktorarbeit über die energiegerechte Sanierung von Bürogebäuden wird Ihr Gebäude untersucht.

Ziel dieser Befragung ist es, Sanierungsbereiche im Gebäude festzustellen, um so in künftigen Sanierungskonzepten für Bürogebäude die Bedürfnisse der Nutzer besser berücksichtigen zu können. Gleichzeitig erfolgen Messungen der Temperaturen im Gebäude.

Diese Umfrage soll **Ihre Meinung** zum Gebäude und dessen Ausstattung erfassen. Eine weitere Befragung wurde letzten Winter durchgeführt, mit der Sommerbefragung als Ergänzung kann den unterschiedlichen Witterungsbedingungen Rechnung zu tragen.

Ihre Angaben werden **anonym** erhoben, d. h. Sie müssen Ihren Namen nicht angeben. Einige statistische Fragen sind allerdings für die Auswertung notwendig. Die Beantwortung des Bogens dauert ca. 20 Minuten.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

e-mail: elke.gossauer@ise.fraunhofer.de (Fragebogen)

e-mail: c.hoffmann@uni-wuppertal.de (Sanierungskonzepte)

Ablauf der Befragung:

Bitte füllen Sie den Fragebogen im Laufe der nächsten 10 Arbeitstage möglichst vollständig selbst aus und geben ihn im Sekretariat ab.

Die Beantwortung der einzelnen Fragen ist freiwillig. Für die Auswertung ist es jedoch äußerst wichtig, dass möglichst alle Mitarbeiter den Fragebogen ausfüllen!

Sinn des Codes ist, bei mehrfacher Befragung (Winter und Sommer) aus Forschungsgründen eine Zuordnung der Bögen untereinander vornehmen zu können.

Mein persönlicher Code:

1. ___ erster Buchstabe des Geburtsortes
2. ___ zweiter Buchstabe des Vornamens der Mutter
3. ___ dritter Buchstabe des eigenen Vornamens
4. ___ erster Buchstabe des Vornamens des Vaters

Viel Spaß beim Ausfüllen und vielen Dank schon jetzt für Ihre Mitarbeit!

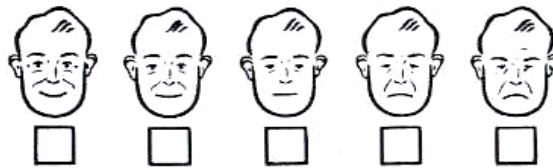
Bitte tragen Sie hier das **Datum** und die **Uhrzeit** ein, wann Sie mit dem Ausfüllen beginnen.

Datum _____ **Uhr** _____

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)?

(bitte nur ein Kreuz)



2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

_____ Jahre _____ Monate

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz/ Schreibtisch**?

_____ Jahre _____ Monate

4. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? *(Angaben in %)*

_____ % Bildschirmarbeit

_____ % Schreibtischarbeit einschließlich Telefonieren

_____ % Besprechungen

_____ % sonstiges: _____

5. Wie stark **beeinträchtigen** folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*

	gar nicht				sehr
Beleuchtung (Tageslicht/ Kunstlicht).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumgestaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumtemperatur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büroausstattung (Bequemlichkeit).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Probleme mit Computern etc.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsatmosphäre.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitszustand.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schmutz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gerüche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung (Fenster/ Anlage).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Mängel an): _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

6. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

EG ____ .OG

7. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

direkt am Fenster ~1m ~2m ~3m über 4 Meter

8. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

zu klein genau richtig zu groß

Grund für zu groß oder zu klein: _____

9. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster**

... *(Mehrfachauswahl möglich)*

- in meiner Blickrichtung.
- rechts von mir.
- links von mir.
- hinter meinem Rücken.
- Ich sitze vor einer Wand.

10. Wenn **während der letzten 4 Wochen** die Sonne auf **Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...? *(Mehrfachauswahl möglich)*

- vormittags
- mittags
- nachmittags
- die Sonne scheint nicht auf meinen Arbeitsplatz

11. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen** eine **Blendung** durch Tageslicht **auf den folgenden Flächen**? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*

	nie		manchmal		immer
auf der Tischfläche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf den Wänden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Fußboden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durch das Fenster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden?
(Mehrfachauswahl möglich)

- Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz.
- Ein(e) Kollege/ Kollegin betätigt den Sonnenschutz.
- Ich ändere meine Sitzposition.
- Sonstiges: _____

13. **Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen** der Sonnenschutz heruntergefahren?

	nie		manchmal		immer
<input type="checkbox"/> vormittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> nachmittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Waren die Lamellen meistens **vollständig oder teilweise** geschlossen?

- teilweise
- vollständig

15. **Wie zufrieden** sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

16. **Schalten Sie das Licht ein**, wenn die Fenster verschattet sind?

nie manchmal immer

17. **Wie wichtig** sind Ihnen **im Sommer...**?

	gar nicht		mittelmäßig		sehr
Blend- bzw. Sonnenschutz....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Ausblick nach draußen....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch **Tageslicht...**?
(bitte jeden Fall ankreuzen)

	zu dunkel		genau richtig		zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
im gesamten Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
am Computer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Tageslicht ohne Verschattung der Fenster**?

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

20. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Tageslicht mit Verschattung der Fenster**?

sehr gut mittelmäßig sehr schlecht

Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

21. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

Deckenleuchte, direkt/ indirekt
 Wandleuchte, indirekt
 Schreibtischleuchte, direkt
 Stehlampe, indirekt
 Deckenleuchte, direkt
 Hängeleuchte, direkt
 Schreibtischleuchte, direkt/ indirekt
 Stehlampe, direkt/ indirekt

sonstiges: _____

22. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** tagsüber während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

	gar nicht	1-2h	3-4h	5-6h	> 7h
<input type="checkbox"/> Deckenleuchte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Stehlampe.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Schreibtischleuchte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Wandleuchte.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen** durch die **künstliche Beleuchtung** **geblendet**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

	nie	manchmal	immer
auf der Tischfläche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
auf dem Bildschirm.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
durch folgende Leuchte: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

	zu dunkel	genau richtig	zu hell
an Ihrem Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
im gesamten Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
am Computer.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

mittelmäßig

sehr gut sehr schlecht

Grund (z.B. unangenehme Lichtfarbe, fehlende Schreibtischleuchte) : _____

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

26. Wie empfinden Sie **im Moment** die **Temperatur** an Ihrem Arbeitsplatz?

zu kalt genau richtig zu warm

27. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

zu kalt genau richtig zu warm
vormittags
nachmittags

28. War Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** in den **vergangenen vier Wochen...?**

zu trocken genau richtig zu feucht

29. Wie stark empfinden Sie **unangenehme Temperaturschwankungen** bei wechselhaftem Wetter?

gar nicht mittelmäßig sehr

30. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

- ja
- nein → weiter mit Frage 34
- nein, aber ich hätte gerne eine eigene Regelungsmöglichkeit → weiter mit Frage 34
- weiß ich nicht → weiter mit Frage 34

31. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

- Lüften
- Sonnenschutz betätigen
- über einen Temperaturregler im Raum (Kühlflächen)
- über einen Temperaturregler für die Lüftungsanlage
- sonstiges: _____

32. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen versucht, etwas an der Temperatur in Ihrem Büro zu **verändern**?

gar nicht ~1x/Ta ~2x/Tag ~3x/Tag 4x und mehr am Tag

33. Wie zufrieden sind Sie mit der **Wirksamkeit der Temperaturänderung**?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

34. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

35. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

mittelmäßig

sehr gut sehr schlecht

36. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen** an ihrem **Arbeitsplatz** verspürt?

manchmal

nie immer

Bitte benennen Sie die (vermutete) Ursache der Zugluft: _____

37. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz? (bitte für jeden Fall ankreuzen)

	gar nicht		mittelmäßig		stark
Gerüche von Teppich/ Möbel.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Gemisch aus Gerüchen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zigarettenrauch.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Personen, Essen):.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** in Ihrem Raum?

- Nein, keine Lüftungsanlage vorhanden → weiter mit Frage 40
- Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum → weiter mit Frage 40
- Ja, Lüftungsanlage **mit** eigener **Regelungsmöglichkeit** vorhanden
- Ja, Lüftungsanlage **ohne** eigene **Regelungsmöglichkeit** vorhanden
- sonstiges: _____
- weiß ich nicht → weiter mit Frage 40

39. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage**? (bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)

mittelmäßig

sehr zufrieden sehr unzufrieden

Grund: _____

40. **Wann** standen **in den vergangenen vier Wochen** in ihrem Raum das/ die **Fenster** in der Regel **offen**? (Mehrfachauswahl möglich)

	nie		manchmal		immer
morgens.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vormittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nachmittags.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

41. Wann hatten Sie **in den letzten vier Wochen** das Fenster **hauptsächlich geöffnet**?

- Wenn mir zu warm war.
 Wenn die Luft verbraucht war.
 sonstiges (z.B. morgens beim Betreten des Raumes): _____

42. Wenn Sie die **Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet** hatten, dann meistens...

- auf Kippstellung.
 ganz.
 mal so mal so.

43. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

nie 1-2h 3-4h 5-6h > 7h

Bitte den Grund für geschlossene oder geöffnete Tür angeben (z.B. Kommunikation, Lüftung des Raumes): _____

44. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

nie ~1x/Woche jede Nacht

Bitte den Grund für geschlossene oder geöffnete Tür angeben (z.B. Brandschutz, Lüftung des Raumes): _____

45. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Grund: _____

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

46. Arbeiten Sie in einem...?

- Einzelbüro 2 Personenbüro Gruppenbüro

47. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**

	sehr zufrieden		mittelmäßig		sehr unzufrieden
den Sie auf Ihrem Schreibtisch zur Verfügung haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
den Sie zum Unterbringen von Ordnern, Stiften etc. haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
den Sie um Ihren Schreibtisch herum haben?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

53. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*

	nie				den ganzen Tag
Gespräche/ Telefonate in Ihrem Raum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computerlüfter in ihrem Raum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Radio, Lüftung) in Ihrem Raum: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gespräche/ Telefonate aus anderen Räumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges (z.B. Radio, Lüftung) aus anderen Räumen: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche von draußen bei geschlossenen Fenstern.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräusche von draußen bei offenen Fenstern.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

54. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

55. Wie häufig treffen folgenden Angaben auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

	gar nicht		manchmal		immer
schmutzige Fußböden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Staub auf den Schreibtischen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es stehen zu viele Sachen herum.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
schmutzige Fenster.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

56. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

sehr zufrieden mittelmäßig sehr unzufrieden

Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **gesundheitliche Beschwerden** am Arbeitsplatz.

57. Wie häufig litten Sie **in den vergangenen 4 Wochen** während Ihrer Arbeitszeit unter folgenden **gesundheitlichen Beschwerden**? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*
(nur Gebäude W)

	nie		manchmal		immer
rasche Ermüdung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopfschmerzen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Nase.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Augen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockene Haut/ Kopfhaut.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Halsschmerzen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
laufende Nase.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tränenende Augen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verspannungen: wo? _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
generelles Unwohlsein.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konzentrationsschwäche.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Allergie: welche? _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

58. Haben Sie im Moment **eine akute oder chronische Erkrankung**? *(nur Gebäude W)*

- nein
- ja, akut
- ja, chronisch

59. Wie stark haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** folgende Bedingungen an Ihrem Arbeitsplatz belastet? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*
(nur Gebäude W)

	gar nicht		mittelmäßig		sehr
Überstunden.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufiger Leerlauf.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ständiger Wechsel von Tätigkeiten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zeitdruck, Hektik.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mangelnde Organisation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
häufige Störungen/ Unterbrechungen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hohe Verantwortung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unangenehme Sitzhaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verhältnis zu Kollegen/ Vorgesetzten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mangelnde Kommunikation.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kein gesicherter Arbeitsplatz.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

60. **Wie oft** mussten Sie sich bei folgenden Punkten **in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?** *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

	nie		manchmal		immer
Betätigung des Sonnen-/ Blendschutzes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein-/ Ausschalten des Kunstlichtes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regelung der Raumtemperatur.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung des Büros.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öffnen/ Schließen der Bürotür.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges:_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

61. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich **mehr Eigenständigkeit?** *(Mehrfachauswahl möglich)*

- Betätigung des Sonnen-/ Blendschutzes
- Ein-/ Ausschalten des Kunstlichtes
- Regelung der Raumtemperatur
- Lüftung des Büros
- Öffnen/ Schließen der Bürotür
- sonstiges:_____

62. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihren **Aufgaben und Ihrer Arbeitstätigkeit** (einschließlich Kollegen, Bezahlung, Aufstiegsmöglichkeiten etc...)? *(nur Gebäude W)*

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

63. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?

sehr zufrieden sehr unzufrieden

mittelmäßig

64. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern?** *(bitte maximal 5 Punkte benennen)*

- gar nichts
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

65. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

- ja → welche?:_____
- nein

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

66. Sind Sie ...?

- weiblich
 männlich

67. Wie alt sind Sie?

- unter 25 26-35 36-45 46-55 über 55

68. **Rauchen** Sie...?

- gar nicht
 am Schreibtisch
 in den Pausen ausserhalb des Büros
 in meiner Freizeit

69. In welcher **beruflichen Stellung** sind Sie derzeit beschäftigt? *(nur Gebäude W)*

- Azubi
 Hilfskraft
 Fachkraft
 TeamleiterIn/ ProjektleiterIn
 AbteilungsleiterIn/ stellvertretender AbteilungsleiterIn
 Mitglied der Geschäftsführung/ Geschäftsführer
 sonstiges: _____

70. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an

Montag _____ bis _____ Uhr Dienstag _____ bis _____ Uhr Mittwoch _____ bis _____ Uhr Donnerstag _____ bis _____ Uhr Freitag _____ bis _____ Uhr

Wenn Sie uns noch irgend etwas über Ihren Arbeitsplatz oder diesen Fragebogen mitteilen möchten, können Sie dies hier tun:

Mängel im Gebäude:

positive Anmerkungen:

sonstiges (z.B. Kommentare zum Fragebogen):

Uhrzeit bei Beendigung des Fragebogens: _____ Uhr

Bitte schauen Sie noch einmal nach, ob Sie alle Fragen beantwortet haben und geben Sie den Fragebogen bitte im Sekretariat ab.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

8.2 Gebäudeanalyse mit Messungen

8.2.1 Messungsergebnisse Gebäude W

Winter

Tab. A8.2.1-1: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 2. OG, Gebäude W. Als Zeiten wurden die Werktage vom 26. 02 bis zum 25. 03. 2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 23^{\circ}\text{C}$ aufgeführt.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23	Mittelwert	Median	SD
Raum O 202	±23,0	23,1	0,78	100	±23,9	23,7	0,56
Raum SO 206	±21,7	21,7	0,70	2	±26,0	25,8	1,51
Raum S 207	±21,0	20,9	0,88	1	±25,4	25,2	1,77
Raum SW 208	±22,7	22,7	0,82	69	±25,3	24,7	1,74
Raum W 213	±22,4	22,4	0,99	62	±24,9	24,3	1,67
Raum NW 217	±24,4	24,4	1,41	156	±24,5	23,8	1,69
Flur innen	±23,2	23,5	1,39	115	±24,3	23,6	1,49
Mittelwert für Büros	±22,5	22,5	0,9	65	±25,0	24,6	1,5

Tab. A8.2.1-2: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 4. OG, Gebäude W.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23	Mittelwert	Median	SD
Raum O 402	±23,3	23,4	0,86	125	±25,5	24,2	2,63
Raum O 406	±22,2	22,1	0,99	41	±28,0	27,2	3,47
Raum S 407	±21,5	21,5	1,17	16	±27,8	26,5	4,11
Raum SW 409	±22,9	22,7	0,84	85	±27,2	26,4	3,39
Raum W 412	±22,7	22,8	1,07	78	±27,0	25,7	3,64
Raum NW 418	±24,6	24,6	1,26	162	±25,8	24,4	2,91
Raum NO 419	±23,2	23,5	1,55	113	±26,5	25,1	3,72
Flur Innen	±20,7	20,6	1,23	0	±26,5	25,1	2,99
Flur außen	±19,8	19,4	1,34	5	±27,9	26,8	4,35
Mittelwert für Büros	±22,9	22,9	1,1	88,6	±26,8	25,6	3,4

Tab. A8.2.1-3: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 6. OG, Gebäude W.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23	Mittelwert	Median	SD
Raum O 602	±22,2	22,6	1,28	62	±26,8	25,5	3,11
Raum O 605	±23,6	24,2	1,49	115	±25,9	24,7	2,83
Raum S 606	±22,0	21,8	2,09	41	±27,6	25,9	4,13
Raum SW 607	±21,8	22,2	1,71	54	±29,2	27,9	4,21
Raum W 610	±23,2	23,3	1,38	100	±26,0	24,1	3,21
Raum W 616	±23,1	23,2	1,69	109	±25,3	23,5	3,21
Raum N 617	±23,0	23,2	1,11	98	±25,6	23,7	3,06
Raum NO 618	±23,0	23,2	1,75	93	±25,5	24,2	2,86
Flur innen	±20,7	20,8	1,71	0	±26,9	25,5	4,44
Mittelwert für Büros	±22,7	23,0	1,6	84	±26,5	24,9	3,3

Abb. A8.2.1-1: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 2. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

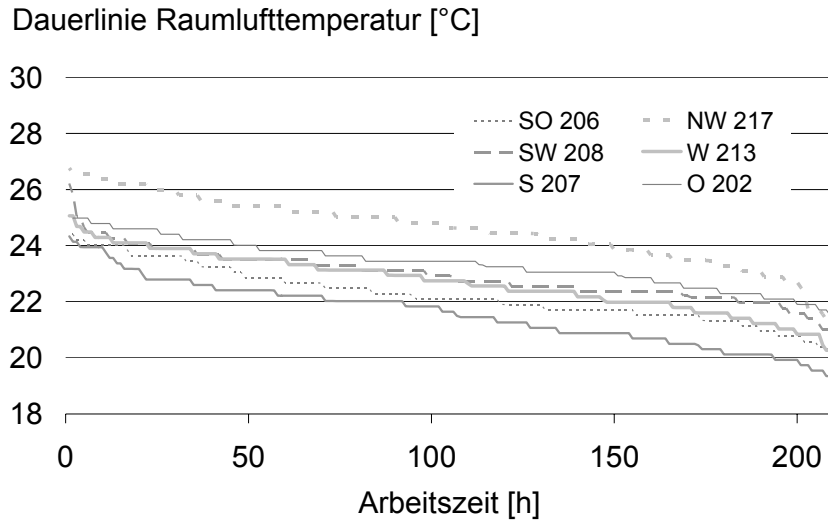


Abb. A8.2.1-2: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 4. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

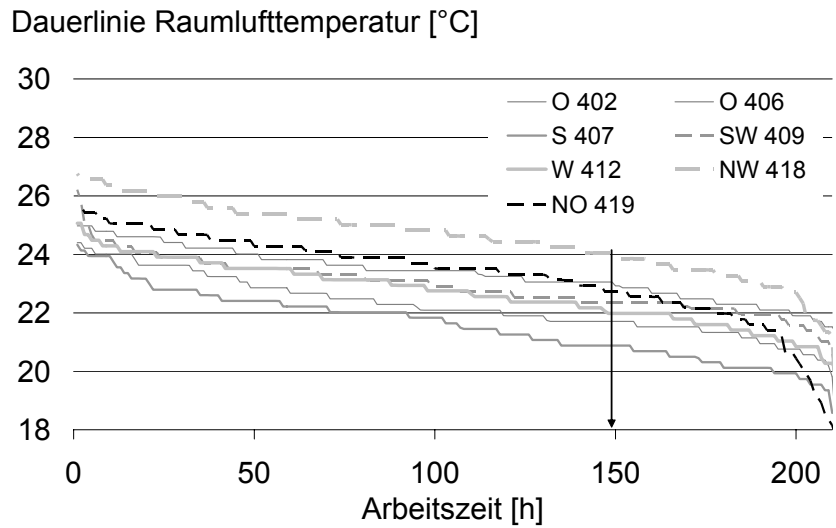
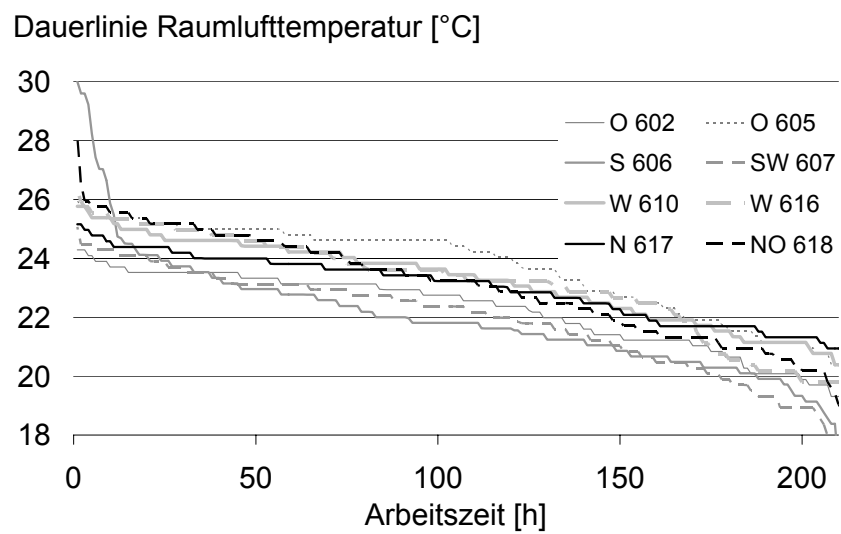


Abb. A8.2.1-3: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 6. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr



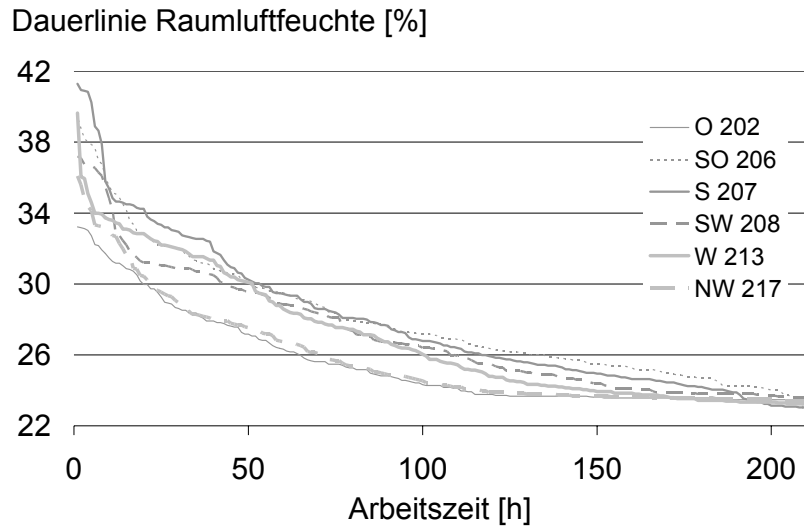


Abb. A8.2.1-4: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 2. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

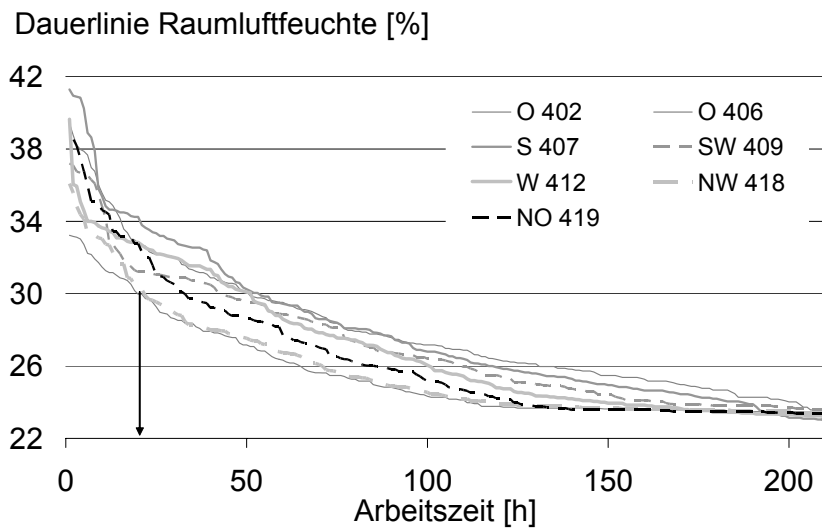


Abb. A8.2.1-5: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 4. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

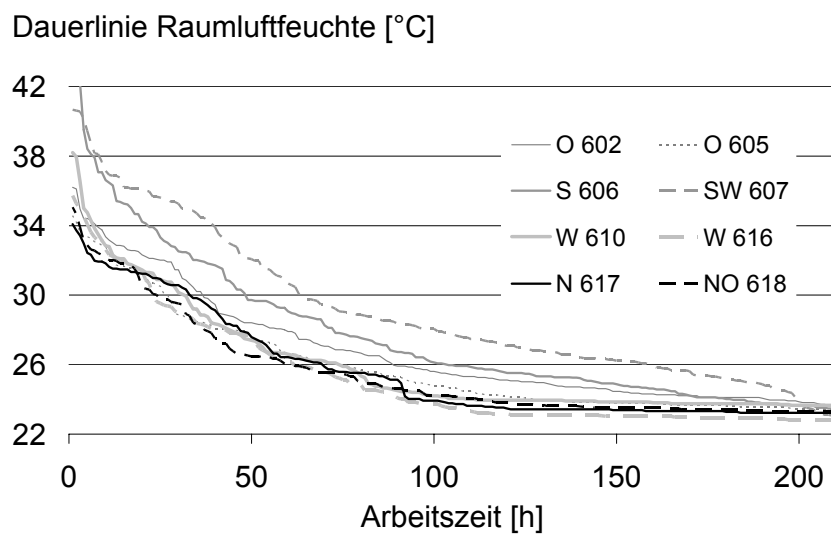
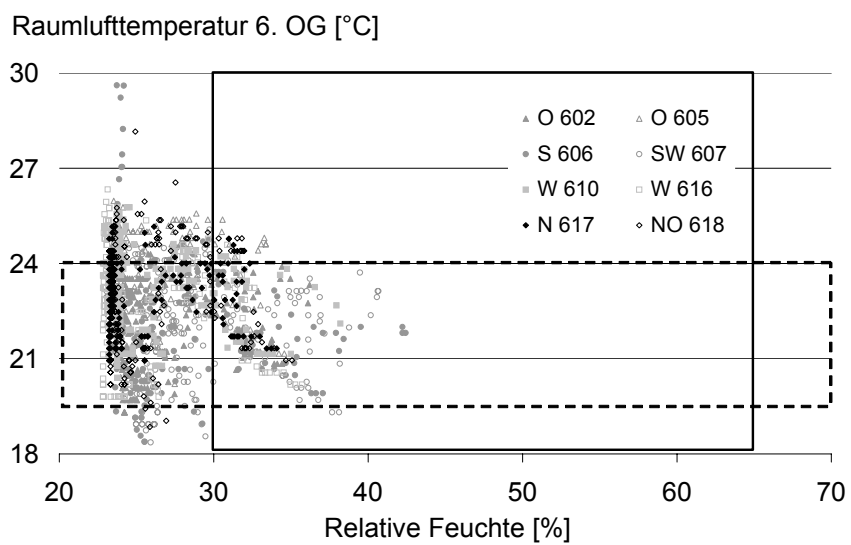
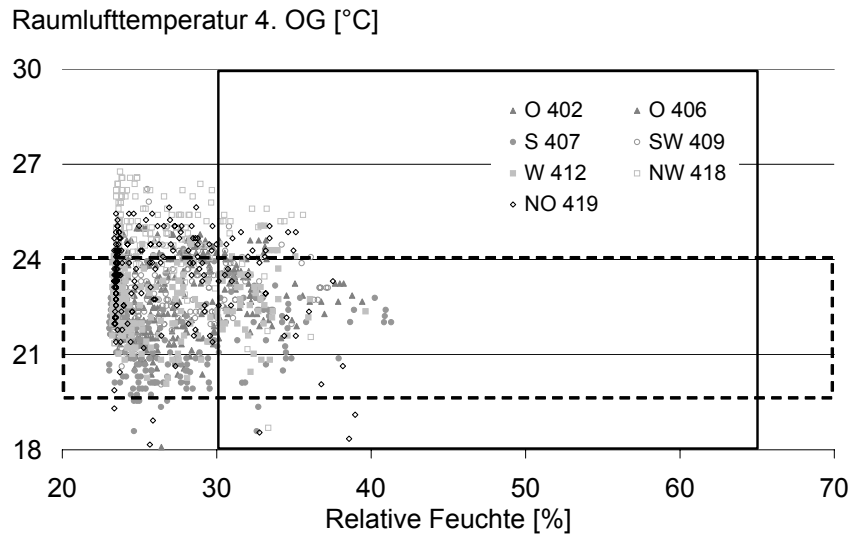
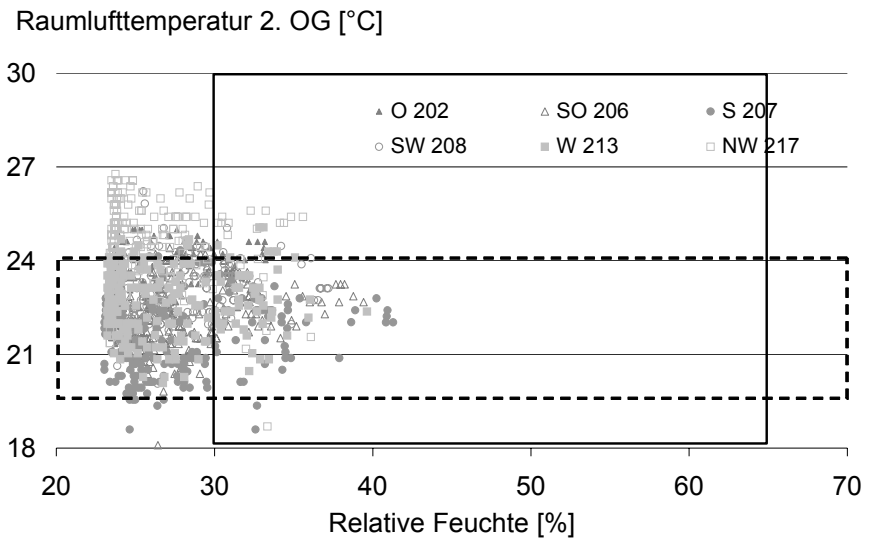


Abb. A8.2.1-6: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 6. OG, Gebäude W (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

Abb. A8.2.1-7 bis -9:
 Raumlufthtemperatur und Raumlufthfeuchte im 2., 4., und 6. OG, Gebäude W (Winter). Eingezeichnet sind die Anforderungen nach [DIN EN 13779:2005-05]. Prinzipiell sind Werte zwischen 30 und 70 % relativer Feuchte für die Raumlufth vorgeschrieben (schwarzer Rahmen). Gelegentliche Unterschreitungen und Überschreitungen sind jedoch zulässig. Für die Raumlufthtemperatur schreibt die DIN EN ISO 7730:2005-05 im Winter eine operative Temperatur zwischen 20 °C und 24 °C vor (gestrichelter Rahmen, PPD < 10 %). Es sind die Stundenwerte der Arbeitszeit aufgeführt.



Tab. A8.2.1-4: Bedeutung des Selbstregelungseffekts. Beispiel: Angenommene Fußboden-Oberflächentemperatur: + 28 °C, angenommene Raumlufttemperatur zu Beginn: + 18°C.
Quelle: [Pistohl, 1998]

Bei einem Temperaturanstieg	beträgt die Temperaturdifferenz	Die Wärmeabgabe verringert sich um
von 18 °C auf 28 °C	10 K	100 %
von 18 °C auf 24 °C	6 K	60 %
von 18 °C auf 20 °C	2 K	20 %

Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]

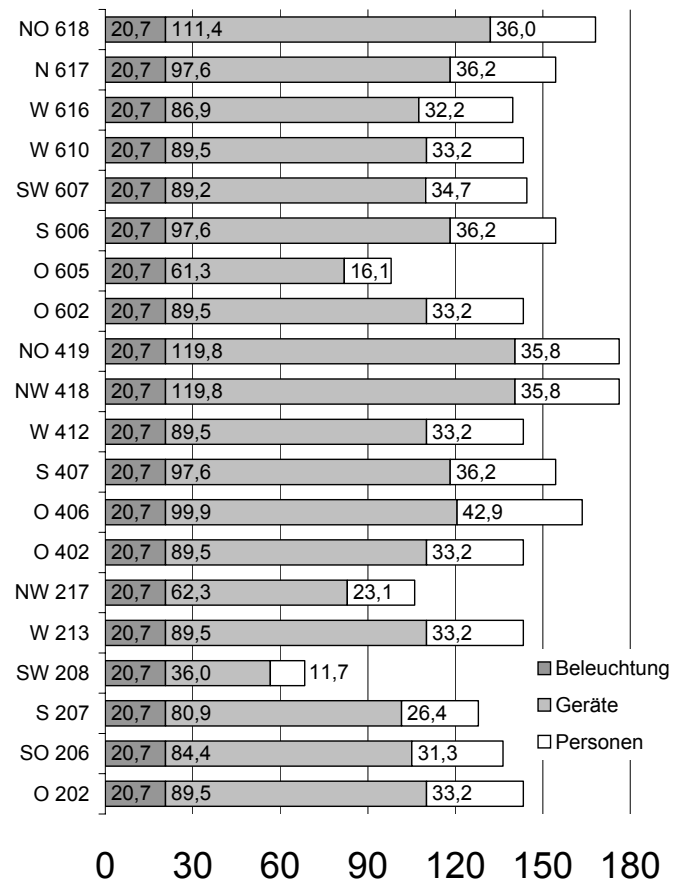


Abb. A8.2.1-10. Zusammenstellung der rechnerisch ermittelten internen Lasten, Gebäude W. Grundlagen gemäß Tab. A8.2.1-5 und -6. Dargestellt ist die Tagessumme.

Tab. A8.2.1-5: Grundlagen für die in Tab. A8.2.1-6 berechneten internen Lasten. Die Räume sind in der Kernzeit von 8 bis 18 Uhr belegt. Gemäß einer Untersuchung (zitiert in [Voss et al., 2006]), die vom Fraunhofer ISE durchgeführt wurde, kann man – von einer tatsächlichen täglichen Anwesenheit im Raum von 4,5 h im Mittel ausgehen. Die Betriebszeiten für die Geräte sind konservativ geschätzt, die Angabe 30 % der Zeit in Betrieb [Blümel et al., 2002], oder 40% [Knissel, 2002] erschienen zu niedrig. Da es für die Beleuchtung keine Beleuchtungssteuerung gibt, ist hier ein Betriebszeitfaktor von 0,47 angenommen. Dieser wurde gemäß [Hennings, 2000] aus dem Tagelichtanteil, der sich aus dem Tageslichtquotienten ergibt, berechnet.

	Wärmeabgabe „an“ (W)	Wärmeabgabe „Standby“ (W)	Betriebszeit „an“/„Standby“ (h)	Quelle
PC	130	10	60 % / 40 %	[Koschenz et al., 2000]
Laserdrucker	248	2	610 % / 90 %	[Koschenz et al., 2000]
Personen	80			[Koschenz et al., 2000]
Vollbetriebszeit-faktor Beleuchtung			0,51	[Knissel, 2002]

Tab. A8.2.1-6: Berechnete interne Lasten für die einzelnen Büroräume, Gebäude W

Raum	Nutzung	Fläche (m ²)	PC pro Raum	Drucker pro Raum	Install. Lstg. Beleuchtung (W/m ²)	Personen pro Raum	Wärme- menge (Wh/(m ² d))*
O 602	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
O 605	Büro	22,36	3	2	40,5	3	98,0
S 606	Büro	19,9	2	1	40,5	2	154,4
SW 607	Büro	31,16	1	1	40,5	1	144,5
W 610	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
W 616	Büro	22,36	2	1	40,5	2	139,7
N 617	Büro	19,9	2	1	40,5	2	154,4
NO 618	Büro	40	5	1	40,5	4	168,1
O 402	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
O 406	Büro	16,77	2		40,5	2	163,5
S 407	Büro	19,9	2	1	40,5	2	154,4
SW 409	Sitzung	43,4	.		40,5		
W 412	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
NW 418	Büro	30,2	4	1	40,5	3	176,2
NO 419	Büro	30,2	4	1	40,5	3	176,2
O 202	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
SO 206	Büro	23	2	1	40,5	2	136,4
S 207	Büro	13,65	1	1	40,5	1	127,9
SW 208	Büro	30,7	1	1	40,5	1	68,3
W 213	Büro	21,7	2	1	40,5	2	143,3
NW 217	Büro	31,16	2	1	40,5	2	106,1

Abb. A8.2.1-11: Analyse der direkten Sonneneinstrahlung auf die unterschiedlichen Fassaden im März, Gebäude W.
 Die gefüllten Balken stellen das 2. OG dar, die weißen Ergänzungen (z. B. 8 Uhr), das 6. OG ohne Verschattungen.
 Anmerkungen: Der Eckraum Nord-Ost im 2. OG (NO 218) erhält auf der Ostfassade keine direkte Sonneneinstrahlung. Dargestellt („Ost“) ist der Raum in der Gebäudemitte mit Ostfassade (O 202). Im 6. OG ist der Eckraum Süd-Ost mit der Ostfassade (O 605) gezeigt. Der Raum in Gebäudemitte mit Ostfassade (O 602) hat die gleiche direkte Sonneneinstrahlung wie der darunterliegende Raum im 2. OG (O 202).
 Als Berechnungsprogramm wurde „Sombbrero“ eingesetzt. Es bietet die Möglichkeit die Besonnung dreidimensionaler Objekte in Abhängigkeit von Jahrestag, Tageszeit, Zeitzone, geographischer Länge und Breite zu untersuchen [Eicker et al.].

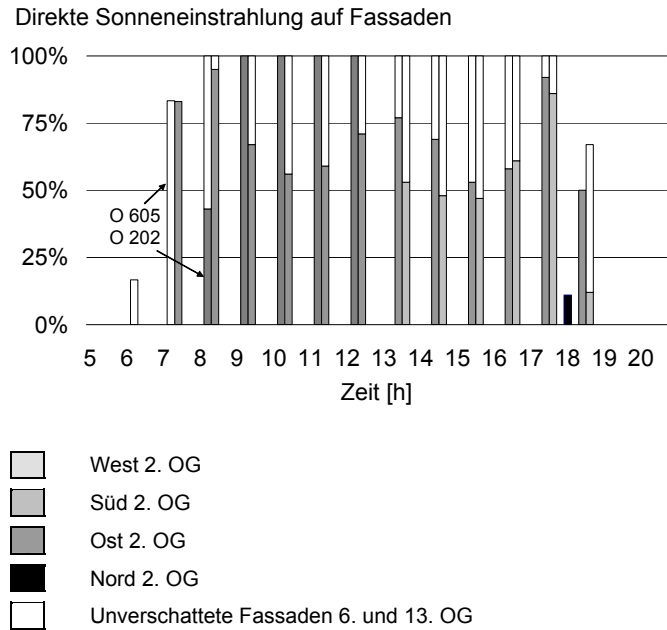


Abb. A8.2.1-12: Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Aperturfläche zu HNF-Büro und dem Mittel der Raumlufttemperatur. Gebäude W (Winter).

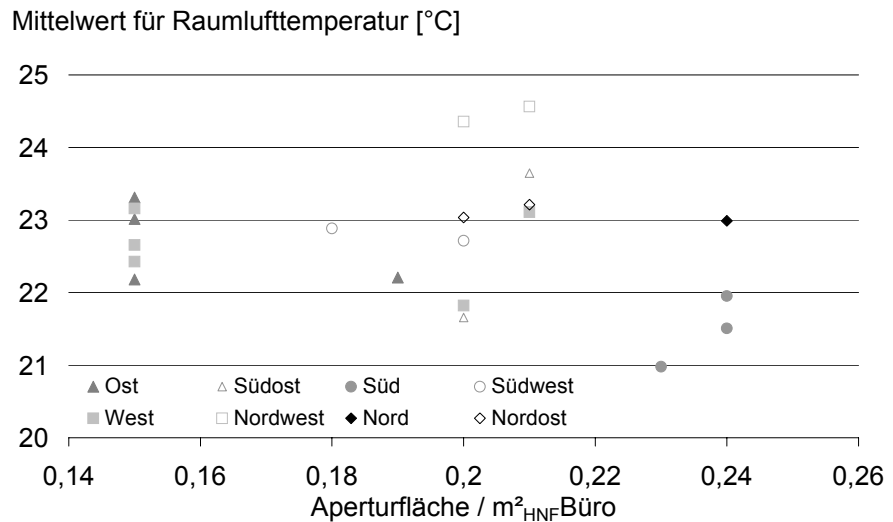


Abb. A8.2.1-13: Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 2. OG, Gebäude W (Winter).

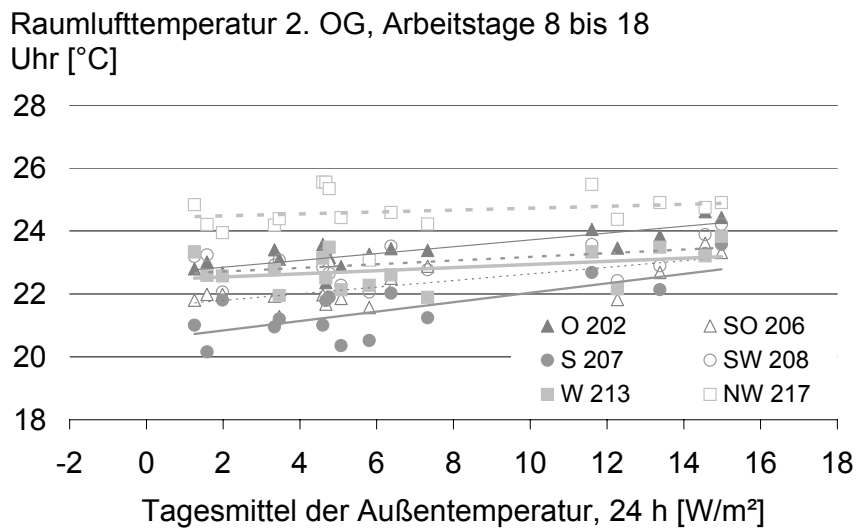


Abb. A8.2.1-14:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Außentemperatur im 4.
OG, Gebäude W (Winter).

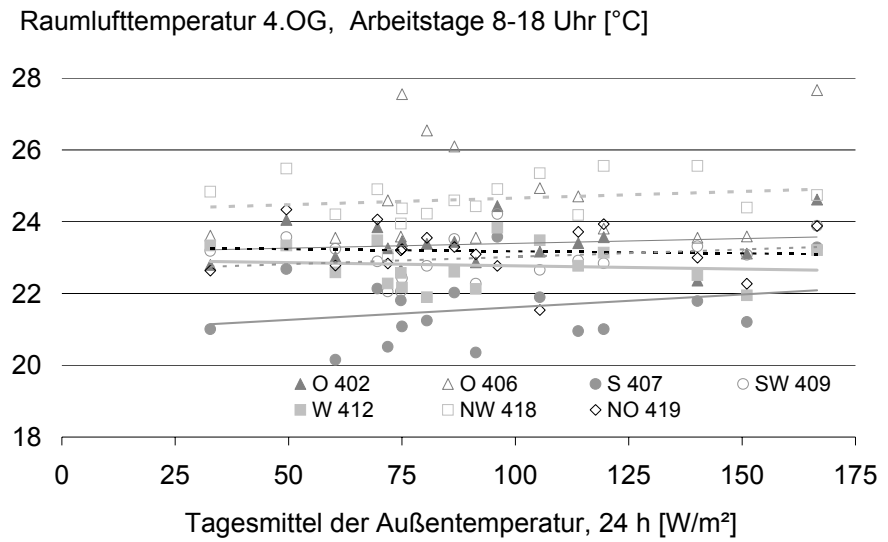


Abb. A8.2.1-15:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Außentemperatur im 6.
OG, Gebäude W (Winter).

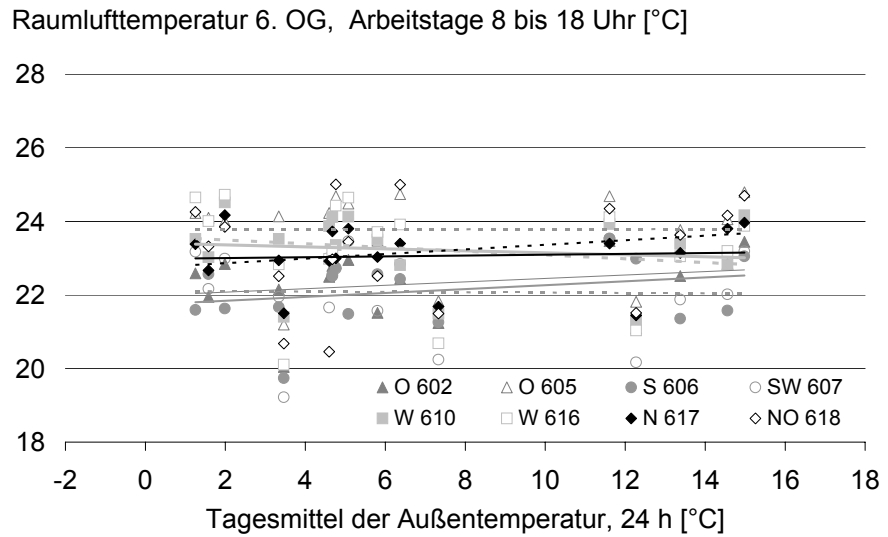


Abb. A8.2.1-16:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Globalstrahlung im 2. OG,
Gebäude W (Winter).

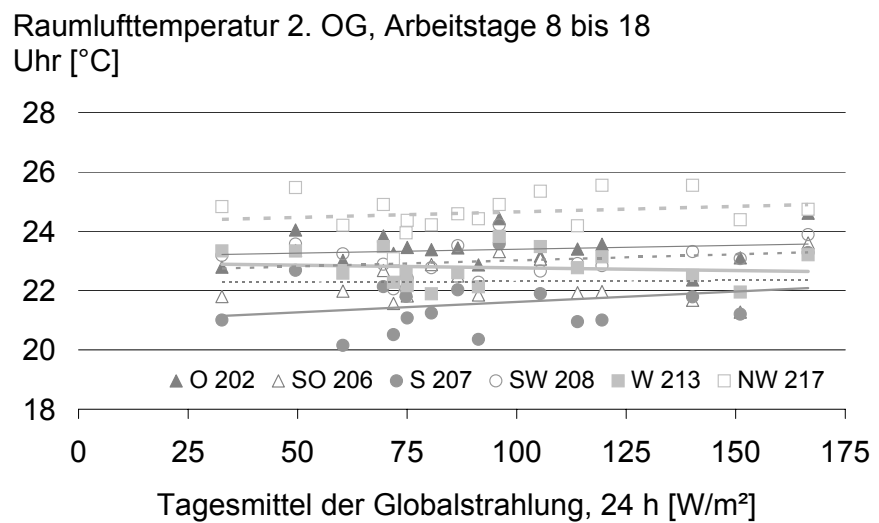


Abb. A8.2.1-17:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Globalstrahlung im 4. OG,
Gebäude W (Winter).

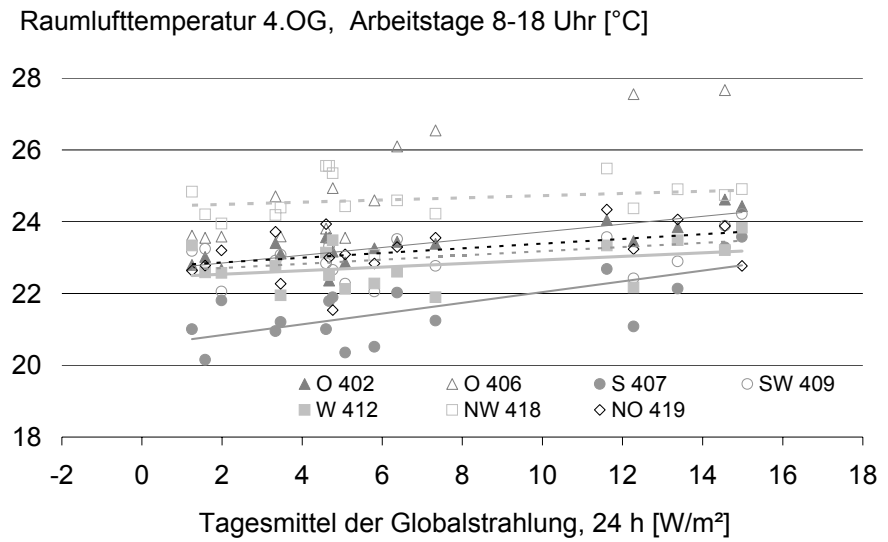
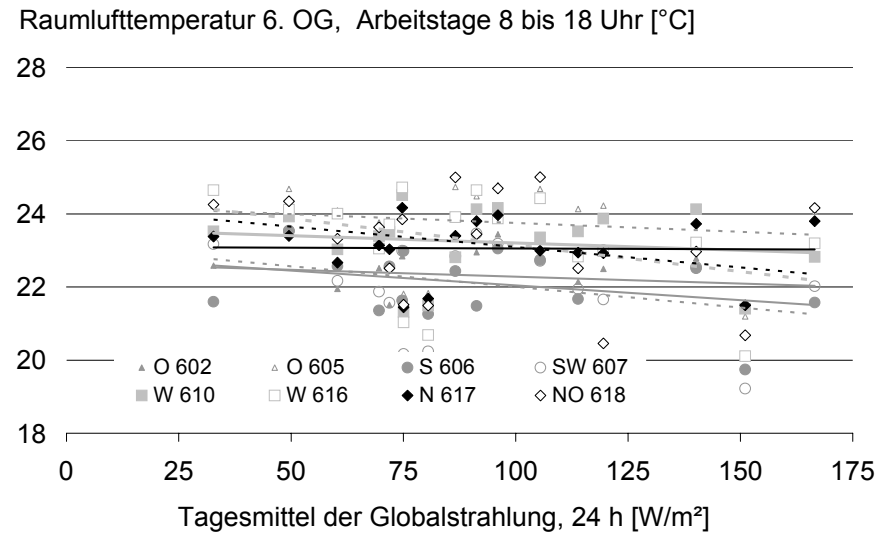


Abb. A8.2.1-18:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Globalstrahlung im 6. OG,
Gebäude W (Winter).



Sommer

Tab. A8.2.1-7: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 2. OG, Gebäude W. Als Zeiten wurden die Werkzeuge vom 28. 07 bis zum 25. 08. 2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^{\circ}\text{C}$ aufgeführt.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26	Mittelwert	Median	SD
Raum O 202	±25,3	25,2	1,82	77	±43,4	44,8	7,10
Raum SO 206	±25,1	25,1	1,91	75	±45,2	45,8	7,66
Raum S 207	±23,7	23,9	2,34	41	±49,1	49,3	9,04
Raum SW 208	±23,6	24,0	2,75	49	±47,6	46,7	10,6
Raum W 213	±24,9	24,9	1,72	62	±45,7	45,7	8,15
Raum NW 217	±25,6	25,4	1,21	79	±43,0	43,4	5,54
Flur innen	±24,3	24,3	1,54	40	±47,7	48,1	7,28
Mittelwert für Büros	±24,6	24,7	1,9	60,4	±45,9	46,2	7,9

Tab. A8.2.1-8: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 4. OG.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26	Mittelwert	Median	SD
Raum O 402	±25,0	25,0	1,43	53	±44,3	45,4	6,55
Raum O 406	±25,4	25,5	1,73	84	±44,2	44,6	6,51
Raum S 407	±25,3	25,4	1,63	83	±44,3	44,8	7,68
Raum SW 409	±25,5	25,5	1,79	82	±43,7	43,7	7,7
Raum W 412	±25,4	25,3	1,69	77	±44,3	44,7	7,33
Raum NW 418	±24,9	24,8	1,64	58	±44,4	45,6	6,87
Raum NO 419	±24,8	24,8	1,81	63	±46,7	47,7	7,21
Flur Innen	±24,8	24,8	1,30	45	±43,2	43,9	6,6
Mittelwert für Büros	±25,1	25,1	1,6	68,1	±44,4	45,1	7,1

Tab. A8.2.1-9: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 6. OG.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26	Mittelwert	Median	SD
Raum O 602	±25,7	25,9	1,27	106	±42,5	43,2	5,79
Raum O 605	±26,3	26,3	1,15	131	±40,7	40,7	5,98
Raum S 606	±26,0	26,2	1,88	130	±42,0	42,0	7,12
Raum SW 607	±26,1	26,4	1,83	143	±42,2	41,8	7,3
Raum W 610	±26,0	25,8	1,19	106	±41,9	42,3	6,11
Raum W 616	±25,2	25,2	1,49	61	±43,6	44,5	5,61
Raum N 617	±24,8	24,7	1,40	51	±45,4	46,1	5,70
Raum NO 618	±25,2	25,3	1,45	68	±43,4	43,9	5,3
Flur innen	±24,8	24,8	2,17	48	±44,4	44,9	7,04
Mittelwert für Büros	±25,7	25,7	1,5	99,5	±42,7	43,1	6,1

Abb. A8.2.1-19:
Dauerlinie für die
Raumlufthtemperatur im 2.
OG, Gebäude W
(Sommer). Während der
Arbeitszeit von 8 bis 18
Uhr

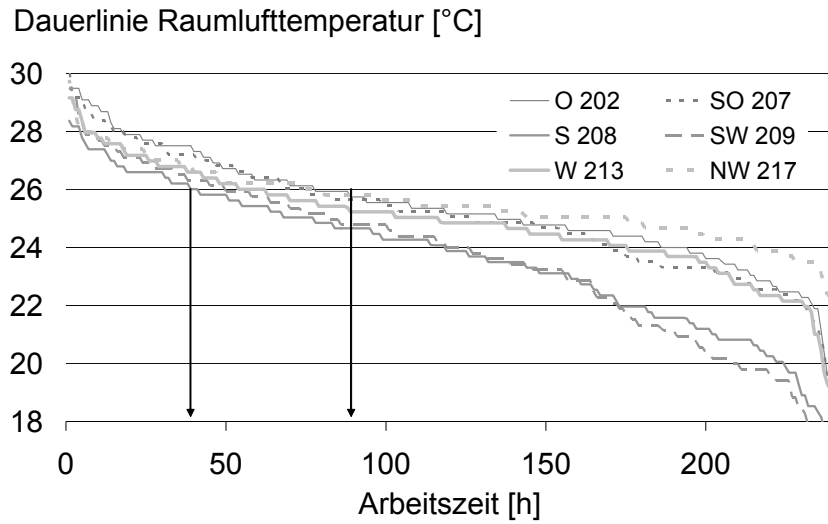


Abb. A8.2.1-20:
Dauerlinie für die
Raumlufthtemperatur im 4.
OG, Gebäude W
(Sommer). Während der
Arbeitszeit von 8 bis 18
Uhr

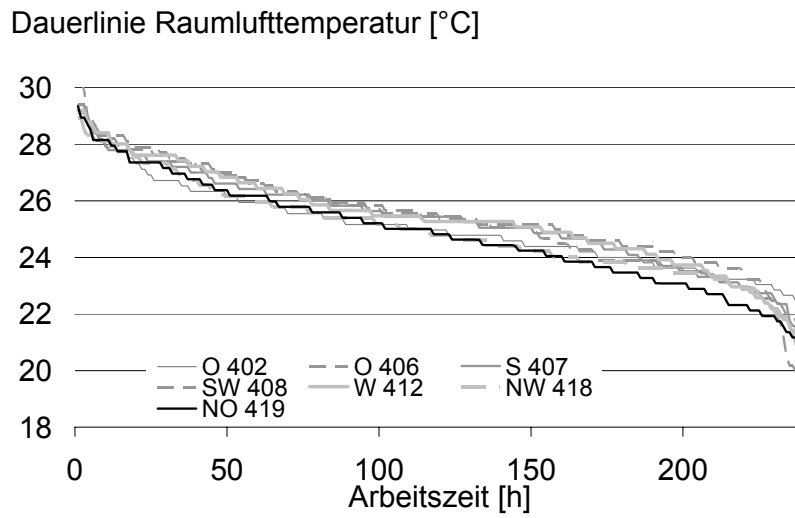


Abb. A8.2.1-21:
Dauerlinie für die
Raumlufthtemperatur im 6.
OG, Gebäude W
(Sommer). Während der
Arbeitszeit von 8 bis 18
Uhr

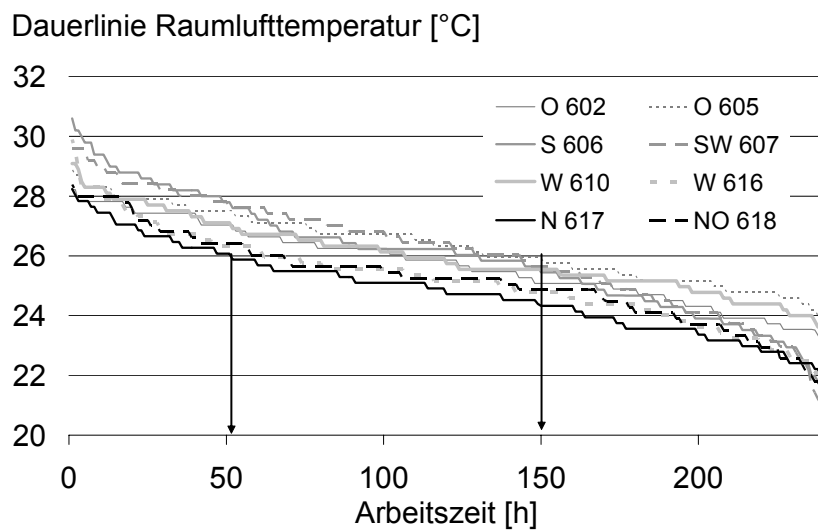


Abb. A8.2.1-22:
Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 2. OG, Gebäude W (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

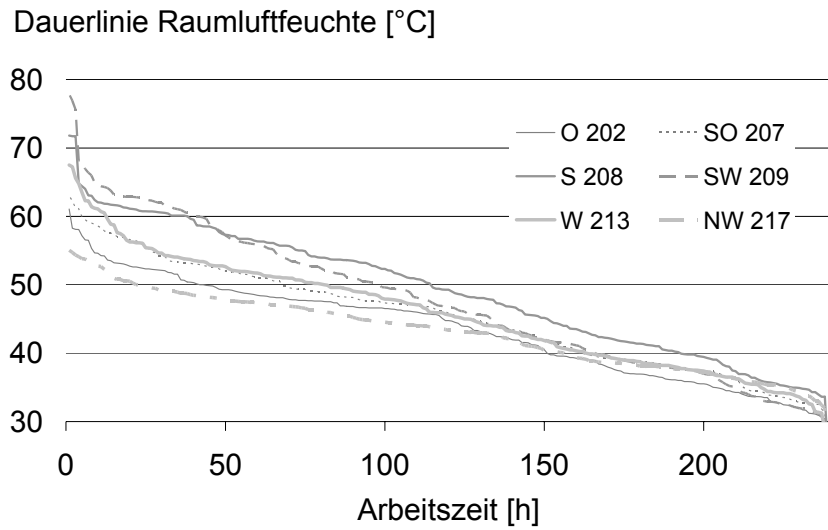


Abb. A8.2.1-23:
Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 4. OG, Gebäude W (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

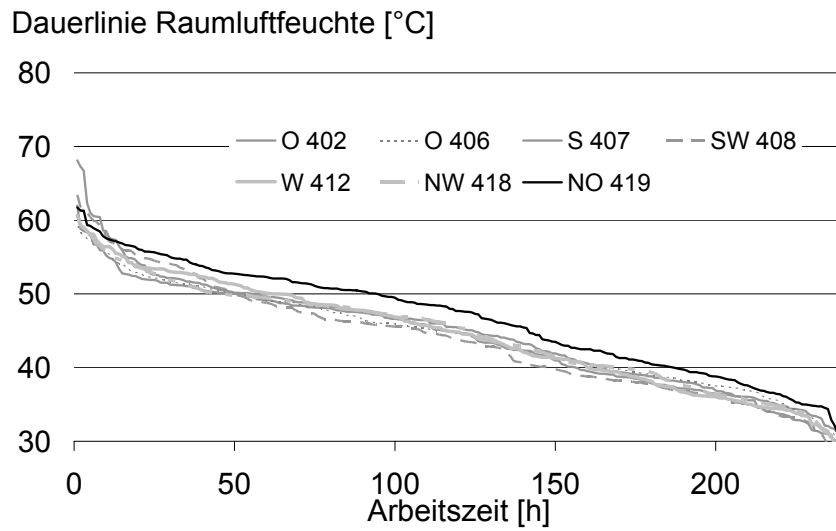
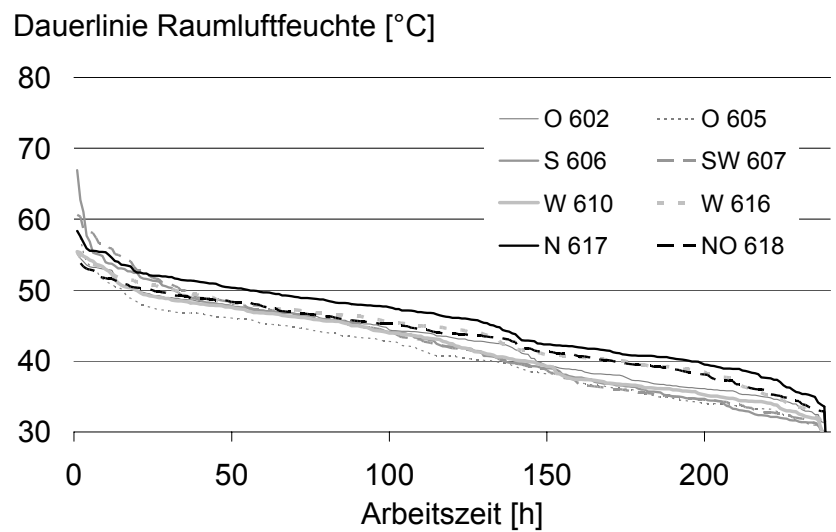


Abb. A8.2.1-24:
Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 6. OG, Gebäude W (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr



Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]

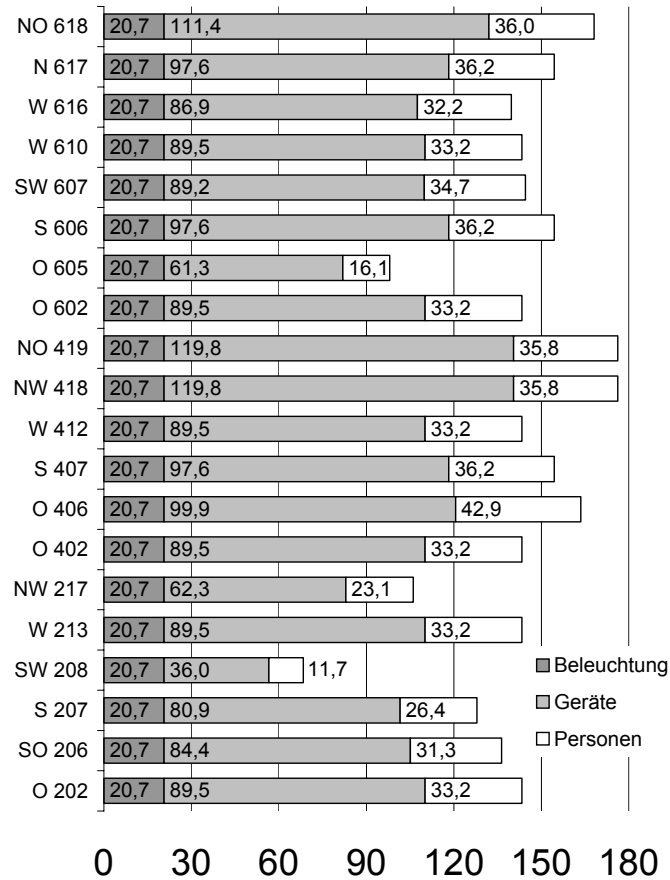


Abb. A8.2.1-25:
Zusammenstellung der rechnerisch ermittelten internen Lasten, Gebäude W. Grundlagen gemäß Tab. A8.2.1-5 und -6. Dargestellt ist die Tagessumme. Raum SO 206 war während der Messperiode nur selten belegt.

Mittelwert für Raumlufthtemperatur [°C]

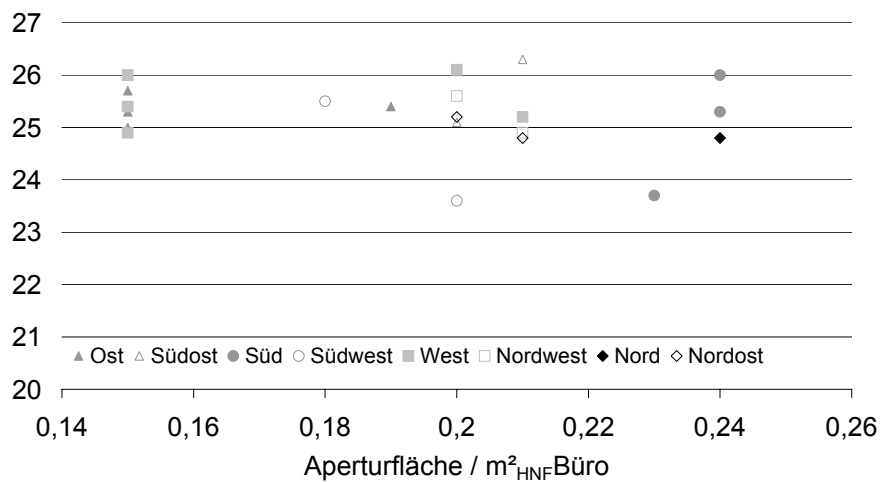


Abb. A8.2.1-26:
Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Aperturfläche zu HNF Büro und dem Mittel der Raumlufthtemperatur. Gebäude W (Sommer).

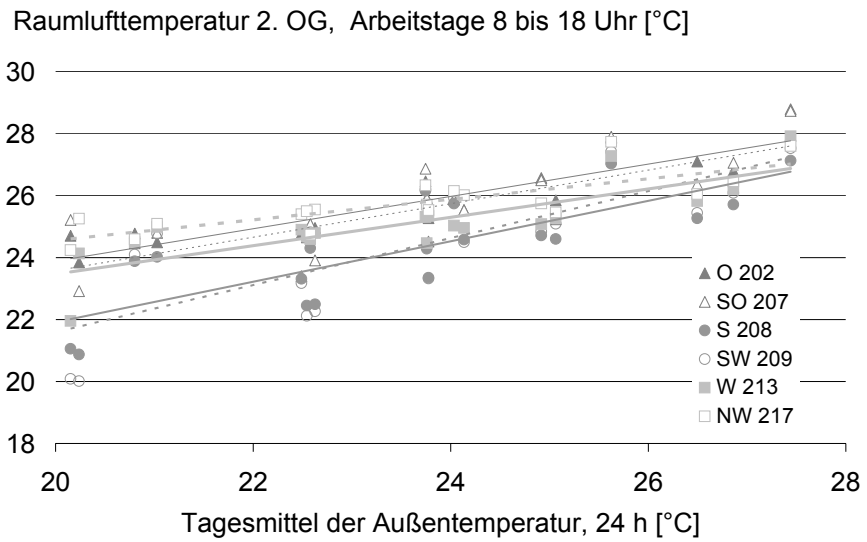


Abb. A8.3.1-27:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 2. OG, Gebäude W (Sommer).

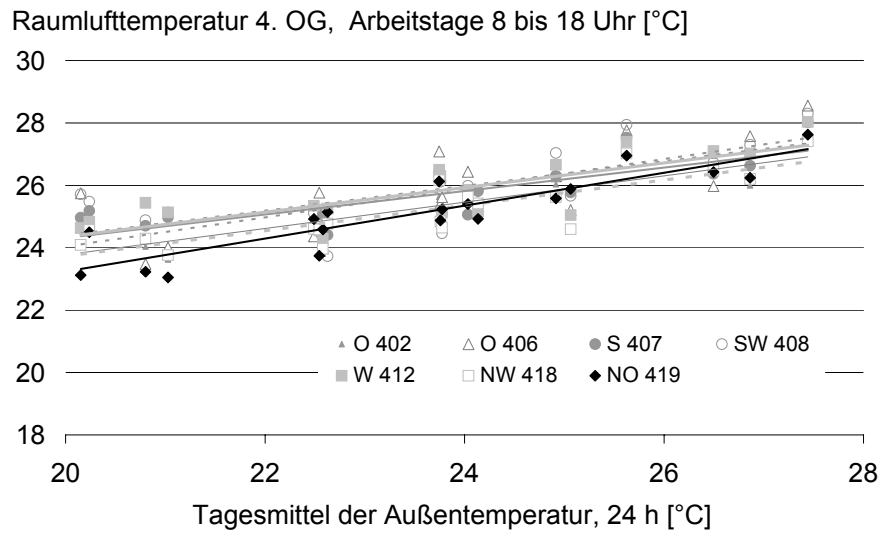


Abb. A8.2.1-28:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 4. OG, Gebäude W (Sommer).

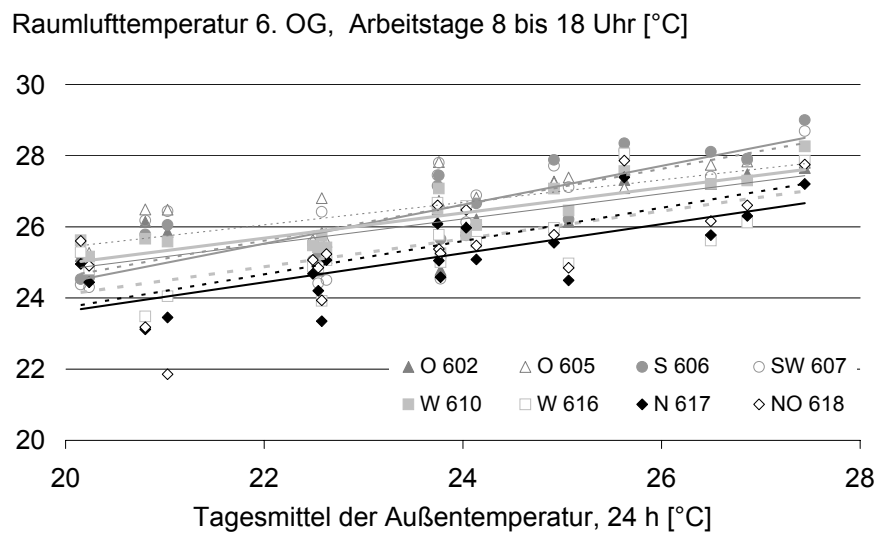


Abb. A8.2.1-29:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 6. OG, Gebäude W (Sommer).

Abb. A8.2.1-30:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Globalstrahlung im 2. OG,
Gebäude W (Sommer).

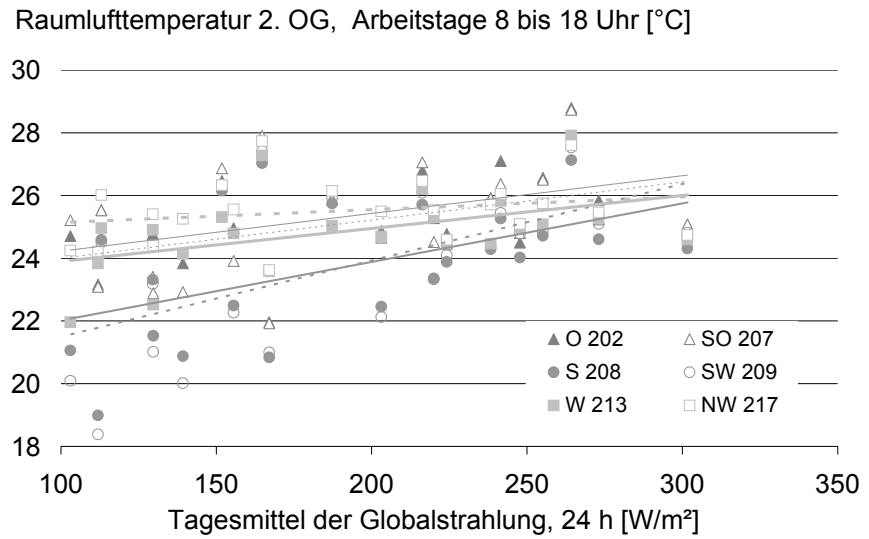


Abb. A8.2.1-31:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Globalstrahlung im 4. OG,
Gebäude W (Sommer).

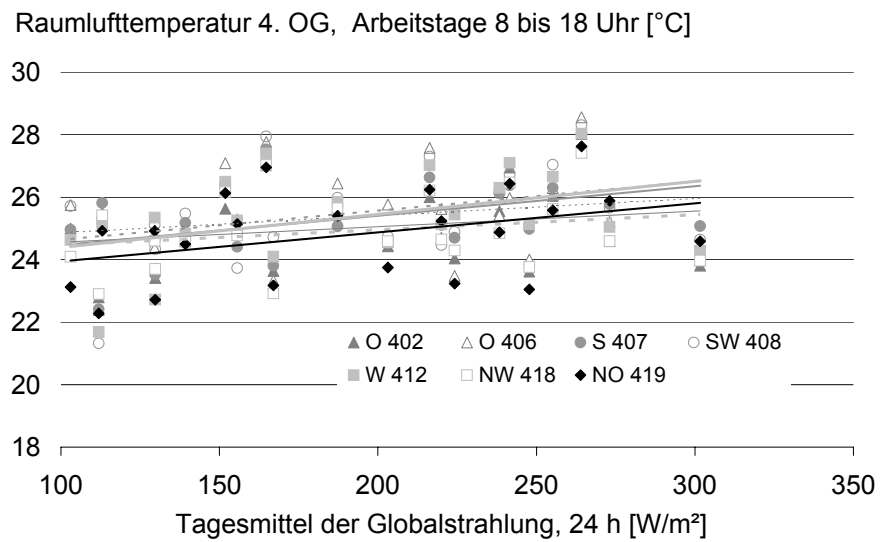


Abb. A8.2.1-32:
Zusammenhang zwischen
Raumlufthtemperatur und
Globalstrahlung im 6. OG,
Gebäude W (Sommer).

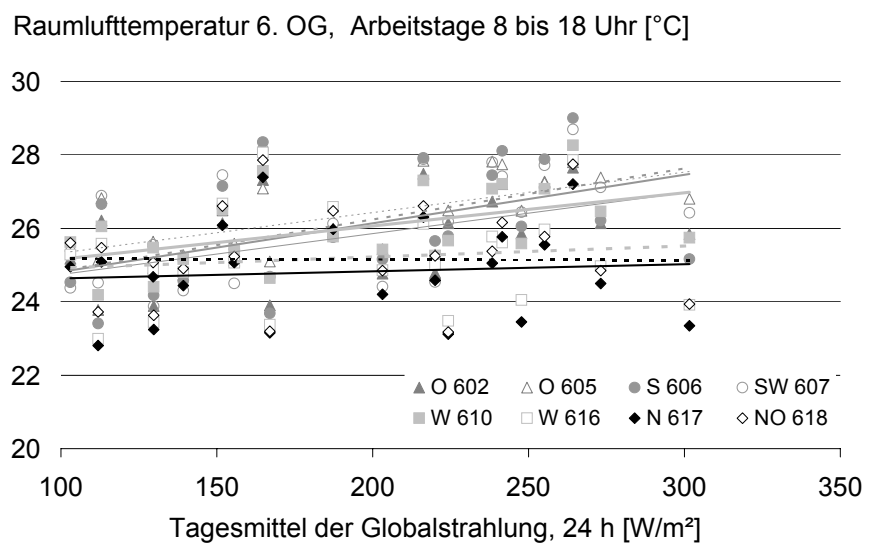


Abb. A8.2.1-33: Verlauf der mittleren Raumlufthtemperatur und der Außentemperatur während der Messperiode in Gebäude W. Der Rahmen kennzeichnet den Zeitraum, der zur Untersuchung des sommerlichen Temperaturverhaltens des Gebäudes (Abschnitt 3.5) herangezogen wurde.

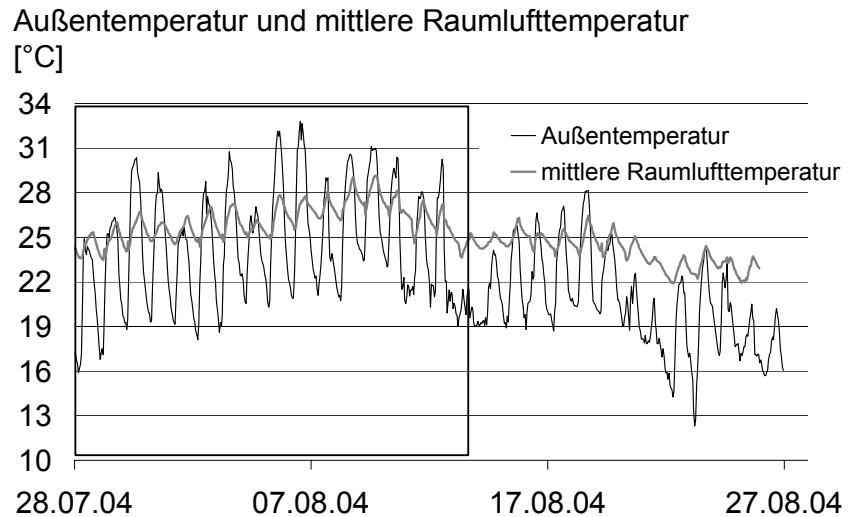
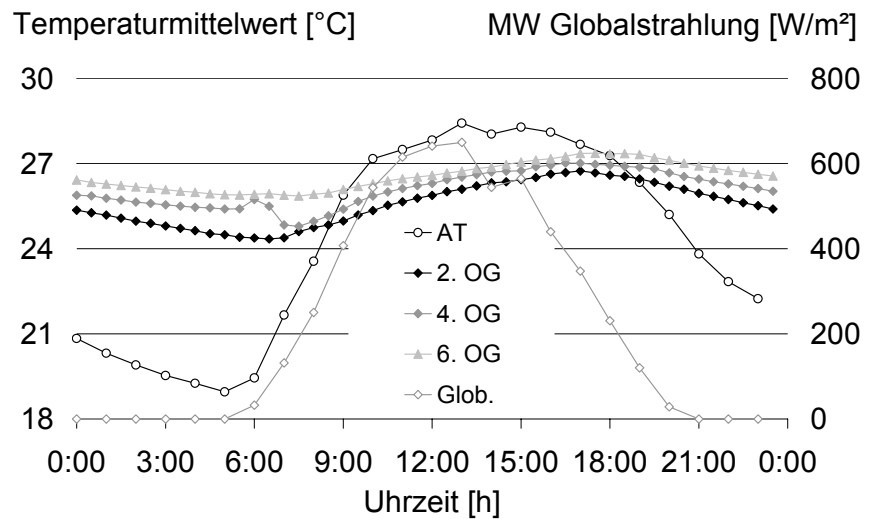


Abb. A8.2.1-34: Mittelwerte für den Tagesgang der Raumlufthtemperatur, der Außentemperatur (AT) und der horizontalen Globalstrahlung (Glob.) für die Periode vom 28.07.04 bis zum 12.08.04. Die untersuchten Büros sind entsprechend der Geschosse gruppiert.



Tab. A8.2.1-10: Mittlere Temperaturextremalwerte der Periode vom 28.07.04 bis zum 12.08.04, Gebäude W.
 Zeit: Uhrzeit der Maxima (Minima) und die Verzögerung als Differenz zwischen Temperaturmaximum (Minimum) außen und innen in Stunden.
 Temperatur: Maximalwert (Minimalwert) und die Differenz zwischen Maximalwert (Minimalwert) außen und innen.
 Amplitude: Differenz zwischen Temperaturmaximum und Minimum innen.
 Alle Werte sind Mittelwerte für die Büros der einzelnen Etagen oder Mittelwerte für alle Büros einer bestimmten Orientierung (Anzahl der Büros in Klammern).

	Maximum				Minimum				Amplitude
	Zeit	Temperatur			Zeit	Temperatur			
	$h_{\text{Max,a}} -$ $h_{\text{Max,i}}$	$T_{\text{Max,a}} -$ $T_{\text{Max,i}}$			$h_{\text{Min,a}} -$ $h_{\text{Min,i}}$	$T_{\text{Min,a}} -$ $T_{\text{Min,i}}$			$T_{\text{Min,i}} - T_{\text{Max,i}}$
	(h)	(h)	(°C)	(K)	(h)	(h)	(°C)	(K)	(K)
T_a	13:00		28,42		05:00		19,00		
2. OG	17:00	4,0	26,74	1,68	06:30	1,5	24,34	5,34	2,39
4. OG	16:30	3,5	27,01	1,41	07:30	2,5	24,79	5,79	2,23
6. OG	17:30	4,5	27,36	1,06	07:30	2,5	25,86	6,86	1,50
Nord (1)	17:30	4,5	26,32	2,10	06:30	1,5	24,74	5,74	1,58
Nordost (2)	17:30	4,5	26,76	1,66	07:30	2,5	24,72	5,72	2,03
Ost (5)	17:00	4,0	26,94	1,48	05:30	0,5	25,27	6,27	1,68
Südost (1)	16:00	3,0	26,77	1,65	07:00	2,0	25,21	6,21	1,56
Süd (3)	16:00	3,0	26,90	1,52	07:30	2,5	24,81	5,81	2,09
Südwest (3)	17:00	4,0	27,63	0,79	07:30	2,5	25,19	6,19	2,44
West (4)	17:00	4,0	27,33	1,09	07:00	2,0	25,16	6,16	2,17
Nordwest (2)	18:30	5,5	27,36	1,06	07:30	2,5	24,66	5,66	2,70
Gesamt	17:00	4,0	27,06	1,36	07:00	2,0	25,10	6,10	1,96

8.2.2 Messungsergebnisse Gebäude B

Winter

Tab. A8.2.2-1: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 2. OG, Gebäude B. Als Zeiten wurden die Werktage vom 26.02 bis zum 01.04.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 23^{\circ}\text{C}$ aufgeführt.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 2.51	± 22,5	22,4	0,84	53	±24,4	23,5	1,32
Raum N 2.52	± 20,5	20,3	1,09	0	±25,4	24,6	2,03
Raum O 2.55	± 23,1	23,1	0,64	99	±24,3	23,3	1,47
Raum O 2.56	± 21,9	21,7	0,78	29	±24,5	23,5	1,48
Raum S 2.59	± 22,7	22,5	1,24	72	±24,6	23,8	1,20
Raum S 2.61	± 21,6	21,8	1,07	10	±25,6	23,9	2,94
Raum W 2.65	± 21,4	21,3	0,91	13	2±4,8	23,7	1,97
2. OG Flur	± 21,6	21,4	1,02	16	±25,0	23,6	2,18
Mittelwert für Büros	± 21,9	21,8	0,9	39,4	±24,8	23,7	1,8

Tab. A8.2.2-2: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 6. OG, Gebäude B.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 6.51	± 22,5	22,5	0,90	59	±24,6	24,0	1,31
Raum N 6.52	± 22,0	21,8	0,98	39	±25,4	24,8	1,72
Raum O 6.55	± 22,3	22,2	0,91	46	±24,6	23,7	1,43
Raum O 6.56	± 22,7	22,7	0,73	59	±24,7	23,8	1,63
Raum S 6.59	± 23,7	23,1	1,41	109	±24,2	23,4	1,57
Raum S 6.61	± 22,2	22,1	1,10	44	±24,9	23,9	1,86
Raum W 6.63	± 23,1	23,0	1,63	98	±24,2	23,6	1,05
Raum W 6.66	± 22,3	21,7	1,72	42	±25,1	23,7	2,54
6. OG Flur	± 22,4	22,4	0,70	38	±24,8	23,9	1,56
Mittelwert für Büros	± 22,6	22,4	1,2	62,0	±24,7	23,9	1,6

Tab. A8.2.2-3: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte für das 13. OG, Gebäude B.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>23°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 13.51	± 22,3	22,3	0,67	20	±24,5	23,6	1,80
Raum N 13.53	± 23,0	22,9	0,85	97	±24,5	23,7	1,38
Raum O 13.55	± 22,0	22,1	0,54	0	±25,0	23,8	2,07
Raum O 13.56	± 22,2	22,2	0,71	21	±24,6	23,4	1,96
Raum S 13.59	± 24,9	25,0	1,13	171	±24,0	23,8	0,49
Raum S 13.61	± 23,7	23,8	1,06	144	±24,6	23,9	1,63
Raum W 13.63	± 23,5	23,1	1,68	97	±24,4	23,5	1,41
Raum W 13.65	± 23,3	23,2	0,74	130	±24,5	23,6	1,42
13. OG Flur	± 22,8	22,8	0,61	72	±24,6	24,2	0,87
Mittelwert für Büros	± 23,2	23,2	1,0	94,2¹	±24,5	23,7	1,5

¹ ohne Raum 13.55 110 h

Abb. A8.2.2-1: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 2. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

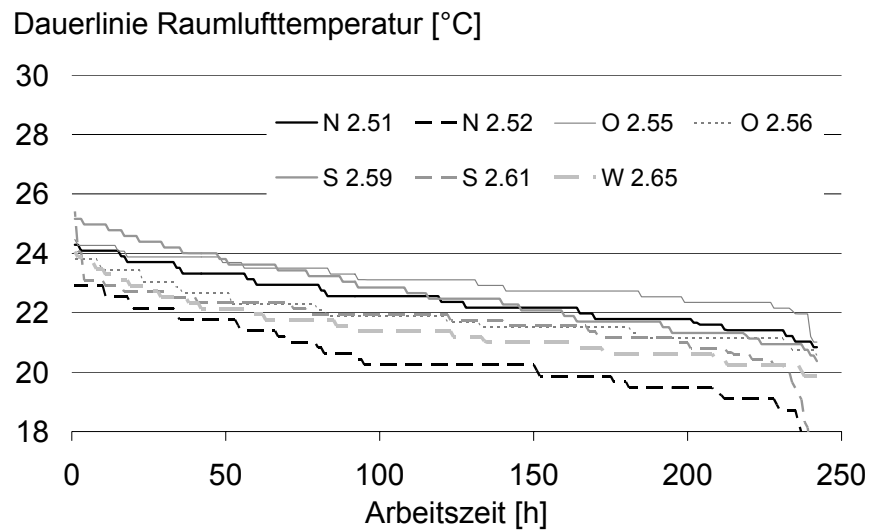


Abb. A8.2.2-2: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 6. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

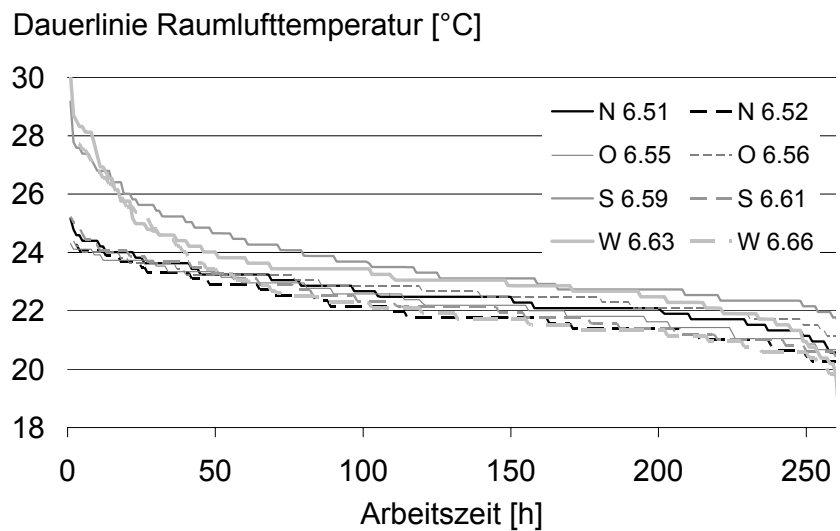


Abb. A8.2.2-3: Dauerlinie für die Raumlufttemperatur im 13. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

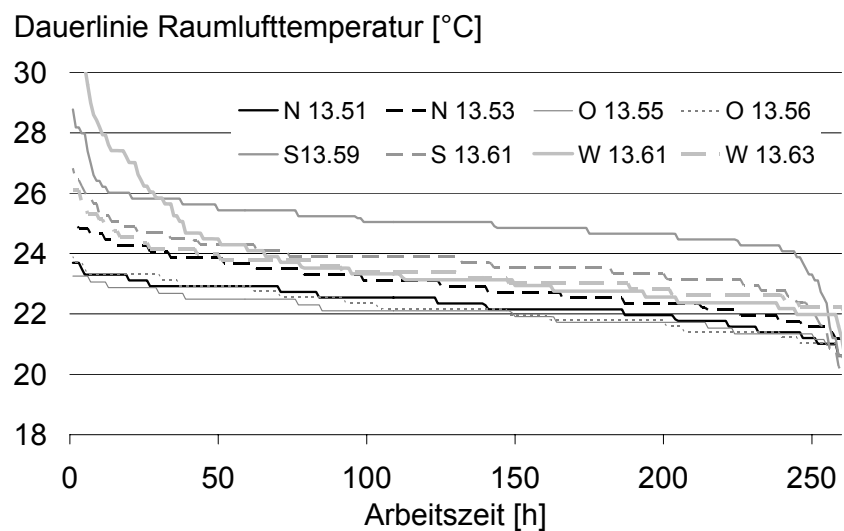


Abb. A8.2.2-4: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 2. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

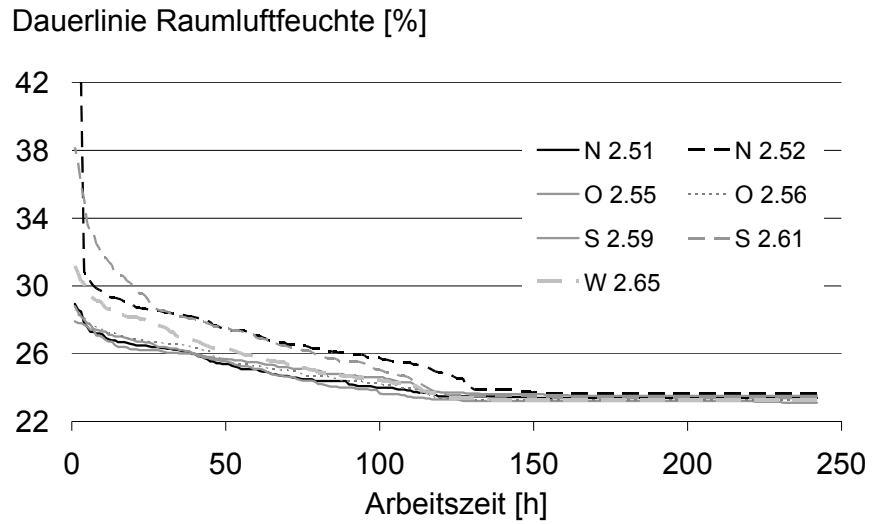


Abb. A8.2.2-5: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 6. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

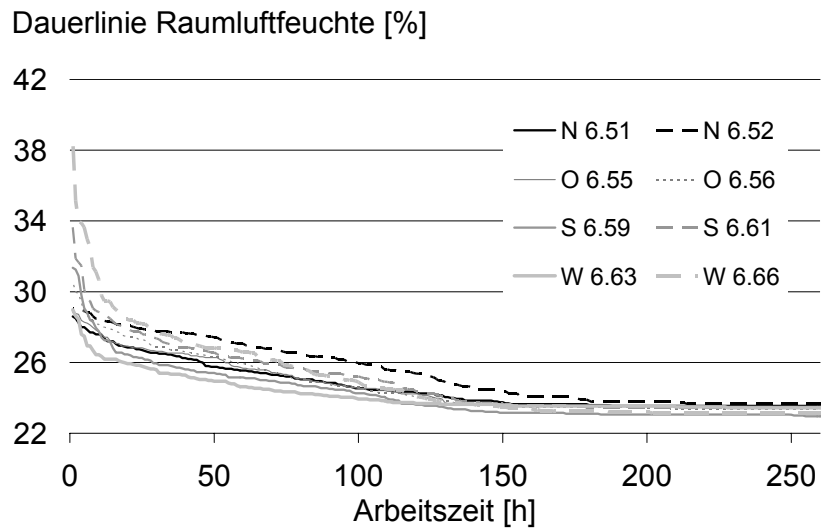


Abb. A8.2.2-6: Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 13. OG, Gebäude B (Winter). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

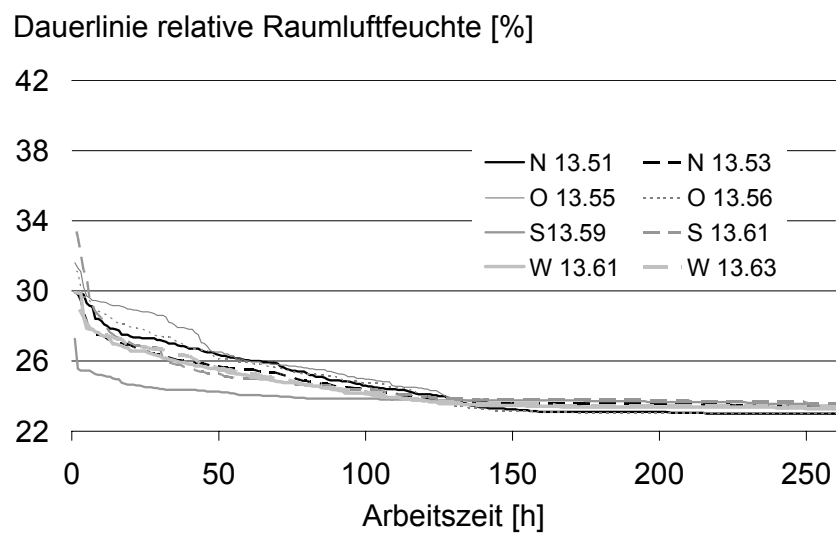
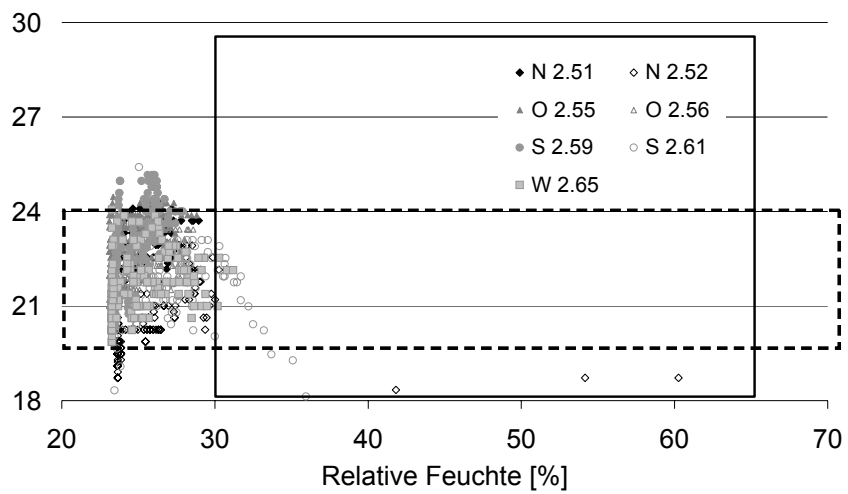


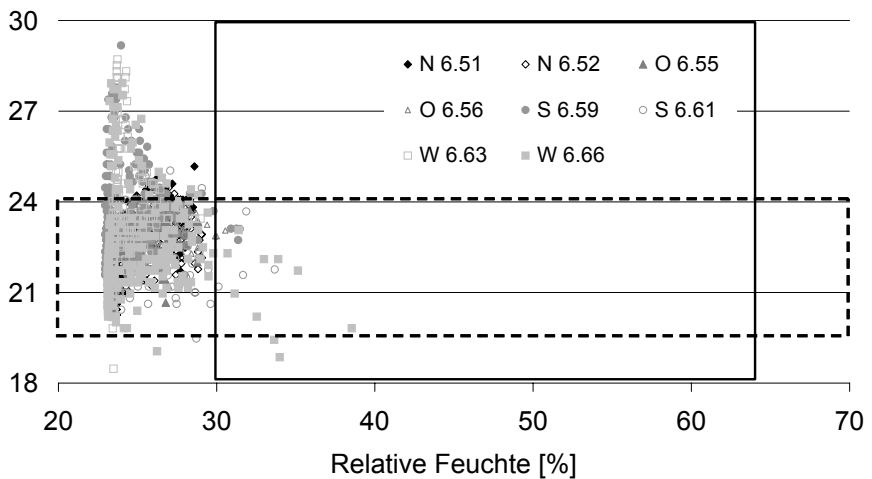
Abb. A8.2.2-7 bis -9:

Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte im 2., 6. und 13. OG, Gebäude B (Winter). Eingezeichnet sind die Anforderungen nach [SIA V382/1, 1992]. Danach sind prinzipiell Werte zwischen 30 und 65 % relativer Feuchte für die Raumluft vorgeschrieben (durchgezogene Linie). Gelegentliche Unterschreitungen an wenigen Tagen pro Jahr bis 20 % und gelegentliche Überschreitungen bis 75 % sind jedoch physiologisch zulässig. Als Raumlufttemperatur wird im Winter ein Betriebsbereich zwischen 19°C und 24°C vorgeschrieben (gestrichelte Linie). Die Angaben der [DIN EN 13779:2005-05] sind gleich. Es sind die Stundenwerte der Arbeitszeit aufgeführt.

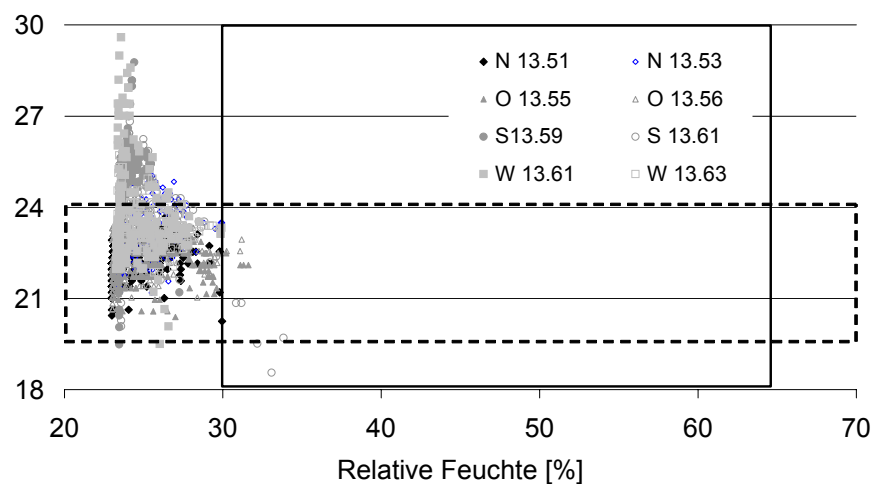
Raumlufttemperatur 2. OG [°C]



Raumlufttemperatur 6. OG [°C]



Raumlufttemperatur 13. OG [°C]



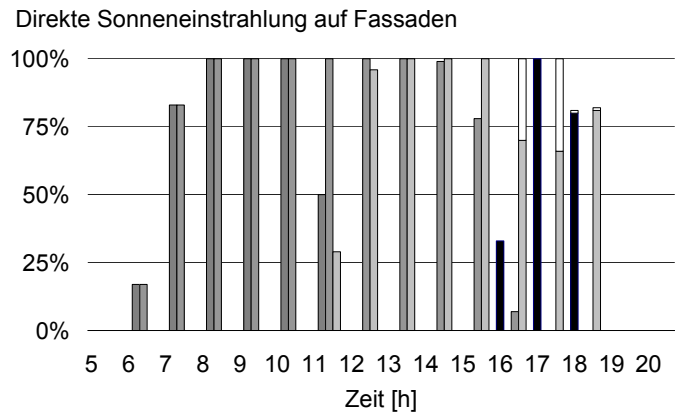


Abb. A8.2.2-10: Analyse der direkten Sonneneinstrahlung auf die unterschiedlichen Fassaden im März. Das Gebäude ist mit einer Abweichung von 28° Richtung Osten nach Norden orientiert. Die gefüllten Balken stellen das 2. OG dar, die weißen Ergänzungen (z. B. 17 Uhr), das 6. und 13 OG ohne Verschattungen. Als Berechnungsprogramm wurde „Sombbrero“ eingesetzt.

- West 2. OG
- Süd 2. OG
- Ost 2. OG
- Nord 2. OG
- Unverschattete Fassaden 6. und 13. OG

Interne Wärmequellen [Wh/(m²d)]

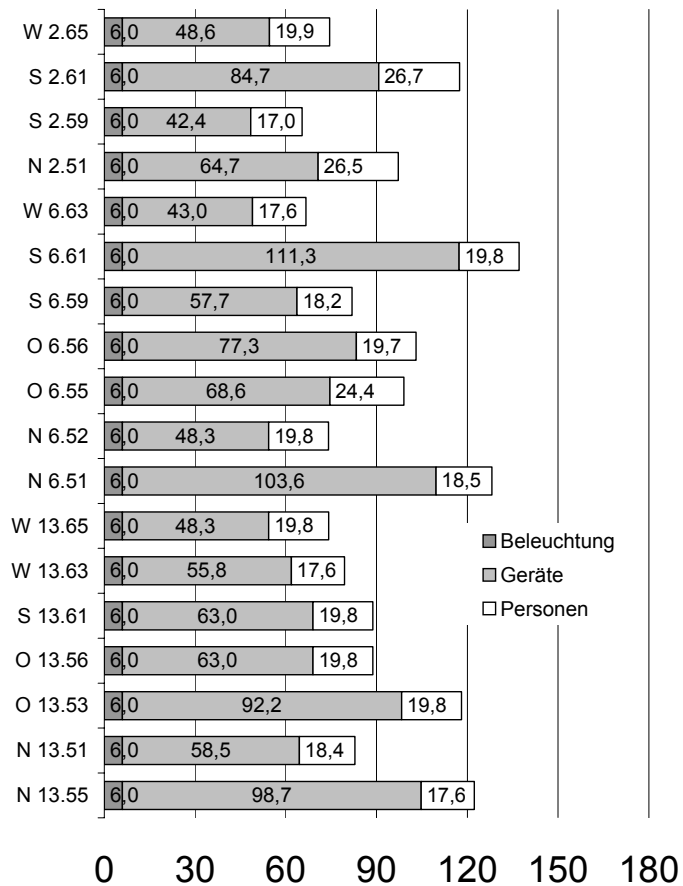


Abb. A8.2.2-11: Zusammenstellung der rechnerisch ermittelten internen Lasten. Grundlagen gemäß Tab. A8.2.2-4 und -5. Dargestellt ist die Tagessumme.

Tab. A8.2.2-4: Grundlagen für die in Tab. A2 berechneten internen Lasten. Die Räume sind in der Kernzeit von 8 bis 18 Uhr belegt. Gemäß einer Untersuchung (zitiert in[Voss et al., 2006]), die vom Fraunhofer ISE durchgeführt wurde, kann man – von einer tatsächlichen täglichen Anwesenheit im Raum von 4,5 h im Mittel ausgehen. Die Betriebszeiten für die Geräte sind mit 60% „aktiver“ Laufzeit konservativ geschätzt, die Angabe 30% der Zeit in Betrieb [Blümel et al., 2002], oder 40% [Knissel, 2002] erschienen zu niedrig. Da es für die Beleuchtung keine Beleuchtungssteuerung gibt, ist hier ein Betriebszeitfaktor von 0,47 angenommen. Dieser wurde gemäß x [Hennings, 2000] aus dem Tagelichtanteil, der sich aus dem Tageslichtquotienten ergibt, berechnet.

	Wärmeabgabe „an“ (W)	Wärmeabgabe „Standby“ (W)	Betriebszeit „an“/„Standby“ (h)	Quelle
Monitor, energiesparend	78	5	60 % / 40 %	
PC	60	10	60 % / 40 %	[Zimmermann, 2003]
Laserdrucker	248	2	10 % / 90 %	[Koschenz et al., 2000]
Personen	80			[Koschenz et al., 2000]
Vollbetriebszeit-faktor Beleuchtung			0,6	[Knissel, 2002]

Tab. A8.2.2-5: Berechnete interne Lasten für die einzelnen Büroräume, Gebäude B

Raum	Nutzung	Fläche (m ²)	PC pro Raum	Drucker pro Raum	Install. Lstg. Beleuchtung W/m ²	Personen pro Raum	Wärme- menge (Wh/(m ² d))
13.55	Büro	20,49	2	1	12,8	1	122,3
13.51	Büro	19,57	1	1	12,8	1	82,9
13.53	Büro	18,17	1	3	12,8	1	118,1
13.56	Büro	18,17	1	1	12,8	1	88,8
13.59	Sitzung	29,47	-	-	12,8	-	
13.61	Büro	18,17	1	1	12,8	1	88,8
13.63	Büro	20,49	1	1	12,8	1	79,4
13.65	Büro	18,17	1		12,8	1	74,2
6.51	Büro	19,51	2	1	12,8	1	128,1
6.52	Büro	18,18	1		12,8	1	74,1
6.55	Büro	29,48	2	1	12,8	2	99,0
6.56	Büro	18,24	1	2	12,8	1	103,1
6.59	Büro	19,83	1	1	12,8	1	81,9
6.61	Büro	18,17	2	1	12,8	1	137,1
6.63	Büro	20,42	1	-	12,8	1	66,6
6.66	Sitzung	40,92	-	-	12,8	-	
2.51	Büro	27,16	2	-	12,8	2	97,2
2.52	leer	27,84	-	-	12,8	-	
2.55	leer	30,64	-	-	12,8	-	
2.56	leer	27,61	-	-	12,8	-	
2.59	Büro	21,15	1	1	12,8	1	65,4
2.61	Büro	27,01	2	2	12,8	2	117,4
2.65	Büro	18,08	1		12,8	1	74,5

Abb. A8.2.2-12:
Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Aperturfläche zu HNF-Büro und dem Mittel der Raumlufttemperatur. Gebäude B (Winter)

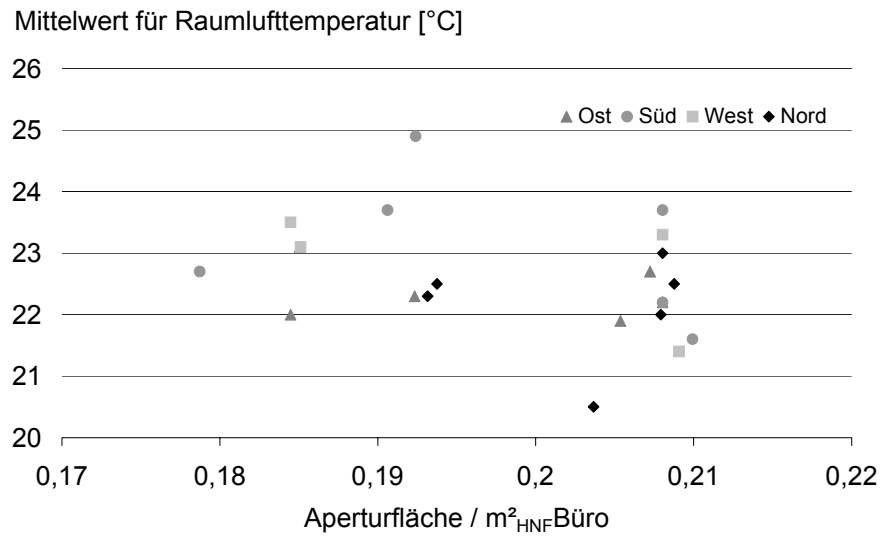


Abb. A8.2.2-13:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 2. OG, Gebäude B (Winter).

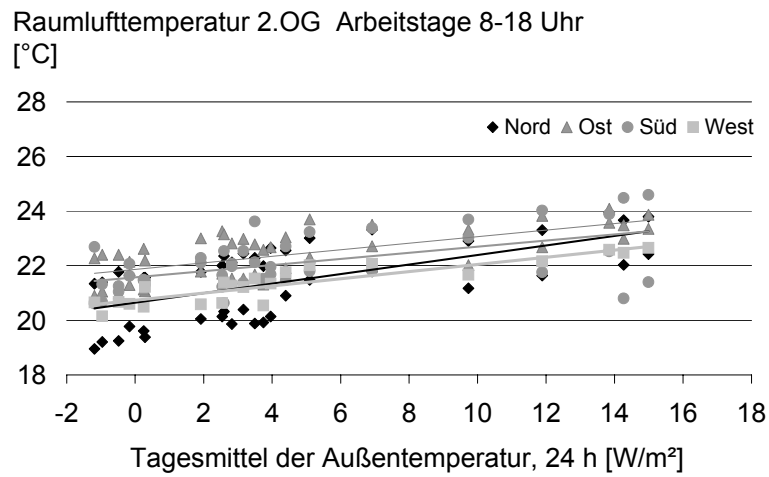
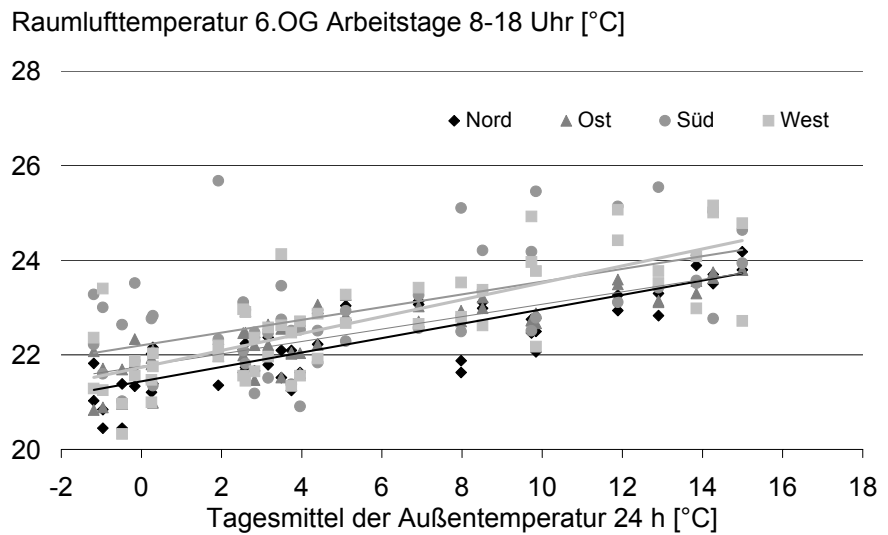


Abb. A8.2.2-14:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 6. OG, Gebäude B (Winter).



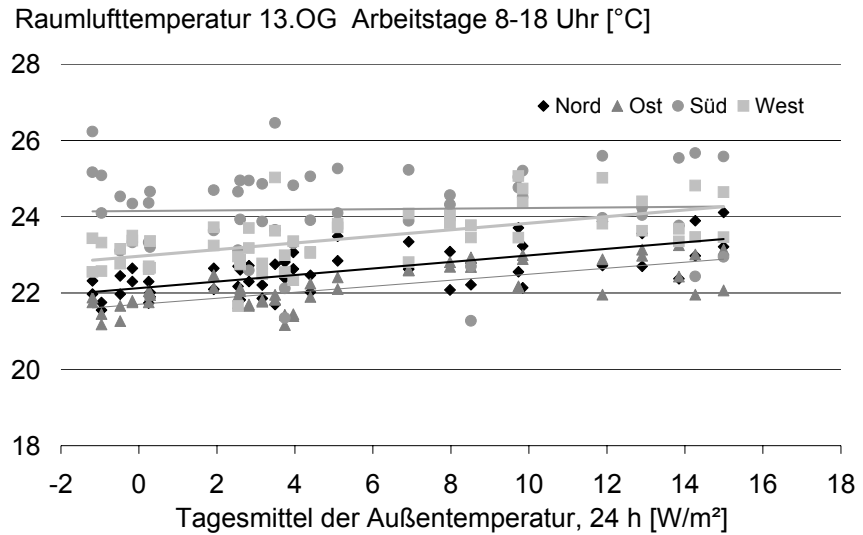


Abb. A8.2.2-15:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Außentemperatur im
13. OG, Gebäude B
(Winter).

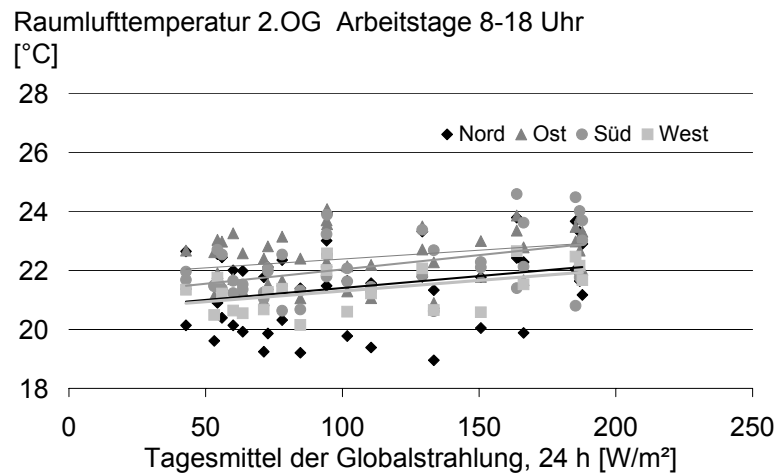


Abb. A8.2.2-16:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Globalstrahlung im 2. OG,
Gebäude B (Winter).

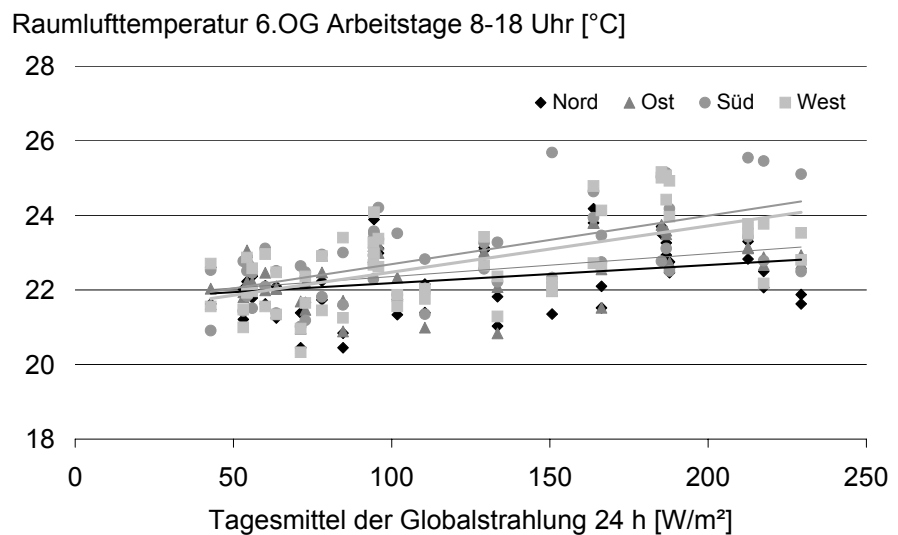


Abb. A8.2.2-17:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Globalstrahlung im 6. OG,
Gebäude B (Winter).

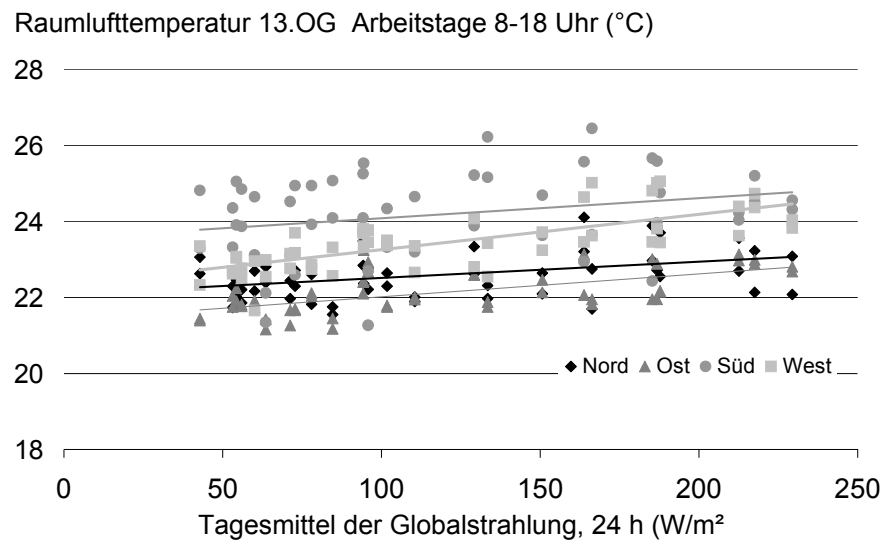


Abb. A8.2.2-18:
Zusammenhang zwischen
Raumlufttemperatur und
Globalstrahlung im
13. OG, Gebäude B
(Winter).

Sommer

Tab. A8.2.2-6: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 2. OG, Gebäude B. Als Zeiten wurden die Werktage vom 10.07 bis zum 19.08.2004 mit einer Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr berücksichtigt. Zusätzlich sind die Stunden pro Raum mit einer Raumlufttemperatur von $\geq 26^{\circ}\text{C}$ aufgeführt.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 2.51	± 21,1	21,0	0,89	0	55,9	56,8	6,17
Raum N 2.52	± 22,1	22,1	1,02	0	53,3	54,1	5,28
Raum O 2.55	± 24,5	24,9	1,61	57	49,9	50,3	7,41
Raum O 2.56	± 24,8	24,8	1,39	65	48,1	49,1	7,56
Raum S 2.59	± 22,0	21,7	1,67	0	54,1	53,3	6,92
Raum S 2.61	± 22,2	22,2	1,06	0	51,7	50,9	6,37
Raum W 2.63	± 24,4	24,5	1,58	53	48,6	49,3	7,7
Raum W 2.65	± 24,6	24,6	1,40	52	48,4	49,4	8,0
2. OG Flur	± 24,1	24,3	1,31	20	48,8	49,5	7,3
Mittelwert für Büros	± 23,2	23,2	1,3	28,4	51,3	51,7	6,9

Tab. A8.2.2-7: Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufttemperatur und relativen Feuchte im 6. OG, Gebäude B.

	Raumlufttemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 6.51	± 24,3	24,3	1,35	35	47,8	48,4	6,49
Raum N 6.52	± 24,1	24,3	1,52	42	49,3	49,6	7,43
Raum O 6.55	± 23,5	23,4	1,08	4	48,6	49,0	6,11
Raum O 6.56	± 24,2	24,1	1,02	9	47,0	47,5	5,79
Raum S 6.59	± 24,1	24,0	0,78	0	47,8	48,1	6,80
Raum S 6.61	± 24,2	24,2	1,18	13	47,8	47,5	8,26
Raum W 6.63	± 23,3	23,2	0,86	4	48,3	48,9	6,8
Raum W 6.66	± 23,6	23,4	1,18	16	48,2	48,2	7,5
6. OG Flur	± 24,3	24,2	0,89	0	47,7	48,2	7,5
Mittelwert für Büros	± 23,9	23,9	1,1	15,4	48,1	48,4	6,9

Tab. A8.2.2-8 : Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen (SD) der Raumlufftemperatur und relativen Feuchte im 13. OG, Gebäude B.

	Raumlufftemperatur				Feuchte		
	Mittelwert	Median	SD	h T>26°C	Mittelwert	Median	SD
Raum N 13.51	± 24,2	24,1	1,53	39	47,8	48,4	8,11
Raum N 13.53	± 24,1	24,1	1,05	4	49,6	50,9	8,21
Raum O 13.55	± 22,5	22,2	1,02	0	53,5	54,0	8,40
Raum O 13.56	± 22,6	22,7	0,76	0	51,5	52,6	7,64
Raum S 13.61	± 24,0	24,3	1,00	0	48,9	49,3	9,21
Raum W 13.65	± 23,6	23,5	0,82	1	49,1	49,6	7,3
13. OG Flur	± 22,8	26,5	1,21	198	42,6	42,7	7,7
Mittelwert für Büros	± 23,5	23,5	1,0	7,3	50,1	50,8	8,1

Abb. A8.2.2-19:
Dauerlinie für die Raumlufftemperatur im 2. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

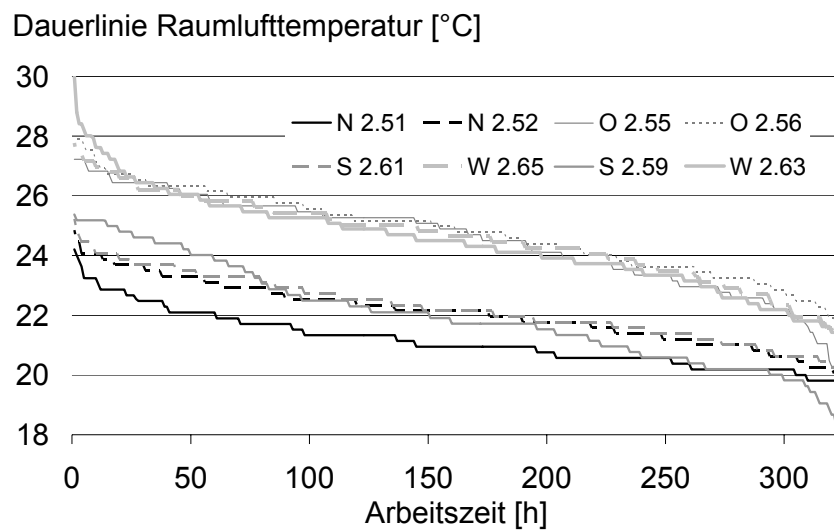
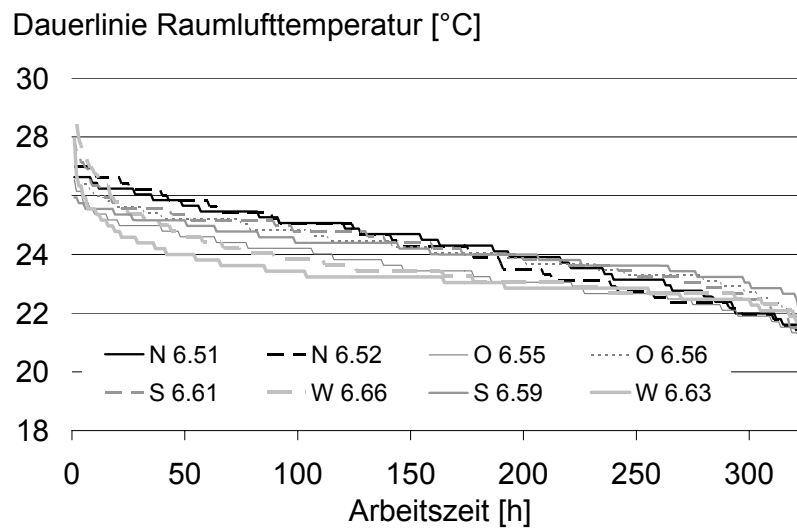


Abb. A8.2.2-20:
Dauerlinie für die Raumlufftemperatur im 6. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr



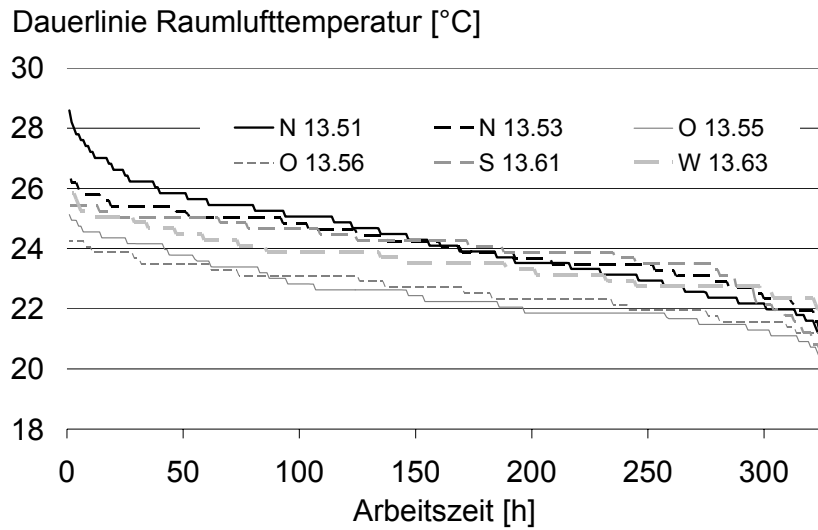


Abb. A8.2.2-21:
Dauerlinie für die Raumlufftemperatur im 13. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

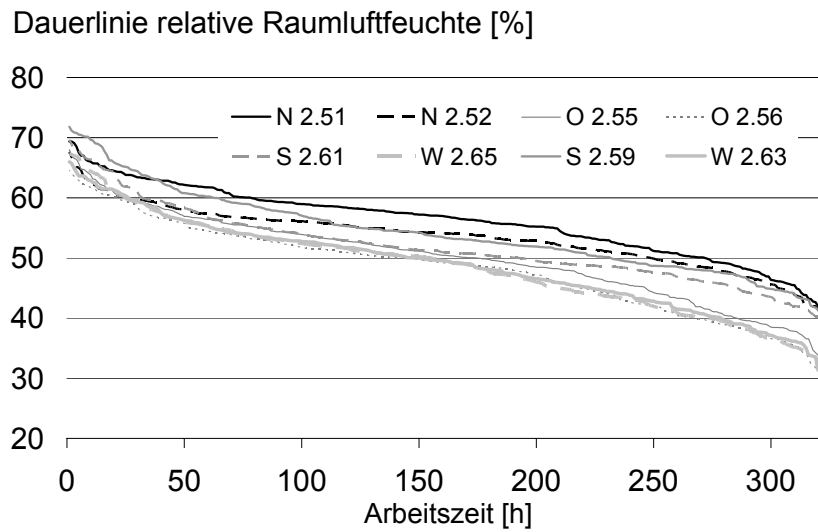


Abb. A8.2.2-22:
Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 2. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

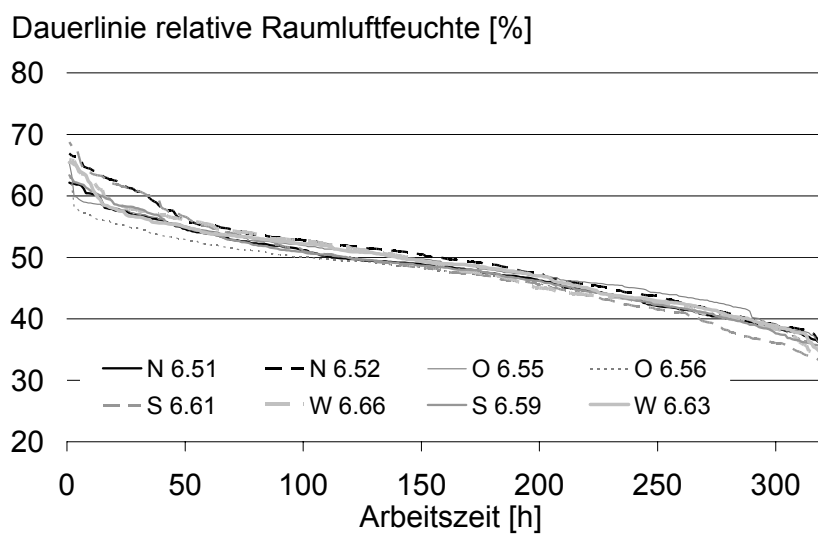


Abb. A8.2.2-23:
Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 6. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

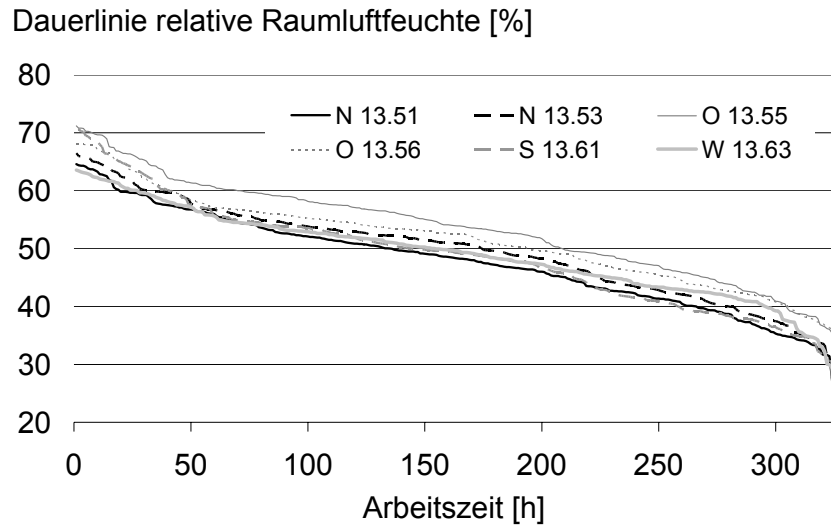


Abb. A8.2.2-24:
 Dauerlinie für die relative Raumlufffeuchte im 13. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

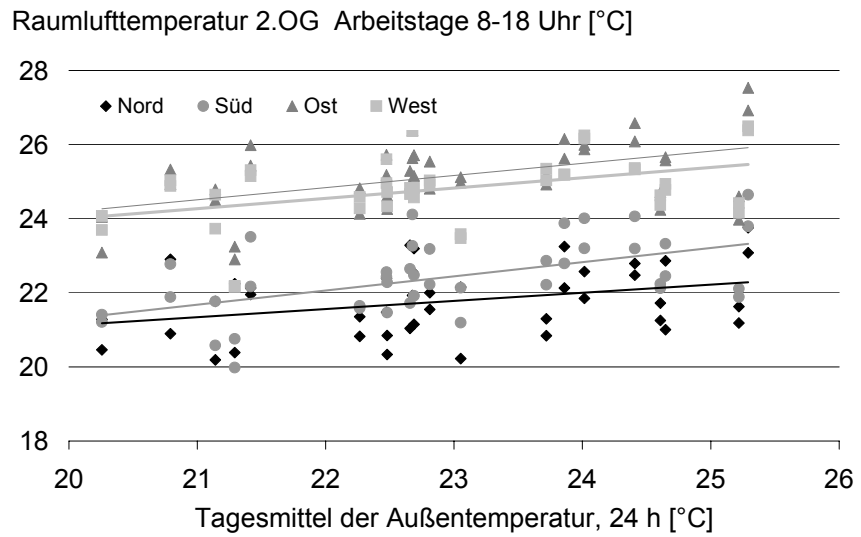


Abb. A8.2.2-25:
 Zusammenhang zwischen Raumlufftemperatur und Außentemperatur im 2. OG, Gebäude B (Sommer).

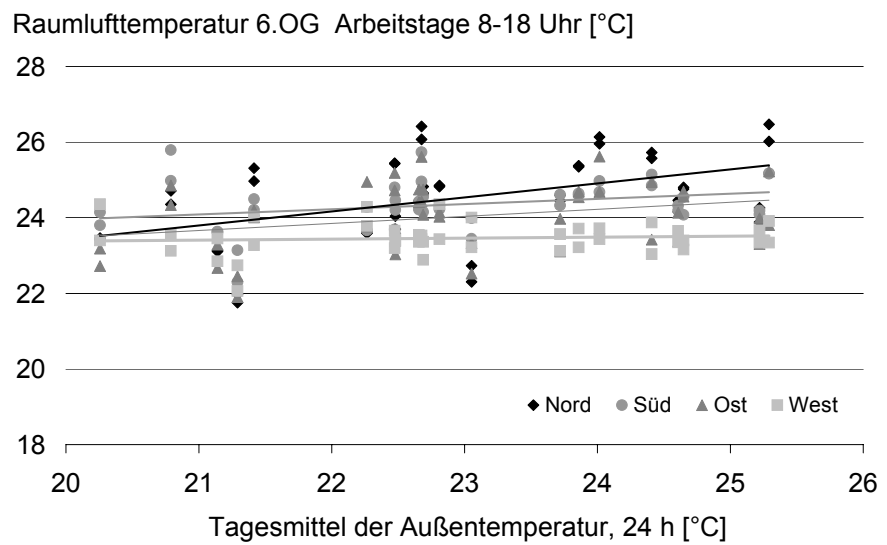


Abb. A8.2.2-26:
 Zusammenhang zwischen Raumlufftemperatur und Außentemperatur im 6. OG, Gebäude B (Sommer).

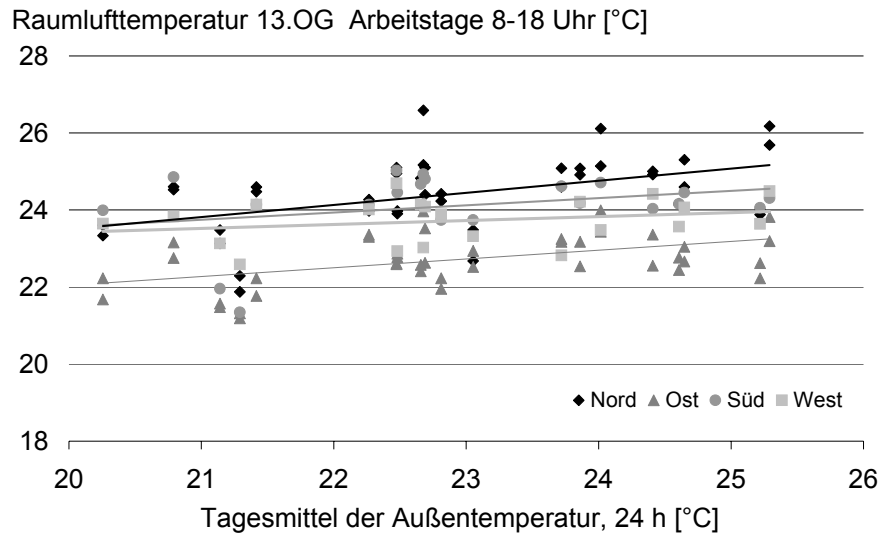


Abb. A8.2.2-27:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außentemperatur im 13. OG, Gebäude B (Sommer)

Interne Wärmequellen [W/(m²d)]

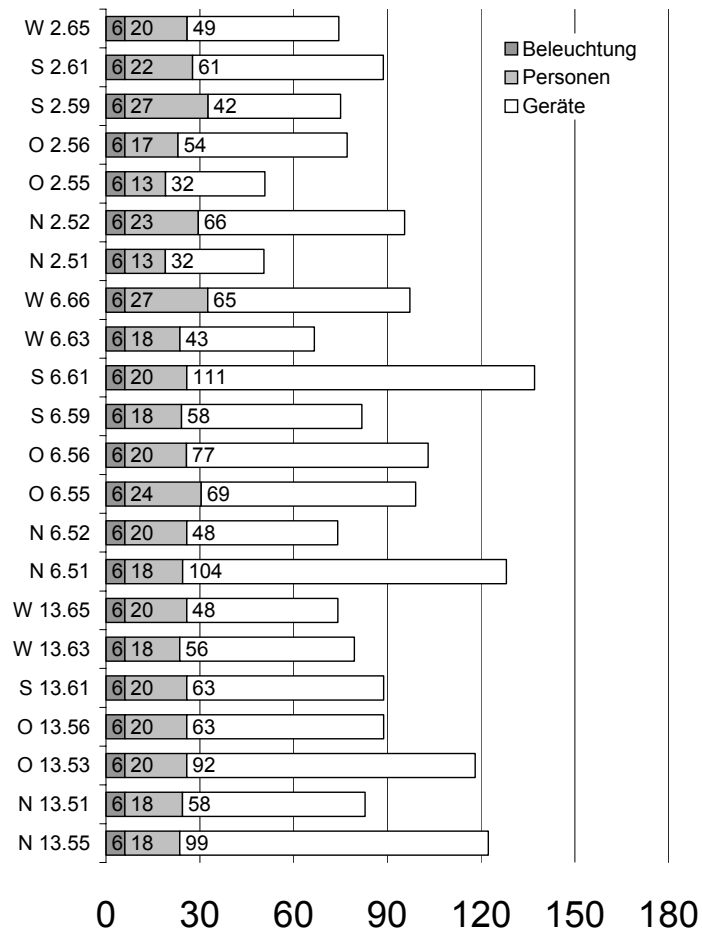


Abb. A8.2.2-28:
Zusammenstellung der rechnerisch ermittelten internen Lasten, Gebäude B (Sommer). Grundlagen gemäß Tab. A8.2.2-4 und -5. Dargestellt ist die Tagessumme.

Abb. A8.2.2-29:
Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Aperturfläche zu HNF-Büro und dem Mittelwert der Raumlufttemperatur. Gebäude B (Sommer)

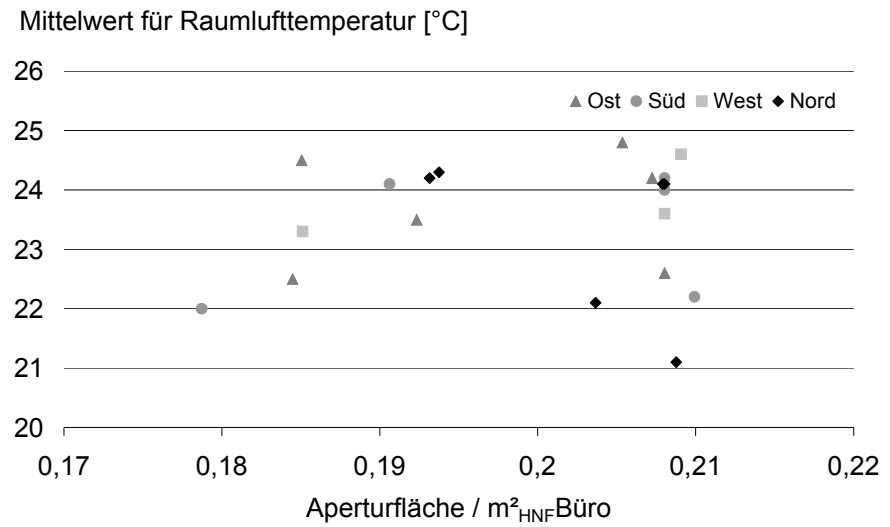


Abb. A8.2.2-30:
Raumlufttemperatur und relative Feuchte im 2. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

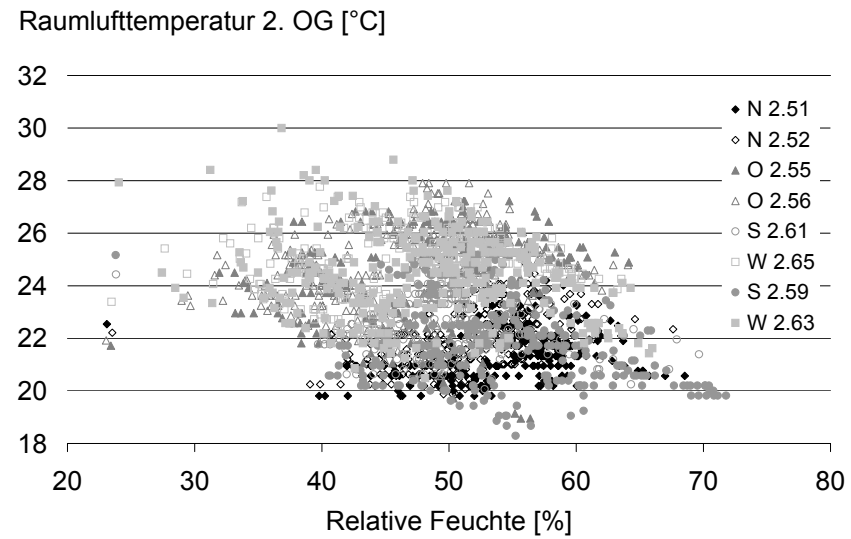
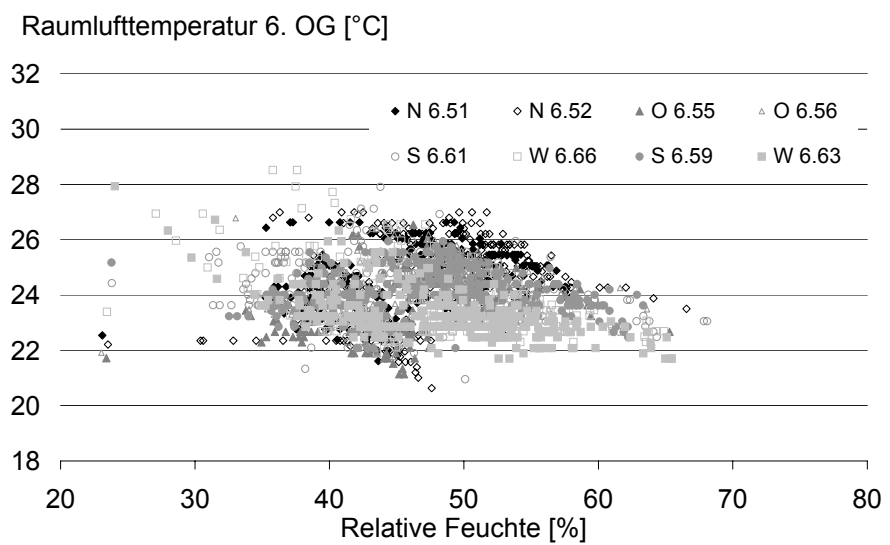


Abb. A8.2.2-31:
Raumlufttemperatur und relative Feuchte im 6. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr



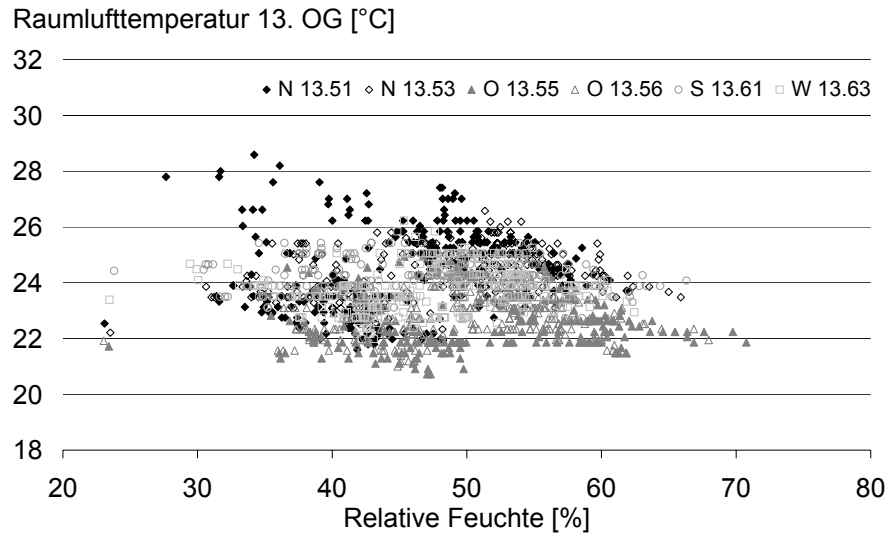


Abb. A8.2.2-32:
Raumlufttemperatur und relative Feuchte im 2. OG, Gebäude B (Sommer). Während der Arbeitszeit von 8 bis 18 Uhr

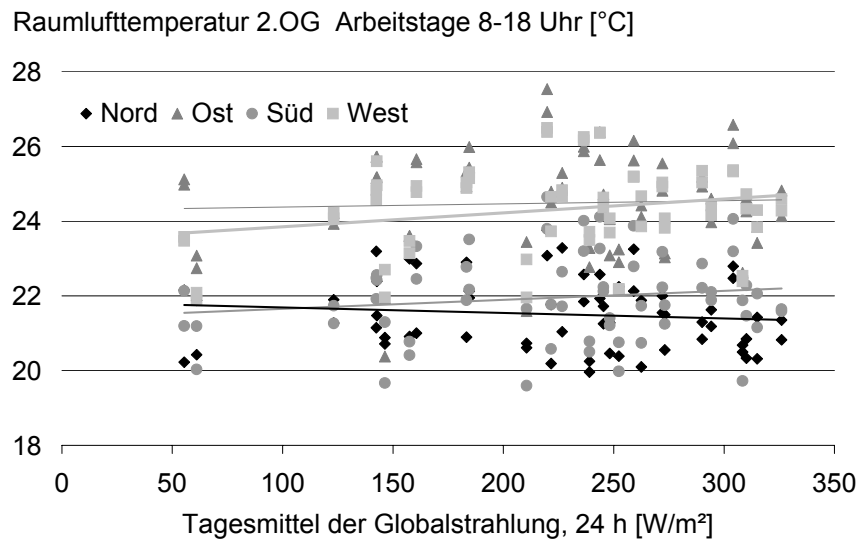


Abb. A8.2.2-33:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Globalstrahlung im 2. OG, Gebäude B (Sommer).

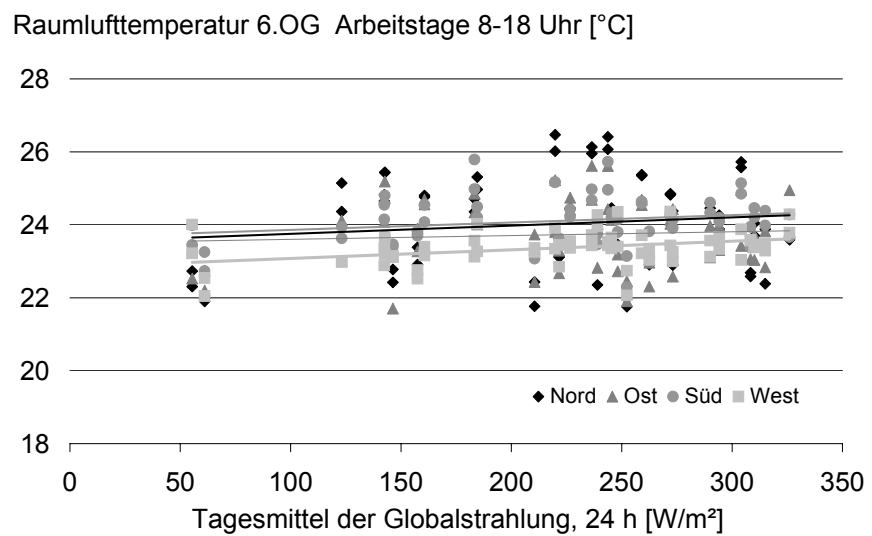


Abb. A8.2.2-34:
Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Globalstrahlung im 6. OG, Gebäude B (Sommer).

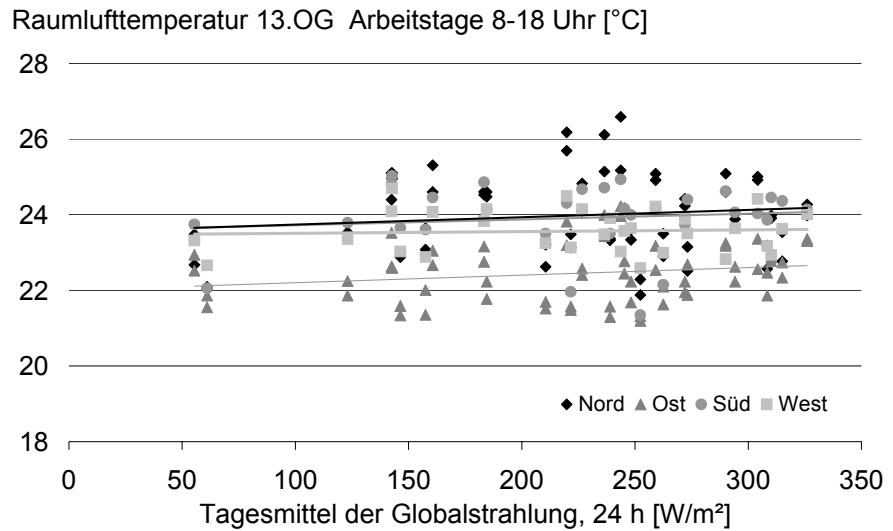


Abb. A8.2.2-35: Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Globalstrahlung im 13. OG, Gebäude B (Sommer).

Außentemperatur und mittlere Raumlufthtemperatur [°C]

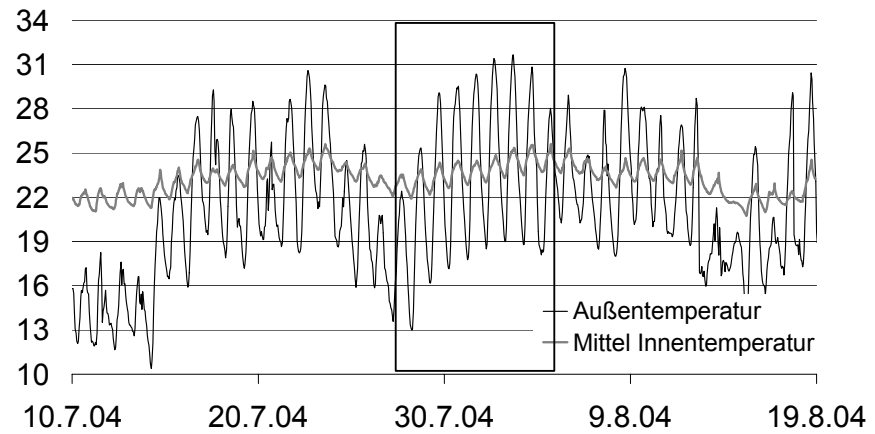


Abb. A8.2.2-36: Verlauf der mittleren Raumlufthtemperatur und der Außentemperatur während der Messperiode im Gebäude B1. Der Rahmen kennzeichnet den Zeitraum (27.07.04 bis zum 05.08.04), der zur Untersuchung des sommerlichen Temperaturverhaltens des Gebäudes herangezogen wurde.

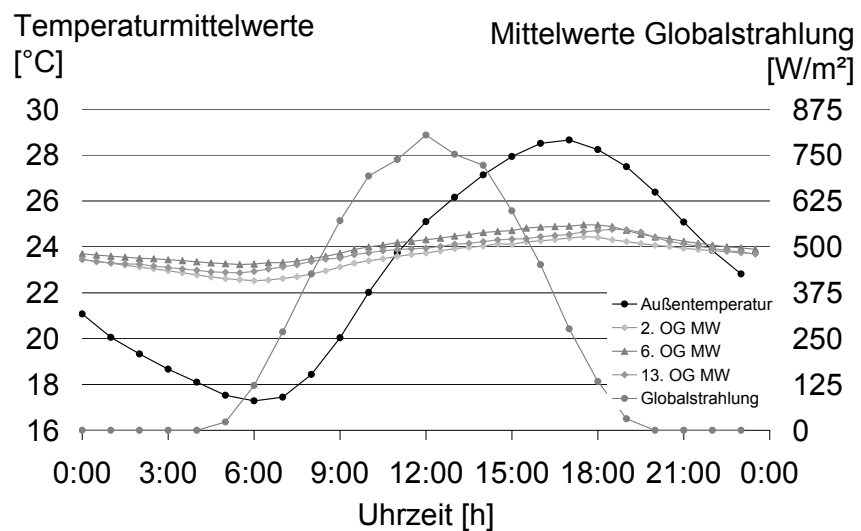


Abb. A8.2.2-37: Mittelwerte für den Tagesgang der Raumlufthtemperatur, der Außentemperatur und der horizontalen Globalstrahlung für die Periode vom 27.07.04 bis zum 05.08.04. Die untersuchten Büros sind entsprechend der Geschosse gruppiert.

Tab. A8.2.2-9: Mittlere Temperaturextremalwerte der Periode vom 27.07.04 bis zum 05.08.04, Gebäude B.
 Zeit: Uhrzeit der Maxima (Minima) und die Verzögerung als Differenz zwischen Temperaturmaximum (Minimum) außen und innen in Stunden.
 Temperatur: Maximalwert (Minimalwert) und die Differenz zwischen Maximalwert (Minimalwert) außen und innen.
 Amplitude: Differenz zwischen Temperaturmaximum und Minimum innen.
 Alle Werte sind Mittelwerte für die Büros der einzelnen Etagen oder Mittelwerte für die Büros einer bestimmten Orientierung (Anzahl der Büros in Klammern).

	Maximum				Minimum				Amplitude
	Zeit	Temperatur			Zeit	Temperatur			
	$h_{Max,a} - h_{Max,i}$	$T_{Max,a} - T_{Max,i}$			$h_{Min,a} - h_{Min,i}$	$T_{Min,a} - T_{Min,i}$			$T_{Min,i} - T_{Max,i}$
	(h)	(h)	(°C)	(K)	(h)	(h)	(°C)	(K)	(K)
T_a	17:00		28,65		06:00		17,28		
2. OG	17:30	0,5	24,45	4,21	06:00	0,0	22,53	5,24	1,92
6. OG	17:30	0,5	24,96	3,70	05:30	-0,5	23,22	5,94	1,74
13. OG	18:30	1,5	24,76	3,89	05:30	-0,5	22,87	5,58	1,89
Nord (6)	19:00	2,0	24,81	3,84	06:00	0,0	22,92	5,64	1,89
Ost (6)	16:30	-0,5	24,44	4,21	05:30	-0,5	22,76	5,48	1,68
Süd (5)	13:30	-3,5	24,43	4,23	05:30	-0,5	22,37	5,09	2,05
West (5)	18:00	1,0	25,62	3,03	06:30	0,5	23,42	6,13	2,21
Gesamt	18:00	1,0	24,69	3,96	05:30	-0,5	22,89	5,60	1,80

8.3 Gebäudeanalyse mit Nutzerbefragungen

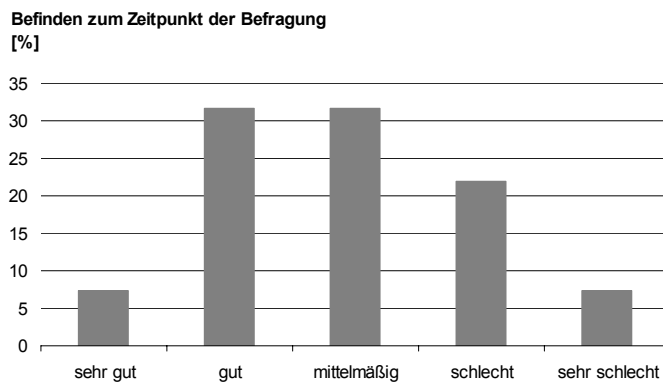
8.3.1 Befragungsergebnisse Gebäude W

Info: 8.3.1-1

Fragebogenauswertung Winter

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)? *(bitte nur ein Kreuz)*



Wohlbefinden zum Zeitpunkt der Befragung (Mittelwert 2,9, Median 3,0, SD: 1,068)

2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz**?

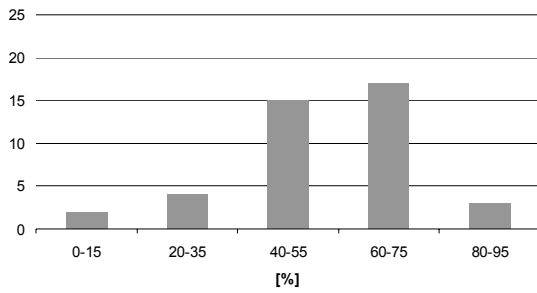
	Arbeitszeit im Gebäude		Arbeitszeit an diesem Arbeitsplatz	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Weniger als 1 Jahr	11	27	14	34
1-2,9 Jahre	23	56	26	64
3-4,9 Jahre	2	5	1	2
5 und mehr Jahre	5	12	0	0

4. Wie beurteilen Sie Ihren **Informationsstand** über das Gebäude und seine haustechnischen Anlagen (z.B. Heizung, Kühlung, Lüftung)?

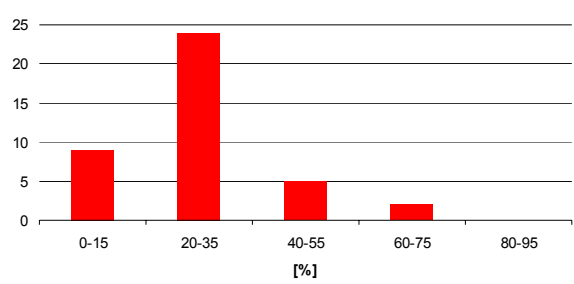
Informationsstand (Mittelwert 3,9, Median 4,0, SD: 1,071)

5. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? *(Angaben in %)*

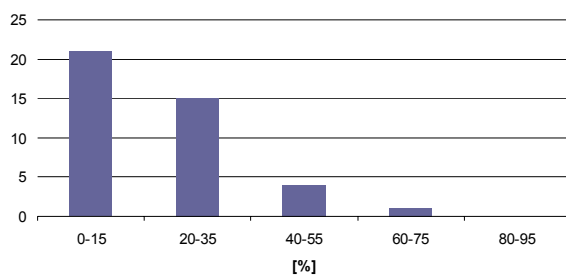
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Bildschirmarbeit



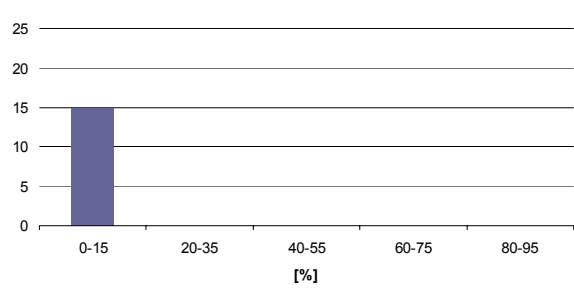
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Schreibtischarbeit



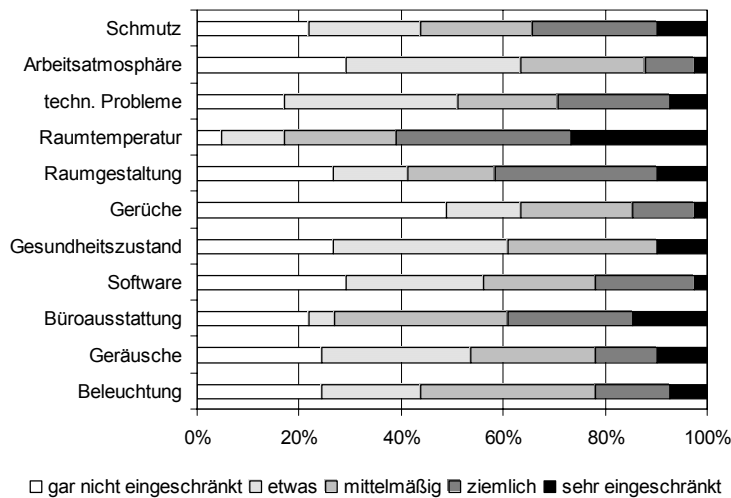
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Besprechungen



Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Arbeit-Sonstiges



6. Wie stark **beeinträchtigt**en folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



- Leistungseinschränkung Schmutz (Mittelwert 2,78, Median 3,0, SD: 1,31)
 Leistungseinschränkung Arbeitsatmosphäre (Mittelwert 2,22, Median 2,0, SD: 1,061)
 Leistungseinschränkung technische Probleme (Mittelwert 2,68, Median 2,0, SD: 1,213)
 Leistungseinschränkung Raumtemperatur, (Mittelwert 3,66, Median 4,0, SD: 1,153)
 Leistungseinschränkung Raumgestaltung (Mittelwert 2,83, Median 3,0, SD: 1,395)
 Leistungseinschränkung Gerüche (Mittelwert 2,05, Median 2,0, SD: 1,203)
 Leistungseinschränkung eigener Gesundheitszustand (Mittelwert 2,32, Median 2,0, SD: 1,171)
 Leistungseinschränkung Software (Mittelwert 2,39, Median 2,0, SD: 1,181)
 Leistungseinschränkung Büroausstattung (Mittelwert 3,05, Median 3,0, SD: 1,341)
 Leistungseinschränkung Geräusche (Mittelwert 2,54, Median 2,0, SD: 1,267)
 Leistungseinschränkung Beleuchtung (Mittelwert 2,61, Median 3,0, SD: 1,222)

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

7. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

8. Zu welcher **Himmelsrichtung** ist Ihr Büro orientiert?

9. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten, Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 9) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln.

10. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

Fenstergröße (Mittelwert: 2.88; Median: 3,0; SD: 0,45)

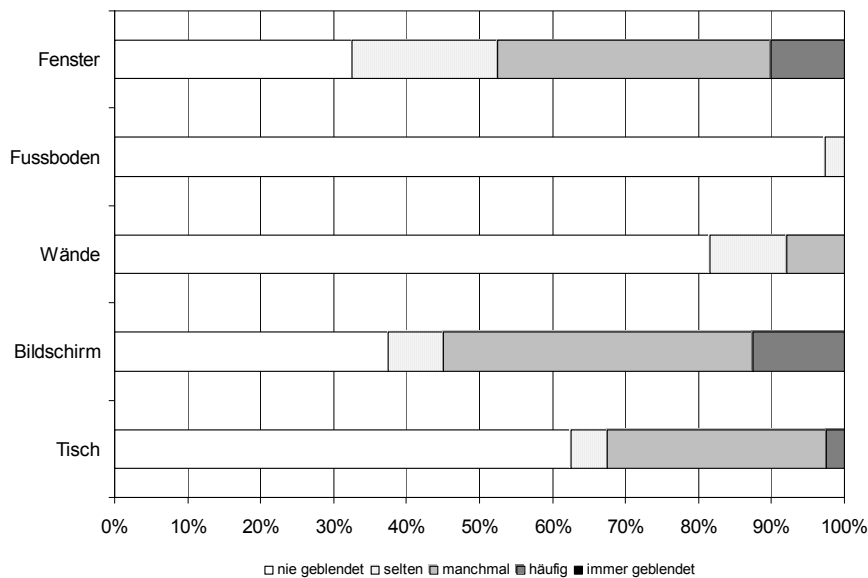
11. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster ...** *(Mehrfachauswahl möglich)*

12. Wenn **während der letzten 4 Wochen die Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...? *(Mehrfachauswahl möglich)*

13. Tragen Sie **während der Arbeit ...?**

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten (Frage 13), Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 12) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln (Frage 11).

14. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen eine Blendung durch Tageslicht auf den folgenden Flächen?** *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Tisch (Mittelwert: 1,7; Median: 1,0; SD: 0,987)

Bildschirme (Mittelwert: 2,3; Median: 3,0; SD: 1,114)

Wand (Mittelwert: 2,26; Median: 1,0; SD: 0,601)

Fußboden (Mittelwert: 1,03; Median: 1,0; SD: 0,162)

Fenster (Mittelwert: 2,52, Median: 2,0; SD: 1,032)

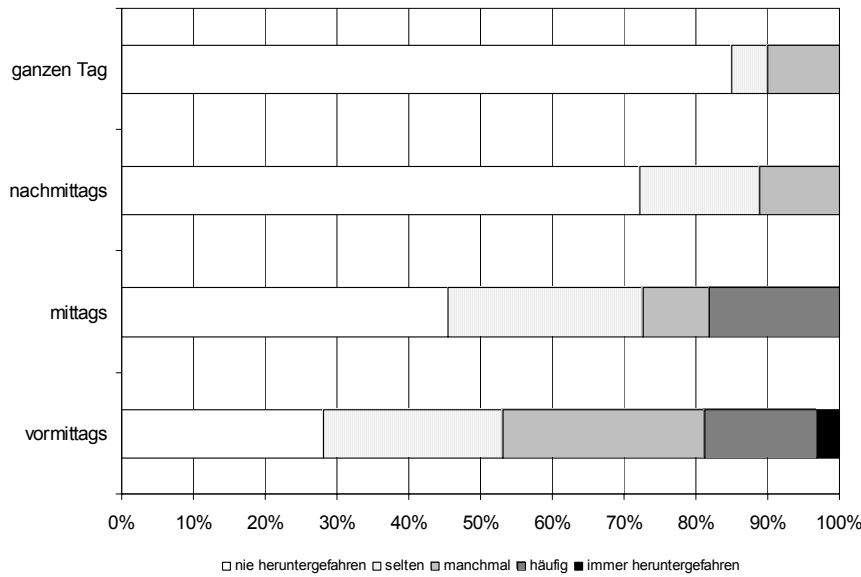
15. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden? *(Mehrfachauswahl möglich)*

Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz: 83 %

Ich unterbreche meine Arbeit: 2 %

Ich ändere meine Sitzposition: 13 %

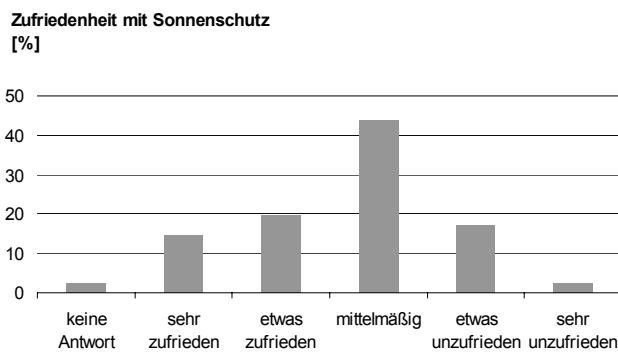
16. Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen der Sonnenschutz heruntergefahren?



17. Waren die Lamellen meistens vollständig oder teilweise geschlossen?

Teilweise: 69,4 %
 vollständig: 27,8 %

18. Wie zufrieden sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?



Zufriedenheit Sonnenschutz (Mittelwert: 2,66; Median: 3,0; SD: 1,07)

19. Schalten Sie das Licht ein, wenn die Fenster verschattet sind?

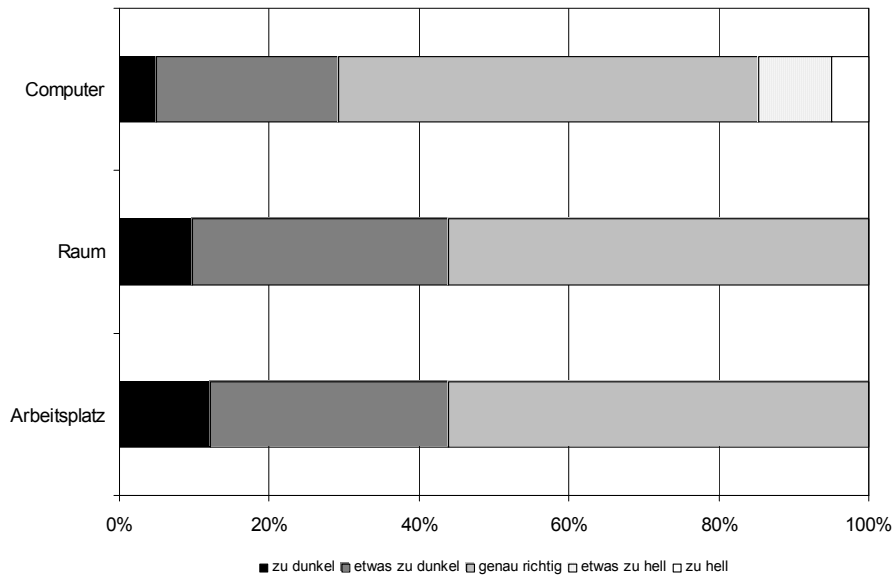
		Häufigkeit	Prozent
Lichteinschalten	keine Antwort	2	6,3
bei heruntergefahrenem Sonnenschutz	nie	10	31,3
	selten	7	21,9
	manchmal	13	40,6

20. Was ist Ihnen derzeit **wichtiger**...?

Ein blendfreier Arbeitsplatz: 34,1 %

Der Blick nach draußen: 65,9 %

21. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Tageslicht**...? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 2,85; Median: 3,0; SD: 0,85)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,44; Median: 3,0; SD: 0,79)

Beleuchtung im Raum (Mittelwert: 2,46; Median: 3,0; SD: 0,67)

22. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Tageslicht**?

Zufriedenheit mit der Tageslichtsituation (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 0,97).

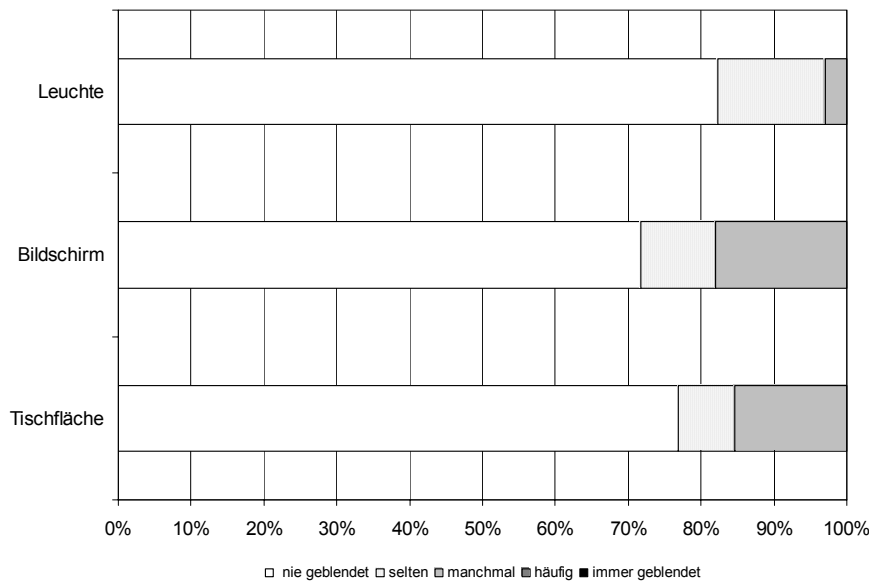
Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

23. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

24. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

		Häufigkeit	Prozent
Deckenleuchte-Zeit	keine Antwort	0	0,0
	gar nicht	2	4,9
	1-2h	6	14,6
	3-4h	11	26,8
	5-6h	10	24,4
	über 7h	12	29,3
Tischleuchte-Zeit	keine Antwort	1	8,3
	gar nicht	0	0,0
	1-2h	6	50,0
	3-4h	4	33,3
	5-6h	0	0,0
	über 7h	1	8,3

25. **Wie häufig** wurden Sie **in den letzten vier Wochen** durch die **künstliche Beleuchtung geblendet**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

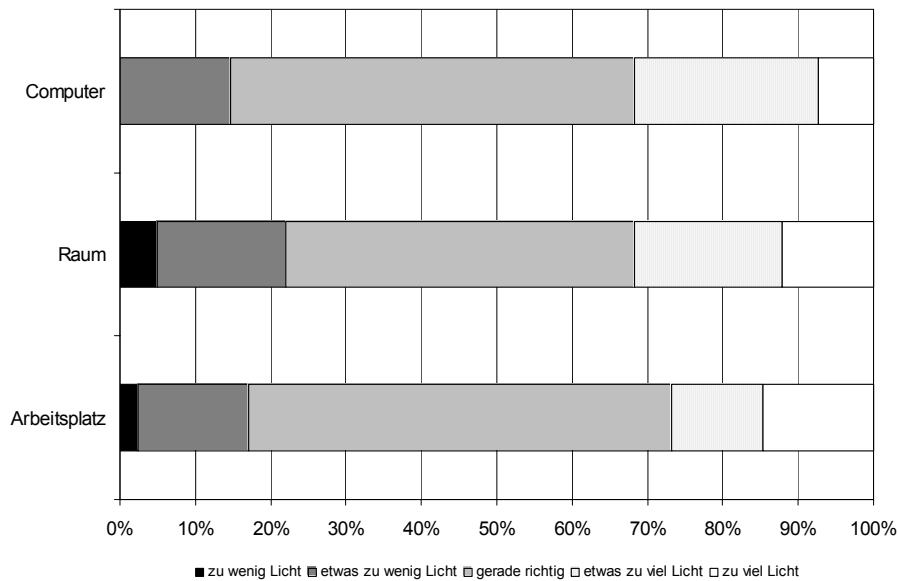


Leuchte (Mittelwert: 1,14; Median: 1,0; SD: 0,54)

Bildschirm (Mittelwert: 1,46; Median: 1,0; SD: 0,78)

Tischfläche (Mittelwert: 1,38; Median: 1,0; SD: 0,73)

26. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Raum (Mittelwert: 3,17; Median: 3,0; SD: 1,02)

Computer (Mittelwert: 3,24; Median: 3,0; SD: 0,79)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,22; Median: 3,0; SD: 0,96)

27. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(Bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

Kunstlicht allgemein (Mittelwert: 2,68; Median: 2,0; SD: 0,98)

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

28. Wie empfinden Sie die **Temperatur** heute **an Ihrem Arbeitsplatz**?

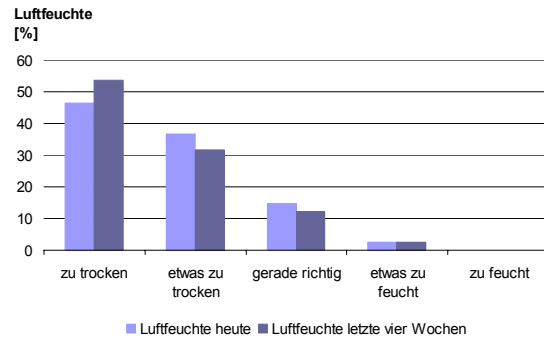
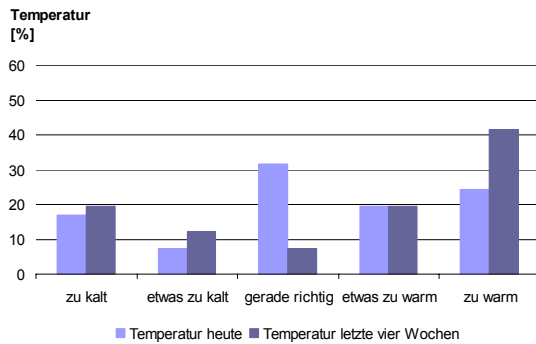
Temperatur heute (Mittelwert: 3,27; Median: 3,0; SD: 1,361)

29. Ist Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** heute ...?

Luftfeuchte heute (Mittelwert: 1,73; Median: 2,0; SD: 0,797)

30. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

31. **und die Luft ...?**



Temperatur vier Wochen (Mittelwert: 3,51; Median: 4,0; SD: 1,59)

Luftfeuchte vier Wochen (Mittelwert: 1,63; Median: 1,0; SD: 0,799)

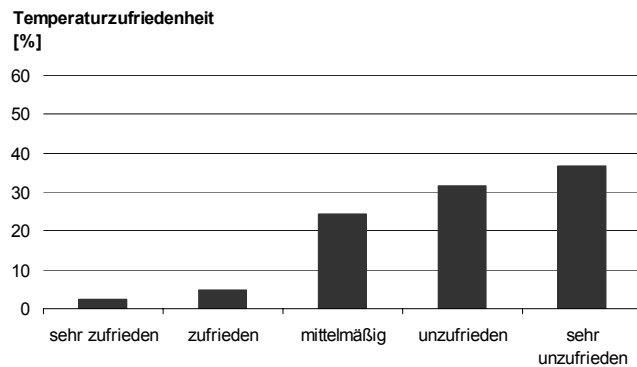
32. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen?**

33. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen?**

34. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen etwas an der Temperatureinstellung in Ihrem Büro **verändert?**

		Häufigkeit	Prozent
Einflussnahme auf die Raumtemperatur	ja	14	34,1
	nein	14	34,1
	nein gerne	9	22,0
	Regelungsmöglichkeit	4	9,8
Einflussnahme Häufigkeit	weiß ich nicht	4	9,8
	gar nicht	11	61,1
	~1x/Tag	4	22,2
	~2x/Tag	0	0,0
	~3x/Tag	1	5,6
	4x und öfters	2	11,1

35. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?



Temperaturzufriedenheit (Mittelwert: 3,95; Median: 4,0; SD: 1,02).

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

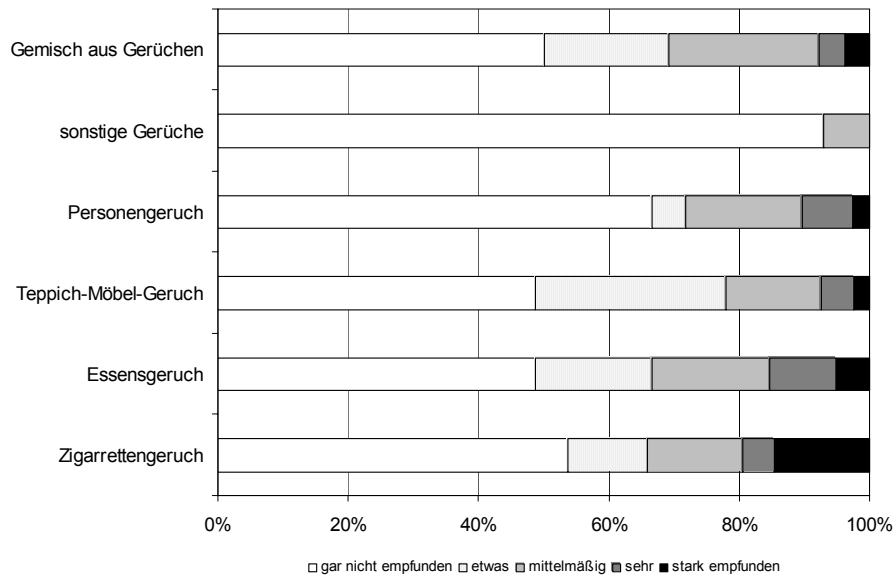
36. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

Luftqualität heute (Mittelwert: 3,21; Median: 3,0; SD: 1,0)

37. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen an ihrem Arbeitsplatz** verspürt?

		Häufigkeit	Prozent
Zugluft	nie	9	22,0
	selten	8	19,5
	manchmal	11	26,8
	häufig	8	19,5
	immer	5	12,2

38. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz?
(bitte für jeden Fall ankreuzen)



Zigarettengeruch (Mittelwert: 2,14; Median: 1,0; SD: 1,49)

Essensgeruch (Mittelwert: 2,0; Median: 2,0; SD: 1,25)

Teppich-Möbel-Geruch (Mittelwert: 1,80; Median: 1,0; SD: 1,05)

Personengeruch (Mittelwert: 1,7; Median: 1,0; SD: 1,14)

Sonstige Gerüche (Mittelwert: 1,1; Median: 1,0; SD: 0,51)

Gemisch aus Gerüchen (Mittelwert: 1,9; Median: 1,0; SD: 1,11)

39. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** (Gebäude W) / **Klimaanlage** (Gebäude B) in Ihrem Raum?

Nein, keine Lüftungsanlage / Klimaanlage vorhanden: 77,5 %

Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum: 15 %

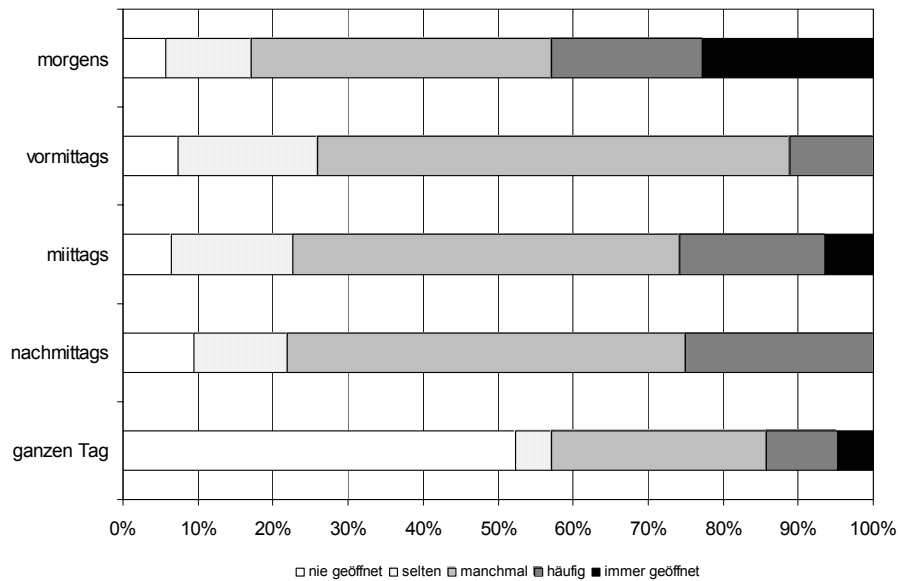
Ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage mit eigener Regelungsmöglichkeit: 0 %

Ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage ohne eigene Regelungsmöglichkeit: 2,5 %

40. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage** / **Klimaanlage**?
(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)

Auswertung entfällt, da keine Lüftungsanlage vorhanden

41. Wann standen in den vergangenen vier Wochen in ihrem Raum das/ die Fenster in der Regel offen? *(Mehrfachauswahl möglich)*



Morgens (Mittelwert: 3,43; Median: 3,0; SD: 1,12)

Vormittags (Mittelwert: 2,78; Median: 3,0; SD: 0,74)

Mittags (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 0,94)

Nachmittags (Mittelwert: 2,9; Median: 3,0; SD: 0,87)

Den ganzen Tag (Mittelwert: 2,0; Median: 1,0; SD: 1,34)

42. Wann hatten Sie in den letzten vier Wochen das Fenster hauptsächlich geöffnet?

	Häufigkeit	Prozent
wenn zu warm	27	65,8
offen wenn Luft verbraucht	35	85,3
offen sonstiges	16	39,0

43. Wenn Sie die Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet hatten, dann meistens...

	Häufigkeit	Prozent
auf Kippstellung	30	73,2
ganz	5	12,2
mal so mal so	6	14,6

44. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

	Häufigkeit	Prozent
Tür-offen		
keine Antwort	0	,0%
nie	5	12,2%
1-2h	0	,0%
3-4h	1	2,4%
5-6h	4	9,8%
mehr als 7h	31	75,6%

45. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

	Häufigkeit	Prozent
k. A	2	5,0
nie	1	2,0
manchmal	0	0,0
ca. 1 x pro Woche	0	0,0
mehrmals pro Woche	3	7,0
Jede Nacht	35	86,0

46. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

Luftqualität gesamt (Mittelwert: 3,32; Median: 3,0; SD: 0,596)

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

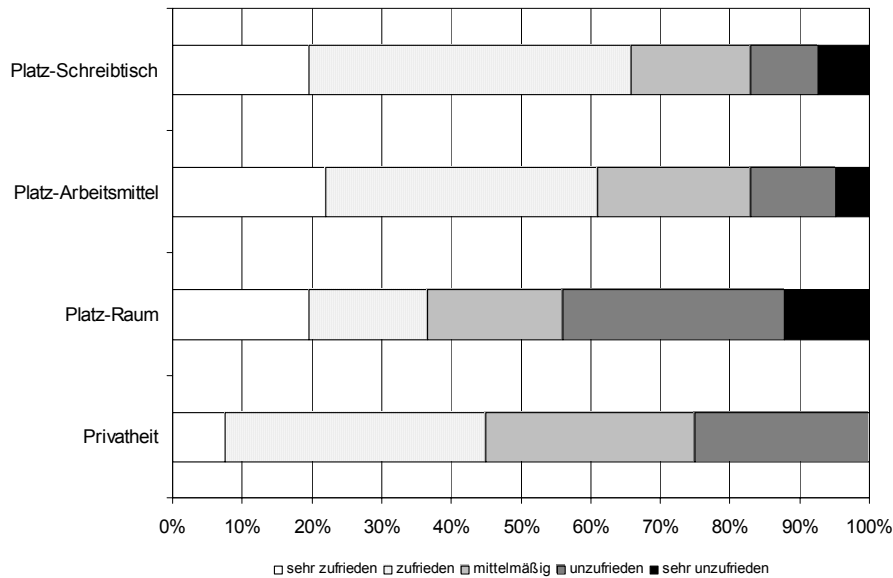
47. Arbeiten Sie in einem...?

48. Wie viele **Personen** arbeiten **im Moment** (einschließlich Ihnen) in Ihrem Raum?

Anzahl der Personen im Raum	Häufigkeit	Prozent
1	4	9,8
2	17	41,5
3	10	24,4
4	9	22,0
5	1	2,4
Gesamt	41	100,0

49. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**

50. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?



Platz Schreibtisch (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 1,12)

Platz Arbeitsmittel (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 1,10)

Platz im Raum (Mittelwert: 3,00; Median: 3,0; SD: 1,3419)

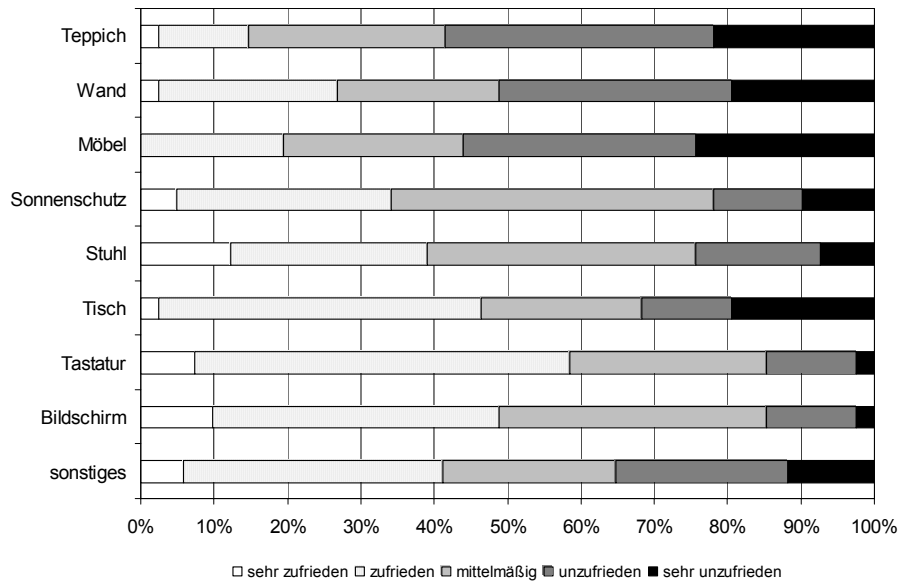
Privatheit (Mittelwert: 2,73; Median: 3,0; SD: 0,93)

51. Arbeiten Sie an einem Röhren-Bildschirm / TFT-Flachbildschirm?

97 % der Befragten haben einen Röhrenbildschirm, der in 83 % der Fälle eine Größe von 17 Zoll aufweist

52. **Wie zufrieden** sind Sie mit Ihrem/ ihrer Stuhl / Tisch / Tastatur / Bildschirm?

53. Wie zufrieden sind Sie mit der **Farbgestaltung** von/ vom Teppich / Wänden / Möbeln / Sonnenschutz?



Stuhl (Mittelwert: 2,028; Median: 3,0; SD: 1,08)

Tisch (Mittelwert: 3,02; Median: 3,0; SD: 1,21)

Tastatur (Mittelwert: 2,51; Median: 2,0; SD: 0,88)

Bildschirm (Mittelwert: 2,58; Median: 3,0; SD: 0,9)

Teppich (Mittelwert: 3,63; Median: 4,0; SD: 1,04)

Möbel (Mittelwert: 3,61; Median: 4,0; SD: 1,07)

Wände (Mittelwert: 3,41; Median: 4,0; SD: 1,14)

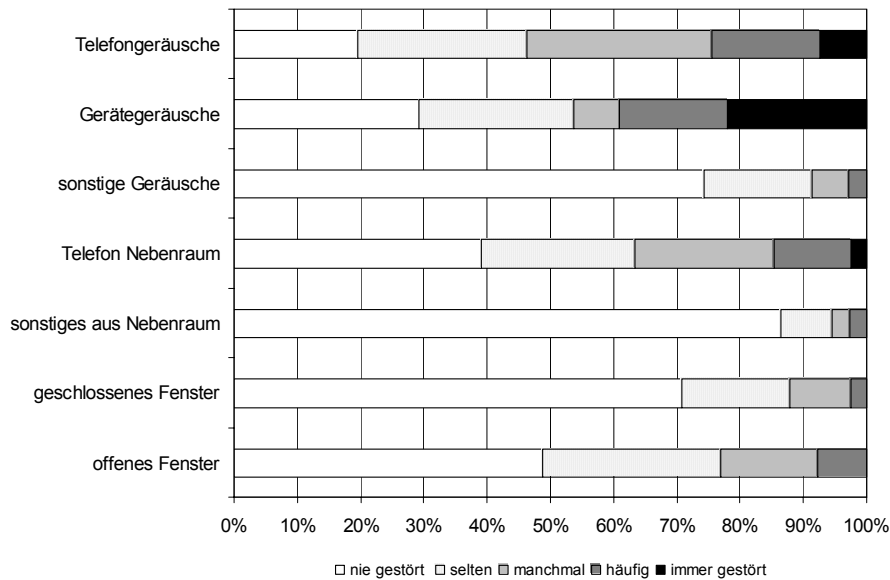
Sonnenschutz (Mittelwert: 2,92; Median: 3,0; SD: 0,99)

54. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

Einrichtung insgesamt (Mittelwert: 3,56; Median: 3,0; SD: 1,00)

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

55. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*



Telefongeräusche eigenes Büro (Mittelwert: 2,66; Median: 3,0; SD: 1,19)

Gerätegeräusche (Mittelwert: 2,78; Median: 2,0; SD: 1,573)

Sonstige Geräusche (Mittelwert: 1,3; Median: 1,0; SD: 0,766)

Telefongeräusche Nebenräumen (Mittelwert: 2,45; Median: 2,0; SD: 1,152)

Sonstiges Nebenräume (Mittelwert: 1,18; Median: 1,0; SD: 0,642)

Geräusche geschlossenes Fenster (Mittelwert: 1,44; Median: 1,0; SD: 0,766)

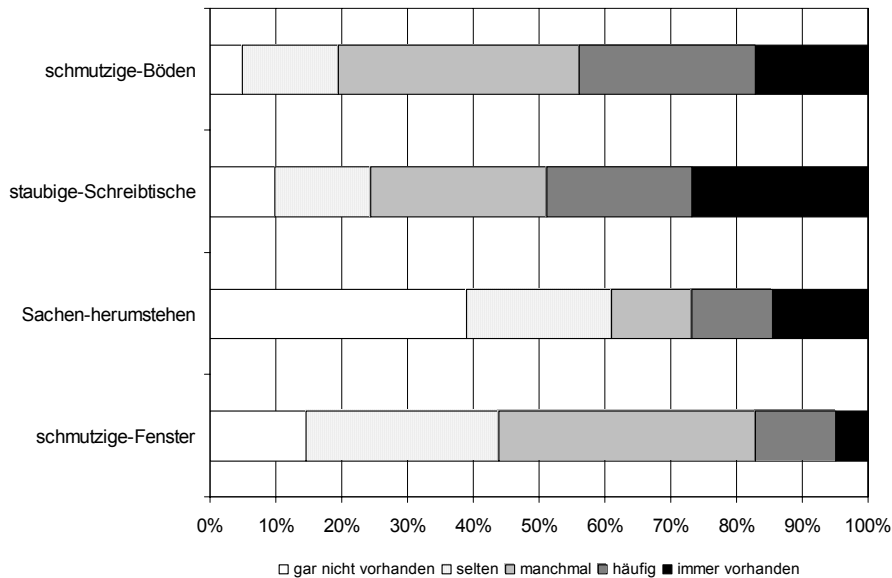
Geräusche offenes Fenster (Mittelwert: 1,82; Median: 2,0; SD: 0,96)

56. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

Geräusche insgesamt (Mittelwert: 2,76; Median: 3,0; SD: ,94)

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

57. Wie häufig treffen folgenden Angaben auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



Schmutzige Fußböden (Mittelwert: 3,36; Median: 3,0; SD: 1,076)

Staubige Schreibtische (Mittelwert: 3,41; Median: 3,0; SD: 1,3)

Sachen stehen herum (Mittelwert: 2,41; Median: 2,0; SD: 1,464)

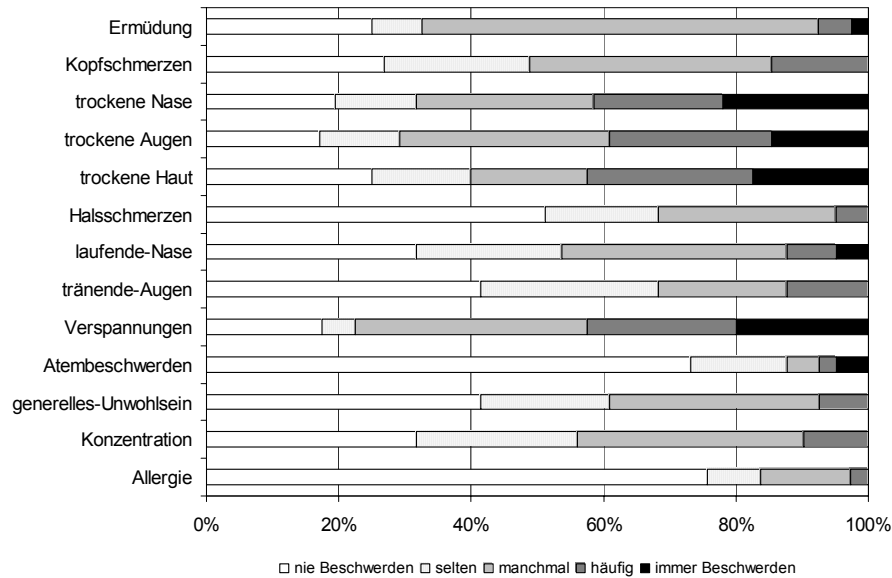
Schmutzige Fenster (Mittelwert: 2,63; Median: 3,0; SD: 1,03)

58. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 3,27; Median: 3,0; SD: 1,04)

Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **gesundheitliche Beschwerden** am Arbeitsplatz.

59. Wie häufig litten Sie **in den vergangenen 4 Wochen** während Ihrer Arbeitszeit unter folgenden **gesundheitlichen Beschwerden**? (*bitte alle Fälle ankreuzen*)



Ermüdung (Mittelwert: 2,465; Median: 3,0; SD: 1,061)

Kopfschmerzen (Mittelwert: 2,3; Median: 3,0; SD: 1,04)

Trockene Nase (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 1,41)

Trockene Augen (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 1,299)

Trockene Haut (Mittelwert: 2,9; Median: 3,0; SD: 1,46)

Halsschmerzen (Mittelwert: 1,85; Median: 1,0; SD: 0,976)

Laufende Nase (Mittelwert: 2,32; Median: 2,0; SD: 1,136)

Tränende Augen (Mittelwert: 2,02; Median: 2,0; SD: 1,047)

Verspannungen (Mittelwert: 3,2; Median: 3,0; SD: 1,33)

Atembeschwerden (Mittelwert: 1,51; Median: 1,0; SD: 1,038)

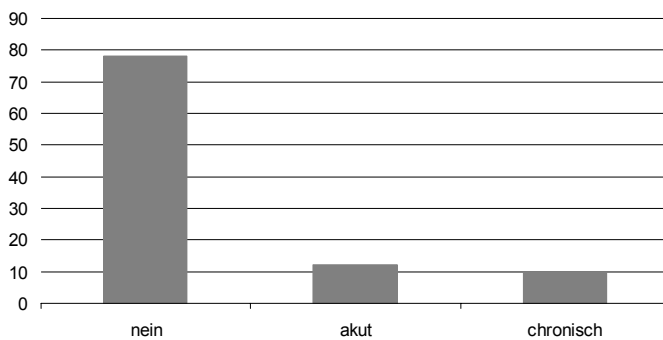
Generelles Unwohlsein (Mittelwert: 2,05; Median: 2,0; SD: 1,01)

Konzentrationsschwäche (Mittelwert: 2,21; Median: 2,0; SD: 1,00)

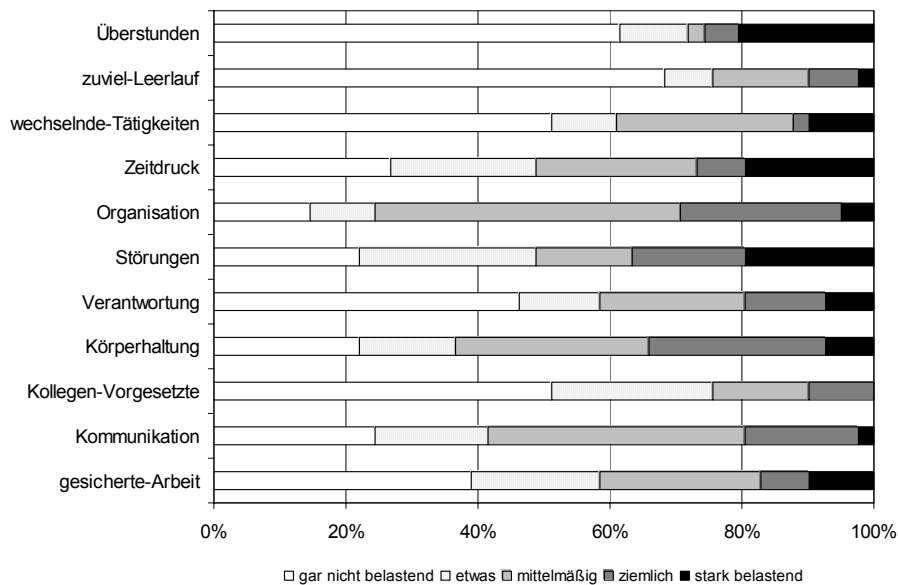
Allergie (Mittelwert: 1,43; Median: 1,0; SD: 0,823)

60. Haben Sie im Moment **eine akute oder chronische Erkrankung?**

Angaben über Krankheiten
[%]



61. Wie stark haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** folgende Bedingungen an Ihrem Arbeitsplatz belastet ?
(bitte alle Fälle ankreuzen)



Überstunden (Mittelwert: 2,02; Median: 1,0; SD: 1,68)

Leerlauf (Mittelwert: 1,68; Median: 1,0; SD: 1,113)

Wechsel Tätigkeiten (Mittelwert: 2,09; Median: 1,0; SD: 1,32)

Zeitdruck (Mittelwert: 2,71; Median: 3,0; SD: 1,45)

Mangelnde Organisation (Mittelwert: 2,95; Median: 3,0; SD: 1,07)

Häufige Störungen (Mittelwert: 2,85; Median: 3,0; SD: 1,45)

Verantwortung (Mittelwert: 2,22; Median: 2,0; SD: 1,334)

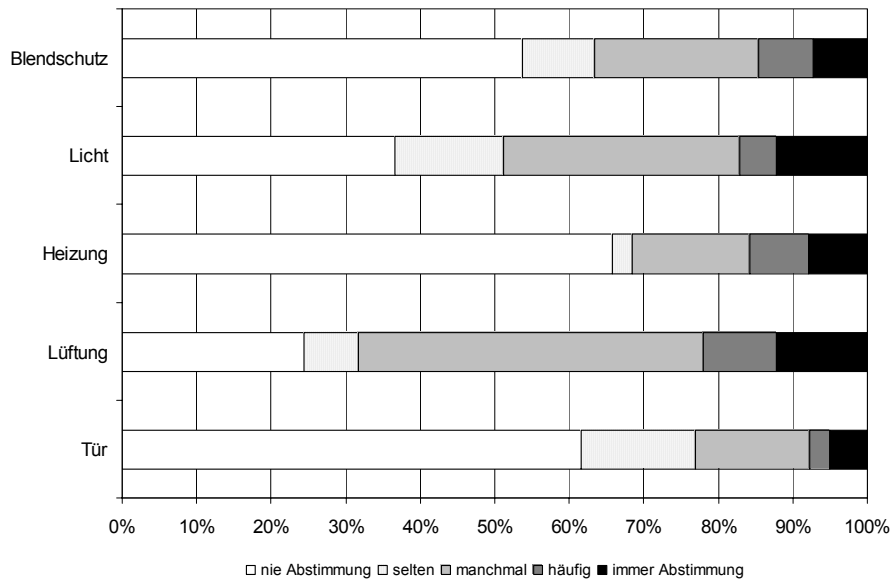
Unangenehme Körperhaltung (Mittelwert: 2,83; Median: 3,0; SD: 1,26)

Kollegen Vorgesetzte (Mittelwert: 1,83; Median: 1,0; SD: 1,002)

Mangelnde Kommunikation (Mittelwert: 2,56; Median: 3,0; SD: 1,105)

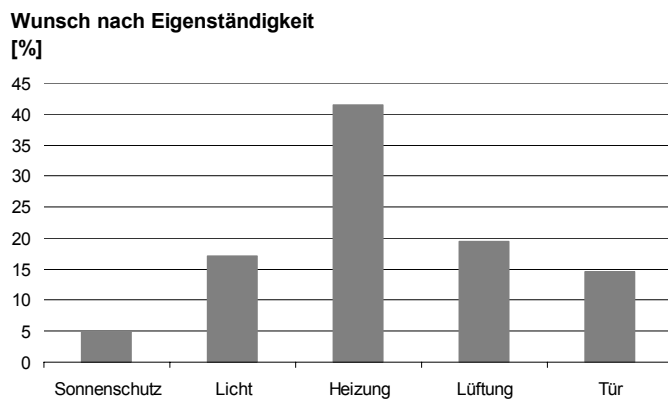
Kein gesicherter Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,29; Median: 2,0; SD: 1,311)

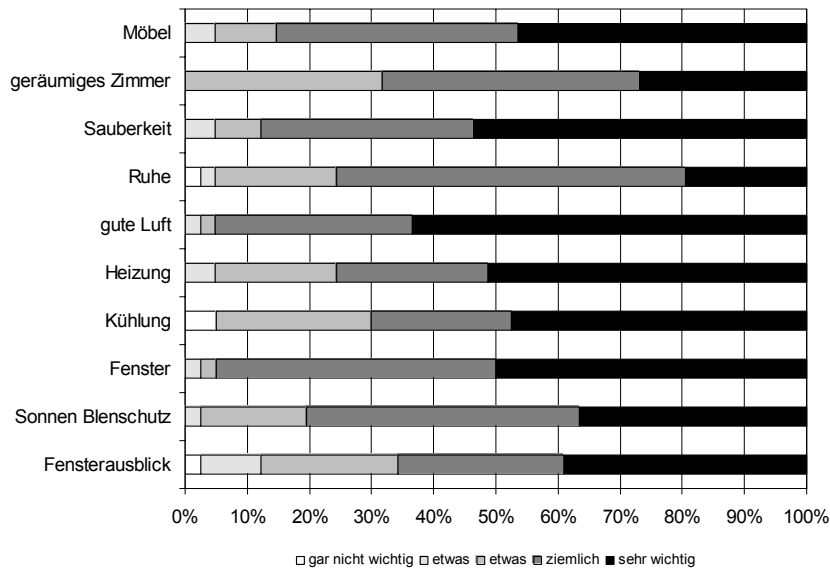
62. Wie oft mussten Sie sich bei folgenden Punkten in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?
(bitte alle Fälle ankreuzen)



Tür (Mittelwert: 1,7; Median: 1,0; SD: 1,1)
 Lüftung (Mittelwert: 2,78; Median: 3,0; SD: 1,32)
 Heizung (Mittelwert: 1,85; Median: 1,0; SD: 1,3)
 Licht (Mittelwert: 2,41; Median: 2,0; SD: 1,3)
 Blendschutz (Mittelwert: 2,05; Median: 1,0; SD: 1,3)

63. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich mehr Eigenständigkeit?
(Mehrfachauswahl möglich)



64. Wie wichtig sind für Sie folgende Punkte bei Ihrer Arbeit?
(bitte alle Fälle ankreuzen)


Bequeme Möbel (Mittelwert: 4,27; Median: 4,0; SD: 0,827)

Geräumige Zimmer (Mittelwert: 3,95; Median: 4,0; SD: 0,77)

Sauberkeit (Mittelwert: 4,37; Median: 5,0; SD: 0,82)

Ruhe (Mittelwert: 3,88; Median: 4,0; SD: 0,84)

Gute Luft (Mittelwert: 4,5; Median: 5,0; SD: 0,67)

Heizung (Mittelwert: 4,2; Median: 5,0; SD: 0,93)

Kühlung (Mittelwert: 4,0; Median: 4,0; SD: 1,0)

Fenster (Mittelwert: 4,3; Median: 4,0; SD: 0,96)

Sonnen-Blenschutz (Mittelwert: 4,1; Median: 4,0; SD: 0,79)

Fensterausblick (Mittelwert: 3,9; Median: 4,0; SD: 1,1)

Sicherer Arbeitsplatz (Mittelwert: 4,63; Median: 5,0; SD: 0,757)

Selbstbestimmtes Arbeiten (Mittelwert: 4,41; Median: 5,0; SD: 0,697)

Interessante Arbeit (Mittelwert: 4,76; Median: 5,0; SD: 0,429)

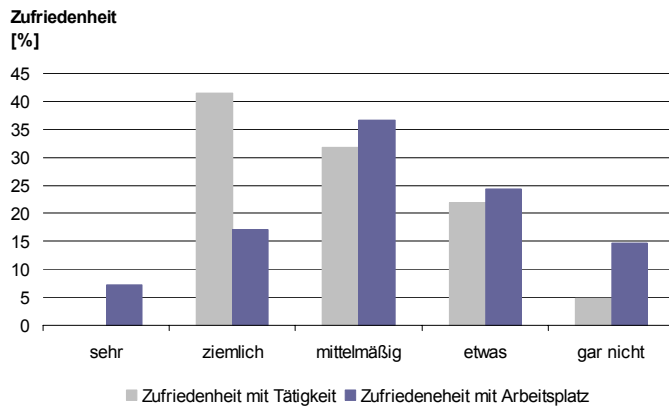
Kurzer Arbeitsweg (Mittelwert: 3,125; Median: 3,0; SD: 1,152)

Nette Kollegen (Mittelwert: 4,39; Median: 5,0; SD: 0,728)

Gut bezahlte Arbeit (Mittelwert: 4,24; Median: 4,0; SD: 0,758)

65. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihren **Aufgaben und Ihrer Arbeitstätigkeit** (einschließlich Kollegen, Bezahlung, Aufstiegsmöglichkeiten etc...)?

66. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?



Tätigkeit (Mittelwert: 2,9; Median: 3,0; SD: 0,905)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,22; Median: 3,0; SD: 1,116)

67. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern**? *(bitte maximal 5 Punkte benennen)*

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
neue, ergonomische Möbel	19	46.3
andere Heizung	14	34.1
neuer Teppich	10	24.4
"neue" Wände	10	24.4
Kabelverlegung in Kanälen	10	24.4
PC-Ausstattung verbessern	9	22.0
Pflanzen	7	17.1
weniger Personen im Raum	6	14.6
mehr Abstellflächen	4	9.8

68. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
Leuchte	6	14.6
Pflanzen	2	4.9
Luftbefeuchter	3	7.3
Ventilator	2	4.9
Stuhl	1	2.4

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

69. Sind Sie ...?

70. Wie alt sind Sie?

		Häufigkeit	Prozent
Geschlecht	weiblich	12	29,3
	männlich	29	70,7
Alter	bis 25	0	0,0
	26-35	15	36,6
	36-45	18	43,9
	46-55	7	17,1
	über 55	1	2,4

71. **Rauchen** Sie ...?

(Mehrfachnennung möglich)

gar nicht: 62 %

am Schreibtisch: 14 %

in den Pausen: 12 %

in meiner Freizeit: 14 %

72. In welcher **beruflichen Stellung** sind Sie derzeit beschäftigt?

Fachkraft: 76 %

TeamleiterIn/ ProjektleiterIn: 24 %

73. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an?

Im Mittel 8 – 16 Uhr

Weitere Auswertungen

Tab. A8.3.1-1: Übersicht über die einzelnen gesundheitlichen Beschwerden, die signifikant mit selbstberichteten Leistungseinschränkungen durch raumklimatische Parameter, den selbstberichteten Belastungen am Arbeitsplatz und der Zufriedenheit mit Tätigkeit und Arbeitsplatz korrelieren.

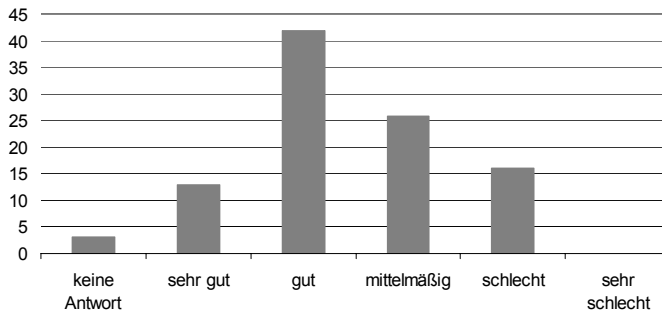
Variable 1	Variable 2	Korrelations- koeffizient	Signifikanz (2-seitig)
Ermüdung	Leistungseinschränkung Geräusche	0,364*	0,019
	Leistungseinschränkung Gesundheitszustand	0,327*	0,37
	Zu viel Leerlauf	0,424**	0,005
	Gesicherte Arbeit	0,383*	0,013
Kopfschmerzen	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,480**	0,002
	Leistungseinschränkung Schmutz	0,348*	0,026
"	Mangelnde Kommunikation	0,343*	0,028
Trockene Nase	Leistungseinschränkung Raumgestaltung	0,551**	0,000
	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,562**	0,000
"	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,461**	0,002
"	Leistungseinschränkung Schmutz	0,475**	0,002
"	Überstunden	0,330*	0,035
"	Mangelhafte Kommunikation	0,474**	0,002
Trockene Haut	Zufriedenheit mit Arbeitsplatz	0,325*	-0,041
	Kollegen / Vorgesetzte	0,414**	0,008
"	Mangelhafte Kommunikation	0,594**	0,000
"	Leistungseinschränkung Beleuchtung	0,374*	0,018
"	Leistungseinschränkung Raumgestaltung	0,443**	0,004
"	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,624**	0,000
"	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,583**	0,000
"	Leistungseinschränkung Arbeitsatmosphäre	0,413**	0,008
"	Leistungseinschränkung Schmutz	0,458**	0,003
Trockene Augen	Leistungseinschränkung Beleuchtung	0,345*	0,027
	Leistungseinschränkung Raumgestaltung	0,392*	0,011
"	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,543**	0,000
"	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,418**	0,007
"	Leistungseinschränkung Schmutz	0,444**	0,004
"	Störungen	0,317*	0,044
"	Verantwortung	0,326*	0,038
"	Unangenehme Körperhaltung	0,352*	0,024
"	Mangelnde Kommunikation	0,342*	0,029
Halsschmerzen	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,501**	0,001
	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,317*	0,044
"	Leistungseinschränkung Technische Probleme	0,326*	0,038
"	Leistungseinschränkung Software	0,371*	0,017
"	Leistungseinschränkung Schmutz	0,336*	0,032
"	Körperhaltung	0,405**	0,009
Laufende Nase	Zufriedenheit mit Arbeitsplatz	-0,315*	0,045
	Störungen	0,355*	0,023
Tränende Augen	Leistungseinschränkung Software	0,342*	0,028
Verspannung	Überstunden	0,383	0,015*
	Leistungseinschränkung Beleuchtung	0,485	0,002**
"	Leistungseinschränkung Geräusche	0,505	0,001**
"	Leistungseinschränkung Temperatur	0,471	0,002**
"	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,313	0,049*
"	Zugluft	-0,439	0,005**
"	wechselnde Tätigkeiten	0,355	0,025*
"	Zeitdruck	0,355	0,025*
"	Störungen	0,485	0,001**
"	Verantwortung	0,502	0,001**
"	unangenehme Sitzhaltung	-0,469	0,002**
Atembeschwerden	Leistungseinschränkung Geräusche	0,470**	0,002
	Leistungseinschränkung technische Probleme	0,473**	0,002
"	Leistungseinschränkung Schmutz	0,495**	0,001
"	Leistungseinschränkung Gerüche	0,417**	0,007
"	Überstunden	0,583**	0,000
"	Zeitdruck	0,429**	0,005
"	Störungen	0,383*	0,013
"	Verantwortung	0,337*	0,031
"	Gesicherte Arbeit	0,378*	0,015
"		0,	0,0
Generelles Unwohlsein	Leistungseinschränkung Geräusche	0,461**	0,002
	Leistungseinschränkung Gesundheitszustand	0,423**	0,006
Konzentration	Leistungseinschränkung Geräusche	0,484**	0,001
	Leistungseinschränkung Gesundheitszustand	0,410**	0,008
"	Leerlauf	0,432**	0,005
"	Gesicherte Arbeit	0,353*	0,024
Allergie	Büroausstattung	0,325*	0,050

Fragebogenauswertung Sommer

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)? *(bitte nur ein Kreuz)*

Befinden zum Zeitpunkt der Befragung
[%]



Wohlbefinden zum Zeitpunkt der Befragung (Mittelwert 2,4, Median 2,0, SD: 1,01)

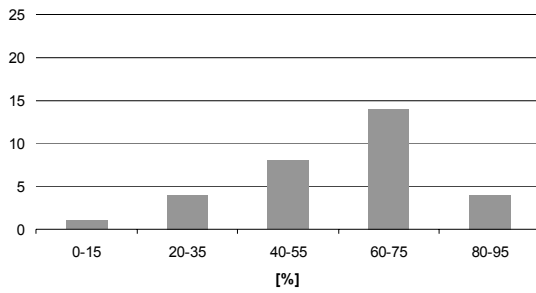
2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz/ Schreibtisch**?

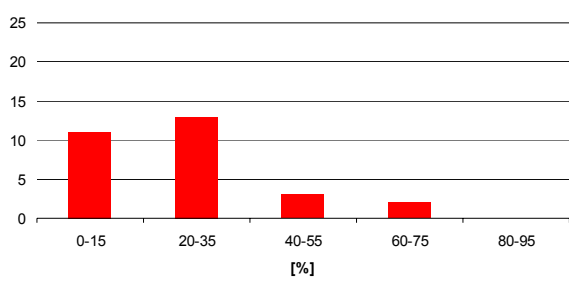
	Arbeitszeit im Gebäude		Arbeitszeit an diesem Arbeitsplatz	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Weniger als 1 Jahr	10	32,2	22	71,0
1-2,9 Jahre	14	45,2	9	29,0
3-4,9 Jahre	5	16,2	0	0,0
5 und mehr Jahre	2	6,4	0	0,0

4. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? (Angaben in %)

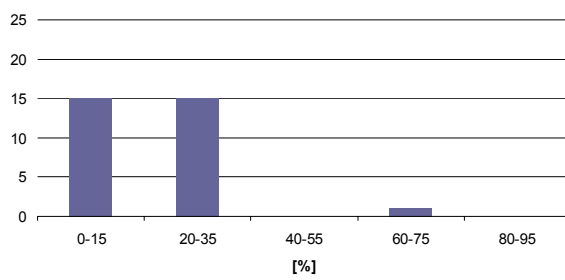
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Bildschirmarbeit



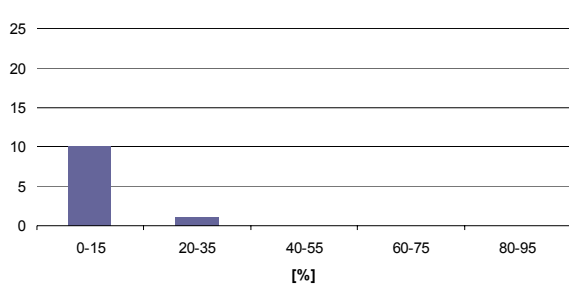
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Schreibtischarbeit



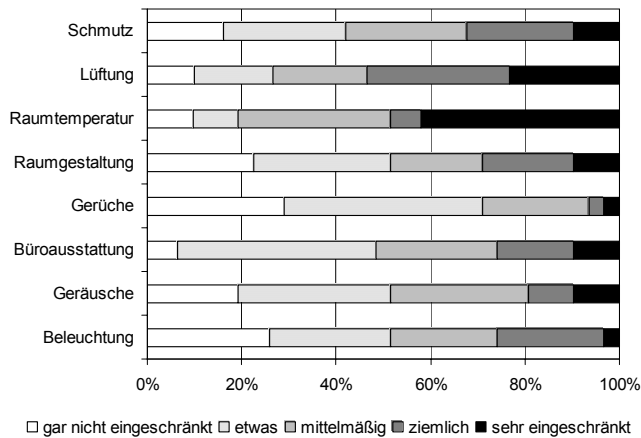
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Besprechungen



Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Arbeit-Sonstiges



5. Wie stark **beeinträchtigt**en folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



- Sonstiges (Mittelwert 0,9, Median 1,0, SD: 1,06)
 Schmutz (Mittelwert 2,84, Median 3,0, SD: 1,24)
 Arbeitsatmosphäre (Mittelwert: 2,55; Median: 2,0; SD: 1,312)
 Lüftung (Mittelwert 3,29, Median 4,0, SD: 1,42)
 Raumtemperatur (Mittelwert 2,65, Median 2,0, SD: 1,30)
 Raumgestaltung (Mittelwert 2,65, Median 2,0, SD: 1,30)
 Gerüche (Mittelwert 2,09, Median 2,0, SD: 0,96)
 Gesundheitszustand (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 1,283)
 Technische Probleme (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 1,237)
 Büroausstattung (Mittelwert 2,81, Median 3,0, SD: 1,09)
 Geräusche (Mittelwert 2,58, Median 2,0, SD: 1,18)
 Beleuchtung (Mittelwert 2,52, Median 2,0, SD: 1,19)

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

6. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

7. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten und (Frage 7) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln.

8. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

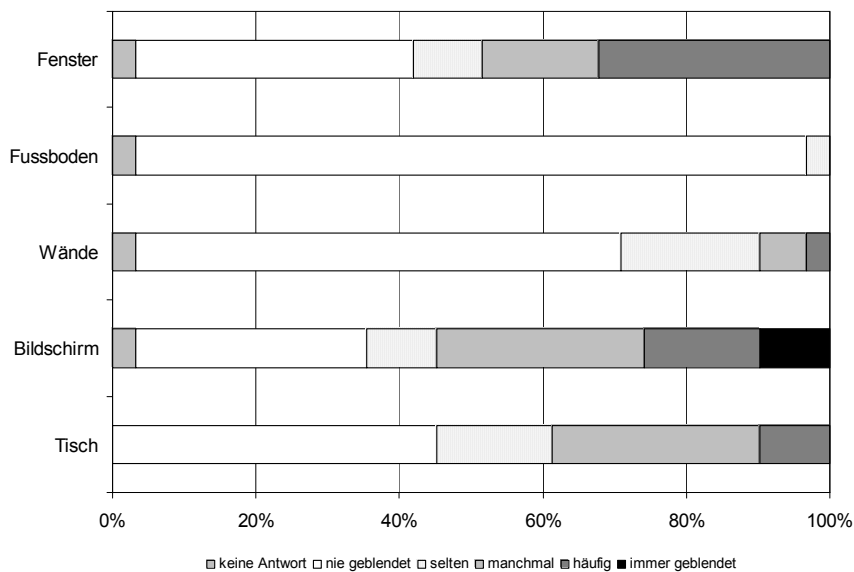
Fenstergröße (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 0,36)

9. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster** ...
(Mehrfachauswahl möglich)

10. Wenn **während der letzten 4 Wochen** die **Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...?
(Mehrfachauswahl möglich)

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten, Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 9) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln (Frage 10).

11. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen** eine **Blendung** durch **Tageslicht auf den folgenden Flächen?**
(bitte jeden Fall ankreuzen)



Tisch (Mittelwert: 2,03; Median: 2,0; SD: 1,062)

Bildschirme (Mittelwert: 2,5; Median: 3,0; SD: 1,43)

Wand (Mittelwert: 1,38; Median: 1,0; SD: 0,79)

Fußboden (Mittelwert: 1,0; Median: 1,0; SD: 0,254)

Fenster (Mittelwert: 2,35; Median: 2,0; SD: 1,38)

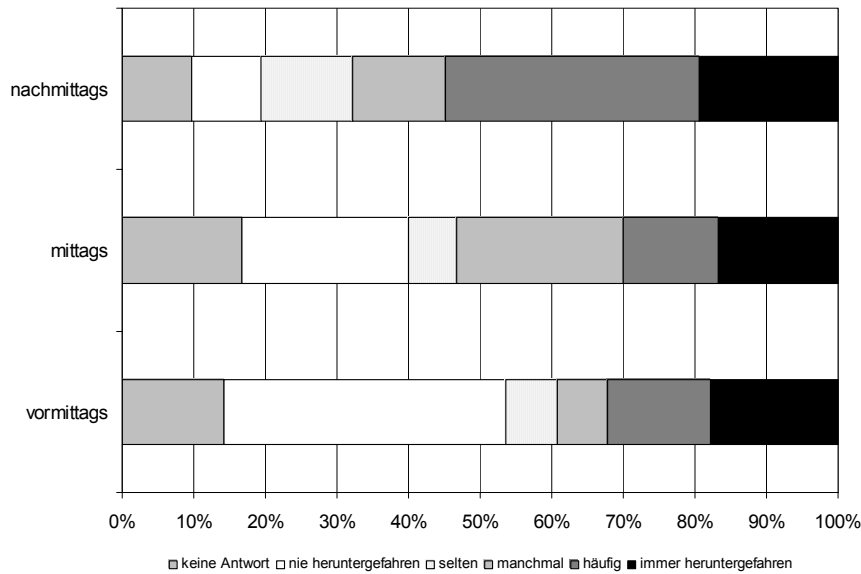
12. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden?
(Mehrfachauswahl möglich)

Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz: 87 %

Ich unterbreche meine Arbeit: 26 %

Ich ändere meine Sitzposition: 16 %

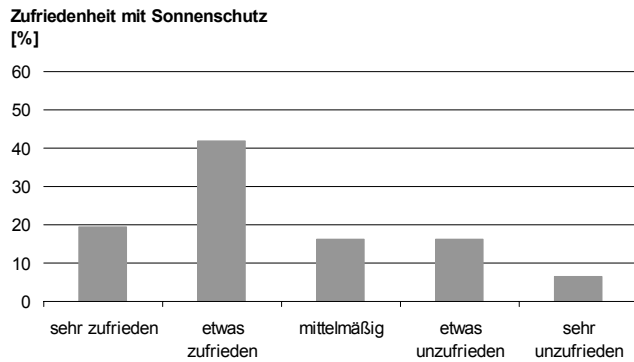
13. Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen der Sonnenschutz heruntergefahren?



14. Waren die Lamellen meistens vollständig oder teilweise geschlossen?

Teilweise: 67,7 %
 vollständig: 25,8 %

15. Wie zufrieden sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?



Zufriedenheit Sonnenschutz (Mittelwert: 2,48; Median: 2,0; SD: 1,16)

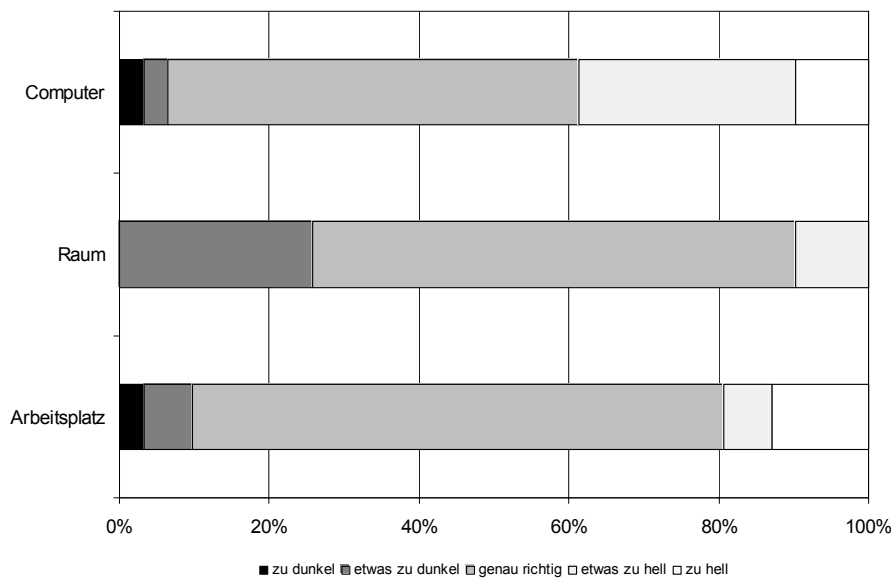
16. Schalten Sie das Licht ein, wenn die Fenster verschattet sind?

		Häufigkeit	Prozent
Lichteinschalten bei heruntergefahrenen Sonnenschutz	nie	14	53,8
	selten	4	15,4
	manchmal	8	30,8

17. Wie wichtig sind Ihnen im Sommer...?

Blend- bzw. Sonnenschutz (Mittelwert: 4,52; Median: 5,0; SD: 0,798)
 der Ausblick nach draußen (Mittelwert: 4,12; Median: 5,0; SD: 1,156)

18. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Tageslicht...? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 3,39; Median: 3,0; SD: 0,84)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,19; Median: 3,0; SD: 0,87)

Beleuchtung im Raum (Mittelwert: 2,84; Median: 3,0; SD: 0,58)

19. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht ohne Verschattung der Fenster?

Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht ohne Verschattung
 (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 1,26)

20. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht mit Verschattung der Fenster?

Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht mit Verschattung
 (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 0,99)

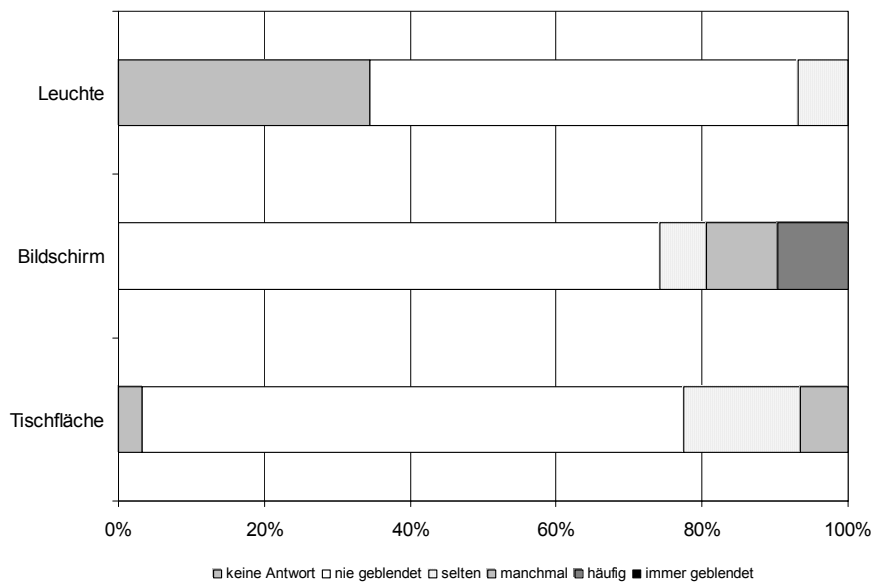
Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

21. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

22. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** tagsüber während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

		Häufigkeit	Prozent
Deckenleuchte-Zeit	keine Antwort	0	0,0
	gar nicht	12	38,7
	1-2h	8	25,8
	3-4h	6	19,4
	5-6h	1	3,2
	über 7h	4	12,9
Tischleuchte-Zeit	keine Antwort	25	80,6
	gar nicht	1	3,2
	1-2h	3	9,8
	3-4h	1	3,2
	5-6h	1	3,2
	über 7h	0	0,0

23. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen** durch die **künstliche Beleuchtung geblendet**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

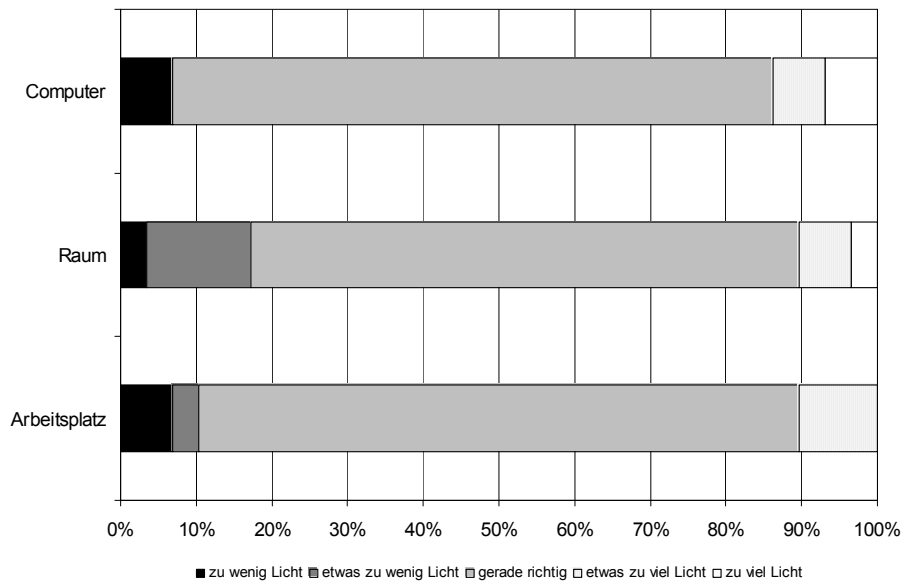


Leuchte (Mittelwert: 0,72; Median: 1,0; SD: 0,581)

Bildschirm (Mittelwert: 1,55; Median: 1,0; SD: 1,01)

Tischfläche (Mittelwert: 1,26; Median: 1,0; SD: 0,62)

24. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Kunstlicht...**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 2,87; Median: 3,0; SD: 1,069)

Raum (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 01,98)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 0,949)

25. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

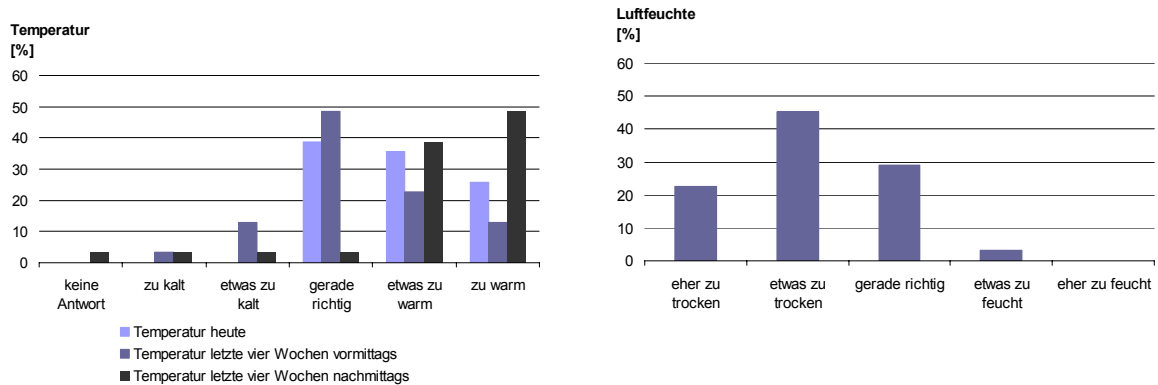
Kunstlicht allgemein (Mittelwert: 2,71; Median: 3,0; SD: 0,93)

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

26. Wie empfinden Sie **im Moment** die **Temperatur** an Ihrem Arbeitsplatz?

27. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...**?

28. War Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** in den vergangenen vier Wochen...?



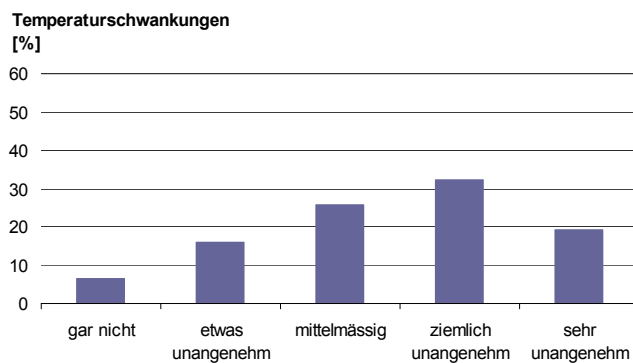
Temperatur heute (Mittelwert: 3,87; Median: 4,0; SD: 0,86)

Temperatur Vormittag (Mittelwert: 3,29; Median: 3,0; SD: 0,97)

Temperatur Nachmittag (Mittelwert: 4,16; Median: 4,0; SD: 1,21)

Luftfeuchte (Mittelwert: 2,13; Median: 2,0; SD: 0,80)

29. Wie stark empfinden Sie **unangenehme Temperaturschwankungen** bei wechselhaftem Wetter?



Temperaturschwankungen (Mittelwert: 3,41; Median: 4,0; SD: 1,157)

30. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

31. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

Lüften: 58 %

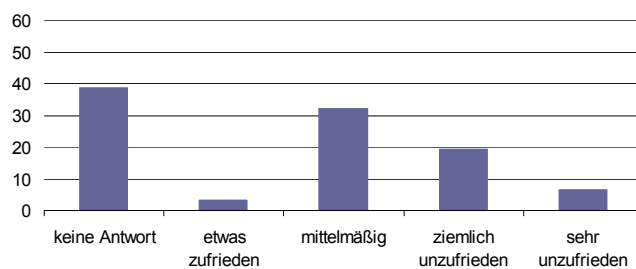
Sonnenschutz betätigen: 58 %

32. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen versucht, etwas an der Temperatur in Ihrem Büro zu **verändern**?

		Häufigkeit	Prozent
Einflussnahme Temperatur	ja	14	45,2
	nein	7	22,6
	nein gerne Regelungsmöglichkeit	7	22,6
	weiß ich nicht	3	9,7
Einflussnahme Häufigkeit	keine Antwort	10	32,3
	gar nicht	5	16,1
	~1x/Tag	3	9,7
	~2x/Tag	4	12,9
	~3x/Tag	4	12,9
	4x und öfters	5	16,1

33. Wie zufrieden sind Sie mit der **Wirksamkeit der Temperaturänderung**?

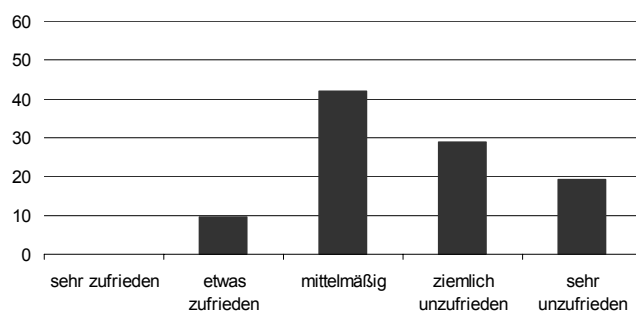
Zufriedenheit mit der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Temperaturänderungen [%]



Zufriedenheit mit Wirksamkeit der Temperaturänderung (Mittelwert: 2,13; Median: 3,0; SD: 1,82)

34. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?

Temperaturzufriedenheit [%]



Temperaturzufriedenheit insgesamt (Mittelwert: 3,58; Median: 3,0; SD: 0,92)

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

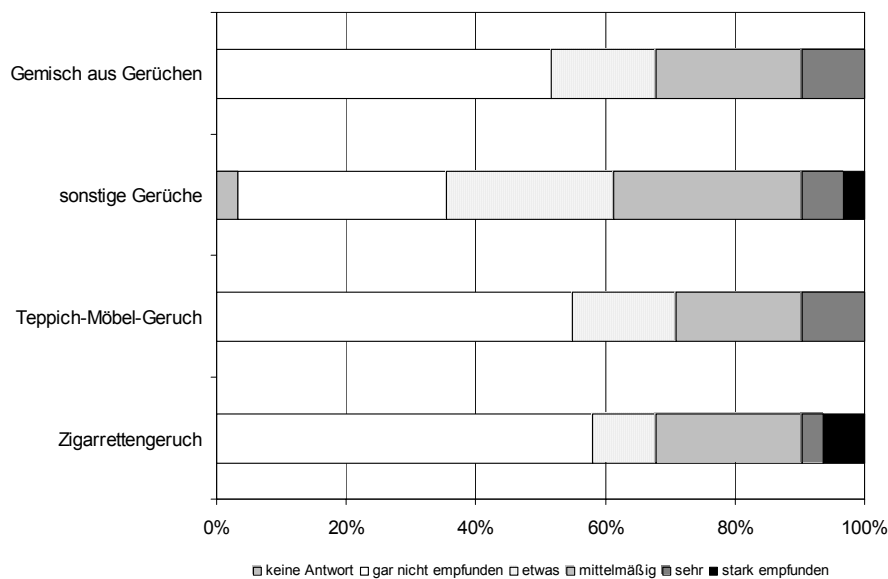
35. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

Luftqualität heute (Mittelwert: 2,52; Median: 2,0; SD: 1,029)

36. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen** an ihrem **Arbeitsplatz** verspürt?

		Häufigkeit	Prozent
Zugluft	nie	2	6,5
	selten	3	9,7
	manchmal	11	35,5
	häufig	13	41,9
	immer	2	6,5

37. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Teppich-Möbel-Geruch (Mittelwert: 1,84; Median: 1,0; SD: 1,05)

Gemisch aus Gerüchen (Mittelwert: 1,9; Median: 1,0; SD: 1,07)

Zigarettengeruch (Mittelwert: 1,9; Median: 1,0; SD: 1,24)

Sonstige Gerüche (Mittelwert: 2,13; Median: 2,0; SD: 1,14)

38. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** in Ihrem Raum?

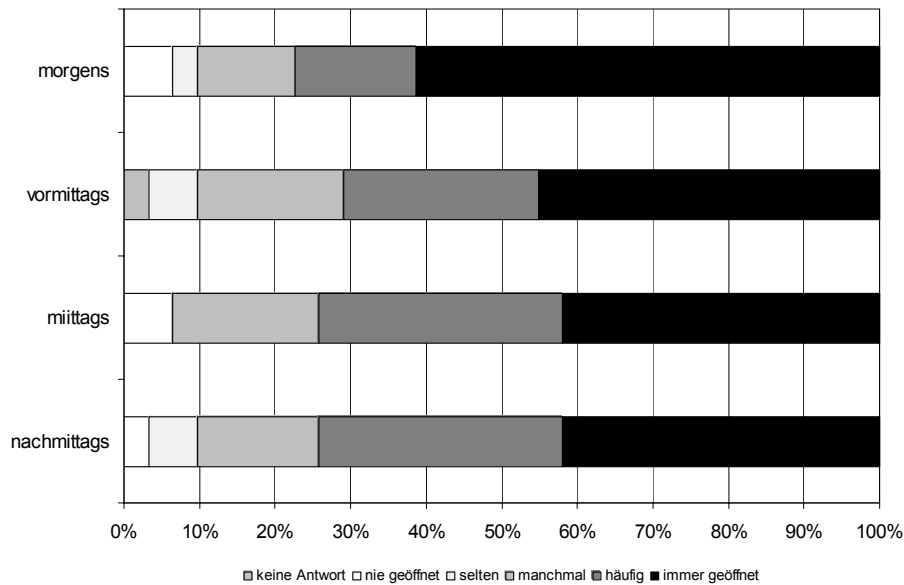
Nein, keine Lüftungsanlage / Klimaanlage vorhanden: 77,4 %

Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum: 22,5 %

39. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage**?
(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)

Auswertung entfällt, da keine Lüftungsanlage vorhanden

40. Wann standen in den vergangenen vier Wochen in ihrem Raum das/ die Fenster in der Regel **offen**?
(Mehrfachauswahl möglich)



Morgens (Mittelwert: 4,23; Median: 5,0; SD: 1,20)

Vormittags (Mittelwert: 4,0; Median: 4,0; SD: 1,21)

Mittags (Mittelwert: 4,03; Median: 4,0; SD: 1,11)

Nachmittags (Mittelwert: 4,03; Median: 4,0; SD: 1,087)

41. Wann hatten Sie in den letzten vier Wochen das Fenster **hauptsächlich geöffnet**?

	Häufigkeit	Prozent
wenn zu warm	18	58,0
offen wenn Luft verbraucht	23	74,1
offen sonstiges	20	64,5

42. Wenn Sie die Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet hatten, dann meistens...

	Häufigkeit	Prozent
auf Kippstellung	15	48,4
ganz	3	9,7
mal so mal so	13	41,9

43. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

	Häufigkeit	Prozent
nie	0	0,0
1-2h	2	6,5
3-4h	4	12,9
5-6h	3	9,7
mehr als 7h	22	71,0

44. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

	Häufigkeit	Prozent
nie	1	3,2
manchmal	0	0,0
ca. 1 x pro Woche	0	0,0
mehrmals pro Woche	0	0,0
Jede Nacht	30	96,8

45. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

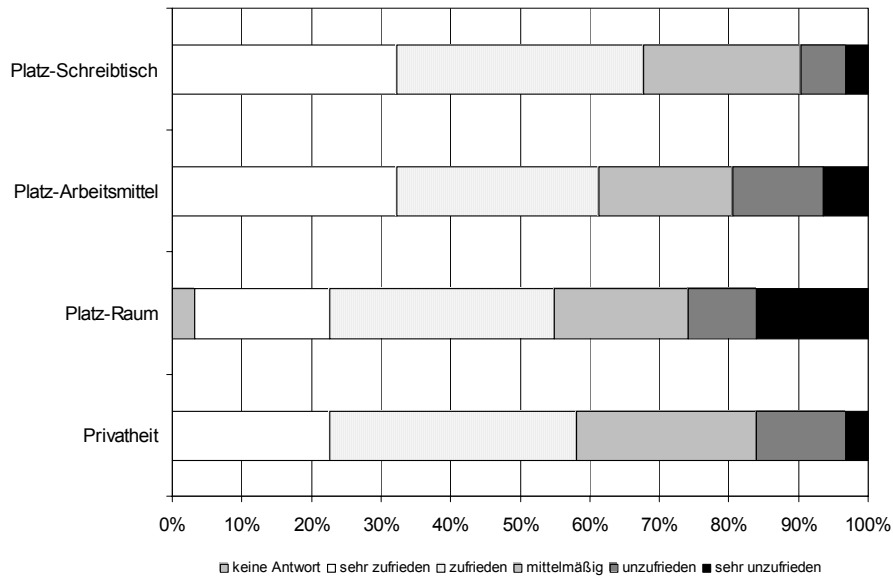
Luftqualität insgesamt (Mittelwert: 2,87; Median: 3,0; SD: 0,957)

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

46. Arbeiten Sie in einem...?

Anzahl der Personen im Raum	Häufigkeit	Prozent
Einzelbüro	1	3,2
2 Personenbüro	20	64,5
Gruppenbüro	10	32,3

47. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**



Platz Schreibtisch (Mittelwert: 2,13; Median: 2,0; SD: 1,04)

Platz im Raum (Mittelwert: 2,61; Median: 2,0; SD: 1,43)

Platz für Arbeitsmittel (Mittelwert: 2,32; Median: 2,0; SD: 1,24)

48. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?

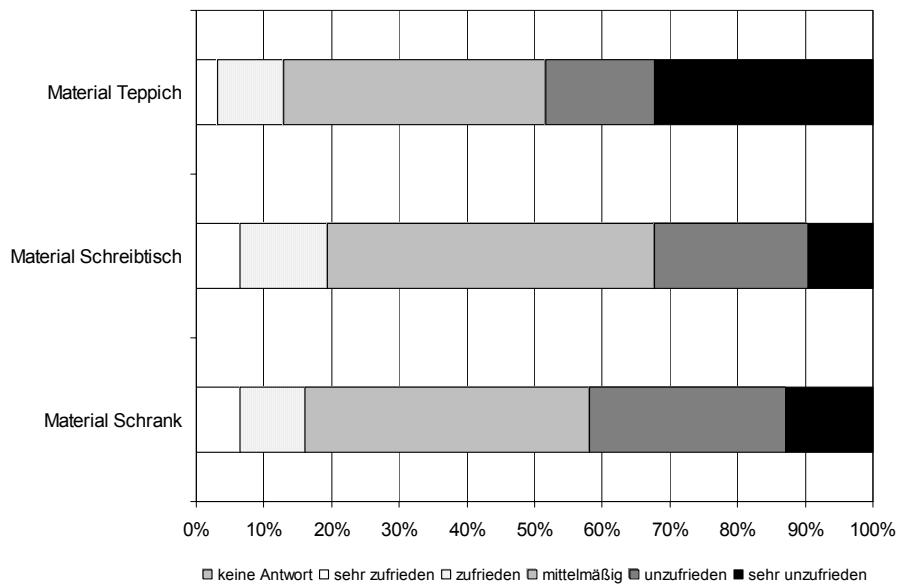
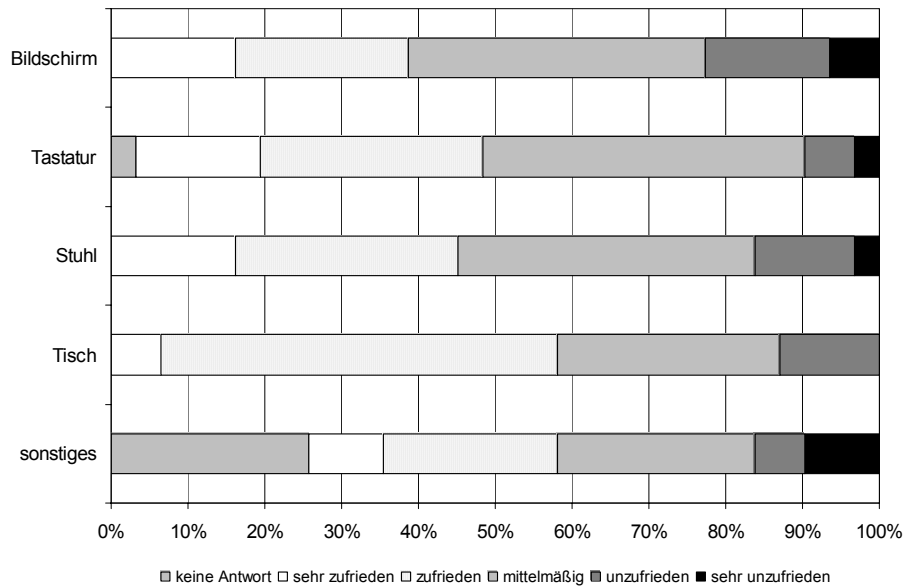
Privatheit (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 1,07)

49. **Arbeiten Sie an einem Röhren- / TFT-Flachbildschirm ?**

Röhren-Bildschirm: 100 %

50. **Wie zufrieden** sind Sie mit Ihrem/ ihrer .Stuhl / Tisch / Tastatur / Bildschirm?

51. Wie zufrieden sind Sie mit der **Materialwahl** von/ vom Teppich / Schreibtisch / Schränken?



Stuhl (Mittelwert: 2,58; Median: 3,0; SD: 1,008)

Tisch (Mittelwert: 2,48; Median: 2,0; SD: 0,8)

Tastatur (Mittelwert: 2,42; Median: 3,0; SD: 1,04)

Bildschirm (Mittelwert: 2,74; Median: 3,0; SD: 1,105)

Materialwahl Teppich (Mittelwert: 3,65; Median: 3,0; SD: 1,14)

Materialwahl Schreibtisch (Mittelwert: 3,16; Median: 3,0; SD: 0,98)

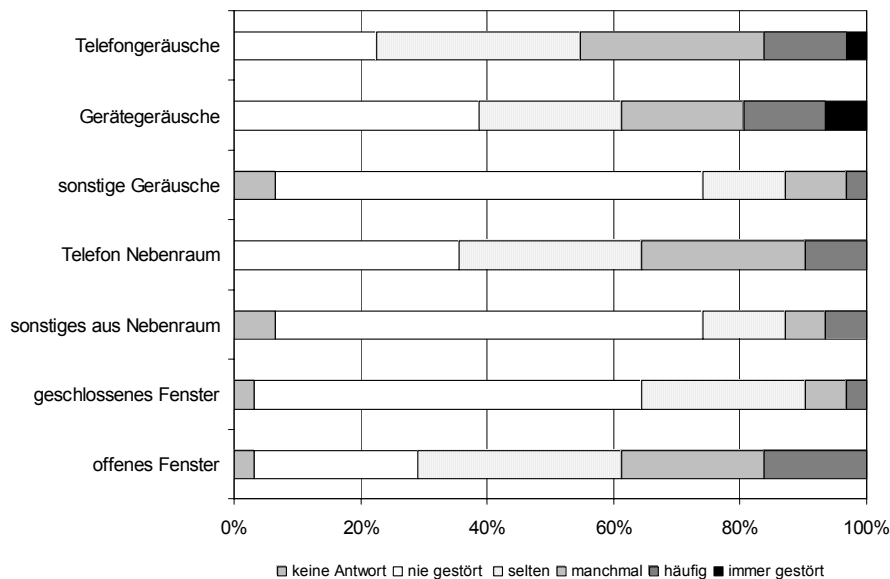
Materialwahl Schrank (Mittelwert: 3,32; Median: 3,0; SD: 1,04)

52. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

Einrichtung Büro insgesamt (Mittelwert: 3,23; Median: 3,0; SD: 1,05)

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

53. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*



Gerätegeräusche (Mittelwert: 2,26; Median: 2,0; SD: 1,29)

Telefongeräusche eigenes Büro (Mittelwert: 2,6642; Median: 2,0; SD: 1,08)

Sonstige Geräusche (Mittelwert: 1,35; Median: 1,0; SD: 0,863)

Telefongeräusche Nebenräumen (Mittelwert: 2,1; Median: 2,0; SD: 0,995)

Sonstiges Nebenräume (Mittelwert: 1,38; Median: 1,0; SD: 0,939)

Geräusche geschlossenes Fenster (Mittelwert: 1,45; Median: 1,0; SD: 0,797)

Geräusche offenes Fenster (Mittelwert: 2,23; Median: 2,0; SD: 1,11)

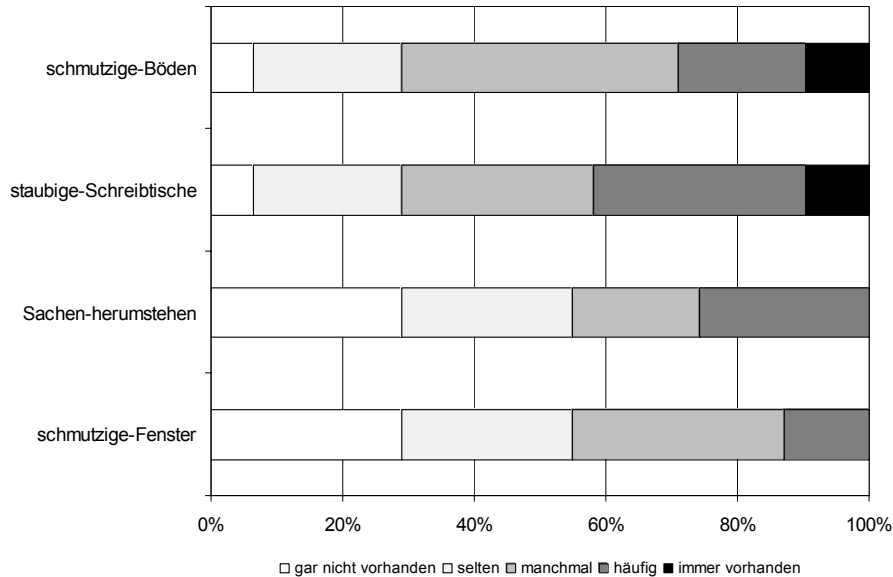
54. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

Geräusche insgesamt (Mittelwert: 2,55; Median: 3,0; SD: 0,81)

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

55. Wie häufig treffen folgenden Angaben auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

56. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?



Staubige Schreibtische (Mittelwert: 3,16; Median: 3,0; SD: 1,09)

Schmutzige Böden (Mittelwert: 3,03; Median: 3,0; SD: 1,04)

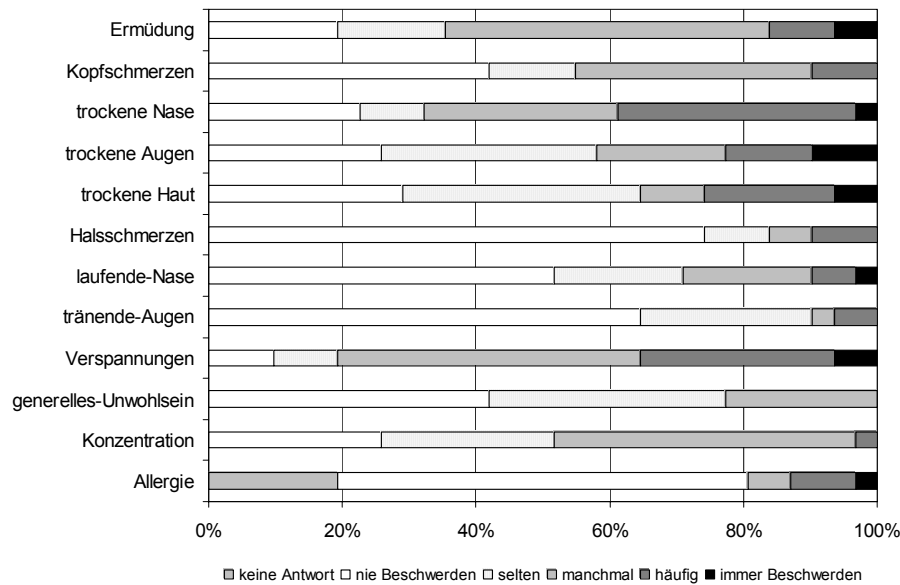
Sachen stehen herum (Mittelwert: 2,42; Median: 2,0; SD: 1,17)

Schmutzige Fenster (Mittelwert: 2,29; Median: 2,0; SD: 1,022)

Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 0,16)

Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **gesundheitliche Beschwerden** am Arbeitsplatz.

57. Wie häufig litten Sie **in den vergangenen 4 Wochen** während Ihrer Arbeitszeit unter folgenden **gesundheitlichen Beschwerden**? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



Ermüdung (Mittelwert: 2,68; Median: 3,0; SD: 1,089)

Kopfschmerzen (Mittelwert: 2,13; Median: 2,0; SD: 1,069)

Trockene Nase (Mittelwert: 2,87; Median: 3,0; SD: 1,23)

Trockene Augen (Mittelwert: 2,48; Median: 2,0; SD: 1,28)

Trockene Haut / Kopfhaut (Mittelwert: 2,39; Median: 2,0; SD: 1,28)

Halsschmerzen (Mittelwert: 1,52; Median: 1,0; SD: 0,979)

Laufende Nase (Mittelwert: 1,9; Median: 1,0; SD: 1,117)

Tränende Augen (Mittelwert: 1,52; Median: 1,0; SD: 0,047837)

Verspannungen (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 1,02)

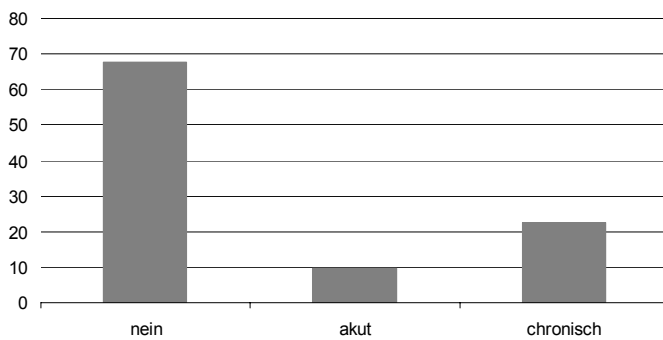
Generelles Unwohlsein (Mittelwert: 1,8; Median: 2,0; SD: 0,779)

Konzentrationsschwäche (Mittelwert: 2,26; Median: 2,0; SD: 0,878)

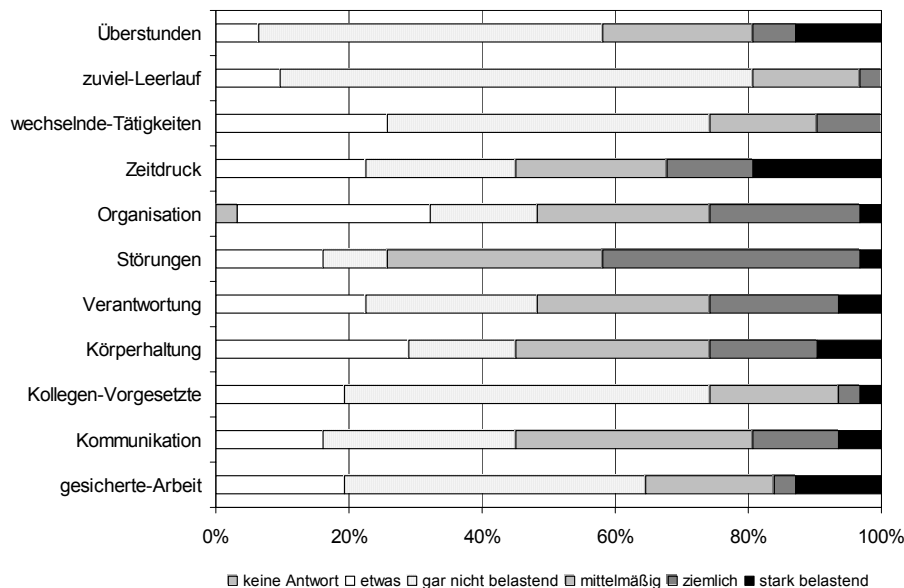
Allergie (Mittelwert: 1,35; Median: 1,0; SD: 1,3)

58. Haben Sie im Moment **eine akute oder chronische Erkrankung**?

Angaben über Krankheiten
[%]



59. Wie stark haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** folgende Bedingungen an Ihrem Arbeitsplatz belastet? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



Überstunden (Mittelwert: 2,22; Median: 1,0; SD: 1,45)

Leerlauf (Mittelwert: 1,51; Median: 1,0; SD: 0,875)

Wechsel Tätigkeiten (Mittelwert: 1,879; Median: 2,0; SD: 1,0)

Zeitdruck (Mittelwert: 2,84; Median: 3,0; SD: 1,44)

Mangelnde Organisation (Mittelwert: 2,58; Median: 3,0; SD: 1,2)

Häufige Störungen (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 1,04)

Verantwortung (Mittelwert: 2,58; Median: 3,0; SD: 1,26)

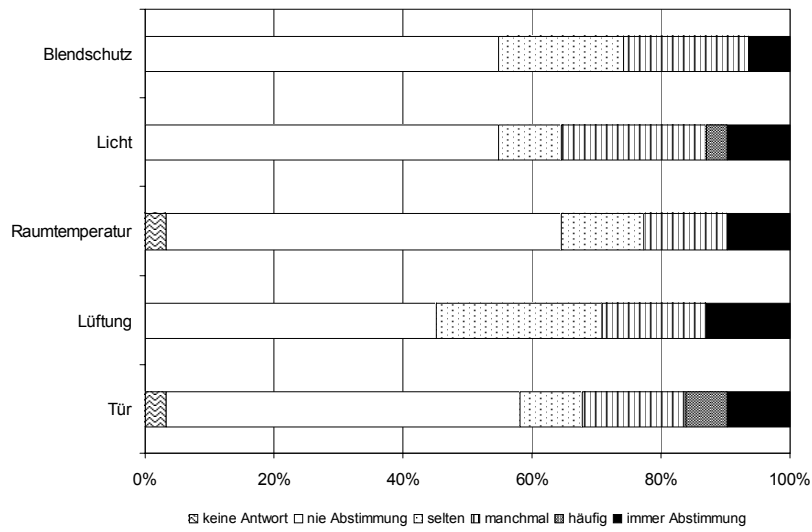
Unangenehme Körperhaltung (Mittelwert: 2,83; Median: 3,0; SD: 1,26)

Kollegen Vorgesetzte (Mittelwert: 1,81; Median: 1,0; SD: 1,06)

Mangelnde Kommunikation (Mittelwert: 2,51; Median: 3,0; SD: 1,214)

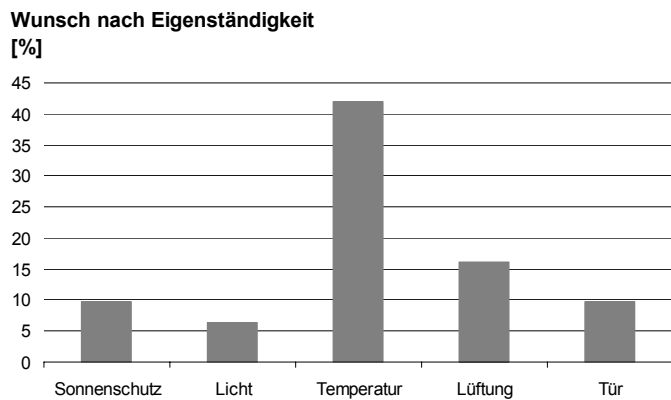
Kein gesicherter Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,19; Median: 2,0; SD: 1,377)

60. Wie oft mussten Sie sich bei folgenden Punkten in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?
(bitte alle Fälle ankreuzen)



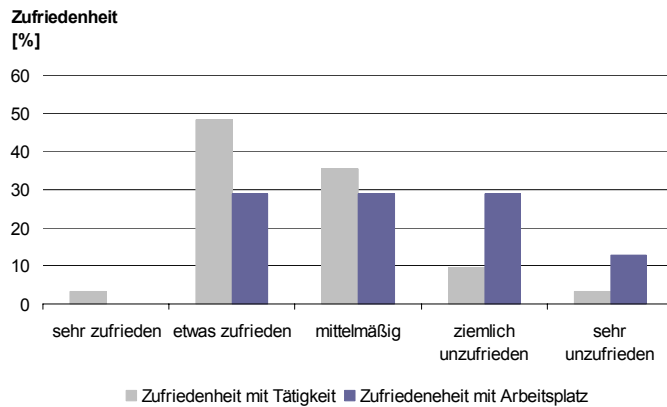
Tür (Mittelwert: 1,9; Median: 1,0; SD: 1,42)
 Lüftung (Mittelwert: 2,1; Median: 2,0; SD: 1,35)
 Raumtemperatur (Mittelwert: 1,74; Median: 1,0; SD: 1,31)
 Licht (Mittelwert: 2,03; Median: 1,0; SD: 1,35)
 Blendschutz (Mittelwert: 1,84; Median: 1,0; SD: 1,157)

61. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich mehr Eigenständigkeit?
(Mehrfachauswahl möglich)



62. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihren **Aufgaben und Ihrer Arbeitstätigkeit** (einschließlich Kollegen, Bezahlung, Aufstiegsmöglichkeiten etc...)? ()

63. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?



Tätigkeit (Mittelwert: 2,6; Median: 2,0; SD: 0,83)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,26; Median: 3,0; SD: 1,03)

64. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern**? *(bitte maximal 5 Punkte benennen)*

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
neue, ergonomische Möbel	10	32.3
Kühlung	4	12.9
neuer Teppich	9	29.0
"neue" Wände	8	25.8
Kabelverlegung in Kanälen	5	16.1
PC-Ausstattung verbessern	5	16.1
Pflanzen	2	6.5
Kunstlicht	4	12.9
weniger Personen im Raum	2	6.5
mehr Abstellflächen	4	12.9

65. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
Arbeitsplatzleuchte	5	16.1
Pflanzen	2	6.5
Ventilator	5	16.1
Tischerhöhung	2	6.5

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

66. Sind Sie männlich / weiblich?

67. Wie alt sind Sie?

		Häufigkeit	Prozent
Geschlecht	weiblich	5	16,1
	männlich	26	83,9
Alter	bis 25	0	0,0
	26-35	10	32,3
	36-45	13	41,9
	46-55	8	25,8
	über 55	0	0,0

68. **Rauchen** Sie...?

gar nicht: 74 %

am Schreibtisch: 13 %

in den Pausen: 10 %

in meiner Freizeit: 3 %

69. In welcher **beruflichen Stellung** sind Sie derzeit beschäftigt?

Fachkraft: 81 %

TeamleiterIn/ ProjektleiterIn: 16 %

Sonstiges: 3 %

70. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an?

Im Mittel 8 – 16 Uhr

Weitere Auswertungen

Tab. A8.3.1-2: Übersicht über die einzelnen gesundheitlichen Beschwerden, die signifikant mit selbstberichteten Leistungseinschränkungen durch raumklimatische Parameter, den selbstberichteten Belastungen am Arbeitsplatz und der Zufriedenheit mit Tätigkeit und Arbeitsplatz korrelieren.

Variable 1	Variable 2	Korrelationskoeffizient	Signifikanz (2-seitig)
Ermüdung	Leistungseinschränkung Raumtemperatur	0,372*	0,04
	Leistungseinschränkung Gerüche	0,384*	0,33
	Zufriedenheit mit Tätigkeit	0,428*	0,016
Kopfschmerzen	Leistungseinschränkung Beleuchtung	0,411*	0,002
	Leistungseinschränkung technische Probleme	0,424*	0,017
Trockene Nase	Wechselnde Tätigkeiten	0,480**	0,006
	Zeitdruck	0,402*	0,025
Trockene Haut	Wechselnde Tätigkeiten	0,452*	0,011
	Häufige Störungen	0,413*	0,021
"	Leistungseinschränkung Büroausstattung	0,420*	0,019
	Leistungseinschränkung Schmutz	0,367*	0,043
Trockene Augen	Zufriedenheit mit Arbeitsplatz	0,497**	0,004
	Leistungseinschränkung Sonstiges	0,559**	0,001
Halschmerzen			
Laufende Nase	Leistungseinschränkung technische Probleme	0,624**	0,000
Tränende Augen	Leistungseinschränkung technische Probleme	0,375*	0,038
	Leistungseinschränkung Lüftung	0,384*	0,033
	Leistungseinschränkung sonstiges	0,545**	0,002
Verspannung	unangenehme Sitzhaltung	0,689**	0,00
Generelles Unwohlsein	Mangelnde Organisation	0,383*	0,033
	Zu hohe Verantwortung	0,392*	0,029
Konzentration	Leistungseinschränkung Arbeitsatmosphäre	0,380*	0,035
	Leistungseinschränkung Schmutz	0,481**	0,006
"	Leerlauf	0,491**	0,005
	Zeitdruck	0,380*	0,035
"	Mangelnde Organisation	0,558**	0,001
	Büroausstattung	0,325*	0,050
Allergie	Zu viel Leerlauf	0,366*	0,043
	Leistungseinschränkung Lüftung	-0,368*	0,042

Tab. A8.3.1-3: Übersicht über die einzelnen gesundheitlichen Beschwerden, die signifikant mit raumklimatischen Parametern aus den Bereichen Licht, Temperatur und Feuchte, Zugluft, Luftqualität, Raumausstattung, Geräusche, Sauberkeit und Zufriedenheit mit Tätigkeit und Arbeitsplatz korrelieren.

Ermüdung	Temperaturzufriedenheit insgesamt	0,408*	0,023
Kopfschmerzen	Zufriedenheit mit Tageslicht ohne Verschattung	0,411*	0,022
Trockene Nase	Zufriedenheit mit Raumausstattung insgesamt	0,368*	0,042
	Sauberkeit Büro	0,445*	0,012
Trockene Augen	Feuchte vier Wochen	-0,498**	0,004
	Temperaturschwankungen	0,396*	0,27
Trockene Haut / Kopfhaut	Tageslicht allgemein mit Verschattung	0,401*	0,025
	Temperaturschwankungen	0,420*	0,019
	Zufriedenheit insgesamt mit Raumausstattung	0,426*	0,017
	Sauberkeit Büro	0,649**	0,000
Halschmerzen	-		
Laufende Nase	-		
Tränende Augen	Tageslicht allgemein ohne Verschattung	0,530**	0,002
Verspannungen	Tageslicht allgemein ohne Verschattung	0,376*	0,037
Generelles Unwohlsein	Sauberkeit Büro	0,372*	0,039
Konzentration	Zufriedenheit mit Tätigkeit	0,613**	0,000
Allergie	-		

Info A8.3.1-2

Zusammenhang Befindlichkeitseinschränkungen und raumklimatische und arbeitsbezogene Parameter

Im weiteren Vorgehen werden einzelne Befindlichkeitseinschränkungen auf signifikante Korrelation mit Leistungseinschränkungen durch raumklimatische Parameter und durch belastenden Bedingungen am Arbeitsplatz getestet.

Nachfolgend werden Raumeigenschaften mit ≥ 3 drei signifikanten Korrelationen mit Befindlichkeitseinschränkungen im Winter betrachtet. Da im Sommer für keine Raumeigenschaft ≥ 3 Befindlichkeitsstörungen auftreten, werden hier nur die Befindlichkeitseinschränkungen, die mit den gleichen Raumeigenschaften wie im Winter signifikant korrelieren, berücksichtigt.

- Zwischen Raumtemperatur im Winter und Kopfschmerzen, trockener Nase, trockenen Augen (hier kann nach /12/ auch ein Zusammenhang mit Bildschirmarbeit bestehen) und trockener Haut, Halsschmerzen und Verspannungen treten Verbindungen auf. Eine zu hohe Temperatur (in Verbindung mit zu trockener Luft) könnte diese Befindlichkeitsstörungen tatsächlich begünstigen (Ausnahme: Verspannungen).
- Personen, die die Büroausstattung als Leistungseinschränkung empfanden berichteten im Winter gleichzeitig über eine trockene Nase, Augen und Haut (Winter und Sommer), Halsschmerzen, Verspannungen und Allergien. Ein unmittelbares Ursache-Wirkungs-Prinzip ist hier nicht ersichtlich. Eine hochsignifikante Korrelation ergibt sich im Winter und im Sommer zwischen unangenehmer Sitzhaltung und Verspannungen. Da sich 46 % der Befragten neue, ergonomische Möbel wünschen, begünstigen die vorhandenen Möbel vermutlich die Verspannungen.
- Testet man die Aussage, dass Schmutz eine Leistungseinschränkung darstellt, auf Zusammenhänge, so treten im Winter signifikante Korrelationen mit Kopfschmerzen, trockener Nase, Augen und Haut (Winter und Sommer), Halsschmerzen und Atembeschwerden auf. Unter der Prämisse, dass Schmutz von den Befragten als Staub interpretiert wird, könnte dieser die Beschwerden begünstigen.
- Ermüdung, Verspannungen, Atembeschwerden, generelles Unwohlsein und Konzentrationsprobleme treten bei den Befragten auf, deren Leistungsfähigkeit zugleich auch durch Geräusche beeinträchtigt wird. Geräusche stellen somit einen zusätzlichen Stressfaktor dar.

Der Zusammenhang zwischen Befindlichkeitseinschränkungen und belastenden Bedingungen am Arbeitsplatz wird zur besseren Übersichtlichkeit anhand der gesundheitlichen Beschwerden, die mit mehr als drei Belastungen signifikant korrelieren, erläutert.

- Nur 8 % leiden im Winter „häufig“ bis „immer“ unter Atembeschwerden (20 % „selten“ bis „manchmal“). Zugleich berichtet diese Personengruppe über Belastungen durch Probleme mit Computern, Überstunden, Zeitdruck und Hektik, häufige Störungen und Unterbrechungen, hohe Verantwortung und die Angst, keinen gesicherten Arbeitsplatz zu haben.
- Nutzer, die unter Verspannungen leiden, empfinden gleichzeitig Überstunden, Zeitdruck und Hektik und mangelnde Organisation als belastend (Signifikanzniveau 5 %). Hochsignifikante Korrelationen ergeben sich zwischen Verspannungen, häufigen Störungen und hoher Verantwortung. Es kann vermutet werden, dass eine Arbeit, die als stressbelastete empfunden wird, das Risiko für Verspannungen erhöht.

Tab. A8.3.1-4: Übersicht über die einzelnen gesundheitlichen Beschwerden und den Signifikanztest auf Korrelation mit selbstberichteten Leistungseinschränkungen durch raumklimatische Parameter, den selbstberichteten Belastungen am Arbeitsplatz und der Zufriedenheit mit Tätigkeit und Arbeitsplatz. Verwendete Abkürzungen: L = Leistungseinschränkung raumklimatische Parameter, B = Belastende Bedingungen am Arbeitsplatz, Z = Zufriedenheit, P = Personenbezogen. Eine Auflistung der entsprechenden Korrelationskoeffizienten und Signifikanzen ist in Tab. A7.2.1-1, -2 und -3 zu finden.

Legende

xx	Signifikanzniveau 1 % Winter	xx++	Signifikanzniveau 1 % Winter und Sommer
x	Signifikanzniveau 5 % Winter	xx+	Signifikanzniveau 1 % Winter und 5 % Sommer
++	Signifikanzniveau 1 % Sommer	x++	Signifikanzniveau 5 % Winter und 1 % Sommer
+	Signifikanzniveau 5 % Sommer	x+	Signifikanzniveau 5 % Winter und 5 % Sommer

	Ermüdung	Kopfschmerzen	Trockene Nase	Trockene Augen	Trockene Haut	Halsschmerzen	Laufende Nase	Tränende Augen	Verspannungen	Atembeschwerden	Generelles Unwohlsein	Konzentration	Allergie
L Beleuchtung		+		x	x				xx				
L Raumgestaltung			xx	x	xx								
L Geräusche	x								xx	xx	xx	xx	
L Raumtemperatur	+	xx	xx	xx	xx	xx			xx				
L Büroausstattung			xx	xx	xx+	x			x				X+
L Unangenehme Sitzhaltung				x		xx			xx	++			
L Schmutz		x	xx	xx	xx+	x				xx		+	
L Gerüche	+									xx			
B Probleme mit Computern etc.		+				x	++	+		xx			
B Probleme mit Software						x		x					
B Arbeitsatmosphäre					xx							+	
B Überstunden			x						x	xx			
B Häufiger Leerlauf	xx											xx+	+
B Wechsel von Tätigkeiten			++		+				x				
B Zeitdruck, Hektik			+						x	xx		+	
B Mangelnde Organisation											+	++	
B Häufige Störungen				x	+		x		xx	x			
B Hohe Verantwortung				x					xx	x	+		
B Verhältnis zu Kollegen / V.					xx								
B Mangelnde Kommunikation		x	xx	x	xx								
B Kein gesicherter Arbeitsplatz	x									x		x	
Z Aufgaben und Arbeitstätigkeit	+											++	
Z Arbeitsplatz					x		x						
P Gesundheitszustand	x										xx	xx	

- Von Personen, die über trockene Haut berichten, werden zugleich die Arbeitsatmosphäre, das Verhältnis zu Kollegen und Vorgesetzten und mangelnde Kommunikation als belastend empfunden. Weiter besteht eine Verbindung zur Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz (Sommer und Winter). Trockene Augen werden im Winter von Personen angegeben, die zugleich häufige Störungen, hohe Verantwortung und mangelnde Kommunikation als belastend empfinden.
- Schwierigkeiten mit der Konzentration tritt im Sommer bei Personen auf, die zugleich auch unter der Arbeitsatmosphäre, häufigem Leerlauf (Winter und Sommer), Zeitdruck und mangelnder Organisation leiden. Es besteht weiter eine Verbindung zu Zufriedenheit mit Arbeitstätigkeit.

Gewichtung gebäudebezogener und arbeitsbezogener Parameter:

Summiert man die Korrelationen zwischen gesundheitlicher Beeinträchtigung und Leistungseinschränkung durch das Gebäude einerseits und belastenden Bedingungen andererseits, zeigen sich für den Winter folgenden Zusammenhänge (Abb. A7.3.1-1):

- gleiche Anzahl von Zusammenhängen: Verspannung, generelles Unwohlsein
- mehr Zusammenhänge mit raumklimatischen Parametern: trockene Augen, trockene Nase, Halsschmerzen, trockene Haut und Kopfschmerzen
- mehr Zusammenhänge mit belastenden Arbeitsbedingungen: Atembeschwerden, Konzentration und Ermüdung

Eine Analyse nach der selben Vorgehensweise zeigt für den Sommer, dass weitaus mehr Befindlichkeitsstörungen mit arbeitsbezogenen Parametern verbunden sind. Keine Befindlichkeitsstörung hat verstärkte raumklimatische Tendenzen, gleiche Tendenzen zu raumklimatischen und arbeitsbezogenen Parametern haben die Merkmale Allergie, trockene Haut und Kopfschmerzen (Abb. A7.3.1-2).

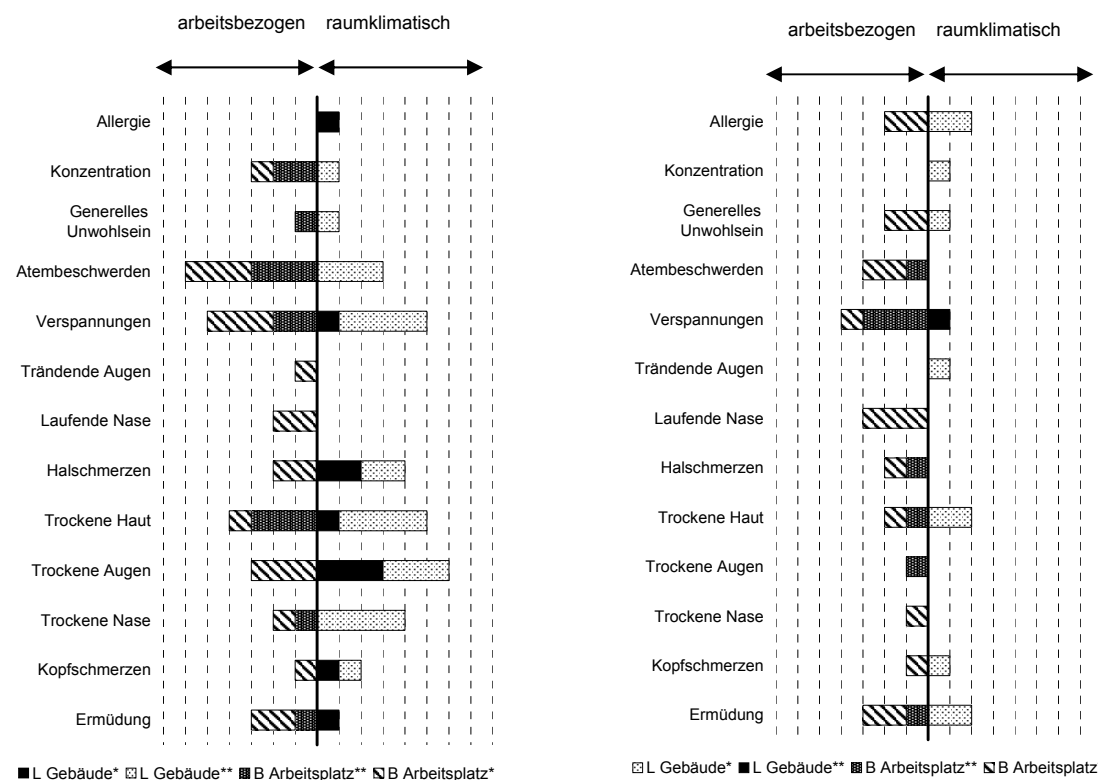


Abb. A8.3.1-1 und A8.3.1-2: Befindlichkeitsstörungen und Korrelationen zu raumklimatischen Parametern einerseits und zu arbeitsbezogenen Parametern andererseits (links Winter, rechts Sommer). Signifikante Korrelationen (5% Niveau) sind in der Legende mit „*“, hochsignifikante Korrelationen auf dem 1% Niveau mit „**“ gekennzeichnet. Lesebeispiel: Befindlichkeitsstörung „trockene Nase Winter“: Hier treten vier hochsignifikante Korrelationen mit raumklimatischen Parametern, und jeweils eine hochsignifikante und eine signifikante Korrelation mit arbeitsbezogenen Parametern auf.

8.3.2 Befragungsergebnisse Gebäude B

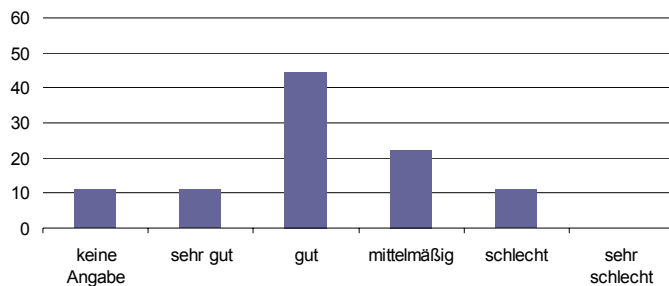
Info: 8.3.2-1

Fragebogenauswertung Winter

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)? *(bitte nur ein Kreuz)*

Befinden der Nutzer zum Zeitpunkt der Befragung [%]



Wohlbefinden (Mittelwert: 2,38; Median: 2,0; SD: 0,885)

2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz**?

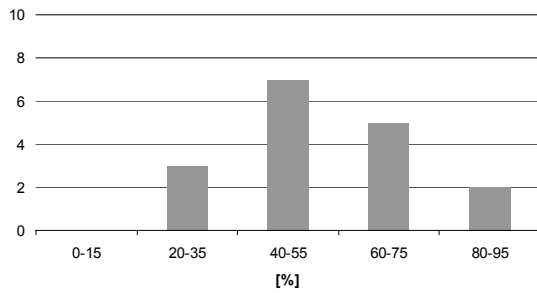
	Arbeitszeit im Gebäude		Arbeitszeit an diesem Arbeitsplatz	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
k. A.	1	5,6	1	5,6
Weniger als 1 Jahr	1	5,6	1	5,6
1-2,9 Jahre	9	49,9	9	49,9
3-4,9 Jahre	6	33,3	5	27,7
5 und mehr Jahre	1	5,6	2	11,2

4. Wie beurteilen Sie Ihren **Informationsstand** über das Gebäude und seine haustechnischen Anlagen (z.B. Heizung, Kühlung, Lüftung)?

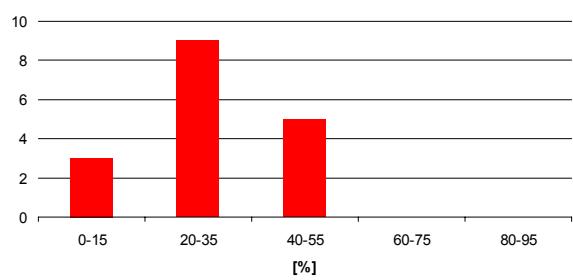
Informationsstand (Mittelwert 3,76, Median 4,0, SD: 1,261)

5. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? *(Angaben in %)*

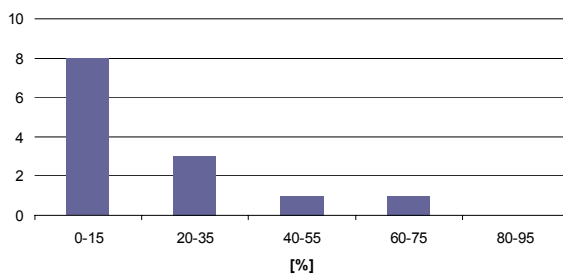
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Bildschirmarbeit



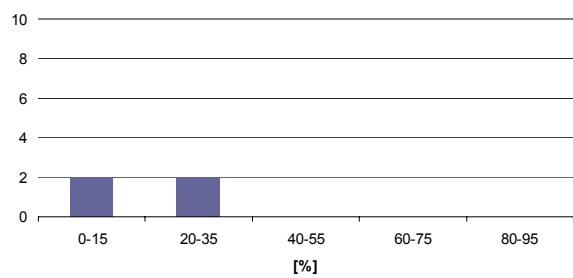
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Schreibtischarbeit



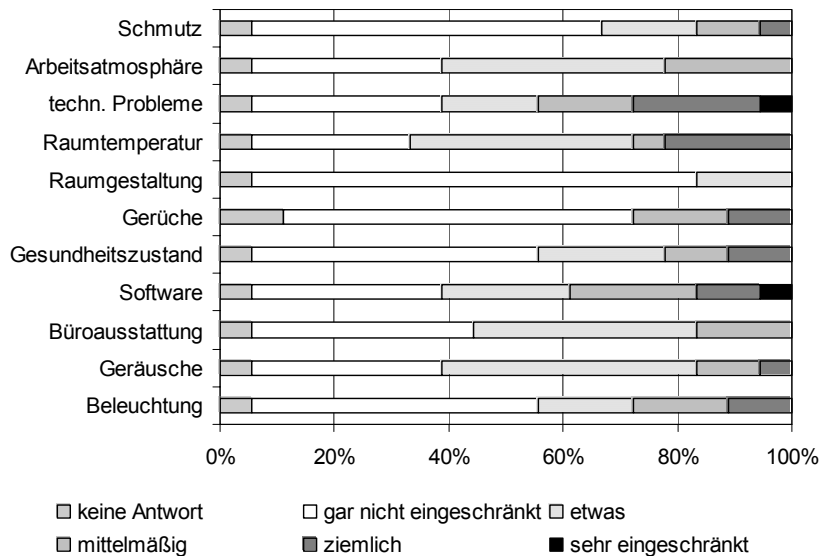
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Besprechungen



Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Arbeit-Sonstiges



6. Wie stark **beeinträchtigt**en folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Leistungseinschränkung durch Schmutz (Mittelwert: 1,5; Median: 1,0; SD: 0,985)

Leistungseinschränkung durch Arbeitsatmosphäre (Mittelwert: 1,78; Median: 2,0; SD: 0,878)

Leistungseinschränkung durch technische Probleme PC (Mittelwert: 2,33; Median: 2,0; SD: 1,45)

Leistungseinschränkung durch Raumtemperatur (Mittelwert: 2,11; Median: 2,0; SD: 1,23)

Leistungseinschränkung durch Raumgestaltung (Mittelwert: 1,11; Median: 1,0; SD: 0,471)

Leistungseinschränkung durch Gerüche (Mittelwert: 1,56; Median: 1,0; SD: 1,24)

Leistungseinschränkung durch eigenen Gesundheitszustand (Mittelwert: 1,72; Median: 1,0; SD: 1,12)

Leistungseinschränkung durch Software (Mittelwert: 2,17; Median: 2,0; SD: 1,33)

Leistungseinschränkung durch Büroausstattung (Mittelwert: 1,67; Median: 2,0; SD: 0,840)

Leistungseinschränkung durch Geräusche (Mittelwert: 1,78; Median: 2,0; SD: 0,943)

Leistungseinschränkung durch Beleuchtung (Mittelwert: 1,78; Median: 1,0; SD: 1,16)

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

7. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

8. Zu welcher **Himmelsrichtung** ist Ihr Büro orientiert?

9. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten, Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 9) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln.

10. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

Fenstergröße (Mittelwert: 2,94, Median: 3,0; SD: 0,42)

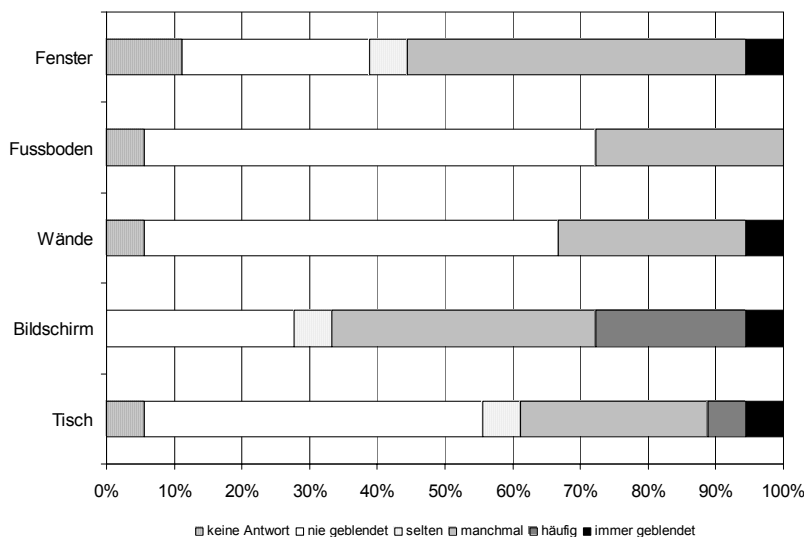
11. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster ...** *(Mehrfachauswahl möglich)*

12. Wenn **während der letzten 4 Wochen die Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...? *(Mehrfachauswahl möglich)*

13. Tragen Sie **während der Arbeit ...?**

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten (Frage 13), Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 12) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln (Frage 11).

14. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen eine Blendung durch Tageslicht auf den folgenden Flächen?** *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Tisch (Mittelwert: 2,05; Median: 1,0; SD: 1,259)

Blendung Bildschirme (Mittelwert: 2,72; Median: 3,0; SD: 1,27)

Wand (Mittelwert: 1,82; Median: 1,0; SD: 1,199)

Fußboden (Mittelwert: 1,59, Median: 1,0; SD: 0,911)

Fenster (Mittelwert: 2,43, Median: 3,0; SD: 1,116)

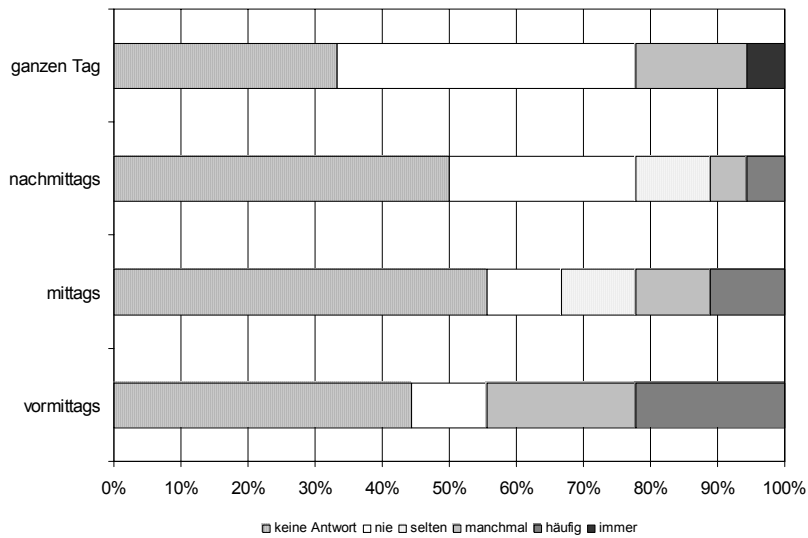
15. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden? *(Mehrfachauswahl möglich)*

Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz: 88,9 %

Ich unterbreche meine Arbeit: 0 %

Ich ändere meine Sitzposition: 5,6 %

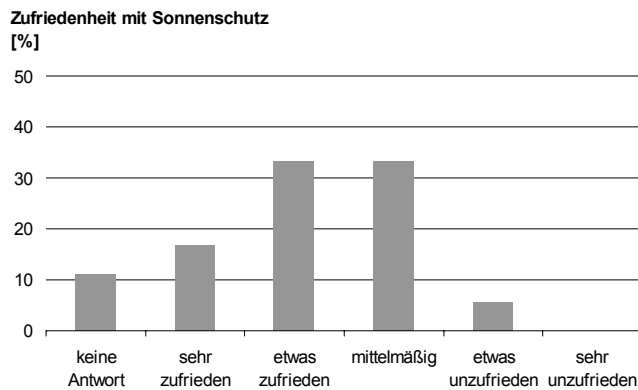
16. Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen der Sonnenschutz heruntergefahren?



17. Waren die Lamellen meistens vollständig oder teilweise geschlossen?

Keine Antwort: 33,3 %
 Teilweise: 44,6 %
 Vollständig: 11,1 %

18. Wie zufrieden sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?



Zufriedenheit Sonnenschutz (Mittelwert: 2,24; Median: 2,0; SD: 0,831)

19. **Schalten Sie das Licht ein**, wenn die Fenster verschattet sind?

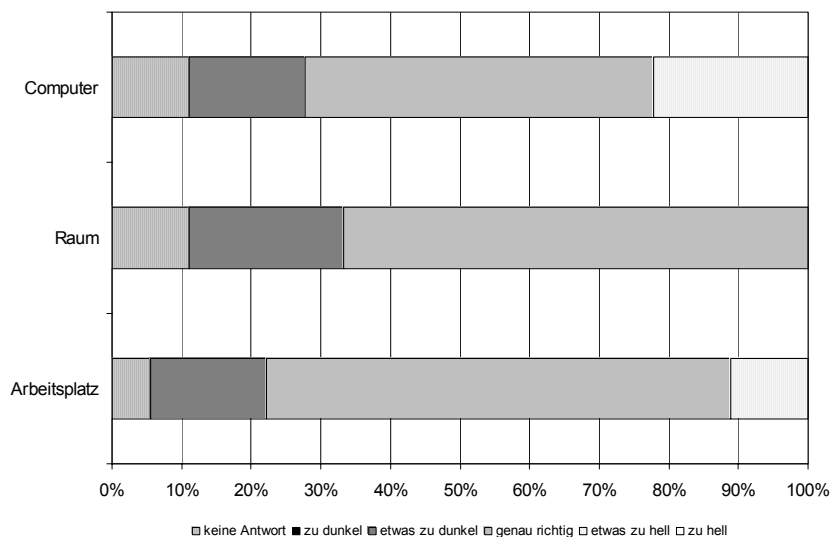
		Häufigkeit	Prozent
Lichteinschalten	keine Antwort	9	38,8
bei herunter-	nie	5	27,7
gefahrenem	selten	1	5,55
Sonnenschutz	manchmal	5	27,7

20. Was ist Ihnen derzeit **wichtiger**...?

Ein blendfreier Arbeitsplatz: 44,4 %

Der Blick nach draußen: 10 %

21. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation durch Tageslicht**...? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 2,85; Median: 3,0; SD: 0,85)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,44; Median: 3,0; SD: 0,79)

Beleuchtung im Raum (Mittelwert: 2,46; Median: 3,0; SD: 0,67)

22. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Tageslicht**?

Zufriedenheit mit der Tageslichtsituation (Mittelwert: 1,89; Median: 2,0; SD: 0,67)

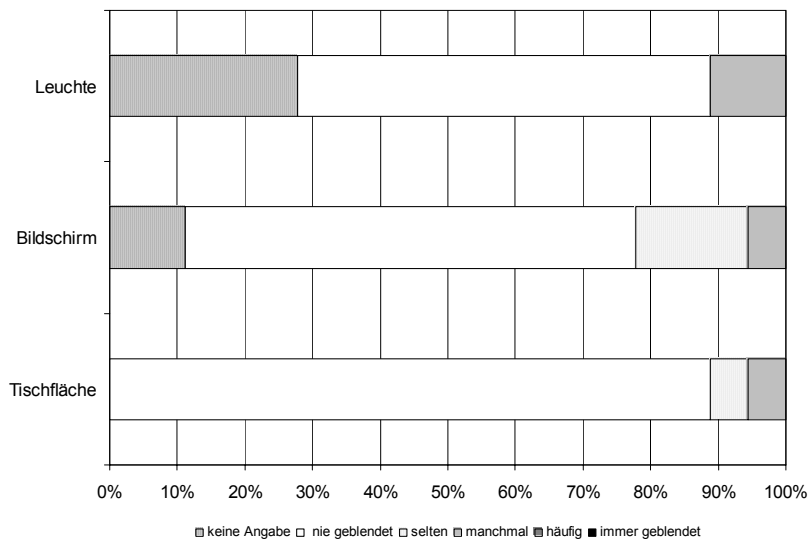
Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

23. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

24. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

		Häufigkeit	Prozent
Deckenleuchte-Zeit	keine Antwort	2	11,1
	gar nicht	0	0,0
	1-2h	4	22,2
	3-4h	7	38,9
	5-6h	3	16,7
	über 7h	2	11,1
Stehleuchte-Zeit	keine Antwort	2	66,6
	1-2h	1	33,3
Tischleuchte-Zeit	keine Antwort	2	22,2
	gar nicht	1	11,1
	1-2h	3	33,3
	5-6h	1	11,1
	über 7h	2	22,2

25. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen durch die künstliche Beleuchtung geblendet**? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

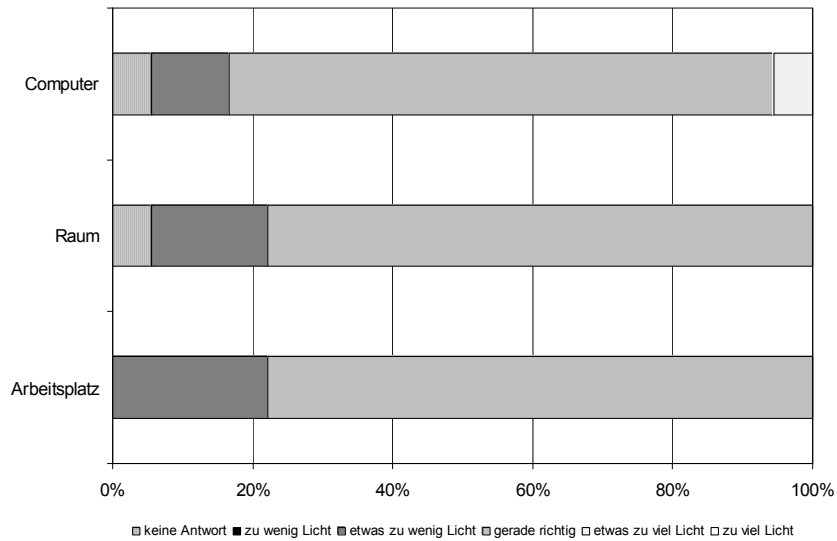


Blendung Tischfläche (Mittelwert: 1,17; Median: 1,0; SD: 0,514)

Blendung Bildschirm (Mittelwert: 1,31; Median: 1,0; SD: 0,602)

Blendung Leuchte (Mittelwert: 1,78; Median: 1,0; SD: 0,751)

26. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen** die **Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Raum (Mittelwert: 2,82; Median: 3,0; SD: 0,39)

Computer (Mittelwert: 2,94; Median: 3,0; SD: 0,42)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,78; Median: 3,0; SD: 0,42)

27. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

Kunstlicht allgemein (Mittelwert: 1,78; Median: 2,0; SD: 0,8)

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

28. Wie empfinden Sie die **Temperatur** heute **an Ihrem Arbeitsplatz**?

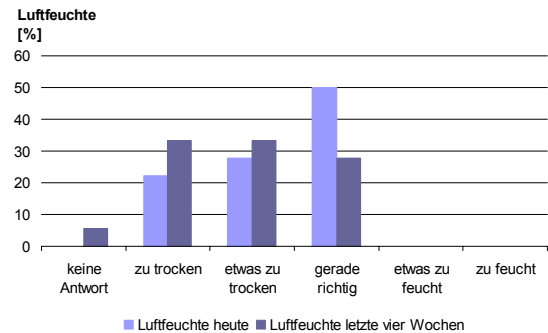
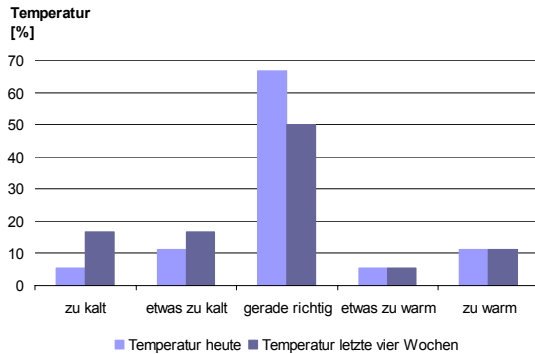
Temperatur heute (Mittelwert: 3,05; Median: 3,0; SD: 0,911)

29. Ist Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** heute ...?

Luffeuchte heute (Mittelwert: 2,28; Median: 2,0; SD: 0,803)

30. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

31. **und die Luft ...?**



Luftfeuchte (Mittelwert: 1,83; Median: 2,0; SD: 0,924)

Temperatur letzte vier Wochen (Mittelwert: 2,78; Median: 3,0; SD: 1,16)

Luftfeuchte vier Wochen (Mittelwert: 1,83; Median: 2,0; SD: 0,897)

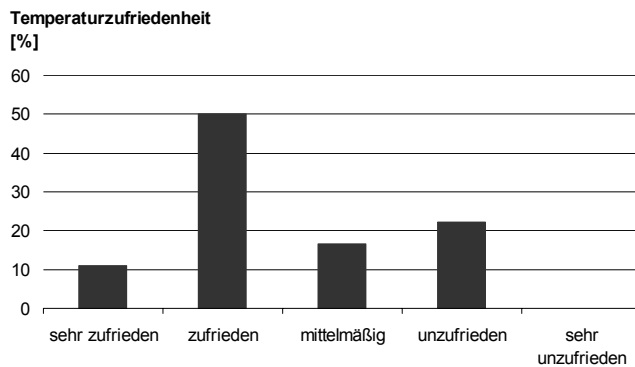
32. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

33. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

34. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen etwas an der Temperatureinstellung in Ihrem Büro **verändert**?

		Häufigkeit	Prozent
Einflussnahme Temperatur	ja	13	72,2
	nein	4	22,2
	nein gerne Regelungsmöglichkeit	0	0,0
	weiß ich nicht	1	5,6
Einflussnahme Häufigkeit	keine Antwort	1	7,1
	gar nicht	9	64,3
	~1x/Tag	4	28,6
	~2x/Tag	0	0,0
	~3x/Tag	0	0,0
	4x und öfters	0	0,0

35. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?



Temperaturzufriedenheit Mittelwert: 2,5; Median: 2,0; SD: 0,98)

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

36. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

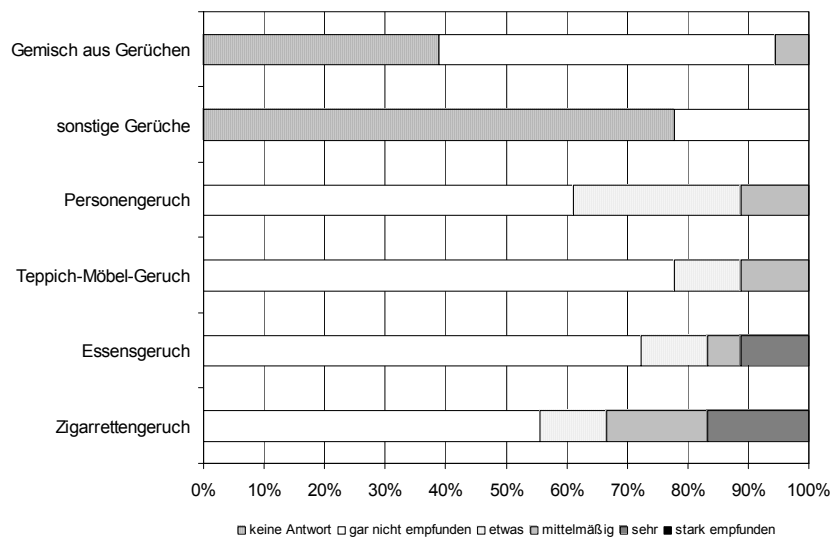
Luftqualität heute (Mittelwert: 2,55; Median: 2,0; SD: 0,896)

37. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen an ihrem Arbeitsplatz** verspürt?

		Häufigkeit	Prozent
Zugluft	nie	5	27,8
	selten	3	16,7
	manchmal	7	38,9
	häufig	2	11,1
	immer	1	5,6

Zugerscheinungen (Mittelwert: 2,5; Median: 3,0; SD: 1, 2)

38. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz?
(bitte für jeden Fall ankreuzen)



Zigarettengeruch (Mittelwert: 1,94; Median: 1,0; SD: 1,21)

Essensgeruch (Mittelwert: 1,56; Median: 1,0; SD: 1,04)

Teppich-Möbel-Geruch (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0)

Personengeruch (Mittelwert: 1,5; Median: 1,0)

Sonstige Gerüche (Mittelwert: 1,0; Median: 1,0)

Gemische aus Gerüchen (Mittelwert: 1,18; Median: 1,0)

39. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** (Gebäude W) / **Klimaanlage** (Gebäude B) in Ihrem Raum?

Nein, keine Lüftungsanlage / Klimaanlage vorhanden: 43,8

Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum: 6,3

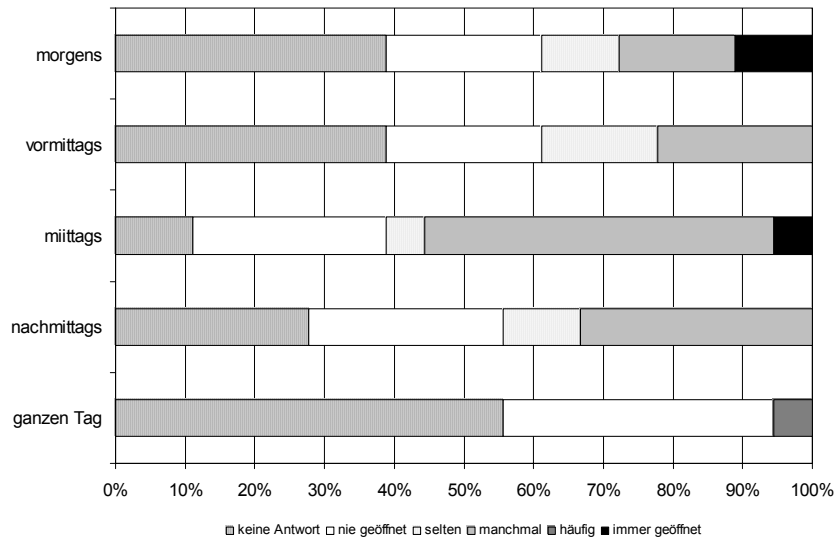
Ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage mit eigener Regelungsmöglichkeit vorhanden: 0 %

ja, Lüftungsanlage / Klimaanlage ohne eigene Regelungsmöglichkeit vorhanden: 31,3 %

40. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage** / **Klimaanlage**?
(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)

Unzureichende Anzahl von Nutzerantworten

41. Wann standen in den vergangenen vier Wochen in ihrem Raum das/ die Fenster in der Regel offen? (Mehrfachauswahl möglich)



Morgens (Mittelwert: 2,45; Median: 2,0; SD: 1,5)

Vormittags (Mittelwert: 2,0; Median: 2,0; SD: 0,89)

Mittags (Mittelwert: 2,44; Median: 3,0; SD: 1,15)

Nachmittags (Mittelwert: 2,0; Median: 2,0; SD: 0,95)

Den ganzen Tag (Mittelwert: 1,38; Median: 1,0; SD: 1,06)

42. Wann hatten Sie in den letzten vier Wochen das Fenster hauptsächlich geöffnet?

	Häufigkeit	Prozent
offen wenn warm	6	33,3
offen wenn Luft verbraucht	13	72,2
offen sonstiges	4	22,2

43. Wenn Sie die Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet hatten, dann meistens...

Unzureichende Anzahl von Nutzerantworten

44. Steht die Tür Ihres Büroraumes (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

	Häufigkeit	Prozent
Tür offen	nie	5
	1-2h	1
	3-4h	0
	5-6h	3
	mehr als 7h	9
		27,8
		5,6
		0,0
		16,7
		50,0

45. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

Im Gebäude B müssen die Türen nachts geschlossen bleiben.

46. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?
(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

Luftqualität gesamt (Mittelwert: 2,39; Median: 3,0; SD: 0,916)

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

47. Arbeiten Sie in einem...?

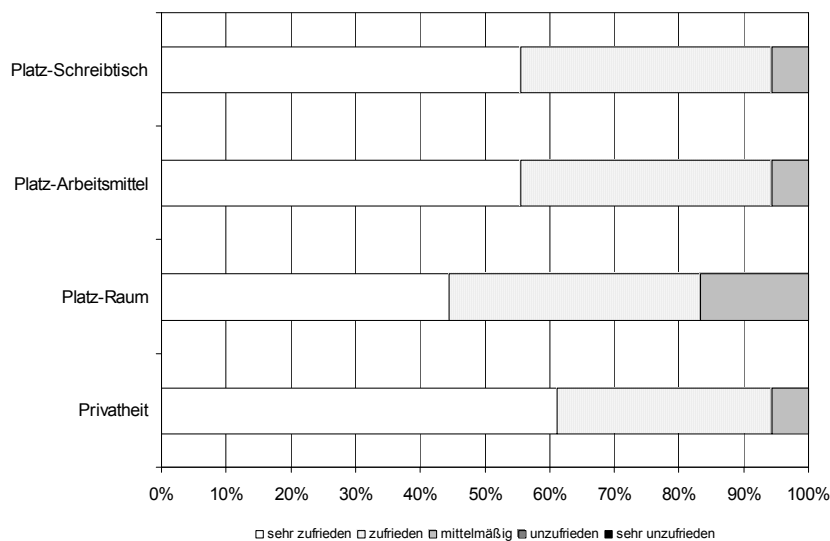
48. Wie viele **Personen** arbeiten **im Moment** (einschließlich Ihnen) in Ihrem Raum?

Einzelbüro: 77,8 %

Zweierbüro: 11,1 %

Gruppenbüro: 11,1 %

49. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**



Platz auf dem Schreibtisch (Mittelwert: 1,5; Median: 1,0; SD: 0,618)

Platz für Arbeitsmittel (Mittelwert: 1,5; Median: 1,0; SD: 0,618)

Platz im Raum (Mittelwert: 1,72; Median: 2,0; SD: 0,752)

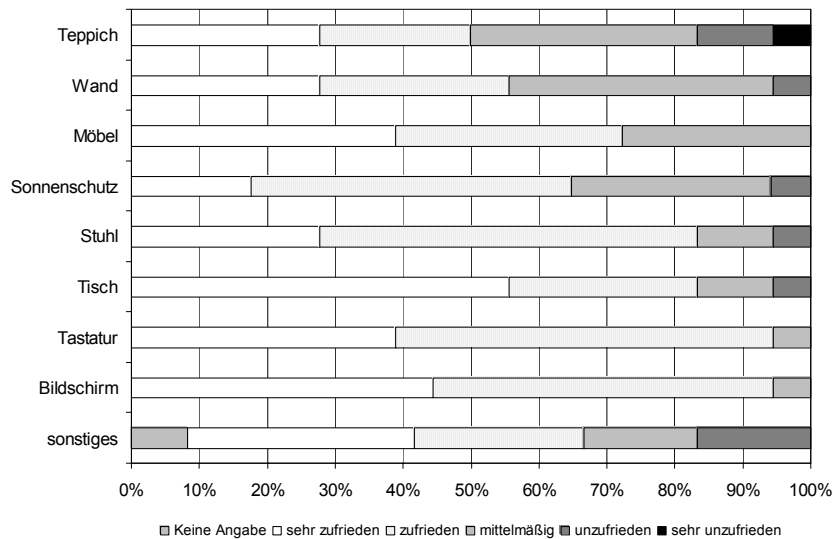
50. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?

Privatheit (Mittelwert: 1,44; Median: 1,0; SD: 0,61)

51. Arbeiten Sie an einem ...?

Röhren-Bildschirm: 16,7 %

TFT-Flachbildschirm: 77,8 %

52. **Wie zufrieden** sind Sie mit Ihrem/ ihrer . Stuhl / Tisch / Tastatur / Bildschirm?53. Wie zufrieden sind Sie mit der **Farbgestaltung** von/ vom Teppich / Wänden / Möbeln / Sonnenschutz?

Stuhl (Mittelwert: 1,94; Median: 2,0; SD: 0,779)

Tisch (Mittelwert: 1,0266; Median: 1,0; SD: 0,882)

Tastatur (Mittelwert: 1,66; Median: 2,0; SD: 0,577)

Bildschirm (Mittelwert: 1,61; Median: 2,0; SD: 0,59)

Teppich (Mittelwert: 2,44; Median: 2,5; SD: 1,194)

Möbel (Mittelwert: 1,89; Median: 2,0; SD: 0,8)

Wand (Mittelwert: 2,22; Median: 2,0; SD: 0,94)

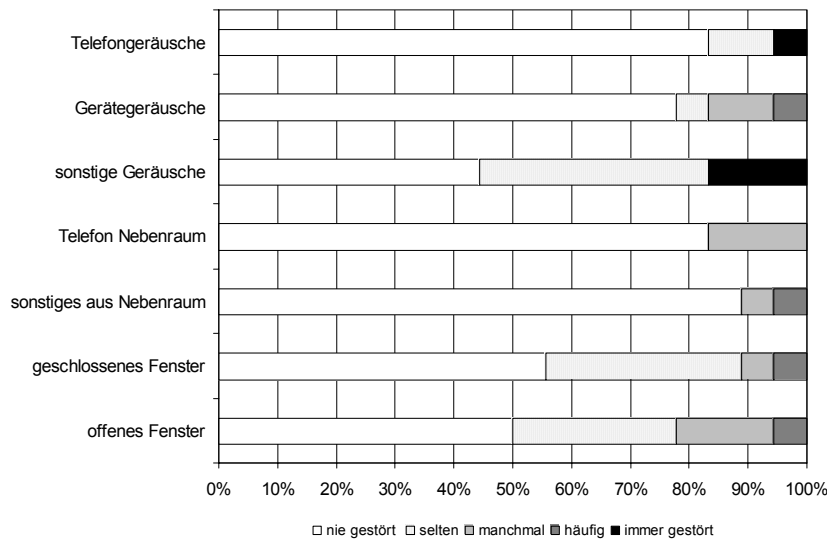
Sonnenschutz (Mittelwert: 2,24; Median: 2,0; SD: 0,83)

54. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

Einrichtung insgesamt (Mittelwert: 1,89; Median: 2,0; SD: 0,75)

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

55. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*



Telefongeräusche eigenes Büro (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0; SD: 0,97)

Gerätegeräusche (Mittelwert: 1,44; Median: 1,0; SD: 0,895)

Sonstige Geräusche (Mittelwert: 2,06; Median: 2,0; SD: 1,434)

Telefongeräusche Nebenräumen (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0; SD: 0,767)

Sonstiges Nebenräume (Mittelwert: 1,28; Median: 1,0; SD: 0,8)

Geräusche geschlossenes Fenster (Mittelwert: 1,61; Median: 1,0; SD: 0,826)

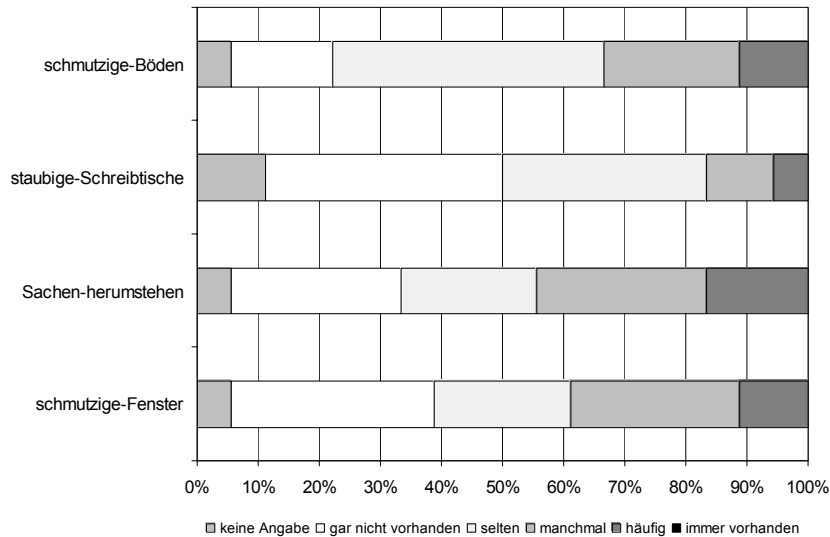
Geräusche geöffnetes Fenster (Mittelwert: 1,78; Median: 1,5; SD: 0,94)

56. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

Geräusche insgesamt (Mittelwert: 2,06; Median: 2,0)

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

57. Wie häufig treffen folgenden Angaben auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



Staubige Schreibtische (– 17 Antworten - Mittelwert: 2,35; Median: 2,0; SD: 1,11)

Schmutzige Böden (– 17 Antworten - Mittelwert: 2,18; Median: 2,0; SD: 1,07)

Sachen stehen herum (Mittelwert: 1,7; Median: 2,0; SD: 0,956)

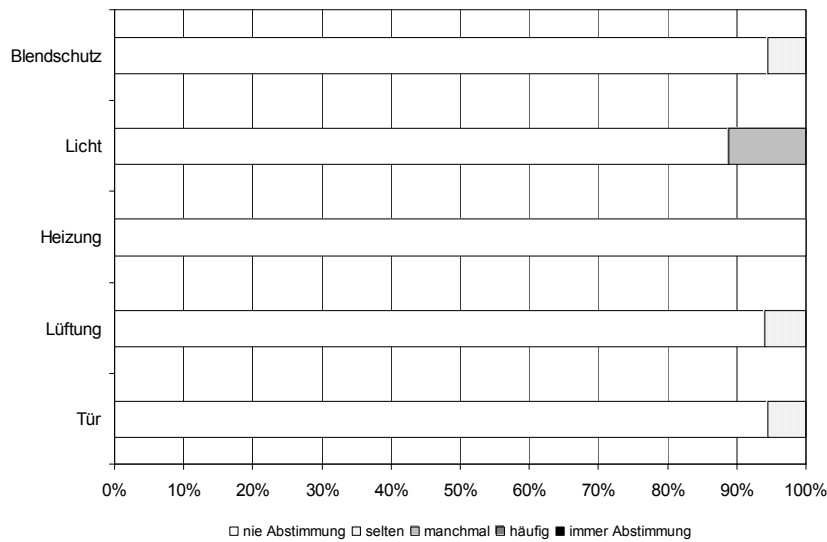
Schmutzige Fenster (– 17 Antworten - Mittelwert: 2,29; Median: 2,0; SD: 0,92)

58. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 2,17; Median: 2,0; SD: 0,92)

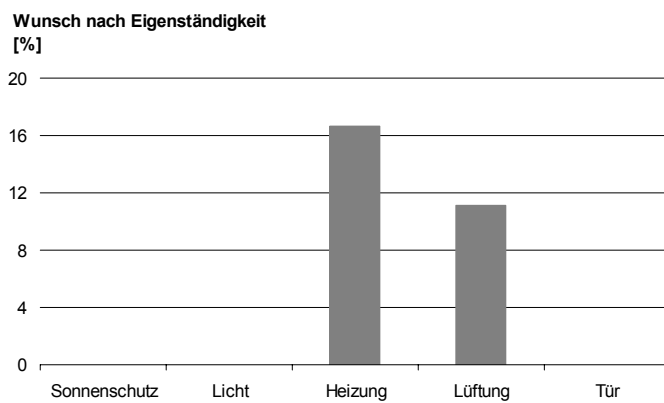
Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **Einflussmöglichkeit auf die Raumqualität und Wichtigkeit verschiedener Faktoren.**

59. **Wie oft** mussten Sie sich bei folgenden Punkten **in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?** *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

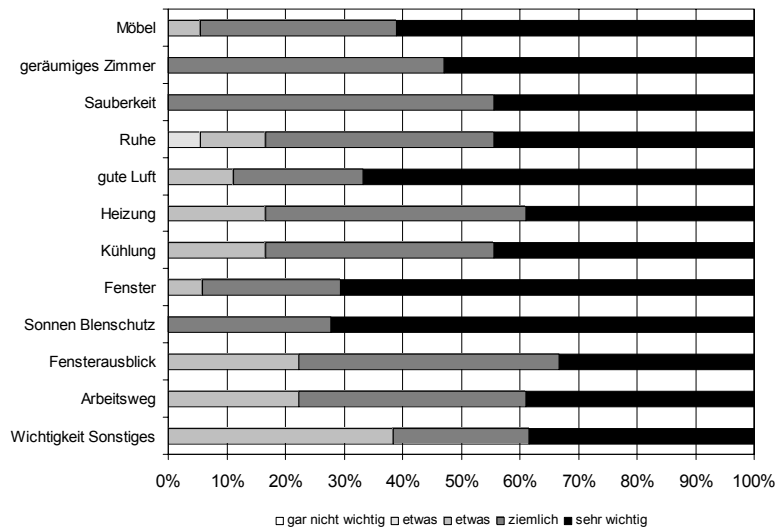


Tür (Mittelwert: 1,06; Median: 1,0; SD: 0,1)229
 Lüftung (Mittelwert: 1,22; Median: 1,0; SD: 0,628)
 Heizung (Mittelwert: 1,0; Median: 1,0; SD: 0,0)
 Licht (Mittelwert: 1,06; Median: 1,0; SD: 0,235)
 Blendschutz (Mittelwert: 1,056; Median: 1,0; SD: 0,229)

60. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich **mehr Eigenständigkeit?** *(Mehrfachauswahl möglich)*



61. **Wie wichtig** sind für Sie folgende Punkte **bei Ihrer Arbeit?** (bitte alle Fälle ankreuzen)



Sonnen- und Blenschutz (Mittelwert: 4,72; Median: 5,0; SD: 0,46)

Sauberkeit (Mittelwert: 4,44; Median: 4,0; SD: 0,511)

Geräumige Zimmer (Mittelwert: 4,53; Median: 5,0; SD: 0,514)

Fenster (Mittelwert: 4,65; Median: 5,0; SD: 0,606)

Möbel (Mittelwert: 4,56; Median: 5,0; SD: 0,616)

Gute Luft (Mittelwert: 4,56; Median: 54,0; SD: 0,705)

Kühlung (Mittelwert: 4,28; Median: 4,0; SD: 0,752)

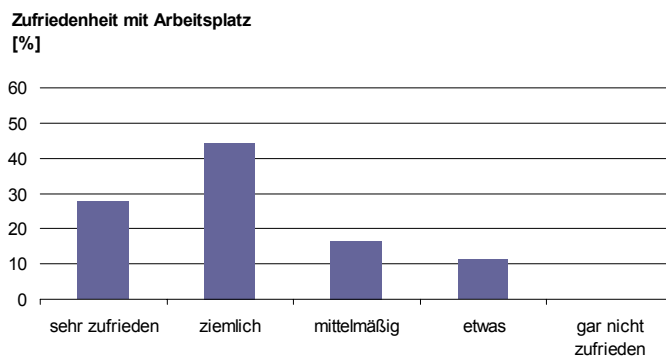
Ruhe (Mittelwert: 4,22; Median: 4,0; SD: 0,878)

Heizung (Mittelwert: 4,22; Median: 4,0; SD: 0,732)

Arbeitsweg (Mittelwert: 4,17; Median: 4,0; SD: 0,78)

Fensterausblick (Mittelwert: 4,11; Median: 4,0; SD: 0,75)

62. **Wie zufrieden** sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?



Zufriedenheit mit Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,11; Median: 2,0; SD: 0,963)

63. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern**? *(bitte maximal 5 Punkte benennen)*

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
neue, ergonomische Möbel	5	27.8
andere Kühlung	4	22.2
neuer Sonnenschutz	2	11.1
andere Heizung	1	5.6
"neue" Wände	1	5.6
PC-Ausstattung verbessern	1	5.6
Pflanzen	1	5.6
weniger Personen im Raum	1	5.6
Kunstlicht verändern	1	5.6

64. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
Leuchte	3	16.7
Ventilator	3	16.7
Heizlüfter	2	11.1

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

65. Sind Sie männlich / weiblich?

66. Wie alt sind Sie?

		Häufigkeit	Prozent
Geschlecht	weiblich	7	38,9
	männlich	11	61,1
Alter	bis 25	0	0,0
	26-35	4	22,2
	36-45	7	38,9
	46-55	3	16,7
	über 55	4	22,2

67. **Rauchen** Sie ...? *(Mehrfachnennung möglich)*

gar nicht: 66 %
 am Schreibtisch: 16 %
 in den Pausen: 5 %
 in meiner Freizeit: 22 %

68. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an?

Montag _____ bis _____ Uhr Dienstag _____ bis _____ Uhr Mittwoch _____ bis _____ Uhr Donnerstag _____ bis _____ Uhr Freitag _____ bis _____ Uhr

Die Kernarbeitszeit liegt bei über 9 Stunden

Mittelwert Beginn: 7:50 Uhr, Median Beginn: 8:00 Uhr,

Mittelwert Ende: 17:20 Uhr, Median Ende: 17:00.

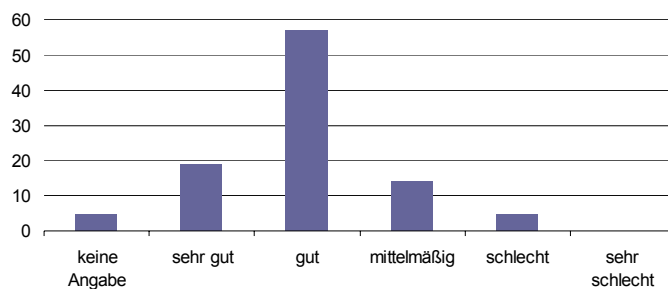
Eine Anstellung zu 100% haben 83,3% der Befragten.

Fragebogenauswertung Sommer

Allgemeine Fragen zu Ihrer **Befindlichkeit** und zum **Gebäude**.

1. Welches der Gesichter beschreibt **Ihr Wohlbefinden im Moment** am besten (einschließlich Gesundheit, Arbeitsmotivation, Zufriedenheit etc.)? *(bitte nur ein Kreuz)*

Befinden der Nutzer zum Zeitpunkt der Befragung [%]



Wohlbefinden (Mittelwert: 1,95; Median: 2,0; SD: 0,865)

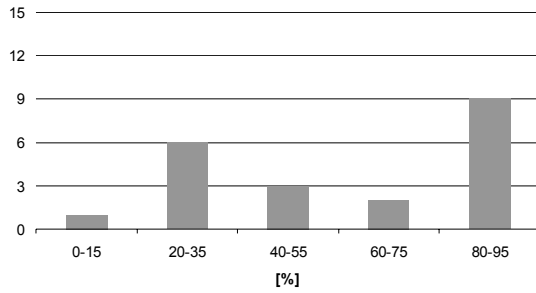
2. Wie lange arbeiten Sie schon in diesem **Gebäude**?

3. Wie lange arbeiten Sie schon an diesem **Arbeitsplatz/ Schreibtisch**?

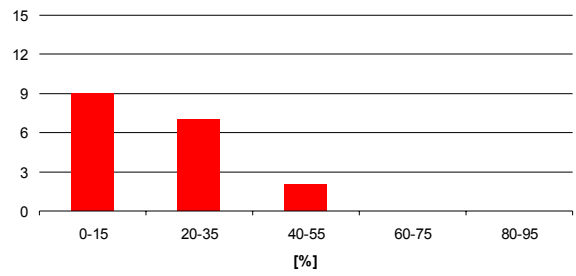
	Arbeitszeit im Gebäude		Arbeitszeit an diesem Arbeitsplatz	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
weniger als 1 Jahr	8	38,1	9	42,9
1-2,9 Jahre	8	38,1	7	33,3
3-4,9 Jahre	5	23,8	5	23,8

4. Welche der folgenden **Tätigkeiten** sind Teil Ihrer üblichen Arbeit? (Angaben in %)

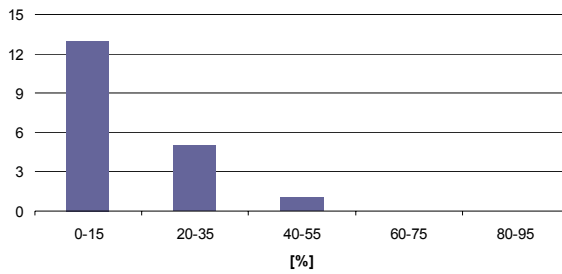
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Bildschirmarbeit



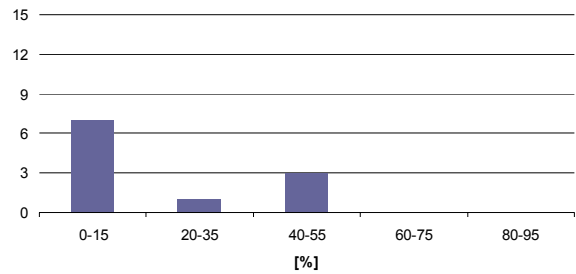
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Schreibtischarbeit



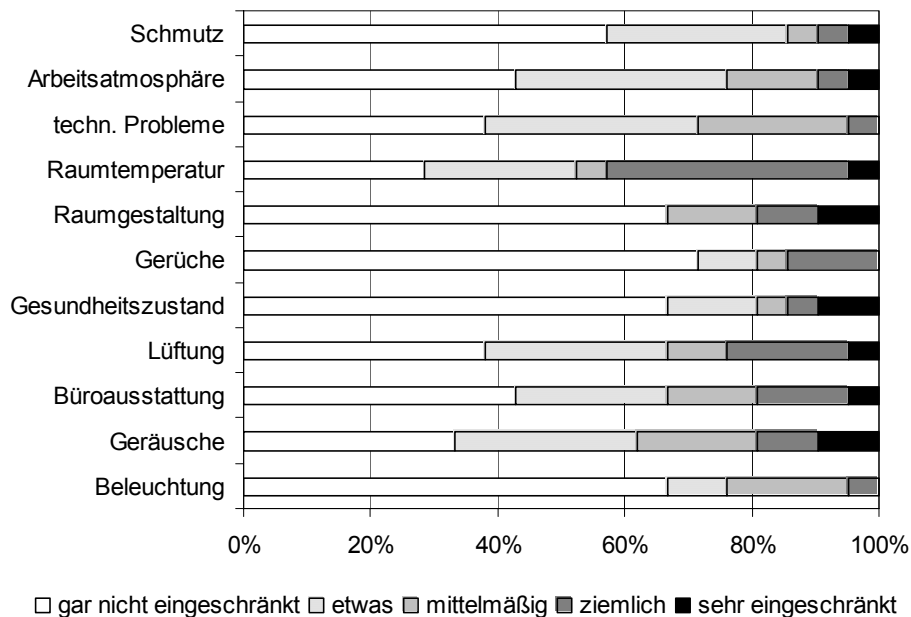
Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Besprechungen



Anzahl Nutzer mit Prozentangabe
Arbeit-Sonstiges



5. Wie stark **beeinträchtigt**en folgende Faktoren **in den letzten 4 Wochen** Ihre **Leistungsfähigkeit** am Arbeitsplatz? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Sonstiges (Mittelwert 0,71, Median 1,0, SD: 0,76)

Schmutz (Mittelwert 1,71, Median 1,0, SD: 1,075)

Arbeitsatmosphäre (Mittelwert: 1,95, Median: 2,0; SD: 1,117)

Lüftung 51,6 % (Mittelwert 2,24, Median 2,0, SD: 1,3)

Raumtemperatur 48,4 % (Mittelwert 2,67, Median 2,0, SD: 1,3)

Raumgestaltung (Mittelwert 1,95, Median 1,0, SD: 1,43)

Gerüche (Mittelwert 1,62, Median 1,0, SD: 1,09)

Gesundheitszustand (Mittelwert: 1,76; Median: 1,0; SD: 1,33)

Technische Probleme (Mittelwert: 1,95; Median: 2,0; SD: 0,921)

Büroausstattung (Mittelwert 2,14, Median 2,0, SD: 1,245)

Geräusche (Mittelwert 2,33, Median 2,0, SD: 1,284)

Beleuchtung (Mittelwert 1,61, Median 1,0, SD: 0,949)

Beantworten Sie nun bitte einige Fragen zu den **Lichtverhältnissen** an Ihrem Arbeitsplatz.

6. In welchem **Geschoss** befindet sich ihr Büro?

7. Wie weit ist Ihr Arbeitsplatz vom **nächsten Fenster** entfernt?

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten und (Frage 7) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln.

8. Wie beurteilen Sie die **Größe der gesamten Fensterfläche** in Ihrem Raum?

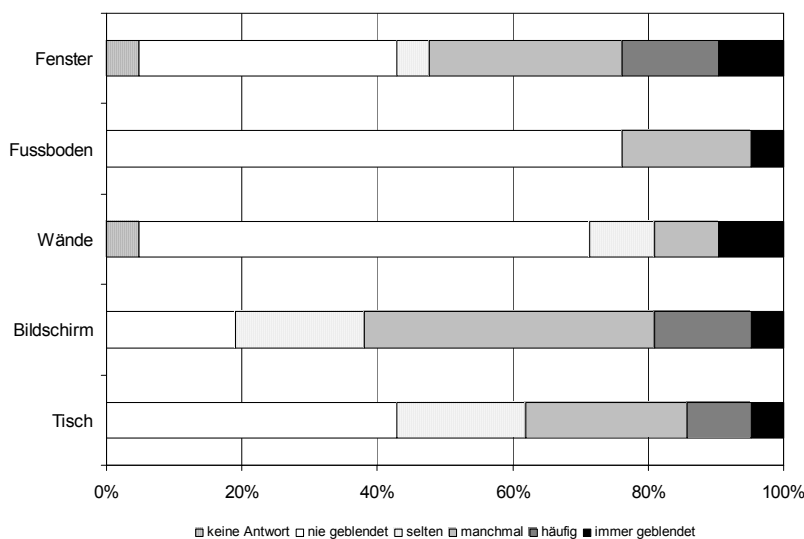
Fenstergröße (Mittelwert: 3,0, Median: 3,0; SD: 0,00)

9. Wenn Sie in ihrer **üblichen Arbeitsposition** nach vorne schauen befindet sich ein **Fenster** ...
(Mehrfachauswahl möglich)

10. Wenn **während der letzten 4 Wochen** die **Sonne auf Ihren Arbeitsplatz** schien, war das ...?
(Mehrfachauswahl möglich)

Die Auswertung dieser Fragen erwies sich als nicht sinnvoll, da einige Nutzer auf eine Beantwortung verzichteten, Himmelsrichtungen falsch angegeben wurden und (Frage 9) die Büros sich vom Grundriss her (Position Schreibtisch) her stark ähneln (Frage 10).

11. Wie oft empfanden Sie **während den letzten vier Wochen** eine **Blendung** durch **Tageslicht auf den folgenden Flächen?**
(bitte jeden Fall ankreuzen)



Tisch (Mittelwert: 2,14; Median: 2,0; SD: 1,206)

Bildschirme (Mittelwert: 2,67; Median: 3,0; SD: 1,083)

Wand (Mittelwert: 1,61; Median: 1,0; SD: 1,29)

Fußboden (Mittelwert: 1,57; Median: 1,0; SD: 1,09)

Fenster (Mittelwert: 2,38; Median: 3,0; SD: 1,46)

12. Was tun Sie, wenn Sie **an Ihrem Arbeitsplatz geblendet** werden?

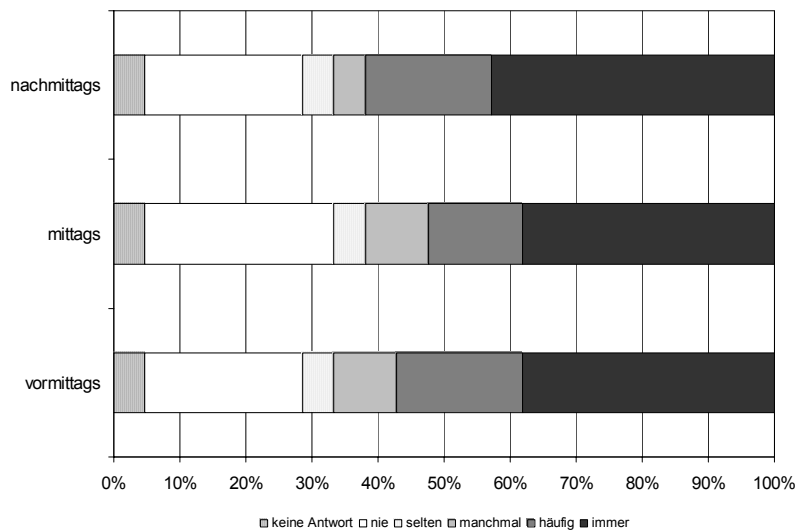
(Mehrfachauswahl möglich)

Ich betätige den Sonnen- bzw. Blendschutz: 90 %

Ich unterbreche meine Arbeit: 0 %

Ich ändere meine Sitzposition: 14 %

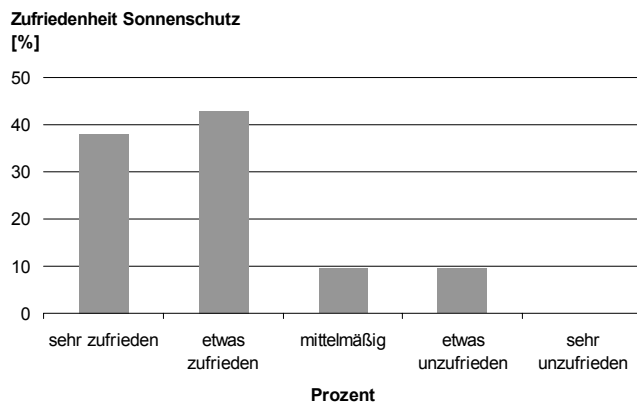
13. Wie oft war in den vergangenen 4 Wochen der Sonnenschutz heruntergefahren?



14. Waren die Lamellen meistens vollständig oder teilweise geschlossen?

Teilweise: 80,9 %
 vollständig: 9,5 %

15. Wie zufrieden sind Sie mit der Verschattungsvorrichtung?



Zufriedenheit Sonnenschutz (Mittelwert: 1,9; Median: 2,0; SD: 0,92)

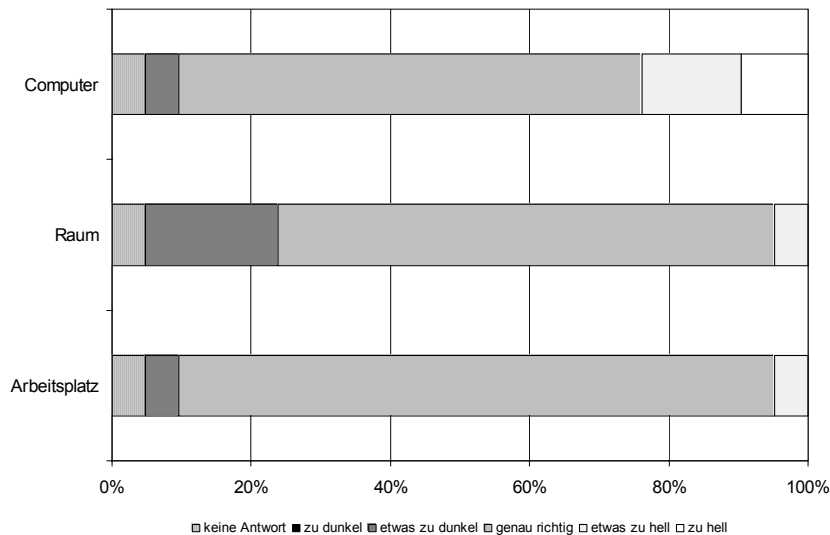
16. Schalten Sie das Licht ein, wenn die Fenster verschattet sind?

		Häufigkeit	Prozent
Lichteinschalten bei heruntergefahrenem Sonnenschutz	nie	6	28,6
	selten	2	9,5
	manchmal	5	23,8
	häufig	1	4,8
	immer	7	33,3

17. Wie wichtig sind Ihnen im Sommer...?

Blend- bzw. Sonnenschutz (Mittelwert: 4,0; Median: 5,0; SD: 1,48)
 der Ausblick nach draußen (Mittelwert: 3,8; Median: 4,0; SD: 1,258)

18. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation durch Tageslicht...? *(bitte jeden Fall ankreuzen)*



Computer (Mittelwert: 3,14; Median: 3,0; SD: 1,01)
 Arbeitsplatz (Mittelwert: 2,86; Median: 3,0; SD: 0,72)
 Beleuchtung im Raum (Mittelwert: 2,71; Median: 3,0; SD: 0,78)

19. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht ohne Verschattung der Fenster?

Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht ohne Verschattung
 (Mittelwert: 1,86; Median: 2,0; SD: 1,06)

20. Wie beurteilen Sie ganz allgemein die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch Tageslicht mit Verschattung der Fenster?

Beurteilung Beleuchtung Arbeitsplatz durch Tageslicht mit Verschattung
 (Mittelwert: 2,24; Median: 2,0; SD: 0,995)

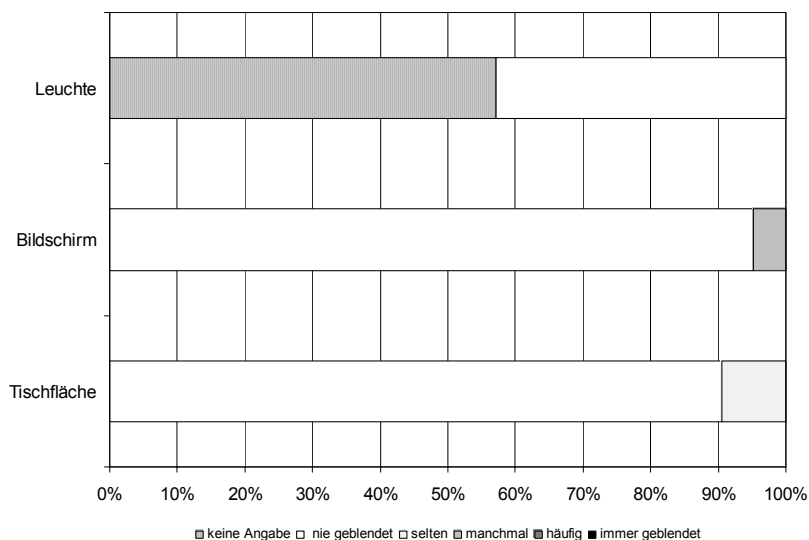
Bitte beantworten Sie als nächstes ein paar Fragen zur **künstlichen Beleuchtung**.

21. Welche Art von **künstlicher Beleuchtung** haben Sie in Ihrem Büro und an ihrem Arbeitsplatz? *(Mehrfachnennung möglich)*

22. **Wie lange** hatten Sie **in den letzten vier Wochen** tagsüber während Ihrer Arbeit das **Kunstlicht** eingeschaltet? *(bitte nur die Zutreffenden ankreuzen)*

		Häufigkeit	Prozent
Deckenleuchte-Zeit	gar nicht	7	38,9
	1-2h	5	27,8
	3-4h	2	11,1
	5-6h	2	11,1
	über 7h	2	11,1
Tischleuchte-Zeit	gar nicht	5	62,5
	1-2h	2	25,0
	3-4h	1	12,5
	5-6h	0	0,0
	über 7h	0	0,0
Stehleuchte-Zeit	gar nicht	1	33,3
	1-2h	0	0,0
	3-4h	0	0,0
	5-6h	1	33,3
	über 7h	1	33,3

23. Wie häufig wurden Sie **in den letzten vier Wochen** durch die **künstliche Beleuchtung** geblendet? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*

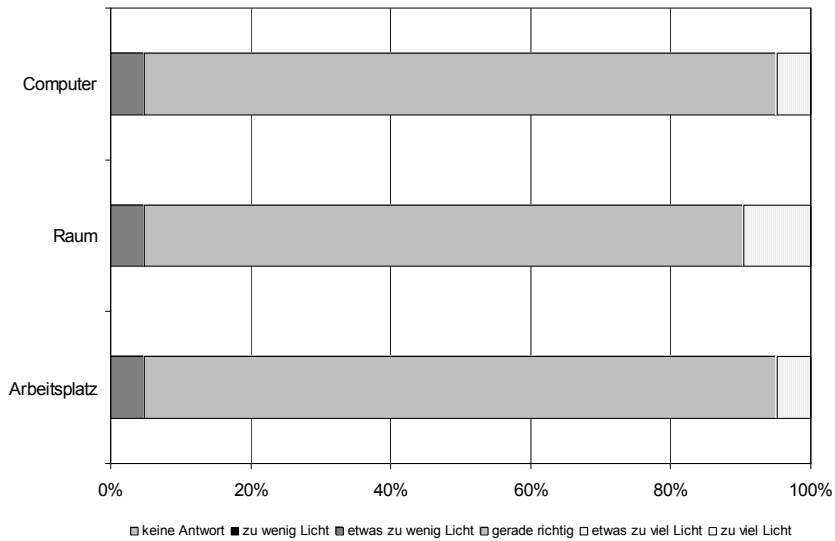


Leuchte (Mittelwert: 0,43; Median: 0,0; SD: 0,50)

Bildschirm (Mittelwert: 1,1; Median: 1,0; SD: 0,43)

Tischfläche (Mittelwert: 1,1; Median: 1,0; SD: 0,30)

24. Insgesamt betrachtet: Wie bewerten Sie **innerhalb der letzten vier Wochen die Beleuchtungssituation** durch Kunstlicht...? *(bitte für jeden Fall ankreuzen)*



Raum (Mittelwert: 3,05; Median: 3,0; SD: 0,38)

Computer (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 0,31)

Arbeitsplatz (Mittelwert: 3,0; Median: 3,0; SD: 0,31)

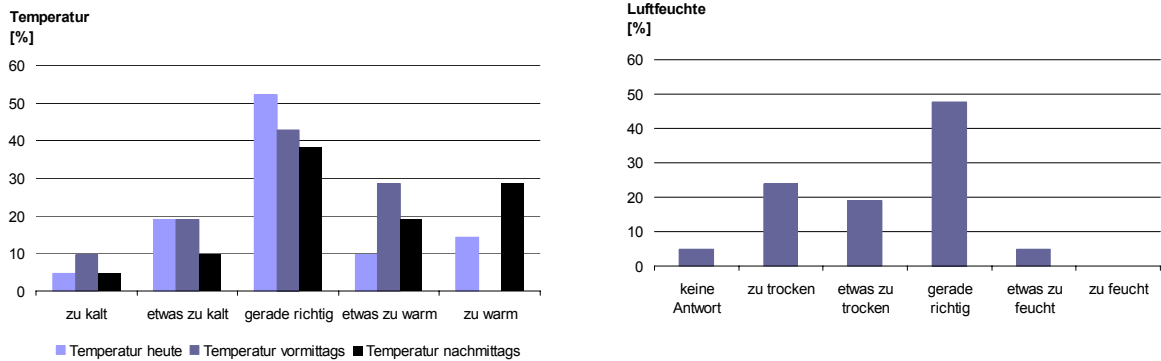
25. Wie beurteilen Sie **ganz allgemein** die Beleuchtung ihres Arbeitsplatzes durch **Kunstlicht**? *(bitte für „mittelmäßig bis sehr schlecht“ den Grund angeben)*

Kunstlicht allgemein (Mittelwert: 1,95; Median: 2,0; SD: 0,8)

Beantworten Sie uns nun bitte ein paar Fragen über die **Temperaturverhältnisse** an ihrem Arbeitsplatz.

26. Wenn Sie an die **letzten 4 Wochen** zurückdenken: War Ihnen **an Ihrem Arbeitsplatz ...?**

27. War Ihnen die **Luft in Ihrem Raum** in den vergangenen vier Wochen...?



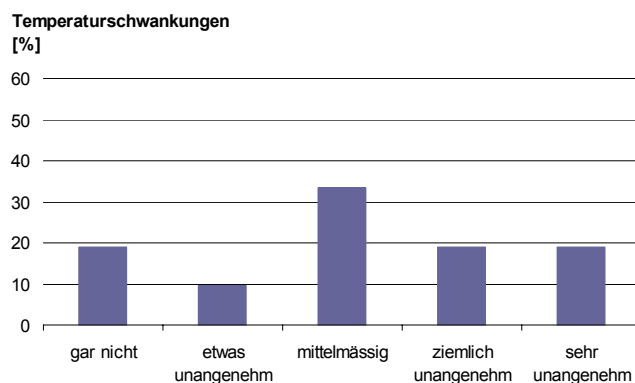
Temperatur heute (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 1,04)

Temperatur Vormittag (Mittelwert: 2,9; Median: 3,0; SD: 0,94)

Temperatur Nachmittag (Mittelwert: 3,57; Median: 3,0; SD: 1,16)

Luftfeuchte (Mittelwert: 2,24; Median: 3,0; SD: 1,04)

28. Wie stark empfinden Sie **unangenehme Temperaturschwankungen** bei wechselhaftem Wetter?



Temperaturschwankungen (Mittelwert: 3,1; Median: 3,0; SD: 1,37)

29. Können Sie auf die Temperatur in Ihrem Büro **Einfluss nehmen**?

30. Wie können Sie auf die Temperatur in Ihrem Raum **Einfluss nehmen**?

Lüften: 61,9 %

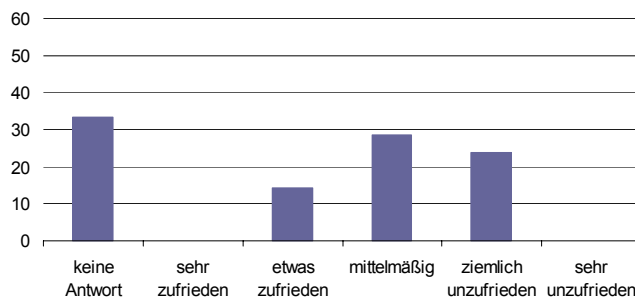
Sonnenschutz betätigen: 61,9 %

31. **Wie oft** haben Sie in den vergangenen 4 Wochen versucht, etwas an der Temperatur in Ihrem Büro zu **verändern**?

		Häufigkeit	Prozent
Einflussnahme Temperatur	keine Antwort	0	0,0
	ja	12	57,1
	nein	3	14,3
	nein gerne Regelungsmöglichkeit	5	23,8
	weiß ich nicht	1	4,8
Einflussnahme- Häufigkeit	keine Antwort	7	33,3
	gar nicht	4	19,0
	~1x/Tag	5	23,8
	~2x/Tag	0	0,0
	~3x/Tag	3	14,3
	4x und öfters	2	9,5

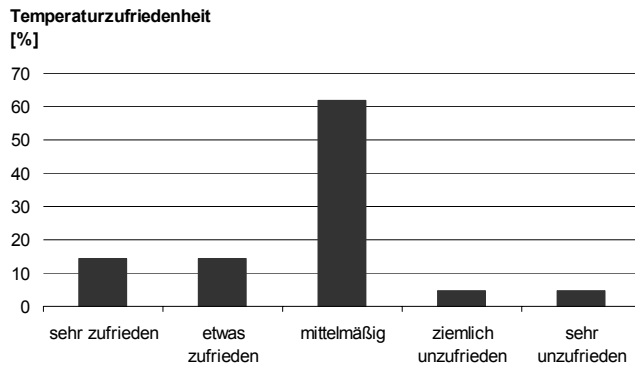
32. Wie zufrieden sind Sie mit der **Wirksamkeit der Temperaturänderung**?

Zufriedenheit mit der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Temperaturänderungen [%]



Zufriedenheit mit Wirksamkeit der Maßnahmen zur Änderung der Temperatur
(Mittelwert: 2,1; Median: 3,0; SD: 1,64)

33. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Temperatur an Ihrem Arbeitsplatz?



Temperaturzufriedenheit insgesamt (Mittelwert: 2,71; Median: 3,0; SD: 0,95)

Im Folgenden geht es um die **Belüftungsmöglichkeit und Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz.

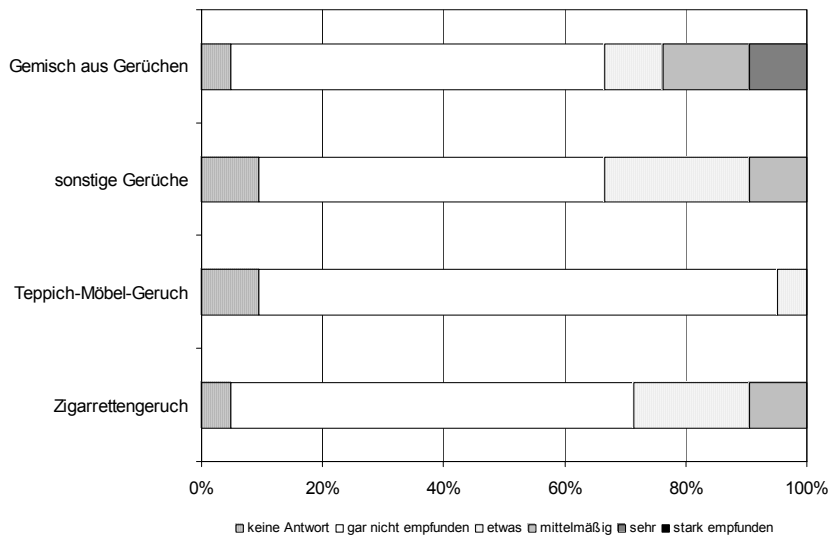
34. Wie empfinden Sie **heute** die **Luftqualität** an Ihrem Arbeitsplatz?

Luftqualität heute (Mittelwert: 2,29; Median: 2,0; SD: 0,933)

35. Haben Sie **in den vergangenen 4 Wochen** störende **Zuglufterscheinungen an ihrem Arbeitsplatz** verspürt?

		Häufigkeit	Prozent
Zugluft	nie	10	47,6
	selten	4	19,0
	manchmal	4	19,0
	häufig	2	9,5
	immer	1	4,8

36. Wie stark empfanden Sie **in den vergangenen vier Wochen** folgende **Gerüche** an ihrem Arbeitsplatz?
(bitte für jeden Fall ankreuzen)



Teppich-Möbel-Geruch (Mittelwert: 0,95; Median: 1,0; SD: 0,37)

Gemisch aus Gerüchen (Mittelwert: 1,62; Median: 1,0; SD: 1,11)

Zigarettengeruch (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0; SD: 0,71)

Sonstige Gerüche (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0; SD: 0,777)

37. Haben Sie eine **Lüftungsanlage** in Ihrem Raum?

Nein, keine Lüftungsanlage / Klimaanlage vorhanden: 38,8 %

Nein, aber ich hätte gerne Lüftungsanlage in meinem Raum: 9,5 %

Ja, Lüftungsanlage mit eigener Regelungsmöglichkeit vorhanden: 0 %

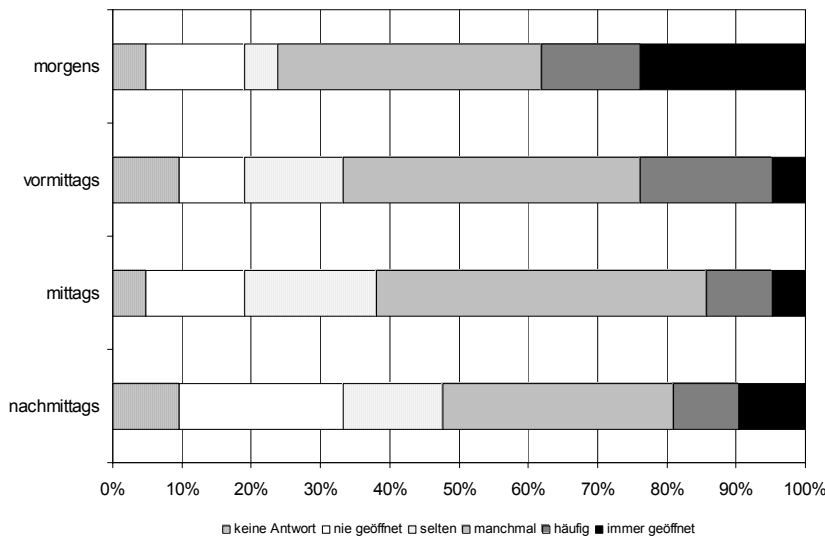
Ja, Lüftungsanlage ohne eigene Regelungsmöglichkeit vorhanden: 52 %

38. Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der **Lüftungsanlage**?

(bitte für mittelmäßig bis sehr unzufrieden den Grund angeben)

Lüftungsanlage (Mittelwert: 2,67; Median: 4,0; SD: 1,425)

39. Wann standen in den vergangenen vier Wochen in ihrem Raum das/ die Fenster in der Regel offen?
(Mehrfachauswahl möglich)



Morgens (Mittelwert: 3,14; Median: 3,0; SD: 1,49)

Vormittags (Mittelwert: 2,67; Median: 3,0; SD: 1,31)

Mittags (Mittelwert: 2,57; Median: 3,0; SD: 1,165)

Nachmittags (Mittelwert: 2,38; Median: 3,0; SD: 1,46)

40. Wann hatten Sie in den letzten vier Wochen das Fenster hauptsächlich geöffnet?

	Häufigkeit	Prozent
offen wenn warm	13	61,9
offen wenn Luft verbraucht	7	33,3
offen sonstiges	10	47,6

41. Wenn Sie die Fenster in den letzten vier Wochen geöffnet hatten, dann meistens...

	Häufigkeit	Prozent
auf Kippstellung	21	100
ganz	0	0
mal so mal so	0	0

42. Steht die Tür Ihres Büroraumes (zum Flur hin) offen, wenn Sie den Raum benutzen?

	Häufigkeit	Prozent
Tür offen		
nie	3	14,3
1-2h	1	4,8
3-4h	2	9,5
5-6h	4	19,0
mehr als 7h	11	52,4

43. Steht die **Tür Ihres Büroraumes** (zum Flur hin) **nachts** offen?

Die Türen müssen nachts geschlossen sein.

44. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der **Luftqualität** Ihres Büros?

(bitte den Grund für „mittelmäßig bis sehr unzufrieden“ angeben)

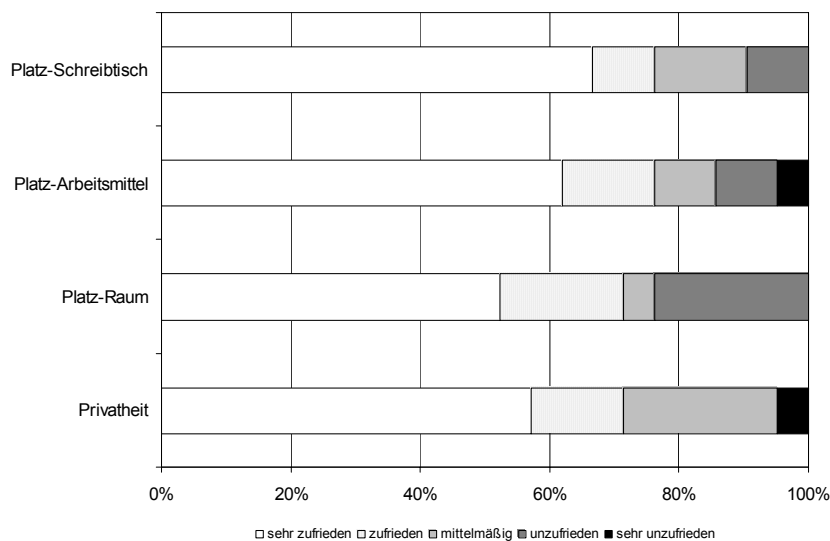
Luftqualität gesamt (Mittelwert: 2,48; Median: 2,0; SD: 1,123)

Die nachfolgenden Fragen befassen sich mit der **Möblierung und Gestaltung** Ihres Büros.

45. Arbeiten Sie in einem...?

Anzahl der Personen im Raum	Häufigkeit	Prozent
Einzelbüro	15	71,4
2 Personenbüro	5	23,8
Gruppenbüro	1	4,8

46. **Wie zufrieden** sind Sie mit dem **Platz, ...**



Platz auf dem Schreibtisch (Mittelwert: 1,67; Median: 1,0; SD: 1,065)

Platz für Arbeitsmittel (Mittelwert: 1,81; Median: 1,0; SD: 1,25)

Platz im Raum (Mittelwert: 2,00; Median: 1,0; SD: 1,265)

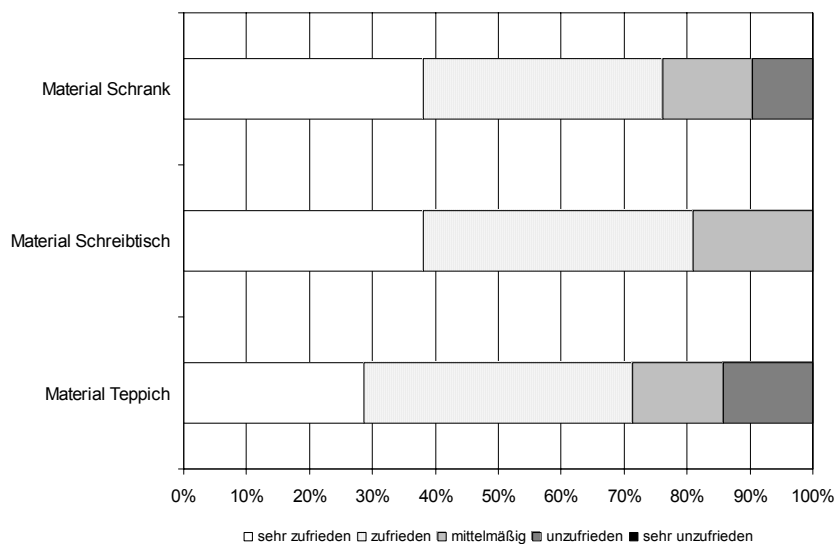
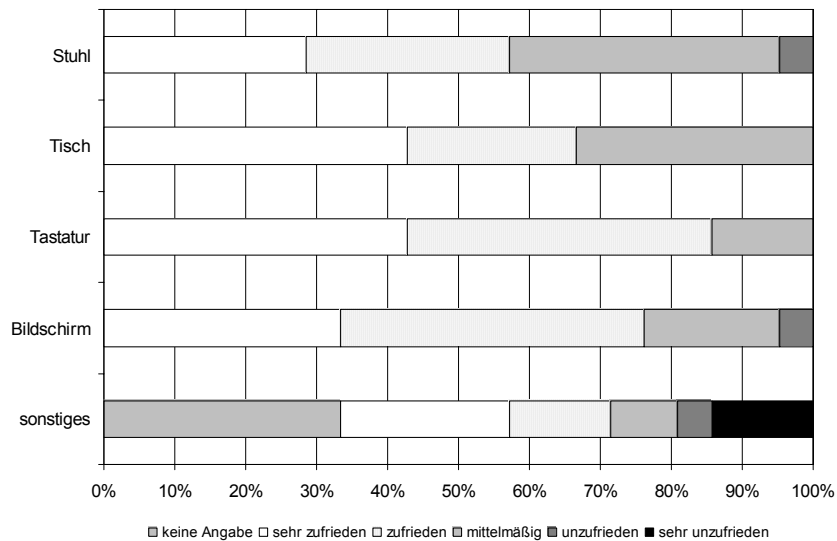
47. Wie zufrieden sind Sie mit dem **Grad an Privatheit** (Einblick von außen oder vom Flur) an ihrem Arbeitsplatz ?

Privatheit (Mittelwert: 1,81; Median: 1,0; SD: 1,123)

48. Arbeiten Sie an einem ...?

Röhren-Bildschirm: 23,8 %

TFT-Flachbildschirm: 76,2 %

49. **Wie zufrieden** sind Sie mit Ihrem/ ihrer Stuhl / Tisch / Tastatur / Bildschirm?50. Wie zufrieden sind Sie mit der **Materialwahl** von/ vom Teppich / Schreibtisch / Schränken?

Stuhl (Mittelwert: 2,19; Median: 2,0; SD: 0,928)

Tisch (Mittelwert: 1,9; Median: 2,0; SD: 0,889)

Tastatur (Mittelwert: 1,71; Median: 2,0; SD: 0,699)

Bildschirm (Mittelwert: 1,95; Median: 2,0; SD: 0,843)

Materialwahl Teppich (Mittelwert: 2,14; Median: 2,0; SD: 1,014)

Materialwahl Schreibtisch (Mittelwert: 1,8; Median: 2,0; SD: 0,731)

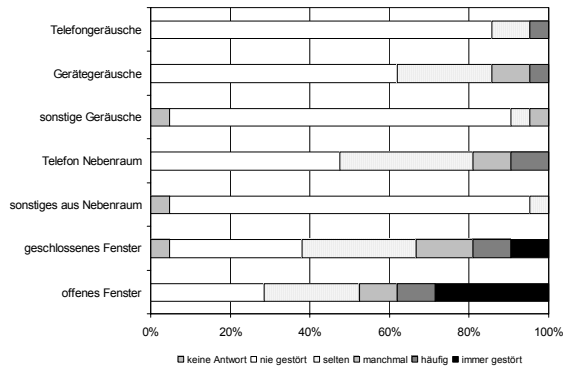
Materialwahl Schrank (Mittelwert: 1,95; Median: 2,0; SD: 0,949)

51. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit der Einrichtung Ihres Büros?

Einrichtung Büro insgesamt (Mittelwert: 1,9; Median: 2,0; SD: 0,831)

Bitte beantworten Sie nun einige Fragen zum Thema **Umgebungsgeräusche**.

52. Fühlten Sie sich an Ihrem Arbeitsplatz **in den letzten 4 Wochen** durch folgende **Geräusche** gestört oder nicht? *(bitte für alle Fälle ankreuzen)*



Gerätegeräusche (Mittelwert: 1,57; Median: 1,0; SD: 0,87)

Telefongeräusche eigenes Büro (Mittelwert: 1,23; Median: 1,0; SD: 0,683)

Sonstige Geräusche (Mittelwert: 1,09; Median: 1,0; SD: 0,526)

Telefongeräusche Nebenräumen (Mittelwert: 1,8; Median: 2,0; SD: 0,957)

Geräusche geöffnetes Fenster (Mittelwert: 2,86; Median: 2,0; SD: 1,04)

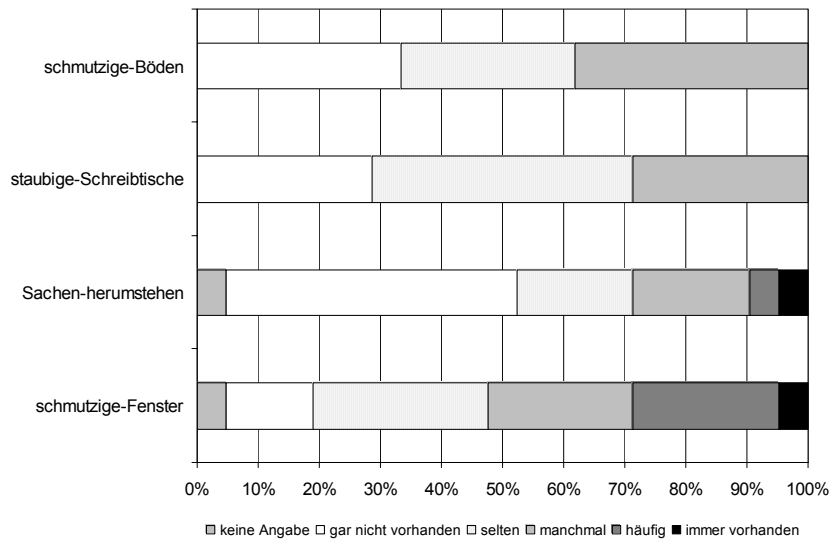
Geräusche geschlossenes Fenster (Mittelwert: 2,19; Median: 2,0; SD: 1,65)

53. Wie zufrieden sind Sie **insgesamt** mit dem Geräuschpegel in Ihrem Büro?

Geräusche insgesamt (Mittelwert: 2,1; Median: 2,0; SD: 1,04)

Im Folgenden finden Sie Fragen zum Thema **Dienstleistungen** im Gebäude.

54. Wie häufig treffen folgenden Angaben auf Ihr Büro zu? *(bitte alle Fälle ankreuzen)*



Staubige Schreibtische (Mittelwert: 2,0; Median: 2,0; SD: 0,756)

Schmutzige Böden (Mittelwert: 2,05; Median: 2,0; SD: 0,865)

Sachen stehen herum (Mittelwert: 1,86; Median: 1,0; SD: 1,2)

Schmutzige Fenster (Mittelwert: 2,62; Median: 3,0; SD: 1,284)

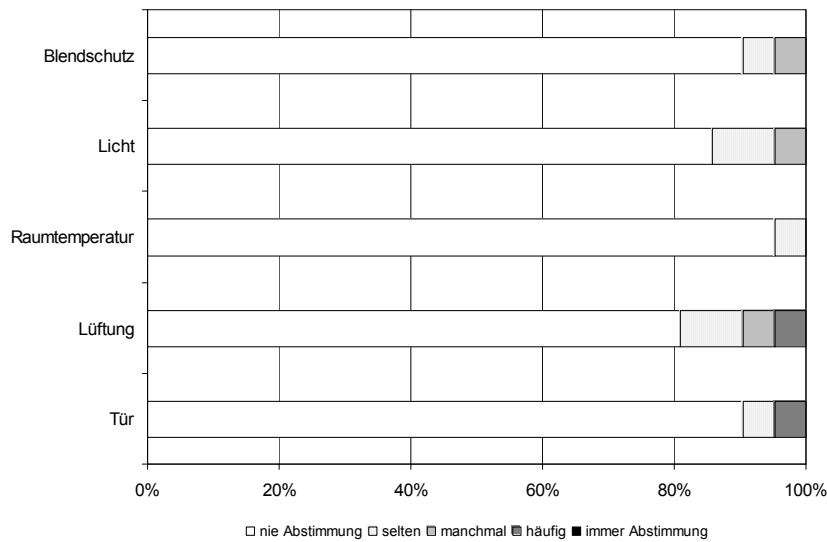
Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 1,9; Median: 2,0; SD: 0,83)

55. Wie zufrieden waren Sie **in den vergangenen vier Wochen insgesamt** mit der **Sauberkeit** in Ihrem Büroraum?

Sauberkeit insgesamt (Mittelwert: 1,9; Median: 2,0; SD: 0,83)

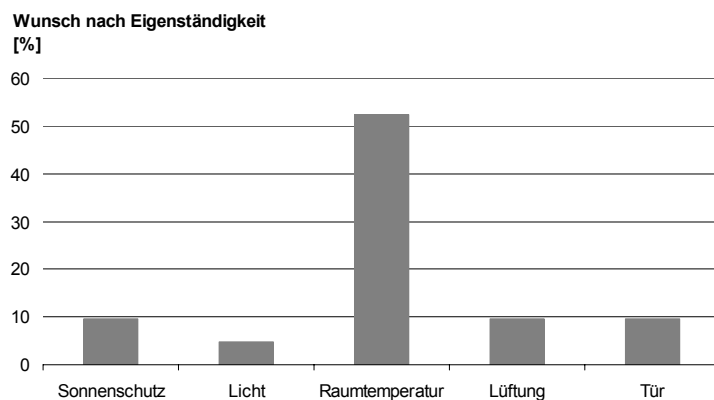
Bitte beantworten Sie uns nun einige Fragen zum Thema **Einflussmöglichkeiten auf die Raumqualität und Wichtigkeit verschiedener Faktoren.**

56. **Wie oft** mussten Sie sich bei folgenden Punkten **in den vergangenen vier Wochen mit Kollegen abstimmen?** *(bitte alle Fälle ankreuzen)*

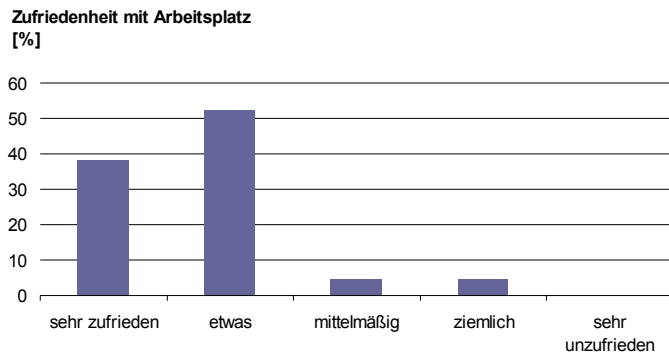


- Tür (Mittelwert: 1,19; Median: 1,0; SD: 0,663)
- Lüftung (Mittelwert: 1,33; Median: 1,0; SD: 0,776)
- Raumtemperatur (Mittelwert: 1,04; Median: 1,0; SD: 0,213)
- Licht (Mittelwert: 1,19; Median: 1,0; SD: 0,499)
- Blendschutz (Mittelwert: 1,14; Median: 1,0; SD: 0,466)

57. Bei welchen der folgenden Punkte wünschen Sie sich **mehr Eigenständigkeit?** *(Mehrfachauswahl möglich)*



58. Wie zufrieden sind Sie alles in allem mit Ihrem **Arbeitsplatz** (einschließlich Architektur, räumlichen Gegebenheiten, Ausstattung etc...)?



Zufriedenheit mit Arbeitsplatz (Mittelwert: 1,76; Median: 2,0; SD: 0,768)

59. **Was würden Sie**, wenn Sie die Möglichkeit hätten, momentan am ehesten an Ihrem Arbeitsplatz **verändern**? *(bitte maximal 5 Punkte benennen)*

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
neue, ergonomische Möbel	1	4.8
andere Kühlung	3	14.3
PC-Ausstattung verbessern	3	14.3

60. Haben Sie an Ihrem Arbeitsplatz bzw. in Ihrem Büroraum **eigene Maßnahmen** (z.B. Blendschutz, Ventilator, Tischleuchte) **zur Verbesserung Ihrer Arbeitsbedingungen** vorgenommen?

Maßnahme	Häufigkeit	Prozent
Arbeitsplatzleuchte	2	9.5
Ventilator	4	19.0

Zum Abschluss bitten wir Sie noch um ein paar statistische Angaben.

61. Sind Sie männlich / weiblich?

62. Wie alt sind Sie?

		Häufigkeit	Prozent
Geschlecht	Keine Antwort	1	4,8
	weiblich	5	23,8
	männlich	15	71,4
Alter	Keine Antwort	1	4,8
	bis 25	2	9,5
	26-35	6	28,6
	36-45	8	38,1
	46-55	3	14,3
	über 55	1	4,8

63. **Rauchen** Sie...?

gar nicht: 76,2 %

am Schreibtisch: 4,7 %

in den Pausen: 14,2 %

in meiner Freizeit: 9,5 %

64. Bitte geben Sie Ihre **Kernarbeitszeiten** an?

Im Mittel 9 Stunden

8.3.3 Vergleich Gebäude B und Gebäude W

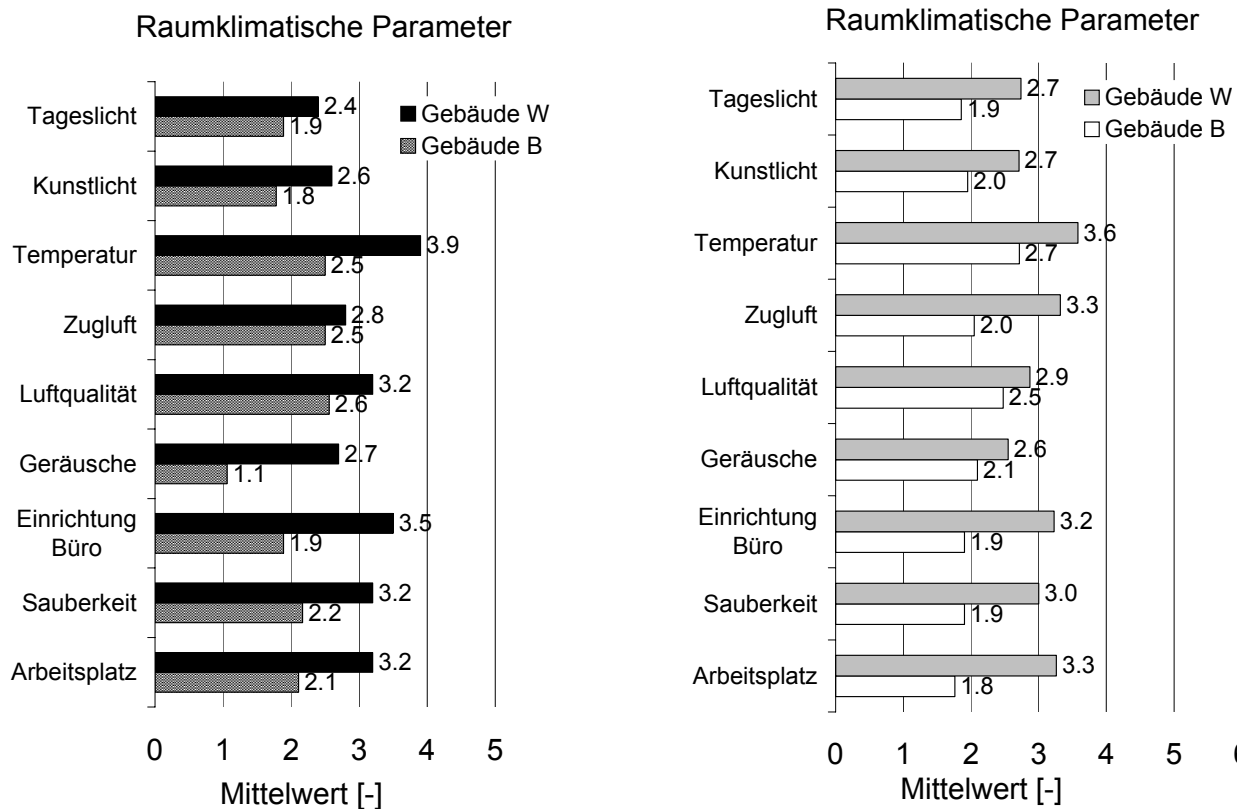


Abb. A7.2.3-1 und A7.2.3-2: Bewertung raumklimatischer Parameter in beiden Gebäuden im Winter (links) und im Sommer (rechts). Angaben Mittelwert. Je geringer der Wert ist, desto zufriedener sind die Nutzer. Der Wert „3“ bildet die Trennlinie zwischen zufrieden und unzufrieden.

Anmerkung: ein weiterer Vergleich zwischen Gebäude B, W und Gebäude 1 (Dresden) findet sich im Anhang zu Kapitel 2.

8.5 Gebäudeanalyse mit Simulationen

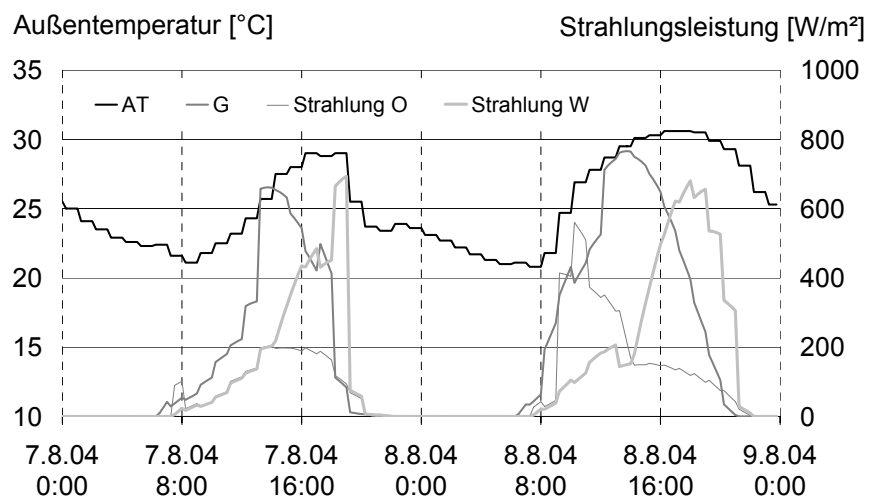
8.5.1 Kalibrierung Simulationsmodell Gebäude W

Tab. A8.5.1-1: Wandaufbauten opake Flächen

	Material	Schichtdicke (m)	λ [W/(mK) ⁻¹]	cp (kJ/m ³ K)	U-Wert [W/(m ² K)]
Decke / Boden	Nadelfilz	0,01	0,07	3	0,64
	Estrich	0,06	1,4	2000	
	PU-Hartschaum	0,04	0,040	70	
	Beton	0,2	2,3	2300	
	Luftraum	0,15			
	OSB	0,01	0,06	1000	
Stütze (zw. F)	STB	0,38	2,3	2300	2,738
	Innenputz	0,01	0,7	1200	
Brüstung / Sturz	Fassadenplatte	0,015	2,5	2600	0,33
	Hinterlüftung	0,1			
	Mineralfaser	0,1	0,040	72	
	STB	0,1	1,4	2000	
	Innenputz	0,01	0,7	1200	
Innenwände z. Flur	Innenputz	0,01	0,7	1200	3,83
	Leichtbeton	0,1	0,7	1000	
	Innenputz	0,01	0,7	1200	
Systemwand	MDF	0,01	0,15	1000	0,426
	Mineralfaser	0,08	0,040	72	
	MDF	0,01	0,15	1000	

Abb. A8.5.1-1:

Wochenende vom 07.08.
bis zum 08.08.2004,
Standort Wuppertal.
Außentemperatur,
Globalstrahlung und
Strahlungsleistung auf die
Fassaden.
Gegenüber einer exakten
Nordausrichtung des
Gebäudes tritt eine
Abweichung von 16° in
Richtung Westen auf.



Tab. A8.5.1-2: Vergleich der Raumlufttemperaturen und der Standardabweichungen in der Simulation und in der Messung an den Wochenenden, Gebäude W.

		Mittlere Temperatur		Differenz	Standardabweichung	
		Simulation	Messung	(Mess – Sim)	Simulation	Messung
		(°C)	(°C)	(K)	(-)	(-)
31.07.-01.08.	Ost	26,1	26,2	-0,1	0,5	0,3
	Flur	25,6	25,3	0,3	0,3	0,4
	West	25,8	26,0	-0,2	0,4	0,7
07.08.-08.08	Ost	27,5	27,8	-0,3	0,3	0,6
	Flur	27,1	26,9	0,2	0,2	0,6
	West	28,0	27,6	0,4	0,7	1,0
14.08.-15.08.	Ost	25,4	25,4	0,0	0,2	0,2
	Flur	25,3	25,5	-0,2	0,2	0,2
	West	25,6	25,4	0,2	0,4	0,7
21.08.-22.08	Ost	23,8	23,9	-0,1	0,2	0,5
	Flur	23,7	24,1	-0,4	0,2	0,3
	West	23,6	23,8	-0,3	0,3	0,6

Abb. A8.5.1-2: Arbeitswoche vom 23.08 bis zum 26.08.2004 (am 27.08. endeten die Messungen), Gebäude W. Ostbüro: Luftaustausch mit Gang: 3,5 1/h, Infiltration 0,3 1/h und Lüftung Fenster über LOGID Funktion (bei 30°C 2,7 1/h).

Vergleich Messungen Simulation 23.8. bis 26.8.2004 [°C]

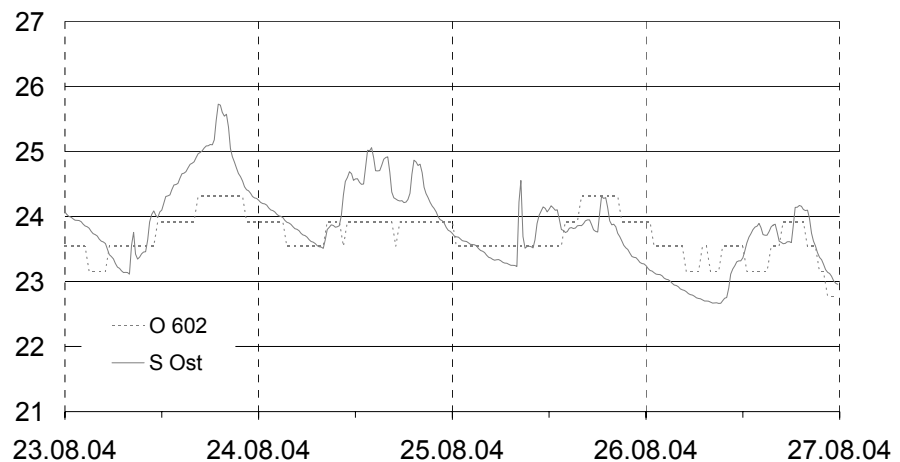
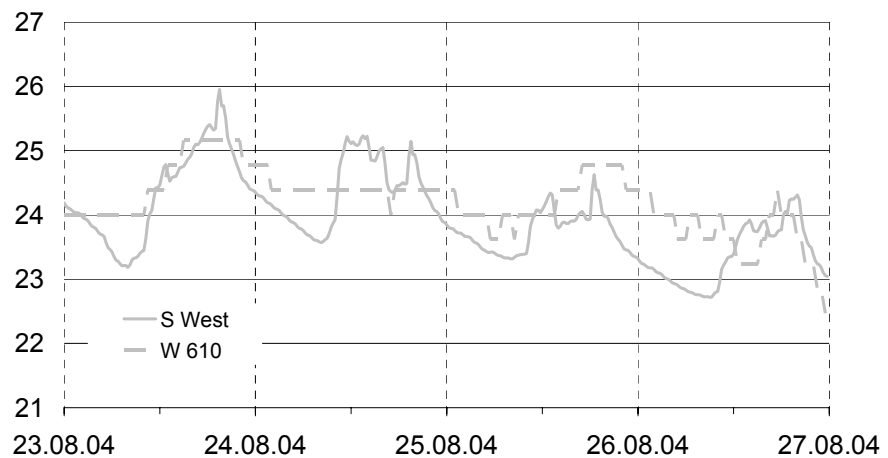


Abb. A8.5.1-3: Arbeitswoche vom 23.08 bis zum 26.08.2004 (am 27.08. endeten die Messungen), Gebäude W. Westbüro: Luftaustausch mit Gang: 3,5 1/h, Infiltration 0,3 1/h und Lüftung Fenster über LOGID Funktion (bei 30°C 2,7 1/h).

Vergleich Messungen Simulation 23.8. bis 26.8.2004 [°C]



Vergleich Messungen Simulation 23.8. bis 26.8.2004
[°C]

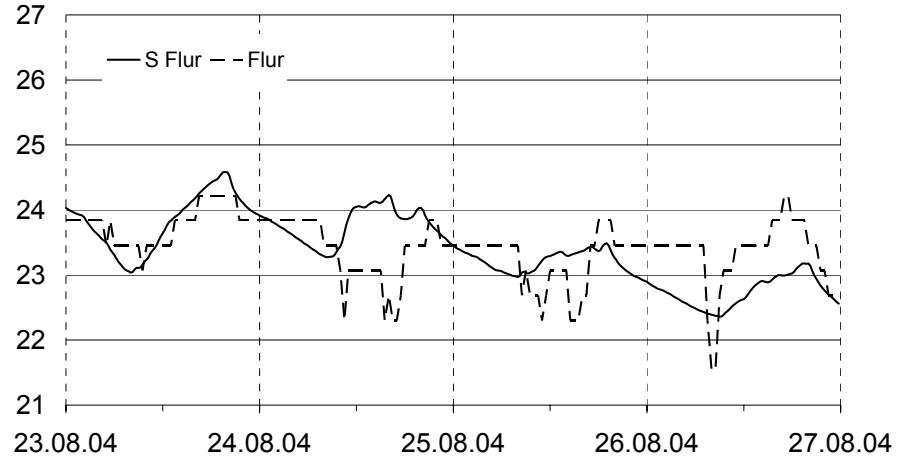


Abb. A8.5.1-4:
Arbeitswoche vom 23.08
bis zum 26.08.2004 (am
27.08. endeten die
Messungen).
Flur, Gebäude W

Außentemperatur [°C] Strahlungsleistung [W/m²]

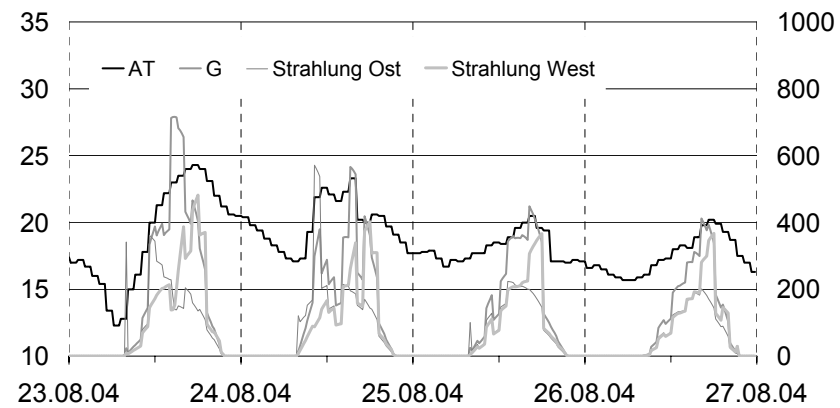


Abb. A8.5.1-5:
Arbeitswoche vom 23.08.
bis zum 26.08.2004 (am
27.08. endeten die
Messungen), Standort
Wuppertal.
Außentemperatur,
Globalstrahlung und
Strahlungsleistung auf die
die Fassaden.
Gegenüber einer exakten
Nordausrichtung des
Gebäudes tritt eine
Abweichung von 16° in
Richtung Westen auf.

Tab. A8.5.1-3: Vergleich der Raumlufttemperaturen und der Standardabweichungen in der Simulation und in der Messung während der Arbeitstage, Gebäude W.

		Mittlere Temperatur		Differenz (Mess – Sim) (K)	Standardabweichung	
		Simulation (°C)	Messung (°C)		Simulation (-)	Messung (-)
02.08.-06.08.	Ost	26,9	27,0	-0,1	1,1	0,7
	Flur	25,8	26,0	-0,2	0,7	0,7
	West	27,0	26,5	0,5	1,3	0,7
09.08.-13.08.	Ost	27,2	26,8	0,4	1,2	0,9
	Flur	26,4	26,2	0,1	0,8	1,1
	West	27,0	26,9	0,1	1,2	1,2
16.08.-20.08.	Ost	25,4	25,3	0,2	0,7	0,6
	Flur	24,7	24,7	0,1	0,5	0,7
	West	25,4	25,3	0,1	0,7	0,6
23.08.-26.08.	Ost	23,9	24,0	-0,2	0,6	0,5
	Flur	23,4	23,4	0,0	0,5	0,5
	West	23,9	23,7	0,2	0,7	0,6

Abb. A8.5.1-6: Beurteilung der gemessenen und simulierten Raumlufttemperaturen gemäß der niederländischen Richtlinie (Stundenwerte). Die Bewertung gilt nur für die Werktage von 8 bis 17 Uhr. Abweichend von der Richtlinie wurde die Raumlufttemperatur und nicht die operative Raumtemperatur verwendet.
 90 % Akzeptanz: Klasse A
 80 % Akzeptanz: Klasse B
 65 % Akzeptanz: Klasse C

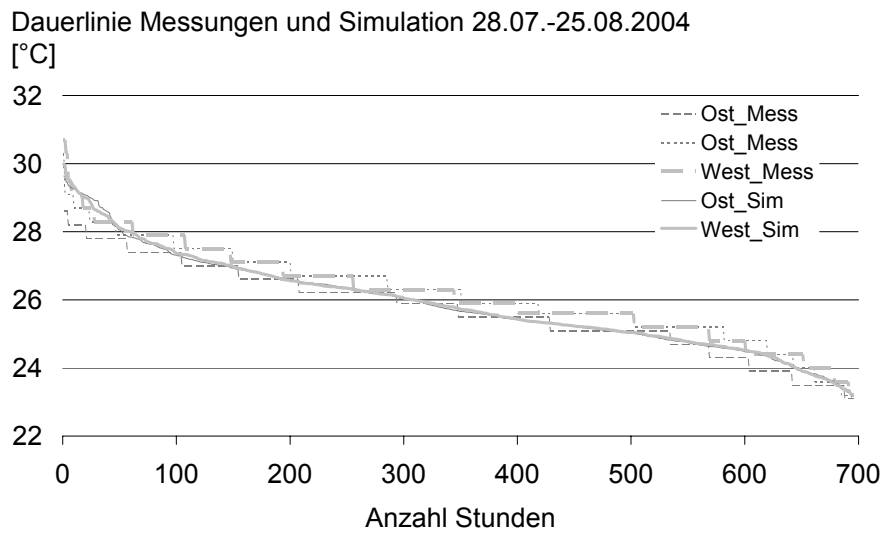
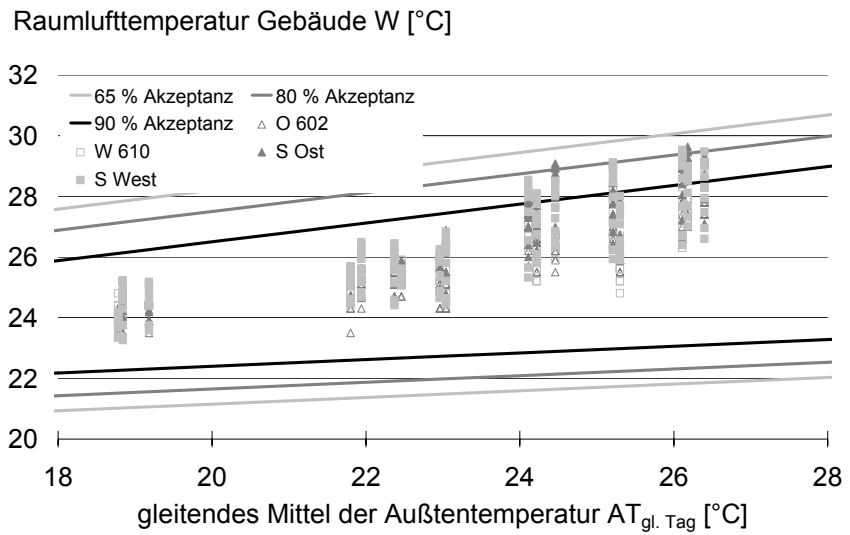


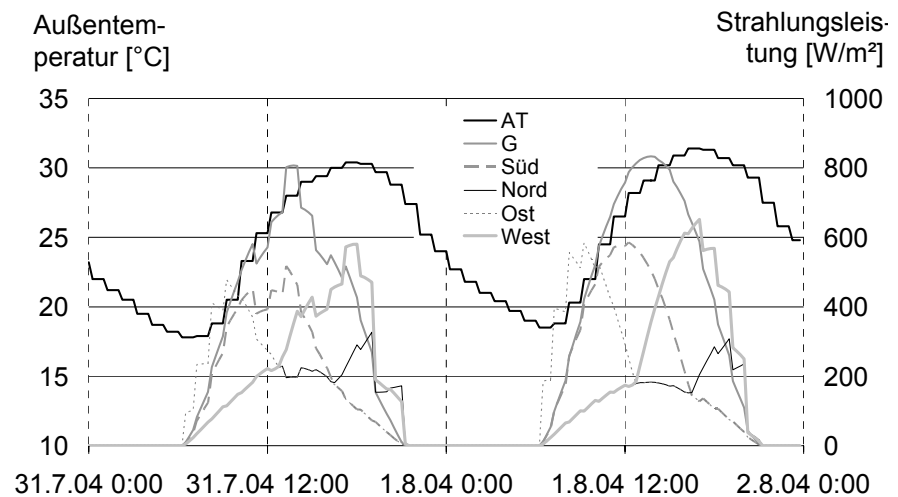
Abb. A8.5.1-7: Dauerlinie für Messungen und Simulation vom 28.07. bis zum 25.08.2004 (inkl. Wochenenden), Gebäude W.

8.5.2 Kalibrierung Simulationsmodell Gebäude B

Tab. A8.5.2-1: Wandaufbauten opake Flächen

	Schichtdicke (cm)	Material	λ [W/(mK) ⁻¹]	c_p (kJ/m ³ K)	U-Wert [W/(m ² K)]
Decke / Fußboden	1,0	Parkett	0,2	800	0,69
	4,0	Zementestrich	1,4	2000	
	16,0	Stahlbeton	1,3	1800	
	15,0	Luftraum	-	-	
	1,0	Poröse Faserplatte	0,05	300	
	2,0	Kork	0,044	180	
Stütze (zw. F)	61,0	STB	2,5	2400	1,47
	1,0	Innenputz	0,7	1200	
Brüstung / Sturz	0,1	Aluminium	200	2160	0,29
	6,0	Mineralfaser	0,040	72	
	2,0	Grundputz	0,7	1200	
	15,0	Leichtbeton	1,3	1800	
	4,0	Kork	0,044	180	
	6,0	Gasebetonsteine	0,24	700	
Innenwände	1,0	Innenputz	0,7	1200	1,6
	0,5	Innenputz	0,7	1200	
	10,0	Leichtbeton	0,7	1000	
	0,5	Innenputz	0,7	1200	

Abb. A8.5.2-1:
 Wochenende vom 31.07.
 bis zum 01.08.2004.
 Standort Basel, CH.
 Außentemperatur,
 Globalstrahlung und
 Strahlungsleistung auf die
 die Fassaden.
 Gegenüber einer exakten
 Nordausrichtung des
 Gebäudes tritt eine
 Abweichung von 28° in
 Richtung Westen auf.



Tab. A8.5.2-2: Vergleich der Raumlufttemperaturen und der Standardabweichungen in der Simulation und in der Messung an den Wochenenden stellvertretend für das Ost und Westbüro, Gebäude B.

		Mittlere Temperatur		Differenz (Mess – Sim) (K)	Standardabweichung	
		Simulation (°C)	Messung (°C)		Simulation (-)	Messung (-)
10.07.-11.07.	Ost	22,1	22,1	0,0	0,4	1,1
	Flur	23,0	23,4	0,4	0,3	0,3
	West	22,3	22,8	0,6	0,4	0,5
17.07.-18.07.	Ost	23,8	23,6	-0,2	0,6	0,8
	Flur	23,4	24,1	0,7	0,2	0,2
	West	23,6	23,3	-0,3	0,4	0,6
24.07.25.07.	Ost	24,0	23,7	-0,3	0,3	0,4
	Flur	24,2	24,9	0,6	0,2	0,3
	West	23,1	23,0	-0,1	0,4	0,7
31.07.-01.08.	Ost	24,2	23,4	-0,8	0,5	0,4
	Flur	24,0	24,7	0,6	0,4	0,1
	West	23,3	23,3	0,0	0,5	0,8
07.08.-08.08.	Ost	24,0	23,8	-0,1	0,4	0,6
	Flur	24,4	24,9	0,5	0,2	0,2
	West	23,1	23,1	-0,1	0,4	1,0

Vergleich Messungen Simulation 9.8. bis 13.8.2004
[°C]

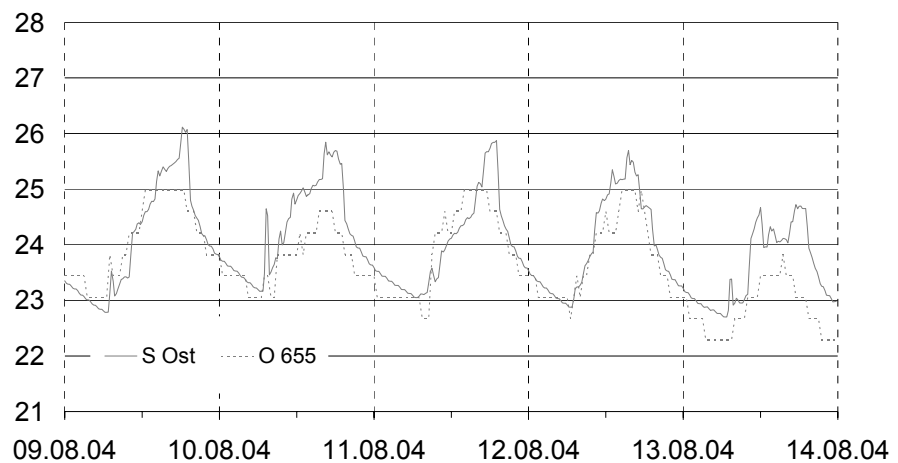


Abb. A8.5.2-2: Woche vom 08.08 bis zum 13.08. 2004, Gebäude B.
Ostbüro:
Zulufttemperatur 16°C,
Luftwechsel 3 1/h,
Frischluftanteil 30 %

Vergleich Messungen Simulation 9.8. bis 13.8.2004
[°C]

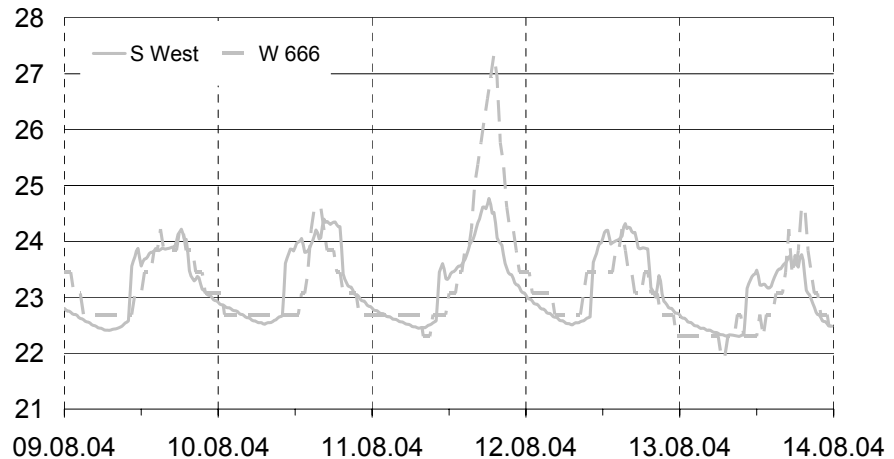


Abb. A8.5.2-3: Woche vom 08.08 bis zum 13.08. 2004, Gebäude B
Westbüro:
Zulufttemperatur 15°C,
Luftwechsel 4 1/h,
Frischluftanteil 30 %

Vergleich Messungen Simulation 9.8. bis 13.8.2004
[°C]

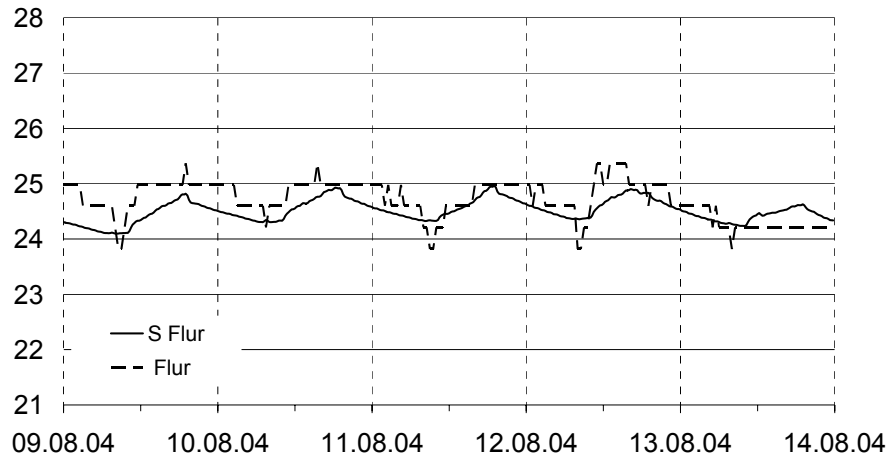


Abb. A8.5.2-4: Woche vom 08.08 bis zum 13.08. 2004, Gebäude B. Flur: Luftwechsel 0,8 1/h

Außentemperatur [°C] Strahlungsleistung [W/m²]

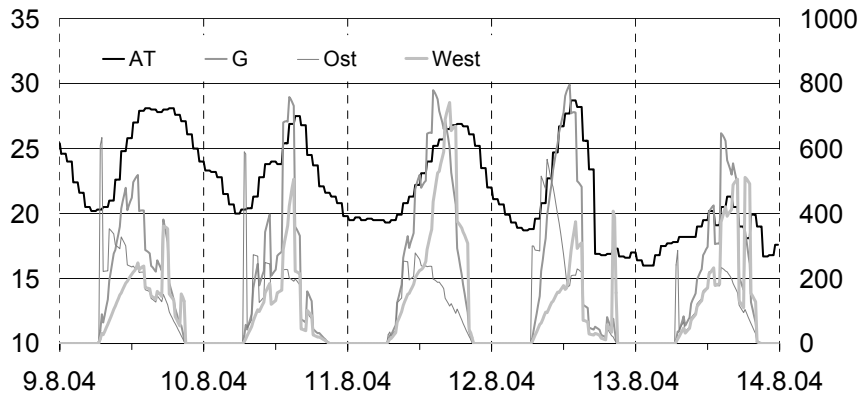
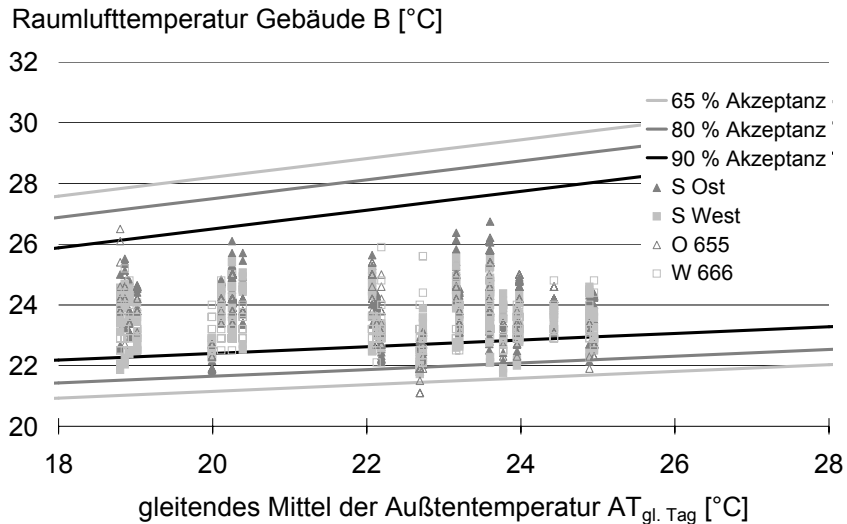


Abb. A8.5.2-5: Arbeitswoche vom 09.08. bis zum 13.08.2004. Standort Basel, CH. Außentemperatur, Globalstrahlung und Strahlungsleistung auf die die Fassaden. Gegenüber einer exakten Nordausrichtung des Gebäudes tritt eine Abweichung von 28° in Richtung Westen auf.

Tab. A8.5.2-3: Vergleich der Raumlufttemperaturen und der Standardabweichungen in der Simulation und in der Messung während der Arbeitstage, Gebäude B.

		Mittlere Temperatur		Differenz (Mess-Sim) (K)	Standardabweichung		
		Simulation (°C)	Messung (°C)		Simulation (-)	Messung (-)	
12.07.-16.07.	Ost		22,7	22,5	-0,2	1,0	1,1
	Flur		23,3	23,4	0,1	0,4	0,4
	West		23,4	23,4	0,1	1,2	1,3
19.07.-23.07.	Ost		24,1	24,0	-0,1	1,1	0,7
	Flur		24,3	24,8	0,5	0,6	0,5
	West		23,7	23,5	-0,2	1,1	1,1
26.07.-30.07.	Ost		23,0	23,0	0,0	1,0	0,6
	Flur		23,9	24,2	0,2	0,3	0,5
	West		23,2	23,2	0,0	1,0	0,7
02.08.-06.08.	Ost		24,4	24,6	0,2	1,0	0,7
	Flur		24,8	25,2	0,4	0,4	0,4
	West		23,6	23,4	-0,2	1,1	0,8
09.08.-13.08.	Ost		24,1	23,9	-0,2	0,9	0,7
	Flur		24,6	24,7	0,1	0,3	0,4
	West		23,3	23,0	-0,3	1,0	0,8

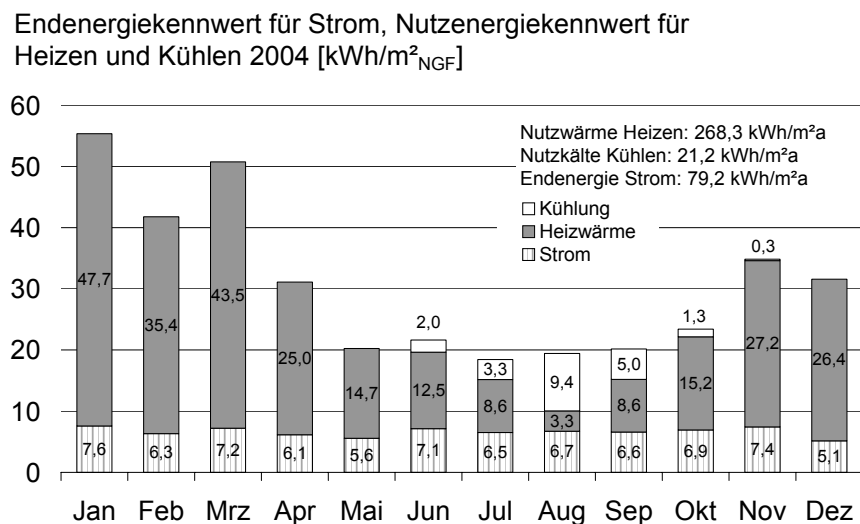
Abb. A8.5.2-6:
 Beurteilung der gemessenen und simulierten Raumtemperaturen gemäß der niederländischen Richtlinie, Gebäude B. Die Bewertung gilt nur für die Werktage von 8 bis 18 Uhr. Abweichend von der Richtlinie wurde die Raumlufttemperatur und nicht die operative Raumtemperatur verwendet.
 90 % Akzeptanz: Klasse A
 80 % Akzeptanz: Klasse B
 65 % Akzeptanz: Klasse C



Info A8.5.2-1: Warum wurde kein Vergleich zwischen Verbrauch Anlage und Simulation durchgeführt?

- Simuliert werden Einzelräume des Gebäudes mit unterschiedlichen Orientierungen, die Nutzung ist immer eine Büronutzung. Der gemessene Energieverbrauch für Kühlung gilt für das gesamte Gebäude mit Büros, Empfang etc.
- Es ist weder genau bekannt, wie viel Kälte die Anlage tatsächlich in die unterschiedlichen Gebäudezonen „liefert“, noch die "Verluste" (z. B. über die Leitungen im Gebäude) der Anlage.
- Die Flächenberechnung wurde nach den Plänen erstellt, das Verhältnis von tatsächlich gekühlter Fläche zu angenommen gekühlter Fläche ist nicht genau bekannt. Hier liegt bei einem Hochhaus ein großer Unsicherheitsfaktor.
- Die oberen Stockwerke weisen eine höhere Kühllast als die unteren. Der Mittelwert, der zur Verfügung steht, gibt keinen Hinweis darauf, wie groß die Unterschiede zwischen den Stockwerken tatsächlich sind.
- Der errechnete Energiebedarf für Kühlung im Westraum liegt im August bei 5 kWh/m², der gemessene Wert liegt bei 9.4 kWh/m² (siehe Abb. 28). Die Differenz lässt sich durch die Leitungsverluste und die nicht bekannten „mitgekühlten“ Flächen erklären.

Abb. A8.5.2-7:
 Aufgezeichnete Endenergieverbräuche für Kühlung, Heizung und Strom für das Jahr 2004 im Gebäude B.
 Quelle Aufzeichnungen: Syngenta, Basel



Literatur zu Anhang 8

- [DIN EN 13779:2005-05] *Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen.* Berlin: Beuth Verlag.
- [SIA V382/1, 1992] *Technische Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen.* Zürich (CH): Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- [Blümel et al., 2002] Blümel, E.; C. Fink; R. Kouba. 2002. *Passive Kühlkonzepte für Büro- und Verwaltungsgebäude.* Gleisdorf: Aee INTEC - Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie.
- [Eicker et al.] Eicker, A.; A. Niewianda; J. Clemens. *Sombrero - Schattenberechnung.* Vers. 3.1.
- [Hennings, 2000] Hennings, D. 2000. *LEE - Leitfaden Elektrische Energie.* Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.
- [Knissel, 2002] Knissel, J. 2002. *Energieeffiziente Bürogebäude mit reduzierten internen Wärmequellen und Wärmeschutz auf Passivhausniveau.* Technische Universität.
- [Koschenz et al., 2000] Koschenz, M.; B. Lehmann. 2000. *Thermoaktive Bauteilsysteme tabs.* Dübendorf (CH): Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA.
- [Pistohl, 1998] Pistohl, W. 1998. *Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele.* 2. Auflage. Düsseldorf: Werner Verlag.
- [Voss et al., 2006] Voss, K., et al. 2006. *Bürogebäude mit Zukunft.* 2. Auflage. Berlin: Verlag Solarpraxis.
- [Zimmermann, 2003] Zimmermann, M. 2003. *Handbuch der passiven Kühlung.* Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Anhang zu Kapitel 9

9.1 Sanierungsstudie Gebäude W

9.1.2 Sanierungskonzept

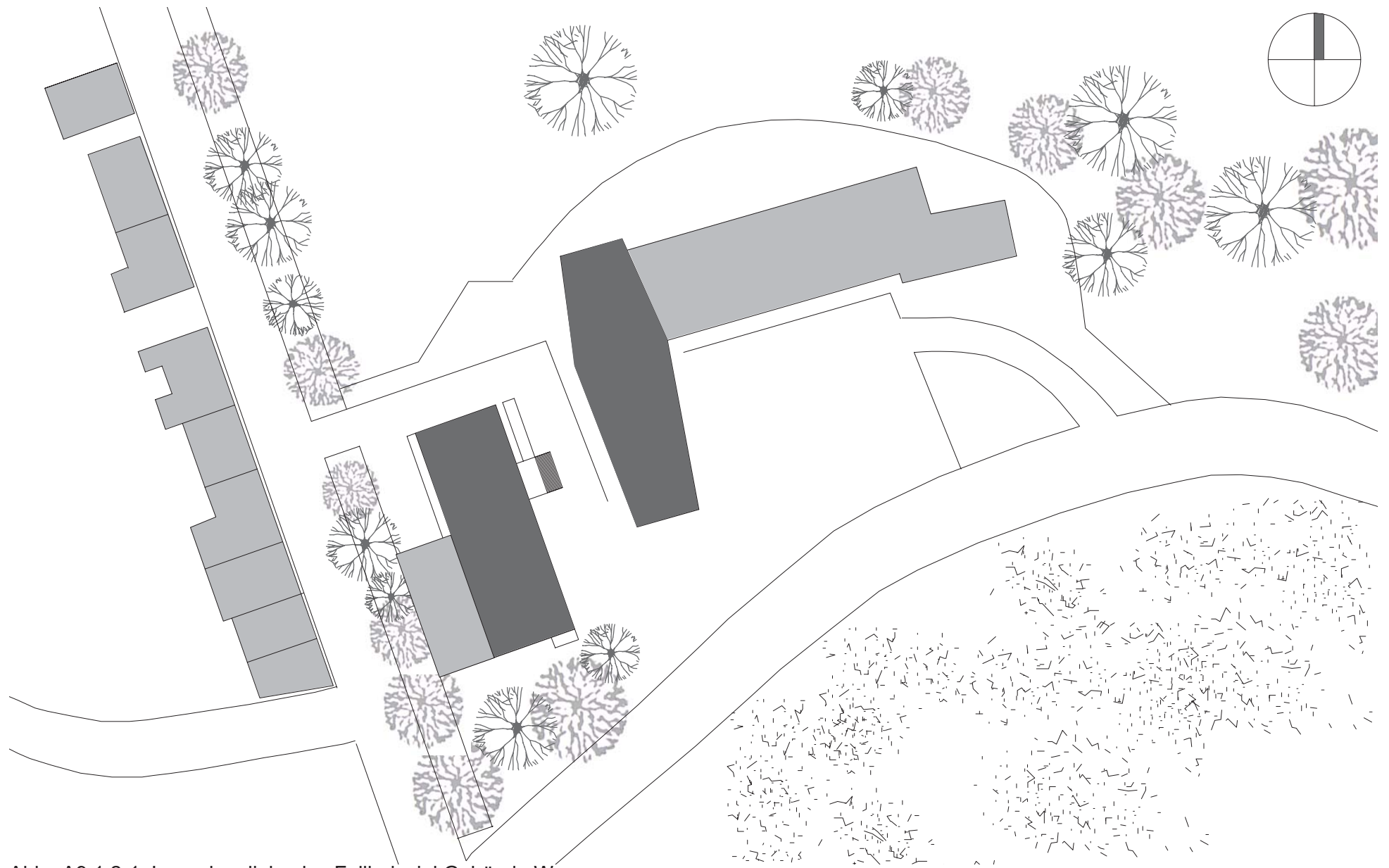


Abb. A9.1.2-1: Lageplan, links das Fallbeispiel Gebäude W

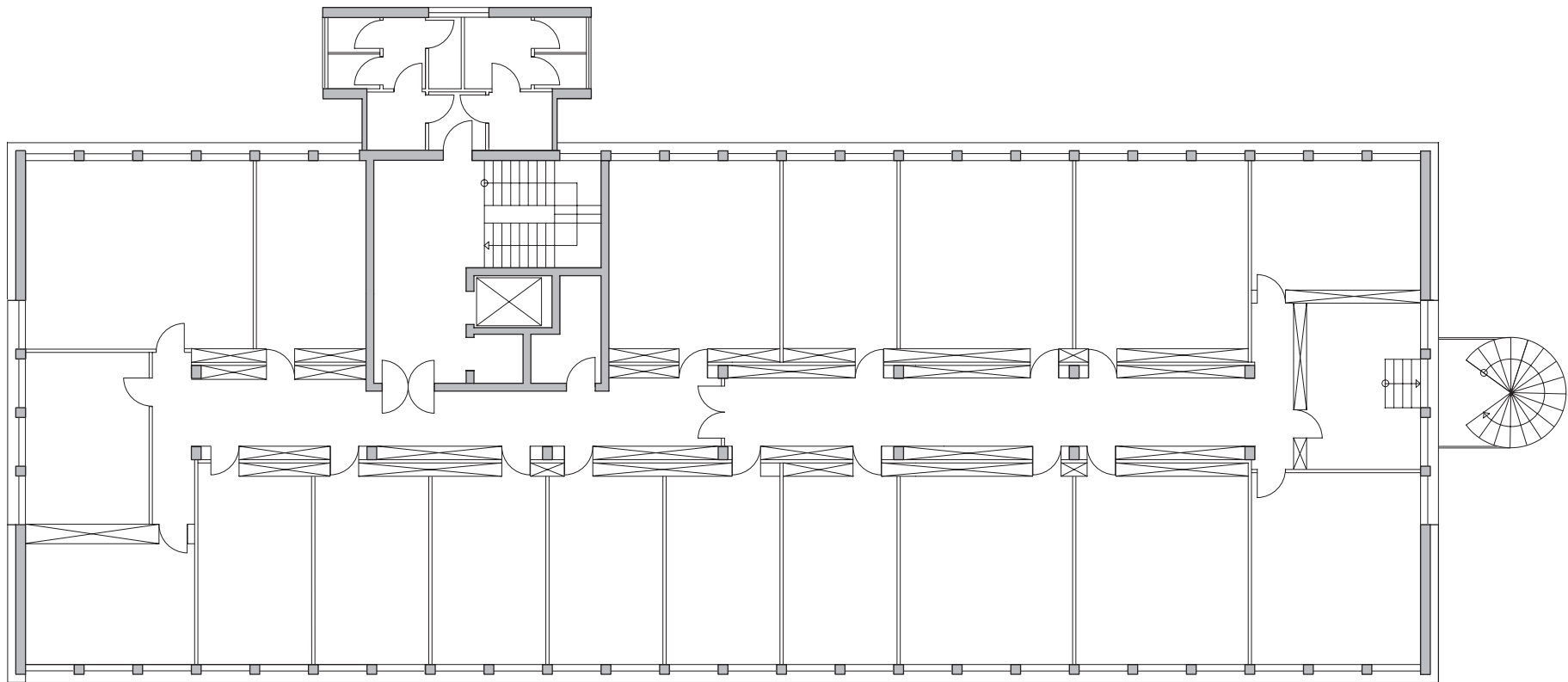


Abb. A9.1.2-2: Grundriß Bestand,
Maßstabsbalken entspricht 3 m

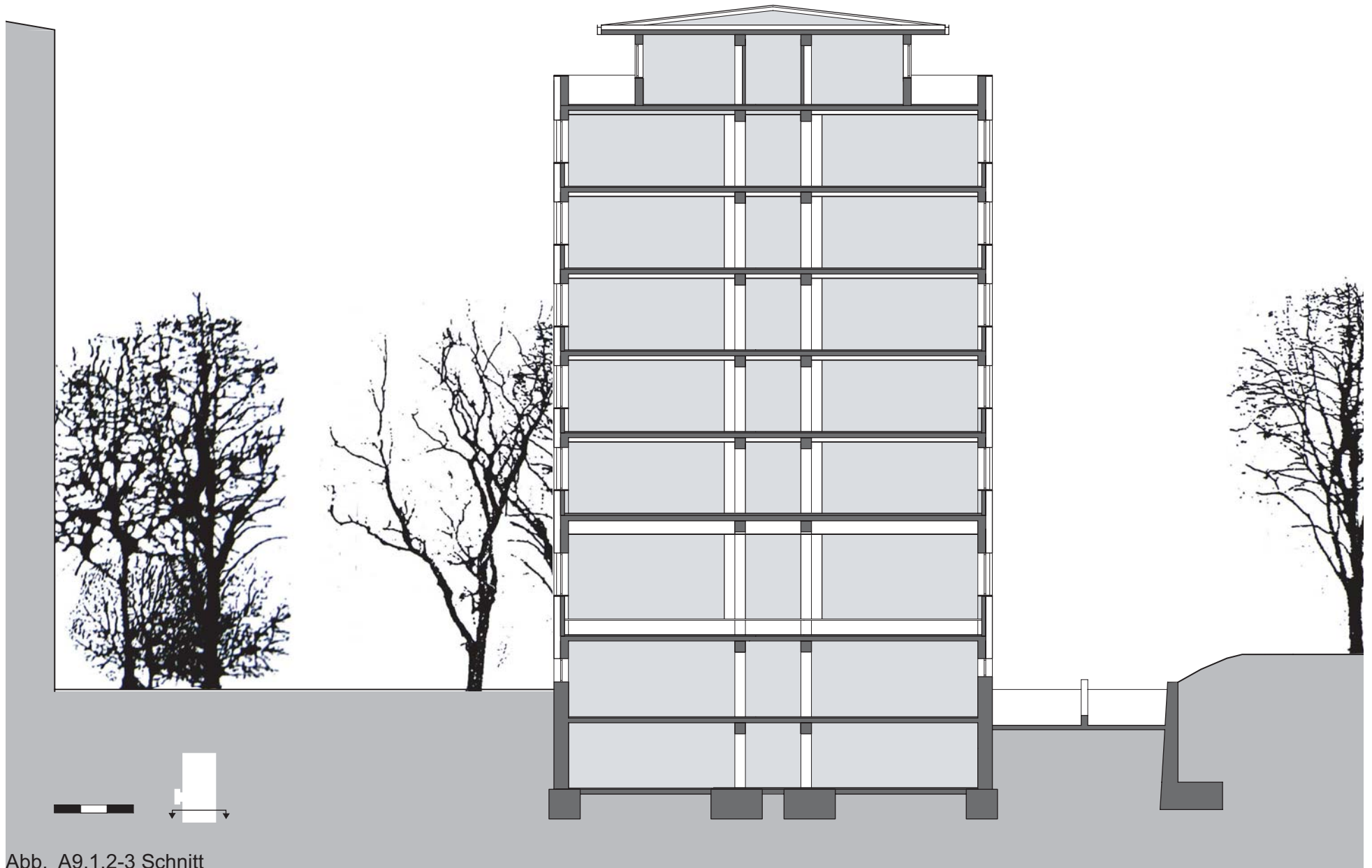


Abb. A9.1.2-3 Schnitt

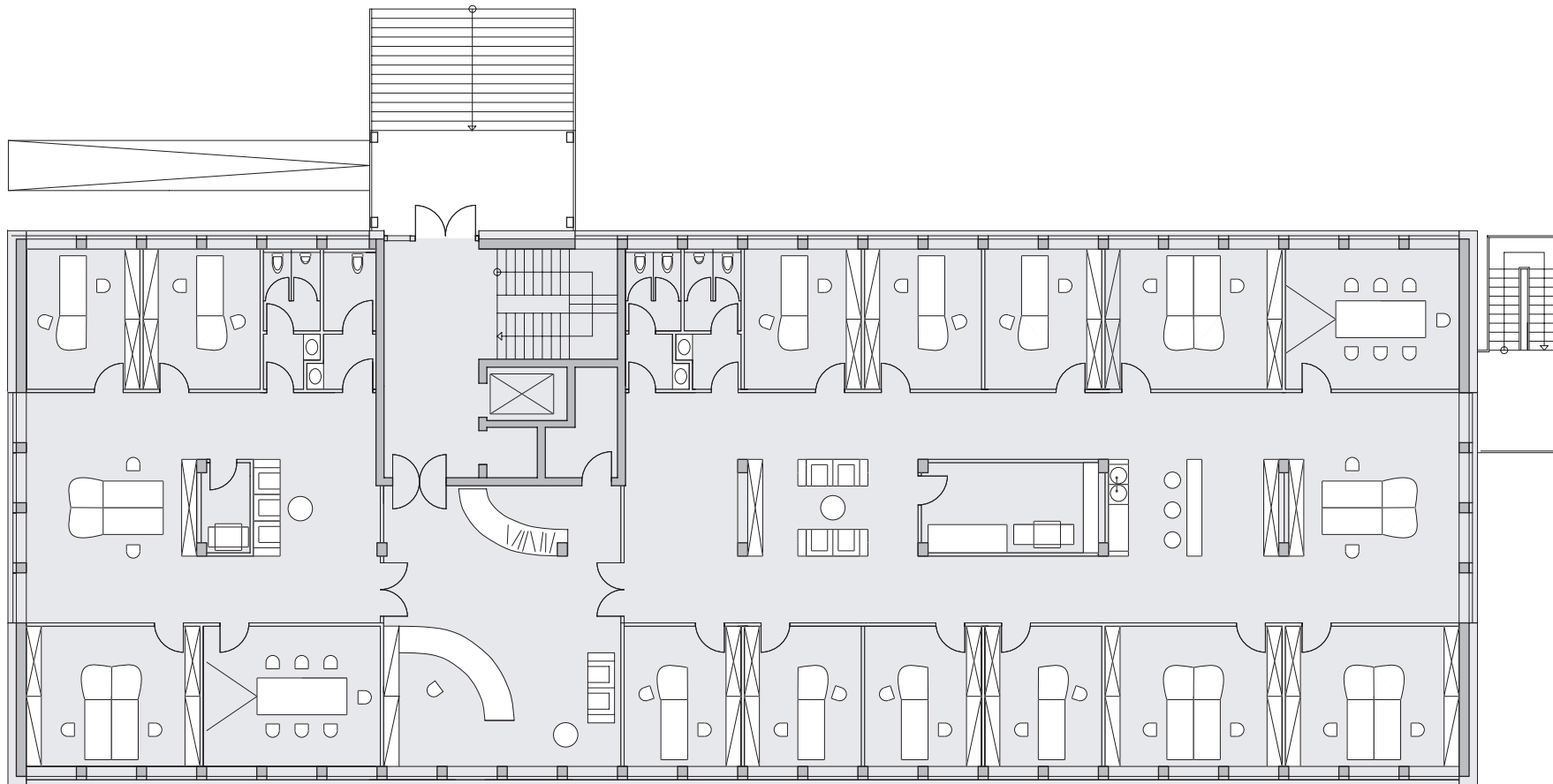


Abb. A9.1.2-4: Grundriß EG (Sanierungsstudie),
Maßstabsbalken entspricht 3 m

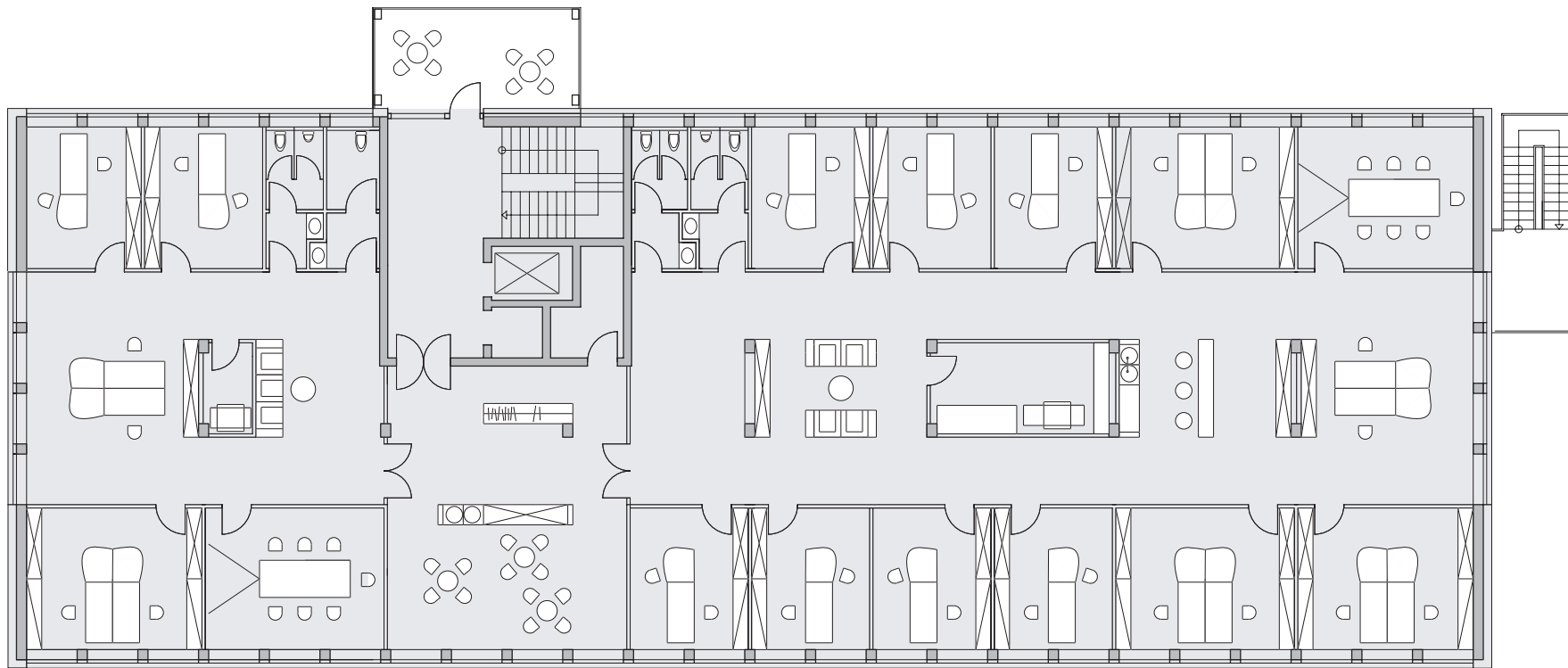


Abb. A9.1.2-5: Regelgrundriß (Sanierungsstudie),
Maßstabsbalken entspricht 3 m

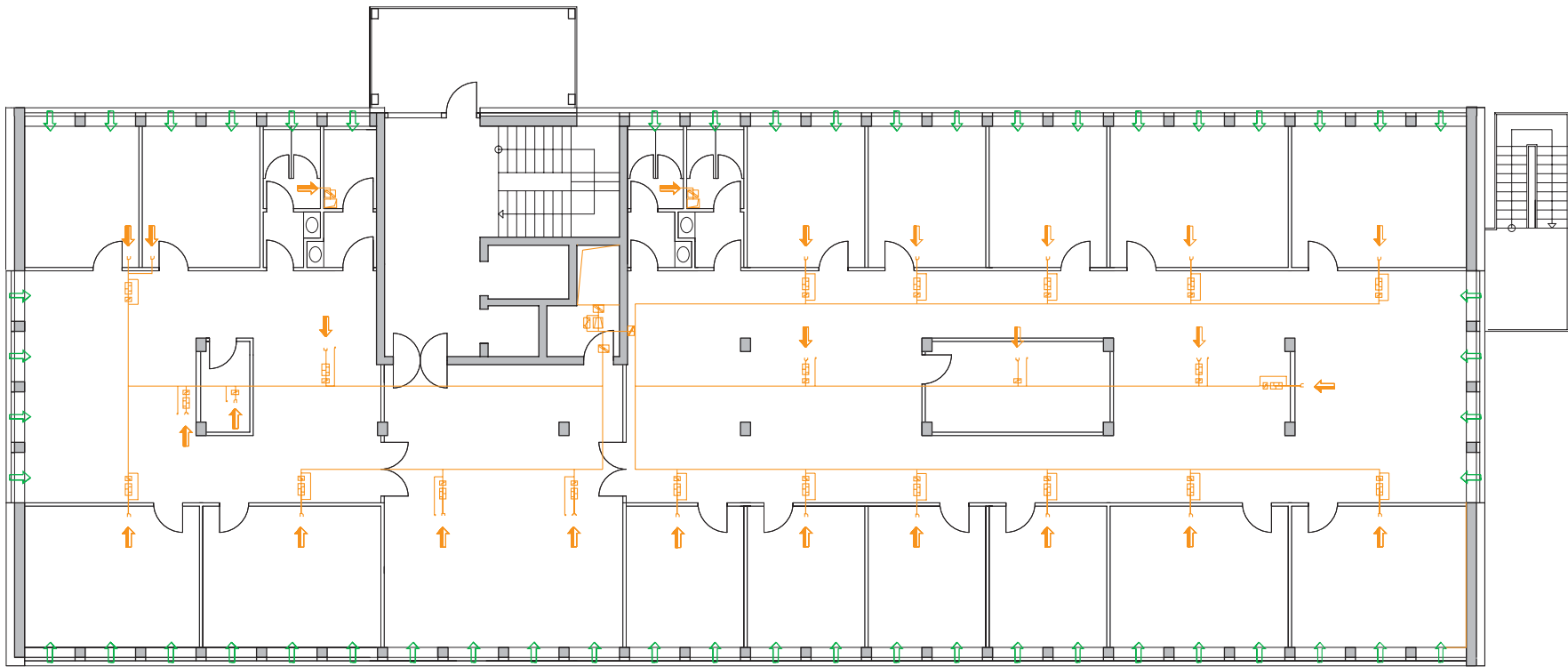


Abb. A9.1.2-6: Lüftungskonzept (Sanierungsstudie)

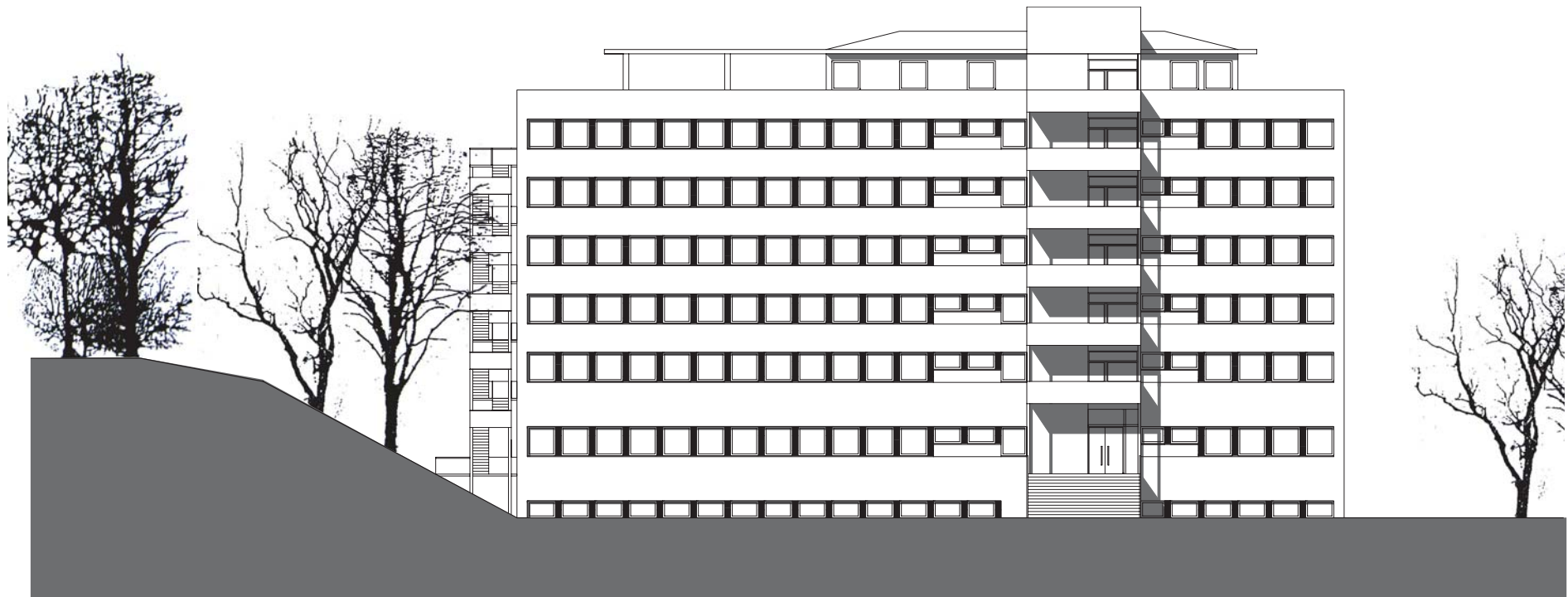
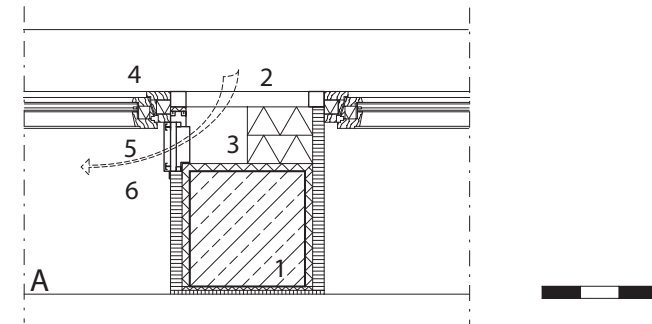
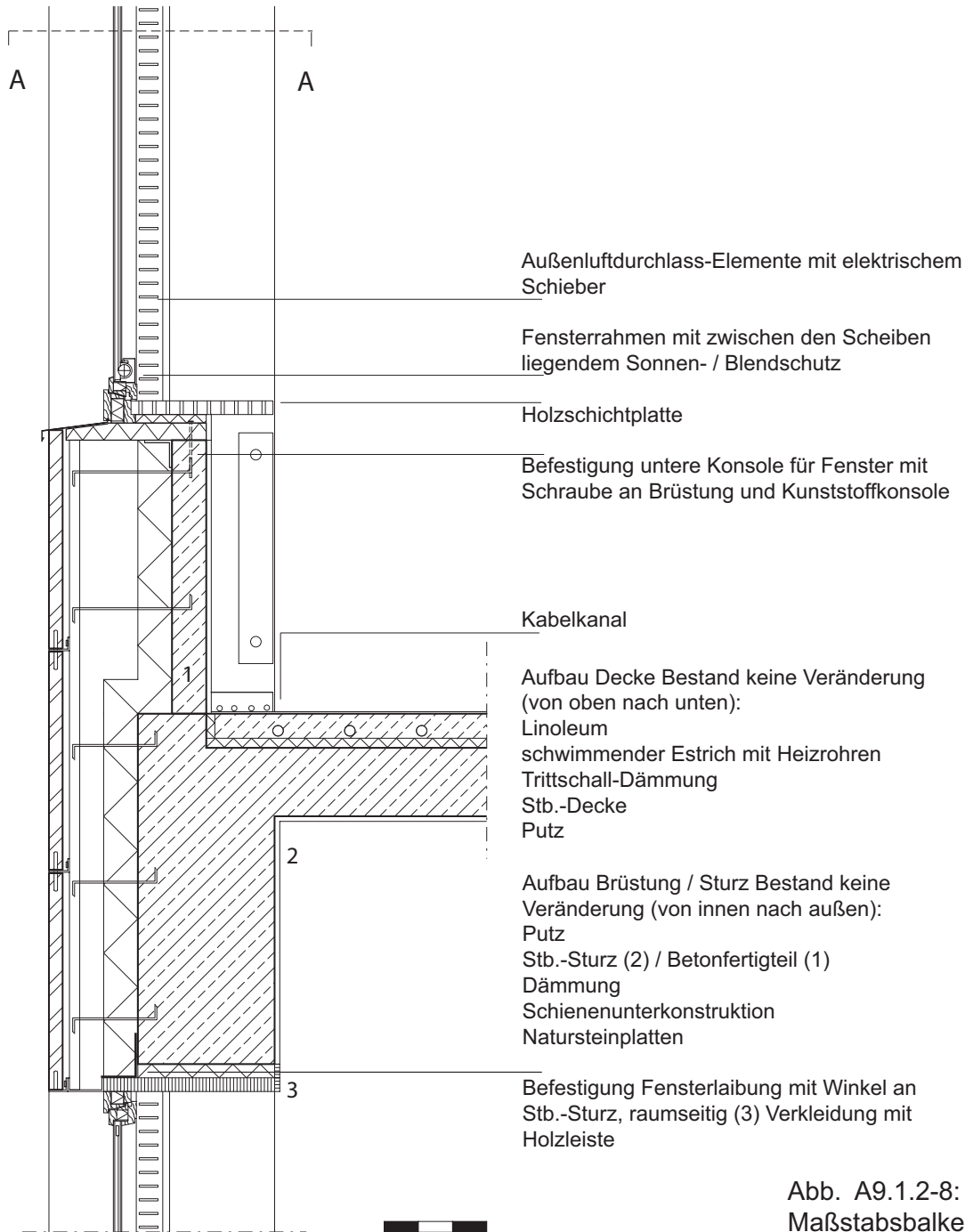


Abb. A9.1.2-7: Ansicht Ost (Sanierungsstudie),
Maßstabsbalken entspricht 3 m



- 1 Stütze Bestand
 außenseitig 2 cm Vakuumdämmung (VIP),
 seitlich Dämmung
- 2 Metalllamellen (Reflexionsgrad 70 %)
 Insektengitter
- 3 Dämmung und schalldämmendes Material
- 4 Fensterrahmen mit zwischen den Scheiben
 liegendem Sonnen- / Blendschutz
- 5 Außenluftdurchlass-Elemente mit elektrischem
 Schieber im Bereich der VIP mit Kunststoffwinkel
 befestigt
- 6

Abb. A9.1.2-8: Fassadenschnitt mit Außenluftdurchlass-Elementen
 Maßstabsbalken entspricht 30 cm

Abb. A9.1.2-9: Aufteilung einer typischen Trennwand Büro/Flur
Oberlichtbereich und Tür sind transparent, die Fläche neben der Türe transluzent. Der Kreis oben rechts kennzeichnet die Abluft.



Tab. A9.1.2-1: Wandaufbauten Sanierung opake Flächen

	Material	Schichtdicke (m)	λ [W/(mK)]	c_p (kJ/m ³ K)	U-Wert [W/(m ² K)]
Decke / Boden	Linoleum	0,005	0,17	1820	0,64
	Estrich	0,06	1,4	2000	
	PU-Hartschaum	0,04	0,040	70	
	Beton	0,2	2,3	2300	
Stütze (zw. F)	Holzlamellen				0,1
	Hinterlüftung				
	VIP (va-Q-vip)	0,04	0,015	153	
	STB	0,38	2,3	2300	
Brüstung / Sturz	Innenputz	0,01	0,7	1200	0,33
	Fassadenplatte	0,015	2,5	2600	
	Hinterlüftung	0,1			
	Mineralfaser	0,1	0,040	72	
	STB	0,1	1,4	2000	
Transparente Innenwände	Innenputz	0,01	0,7	1200	3,0
	Glas				
Opake Innenwände	GK-Platte (doppelt)	0,02	0,21	900	0,34
	Mineralfaser	0,1	0,04	72	
	GK-Platte (doppelt)	0,02	0,21	900	

Tab. A9.1.2-2: U-Wert der Bauteile und eingesetzte Produkte

	U-Wert Bauteil [W/(m ² K)]	Produkt
Dach	0,2	
Stütze (zwischen Fenstern)	0,1	Vakuumdämmung: Firma va-Q-tec Produkt: va-Q-vip
Außenluftdurchlasselemente (mit Schieber)	4,0	Hersteller: Renson Produkt: THL-100V
Brüstung / Sturz	0,33	
Fenster (inkl. Rahmen)	1,33	
Glas	1,1	Hersteller: Pilkington Produkt: Suncool Brilliant 66/33
g-Wert: 0,36 τ_{vis} : 0,66		

Tab. A9.1.2-3: Eigenschaften der Verglasung. Hersteller Verglasung: Pilkington Suncool, Hersteller Sonnenschutzrollo: AGERO, Typ G 1900

t_{65} = Normlichtart für Tageslicht nach DIN

e = bezogen auf die Globalstrahlung

Anmerkung zum Sonnenschutzrollo: laut Herstellerankunft (22.05.2006) kann das Sonnenschutzrollo problemlos bei einer Fensterbreite von 1,5 m als Folie zwischen den Scheiben laufen.

U-Wert Glas (W/m^2K)	1,1
U-Wert Fenster (W/m^2K)	1,3
g-Wert Glas (-)	36 %
Lichttransmissionsgrad Glas (-)	66 %
Lichttransmissionsgrad Rollo (T_{65})	1,9 %
Lichtreflexionsgrad Rollo (R_{65})	80 %
Strahlungstransmissionsgrad T_e	1,8 %
Strahlungsreflexionsgrad R_e	80 %
G_{tot} (vergleichbares Fenster* und Sonnenschutz)	15,5 %

* = Glaswerte: T_{65} = 51 %, g-Wert = 39 %

9.1.3 Untersuchung des Sanierungskonzeptes mittels Simulationen

Info A9.1.3-1: Verwendete Wetterdaten

Als Wetterdatensatz finden die Wetterdaten aus dem Jahr 2004 Verwendung. Dieser Datensatz weist folgende Lücken auf:

01.01.04-02.03.04

05.05.04-09.05.04

15.09.04-20.09.04

Diese Datenlücken wurden mit Daten aus Meteoronorm für den Standort Wuppertal geschlossen.

Vergleicht man die Mittelwerte für Juli und August 2004 mit den Mittelwerten für die selben Monate im Jahr 2005 so zeigt sich, dass das Jahr 2004 in diese Zeit wärmer war (Tab. 3).

Um das Sanierungskonzept unter möglichst „ungünstigen“ Bedingungen zu untersuchen, werden im weiteren die Daten für das Jahr 2004 verwendet und die Messlücken in Kauf genommen.

Tab. A9.1.3-1: Vergleich Mittelwerte der Außentemperatur für Juli und August 2004 und 2005
Datenquelle: Universität Wuppertal

	2004	2005
Mittelwert Juli ($^{\circ}C$)	19,7	15,3
Mittelwert August ($^{\circ}C$)	21,7	14,1

Tab. A9.1.3-2: Projektspezifische und vereinheitlichte Parameter der Sanierung als Simulationsgrundlage für RADIANCE

Parameter	Simulationswert
Verglasung T_{vis}	66,0 %
Sonnenschutz T_{vis}	1,9 %
Reflexionsgrad Decke	70 %
Reflexionsgrad Boden	30 %
Reflexionsgrad Wand	50 %
Reflexionsgrad Fensterrahmen	40 %
Umgebende Bebauung	keine
Möblierung	keine
Bedienung Sonnenschutz	manuell
Nennbeleuchtungsstärke Arbeitsplatz	500 Lux
Bedienung elektrische Beleuchtung	manuell, Präsenzsensor schaltet aus
Installierte Leistung [Hoffmann et al., 2005]	10 W/m ²
Nutzungszeit Büro	8 bis 19 Uhr

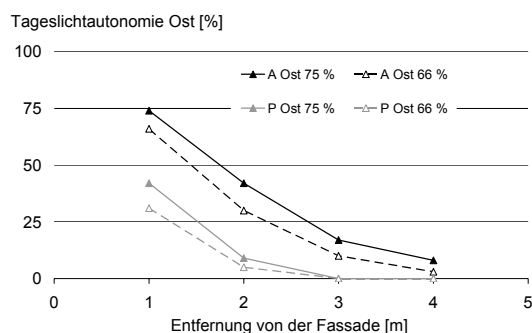


Abb. A9.1.3-1: Simulation der Tageslichtautonomie für das unsanierte ($\tau_{vis} = 75\%$) und das sanierte ($\tau_{vis} = 66\%$) Ostbüro. A („aktiv“, in der Grafik schwarze Farbe) und P („passiv“, in der Grafik graue Farbe) beschreiben unterschiedliches Nutzerverhalten, das in der Infobox „Daysim“ (Kap. 9.1.3) näher erläutert wird. Die Eigenschaften der RADIANCE-Simulationsmodelle entsprechen Tab. A9.1.3-2 und -3 (Sanierung und Bestand). Es wird deutlich, dass das Sonnenschutzglas mit dem geringeren Lichttransmissionsgrad die Tageslichtautonomie im hinteren Bereich der Räume stark vermindert. Die Arbeitsplätze befinden sich im fassadennahen Bereich. Ein sehr einflussreicher Faktor ist das Nutzerverhalten, das im realen Gebäudebetrieb zwischen dem „aktiven“ und dem „passiven“ Verhalten liegt.

Tab. A9.1.3-3: Projektspezifische und vereinheitlichte Parameter als Simulationsgrundlage für das Bestandsmodell als Simulationsgrundlage für RADIANCE

Parameter	Simulationswert
Verglasung T_{vis}	75 % (hoher Verschmutzungsgrad)
Reflexionsgrad Decke	70 %
Reflexionsgrad Boden	30 %
Reflexionsgrad Wand	50 %
Reflexionsgrad Fensterrahmen	40 %
Umgebende Bebauung	keine
Möblierung	keine
Bedienung Sonnenschutz	manuell
Nennbeleuchtungsstärke Arbeitsplatz	500 Lux
Bedienung elektrische Beleuchtung	manuell
Installierte Leistung	10 W/m ²
Nutzungszeit Büro	8 bis 18 Uhr

Abb. A9.1.3-2: Komfortauswertung des unsanierten Gebäudes nach der niederländischen Norm: Operative Raumtemperatur in °C des Ost-, Westbüros und des Flurs in Abhängigkeit von der Außentemperatur im Jahr 2004.

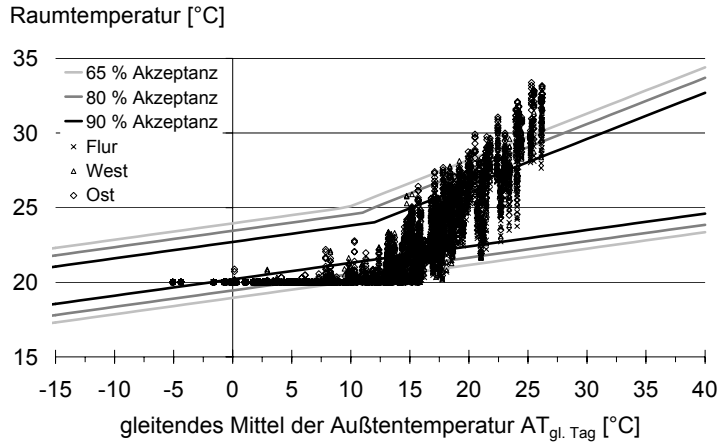


Abb. A9.1.3-3: Überschreitungshäufigkeit der Raumtemperatur im unsanierten Gebäude für die Gebäudeklassen nach der niederländischen Richtlinie (bezogen auf 2882 Nutzungsstunden).

Tab. A9.1.3-4: Überhitzungsstunden

	Ost	Flur	West
	(h)	(h)	(h)
Klasse A	322	149	237
Klasse B	187	64	125
Klasse C	117	29	70

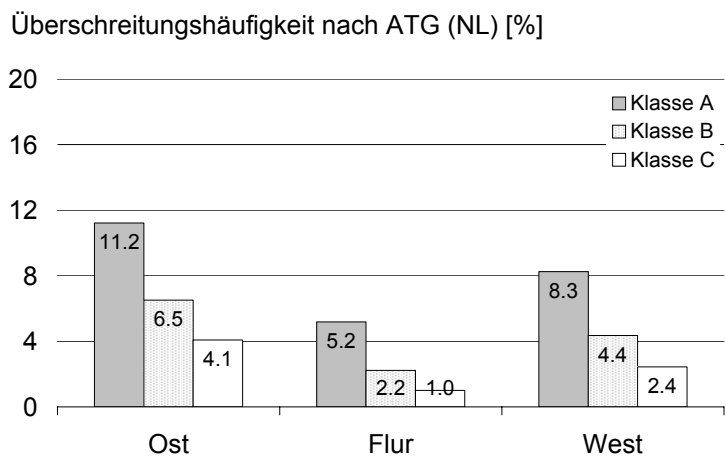


Abb. A9.1.3-4: Verlauf der operativen Raumtemperatur während der Aufenthaltszeit im unsanierten Gebäude.

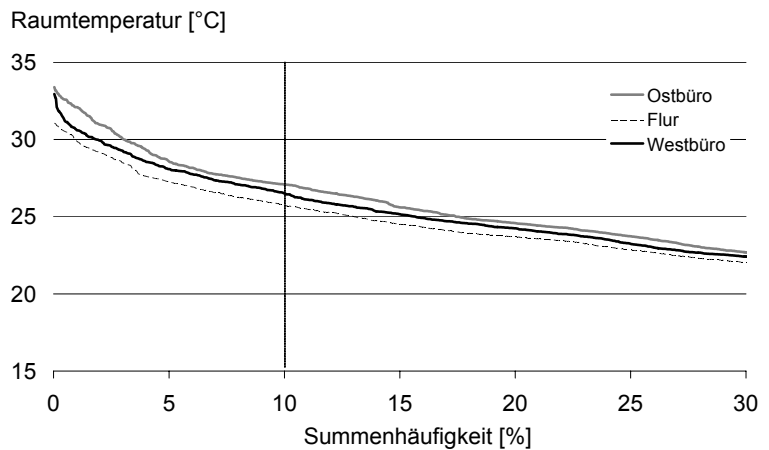


Abb. A9.1.3-5: Komfortauswertung des sanierten Gebäudes nach der niederländischen Norm: Operative Raumtemperatur in °C des Ost-, Westbüros und der Kombizone in Abhängigkeit von der Außentemperatur im Jahr 2004.

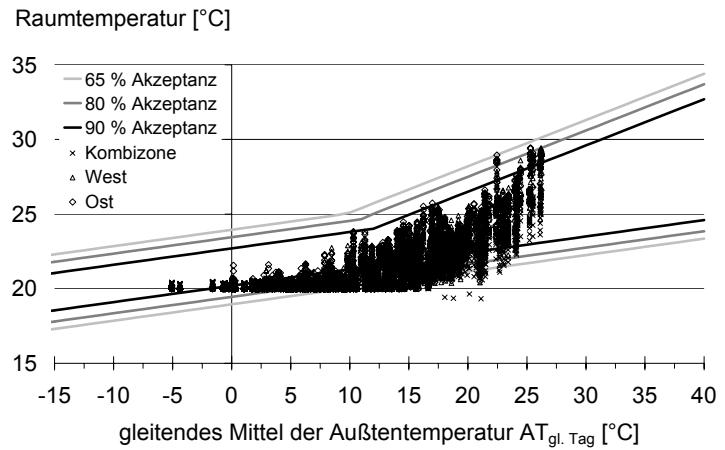


Abb. A9.1.3-6: Überschreitungshäufigkeit der Raumtemperatur im sanierten Gebäude für die Gebäudeklassen nach der niederländischen Richtlinie (bezogen auf 2882 Nutzungsstunden).

Tab. A9.1.3-5: Überhitzungsstunden

	Ost	Kombi	West
	(h)	(h)	(h)
Klasse A	32	0	14
Klasse B	7	0	0
Klasse C	0	0	0

Überschreitungshäufigkeit nach ATG (NL) [%]

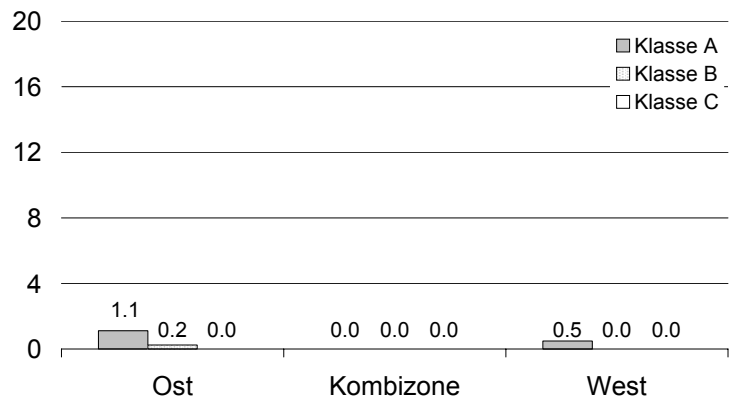


Abb. A9.1.3-7: Verlauf der operativen Raumtemperatur während der Aufenthaltszeit im sanierten Gebäude.

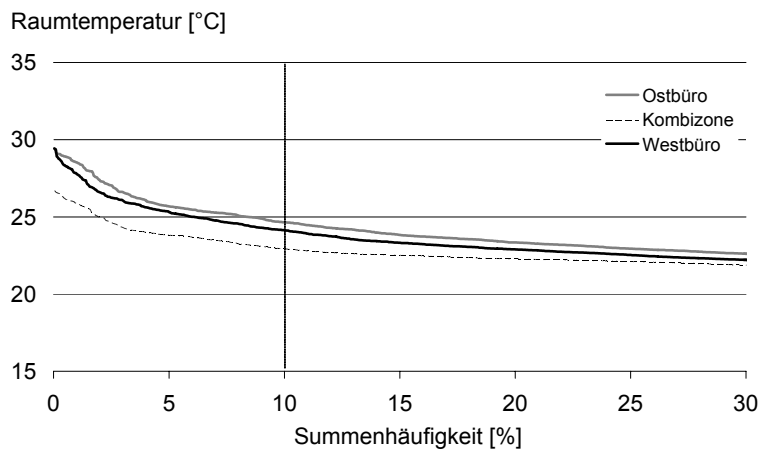
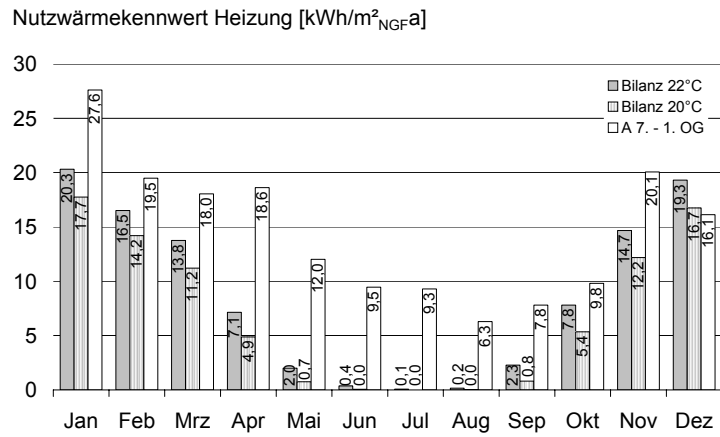


Abb. A9.1.3-8: Vergleich zwischen aufgezeichnetem Nutzwärmekennwert für Heizung und Warmwasser 2004 und dem berechnetem Nutzwärmekennwert für Heizung mit „Bilanz“.

Bilanz 22°C: 104,4 kWh/m²a
 Bilanz 20°C: 83,9 kWh/m²a
 Aufzeichnung Verbrauch: 174,6 kWh/m² a
 Aufgezeichneter Verbrauch (abzüglich Juni, Juli und August): 105,2 kWh/m²a



9.2 Sanierungsstudie Gebäude B

9.2.2 Sanierungskonzept

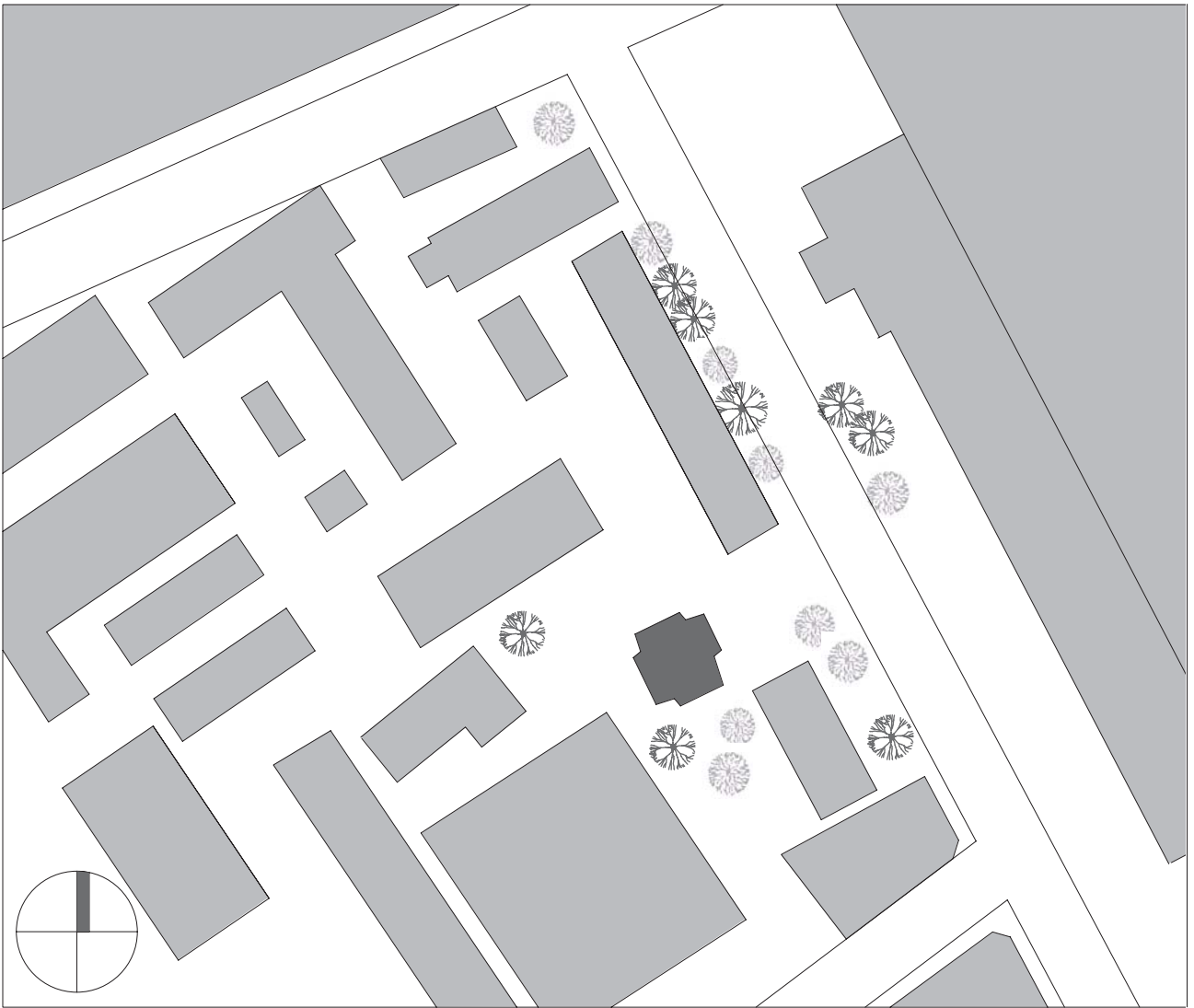


Abb. A9.2.2-1: Lageplan (dunkelgrau das Fallbeispiel Gebäude B)

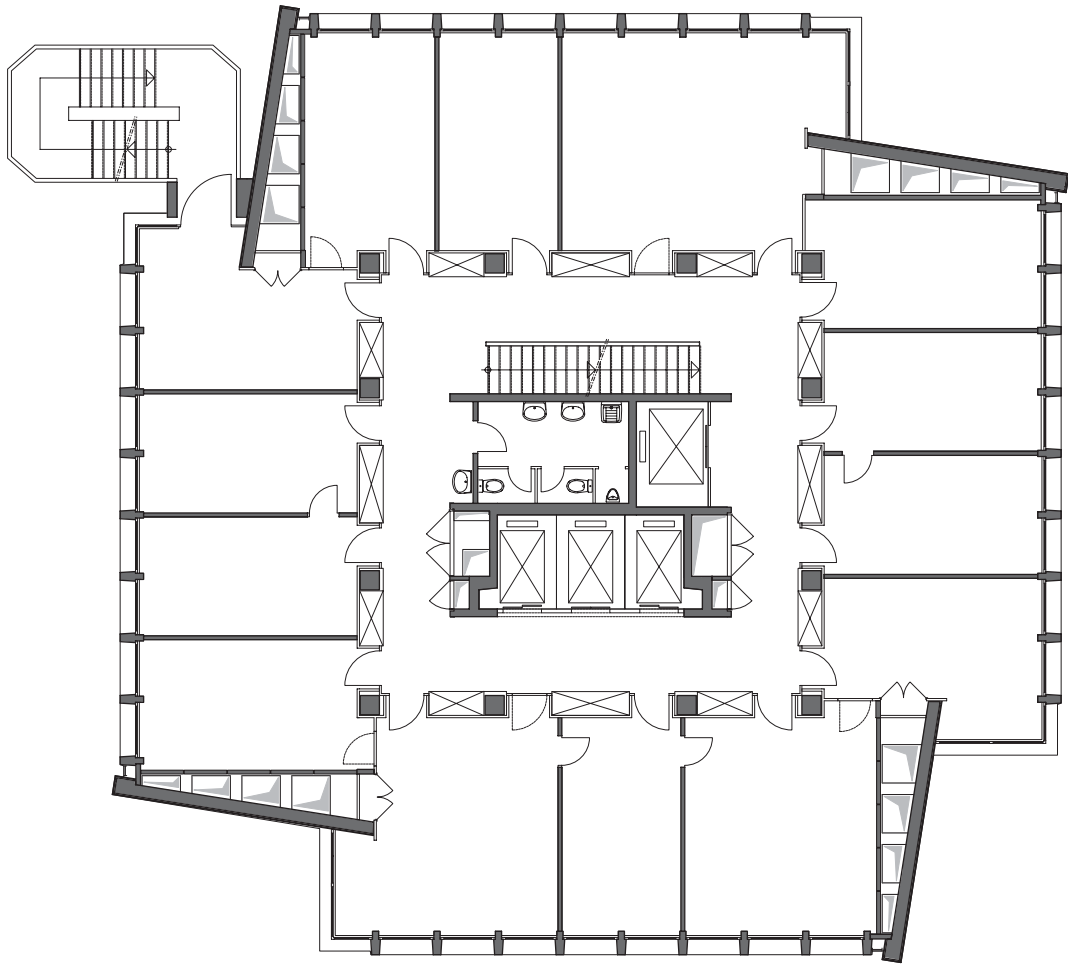


Abb. A9.2.2-2: Grundriß Regelgeschoß
Maßstabsbalken entspricht 3 m

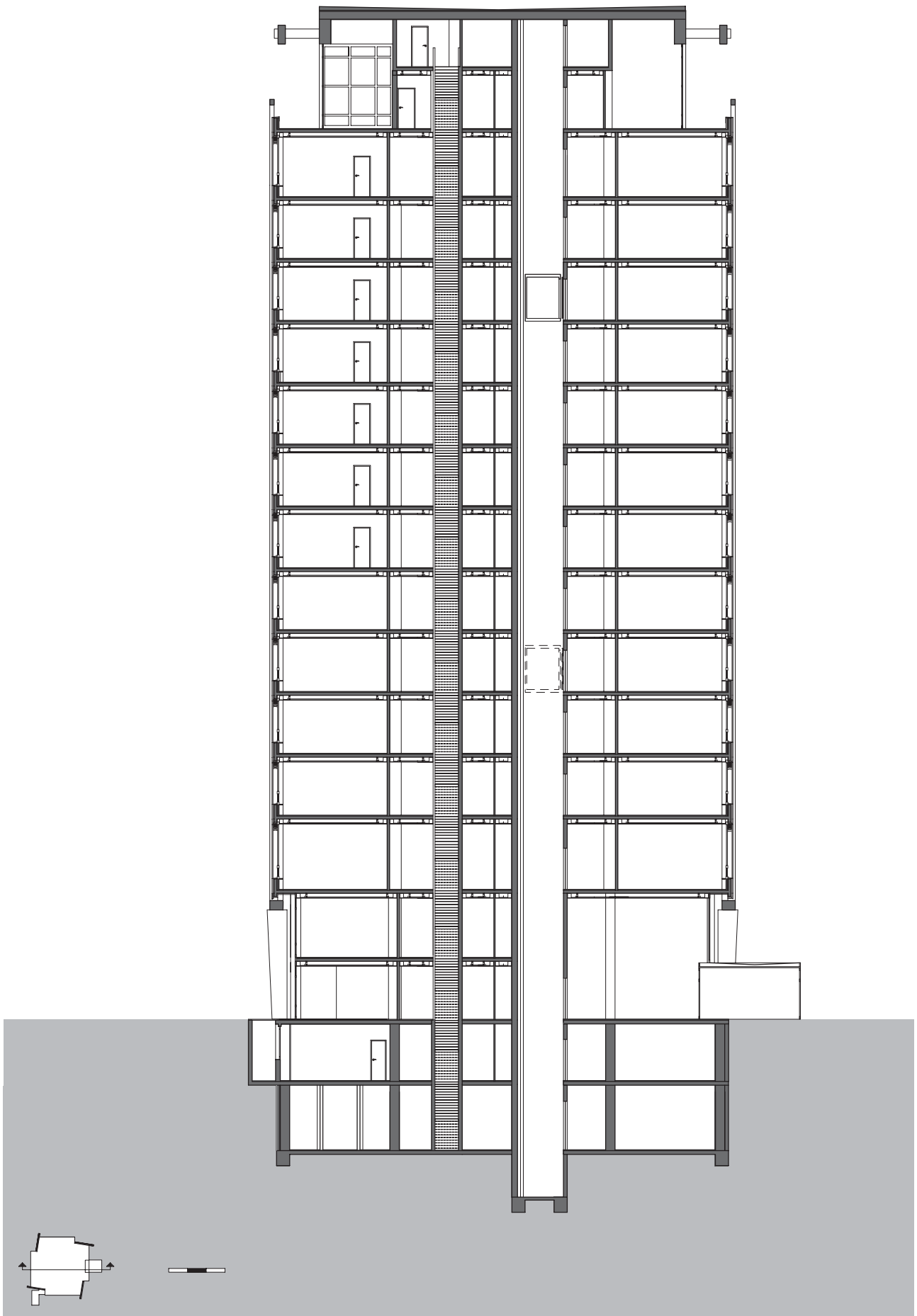


Abb. A9.2.2-3: Schnitt Bestandsgebäude
Maßstabsbalken entspricht 3 m

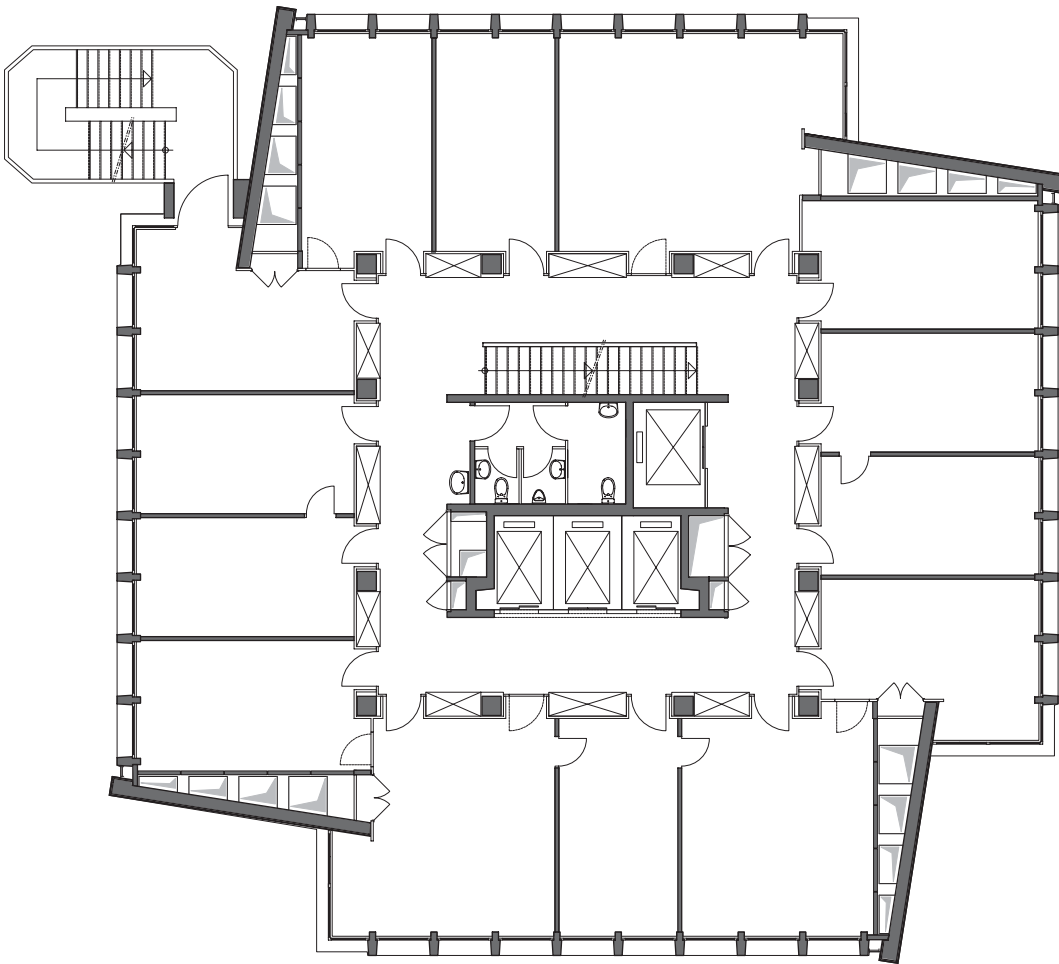


Abb. A9.2.2-4: Regelgeschoß mit barrierefreiem WC
Maßstabsbalken entspricht 3 m

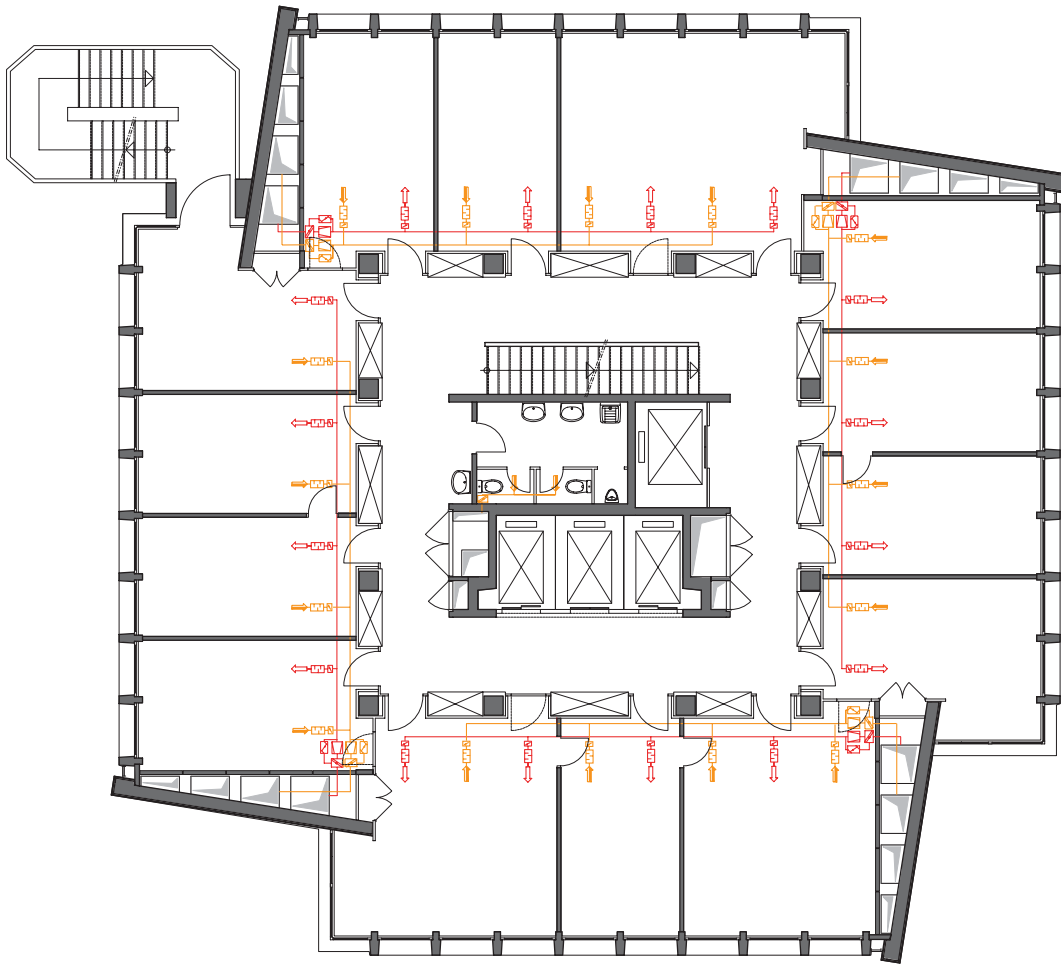


Abb. A9.2.2-5: Lüftungskonzept Regelgeschoß
 Maßstabsbalken entspricht 3 m

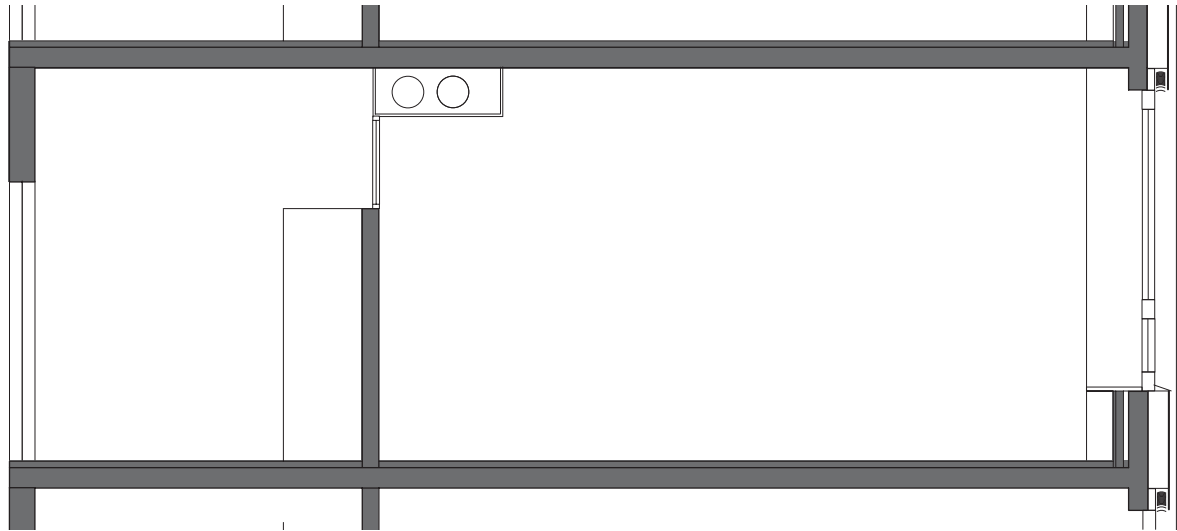
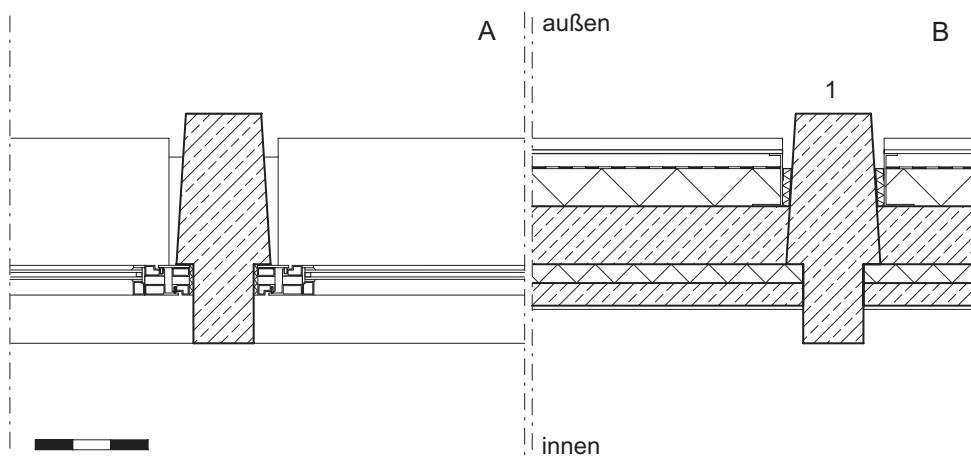
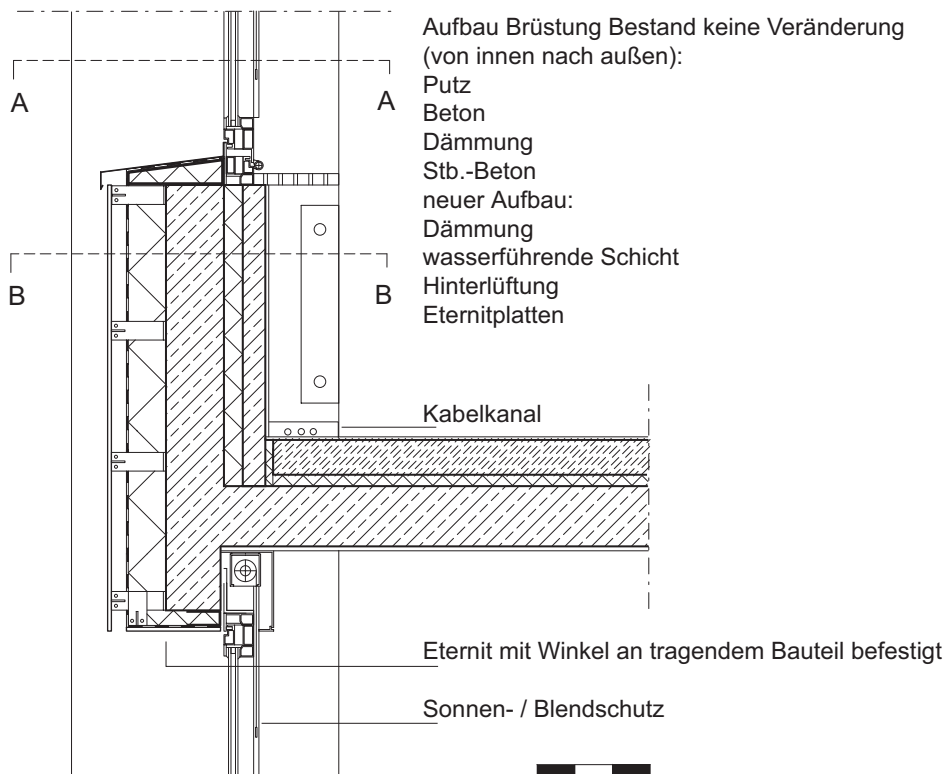


Abb. A9.2.2-6: Schnitt durch Büro und Flur

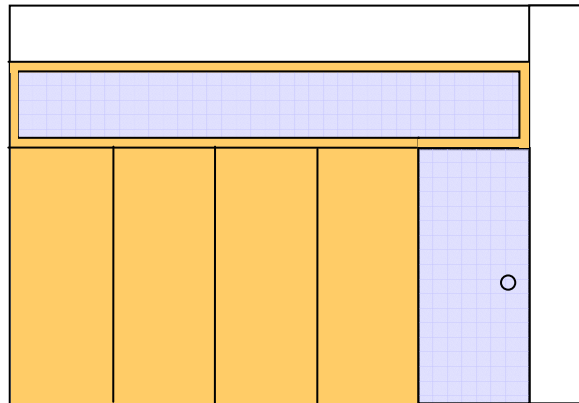


Aufbau Brüstung Bestand keine Veränderung
(von innen nach außen):
Putz
Beton
Dämmung
Stb.-Beton
neuer Aufbau:
Dämmung
wasserführende Schicht
Hinterlüftung
Eternitplatten

Stütze (1) außen ungedämmt
Es ist zu prüfen, ob auf der Innenseite und im Durchdringungsbereich Stütze / Decke eine Dämmung zur Vermeidung von Tauwasserausfall erforderlich ist.

Abb. A9.2.2-7: Fassadenschnitt
Maßstabsbalken entspricht 30 cm

Abb. A9.2.2-8: Aufteilung einer typischen Trennwand Büro/Flur. Der Oberlichtbereich und die Tür sind transparent, die Fläche neben der Türe besteht aus Schränken..



Tab. A9.2.2-1: Abwägung unterschiedlicher Sanierungskonzepte für die Fassade
 Verwendete Abkürzungen: ++ = sehr gut; + = gut; - = schlecht; - - = sehr schlecht

	Neue Fassadenschicht, Erhalt Fenster	Neue Fassade mit Kastenfenstern	Neue Fenster und Dämmung Brüstung
Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt Alufenster, äußere Sonnenschutzverglasung Kastenfenster neu • Verstärkung der Dämmung Brüstung • Dämmung der Betonrippen • Dämmung der Innenwand zum Technikraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau neue Kastenfenster (innen Wärmeschutz-, außen Sonnenschutzverglasung) • Verstärkung der Dämmung Brüstung • Dämmung der Betonrippen • Dämmung der Innenwand zum Technikraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Fenster (Sonnenschutzverglasung) • Dämmung Brüstung verstärken • Betonrippen bleiben (Kältebrücke) • Dämmung der Innenwand zum Technikraum
$g_{\text{total}} - \text{Fenster} / \tau_{\text{vis}}$ (WIS vers. 3.01)	<ul style="list-style-type: none"> • Sonnenschutz unten (Lamellenstellung 45°) 0,29 (ohne Vent: 0.22)/ 0,2 • Sonnenschutz oben 0,35 (ohne Vent: 0.39)/ 0,59 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonnenschutz unten (Lamellenstellung 45°) 0,22 / 0,2 • Sonnenschutz oben 0,36 / 0,57 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonnenschutz unten (Lamellenstellung 45°) 0,16 / 0,12 • Sonnenschutz oben 0,38 / 0,66
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Baukostenersparnis durch Erhalt Alufenster + • Betonrippen werden gedämmt (max. 5 % weniger Heizwärmebedarf) + • Sonnenschutz in Zwischenraum + 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonrippen werden gedämmt (max. 5 % weniger Heizwärmebedarf) + • Sonnenschutz in Zwischenraum + • kein Risiko mit vorhandenen Alufenstern + 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringere Baukosten als Lösung 1 und 2 ++ • Erscheinungsbild bleibt erhalten +
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko: vorhandene Alufenster alle intakt? - • Unterhaltskosten: späterer Austausch Beschläge? - • > Wärmeeintrag langwelliger Strahlung von Kastenfenster in Raum via Isolierverglasung (keine Wärmeschutzverglasung) - - • Reinigungsaufwand im Kastenfenster - 	<ul style="list-style-type: none"> • Baukosten für komplette Kastenfenster - • Reinigungsaufwand Fenster innen - 	<ul style="list-style-type: none"> • Betonrippen bleiben als Wärmebrücke erhalten (max. 5 % mehr Heizwärmebedarf) -
Gebäudenutzung und Sanierung	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung bei Vollbelegung Gebäude möglich + 	<ul style="list-style-type: none"> • Büros müssen für Sanierung geräumt werden - 	<ul style="list-style-type: none"> • Büros müssen für Sanierung geräumt werden -
Robustheit Nutzerverhalten / Technik	<ul style="list-style-type: none"> • Klappen außen, falsche Lüftung innen - 	<ul style="list-style-type: none"> • Klappen außen falsch bedient / defekt, falsche Lüftung innen - 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr robust +
Wertung	+4 -6	+3 -4	+5 -2

Tab. A9.2.2-2: U-Wert der Bauteile

	U-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert (%)
Dach	0,2	
Stütze (zwischen Fenstern)	0,75	
Brüstung	0,21	
Sturz	0,21	
Fenster (inkl. Rahmen)	1,3	
Glas Regelfenster (Pilkington „Suncool Brilliant 66/33“)	1,1	
g-Wert Fenster ($\tau_{\text{vis Glas}}$: 0,66)		36
Glas Eckfenster (Pilkington „Infrastop“)	0,7	
g-Wert Fenster ($\tau_{\text{vis Glas}}$: 0,44)		22

Tab. A9.2.2-3: Wandaufbauten

	Schichtdicke (cm)	Material	λ [W/(mK) ⁻¹]	c_p (kJ/m ³ K)	U-Wert [W/(m ² K)]		
Decke / Fußboden	1,0	Parkett	0,2	800	0,69		
	4,0	Zementestrich	1,4	2000			
	16,0	Stahlbeton	1,3	1800			
	15,0	Luftraum	-	-			
	1,0	Poröse Faserplatte	0,05	300			
	2,0	Kork	0,044	180			
Stütze (zw. F)	61,0	STB	2,5	2400	0,8		
	2,0	Mineralfaser	0,035	72			
	1,0	Innenputz	0,7	1200			
Brüstung / Sturz	1,2	Faserzementplatte	0,48	2200	0,2		
	Hinterlüftung						
	10,0	Mineralfaser mit wasserführender Schicht	0,035	72			
	1,0	Grundputz	0,7	1200			
	15,0	Leichtbeton	1,3	1800			
	6,0	Mineralfaser	0,04	72			
	6,0	Gasbetonsteine	0,24	700			
	1,0	Innenputz	0,7	1200			
	Innenwände	0,5	Innenputz	0,7		1200	1,6
		10,0	Leichtbeton	0,7		1000	
0,5		Innenputz	0,7	1200			

Info A9.2.2-1: Details Zulufteinlaß Büros

Bei nichtisothermen Strahlen ändern sich diese Angaben abhängig von der (negativen) Temperaturdifferenz. Die Wurfweite des Strahls ändert sich nach [Recknagel et al., 2001] in diesem Fall nur in geringem Maße. Da mit negativer Temperaturdifferenz der Strahl fällt, sollten die Ventile unter Berücksichtigung dieser Tatsache eingestellt werden.

Abb. A9.2.2-9: Wandluftauslass CTVK-10

Daten bezogen auf einen Volumenstrom von 40 (80) m³/h:

Wurfweite: 2,88 (5,8) m (Zuluftgeschwindigkeit ändert sich innerhalb des Strahls)

Strahlbreite: 1,73 (3,5) m

Strahlhöhe: 0,29 (0,6) m

Quelle Daten und Abbildung: FläktWoods



Tab. A9.2.2-4: Eigenschaften der Verglasung. Hersteller Verglasung: Pilkington Suncool, Hersteller Sonnenschutzrollo: AGERO, Typ G 1900

t_{65} = Normlichtart für Tageslicht nach DIN

e = bezogen auf die Globalstrahlung

U-Wert Glas (W/m^2K)	1,1
U-Wert Fenster (W/m^2K)	1,3
g-Wert Glas (-)	36 %
Lichttransmissionsgrad Glas (-)	66 %
Lichttransmissionsgrad Rollo (T_{65})	1,9 %
Lichtreflexionsgrad Rollo (R_{65})	80 %
Strahlungstransmissionsgrad T_e	1,8 %
Strahlungsreflexionsgrad R_e	80 %
G_{tot} (vergleichbares Fenster* und Sonnenschutz)	15,5 %

* = Glaswerte: T_{65} = 51 %, g-Wert = 39 %

Tab. A9.2.2-5: Projektspezifische und vereinheitlichte Parameter als Simulationsgrundlage für RADIANCE (Sanierung)

Parameter	Simulationswert
Verglasung T_{vis}	70 %
Reflexionsgrad Decke	70 %
Reflexionsgrad Boden	30 %
Reflexionsgrad Wand	50 %
Reflexionsgrad Fensterrahmen	40 %
Umgebende Bebauung	keine
Möblierung	keine
Bedienung Sonnenschutz	Automatisch mit Nutzereingriff
Nennbeleuchtungsstärke Arbeitsplatz	500 Lux
Bedienung elektrische Beleuchtung	manuell, Präsenzsensoren schaltet aus
Installierte Leistung [Hoffmann et al., 2005]	10 W/m^2
Nutzungszeit Büro	8 bis 19 Uhr

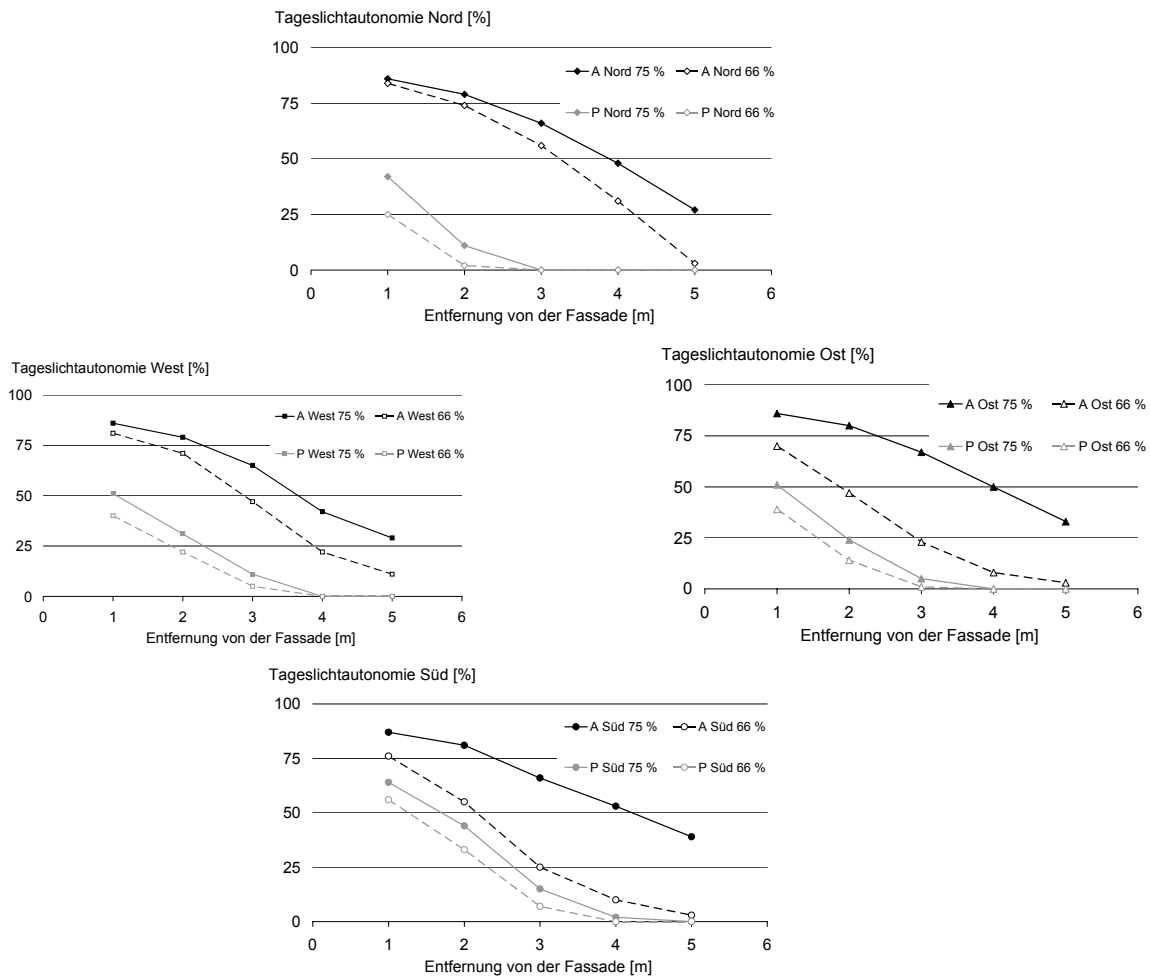


Abb. A9.2.2-10 bis -13: Simulation der Tageslichtautonomie für das unsanierte ($\tau_{\text{vis}} = 75\%$) und das sanierte ($\tau_{\text{vis}} = 66\%$) Gebäude. Die Rahmenbedingungen der Simulationen sind Tab. A9.2.2-5 (Sanierung) und Tab. A9.2.3-1 (Bestand) zu entnehmen, A („aktiv“, in der Grafik schwarze Farbe) und P („passiv“, in der Grafik graue Farbe) beschreiben unterschiedliches Nutzerverhalten, das in der Infobox „Daysim“ (Kap. 9.1.3) näher erläutert wird. Es wird deutlich, dass das Sonnenschutzglas mit dem geringeren Lichttransmissionsgrad die Tageslichtautonomie im hinteren Bereich der Räume stark vermindert. Die Arbeitsplätze befinden sich im fassadennahen Bereich. Ein sehr einflussreicher Faktor ist das Nutzerverhalten, dass im realen Gebäudebetrieb zwischen dem „aktiven“ und dem „passiven“ Verhalten liegt.

9.2.3 Untersuchung des Sanierungskonzeptes mittels Simulationen

Info A9.2.3-1: Wetterdaten

Rund 3 km Luftlinie SO entfernt vom Gebäude werden in städtischer Umgebung Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur, Luftfeuchte und die Globalstrahlung aufgenommen. Die Daten stehen in einem Abstand von 10 Minuten zur Verfügung. Eine Datenlücke vom 16.08.04 bis zum 30.08.04 wurde mit Daten einer benachbarten Station in der Stadt geschlossen.

Tab. A9.2.3-1: Projektspezifische und vereinheitlichte Parameter als Simulationsgrundlage für RADIANCE (Bestand)

Parameter	Simulationswert
Verglasung T_{vis}	70 % (hoher Verschmutzungsgrad)
Reflexionsgrad Decke	75 %
Reflexionsgrad Boden	30 %
Reflexionsgrad Wand	50 %
Reflexionsgrad Fensterrahmen	40 %
Umgebende Bebauung	keine
Möblierung	keine
Bedienung Sonnenschutz	manuell
Nennbeleuchtungsstärke Arbeitsplatz	500 Lux
Bedienung elektrische Beleuchtung	manuell
Installierte Leistung	10 W/m ²
Nutzungszeit Büro	8 bis 19 Uhr

Abb. A9.2.3-1: Komfortauswertung des unsanierten Gebäudes nach der niederländischen Norm: Operative Raumtemperatur in °C des Nord-, Ost-, Süd-, West-, des Südostbüros und des Flurs in Abhängigkeit von der Außentemperatur im Jahr 2004.

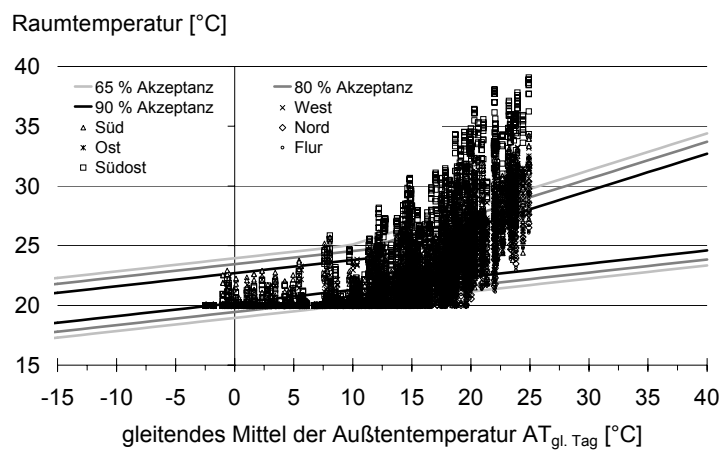
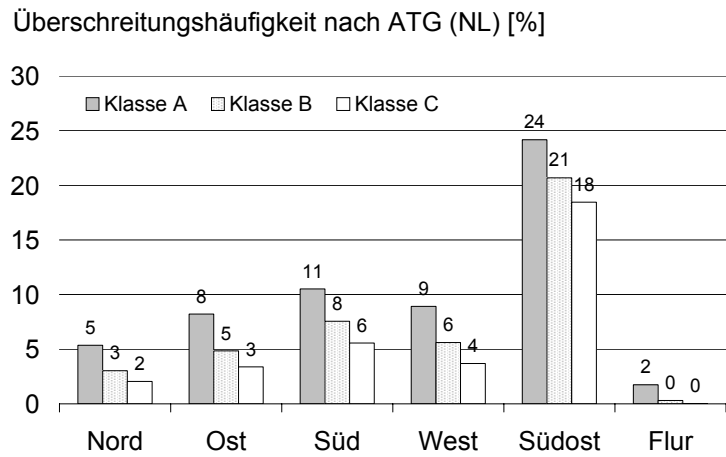


Abb. A9.2.3-2: Überschreitungshäufigkeit der Raumtemperatur im unsanierten Gebäude für die Gebäudeklassen nach der niederländischen Richtlinie (bezogen auf 2882 Nutzungsstunden). Unterschreitungen werden nicht gewertet.



Tab. A9.2.3-2: Überhitzungsstunden

	Nord (h)	Ost (h)	Süd (h)	West (h)	Südost (h)	Flur (h)
Klasse A	154	236	302	256	694	50
Klasse B	87	139	217	161	594	9
Klasse C	59	97	160	106	530	1

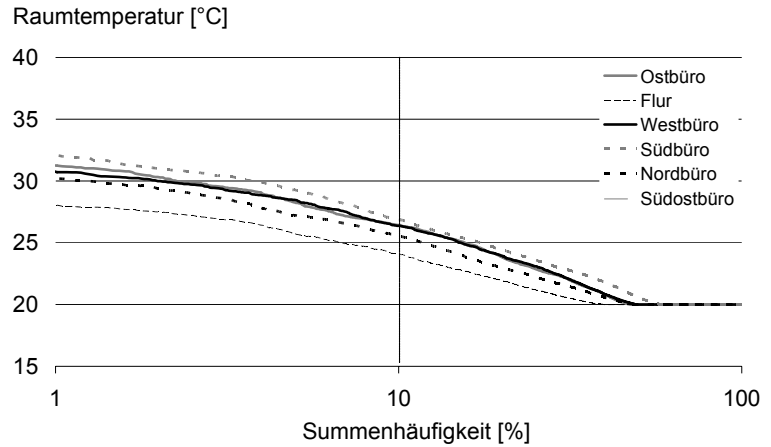


Abb. A9.2.3-3: Verlauf der operativen Raumtemperatur während der Aufenthaltszeit im unsanierten Gebäude. Die x-Achse ist logarithmisch skaliert.

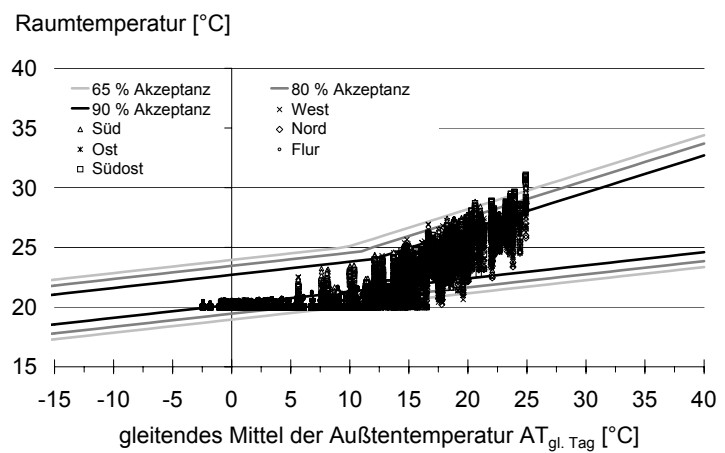


Abb. A9.2.3-4: Komfortauswertung des sanierten Gebäudes nach der niederländischen Norm: Operative Raumtemperatur in °C des Nord-, Ost-, Süd-, West-, des Südostbüros und des Flurs in Abhängigkeit von der Außentemperatur im Jahr 2004.

Überschreitungshäufigkeit nach ATG (NL) [%]

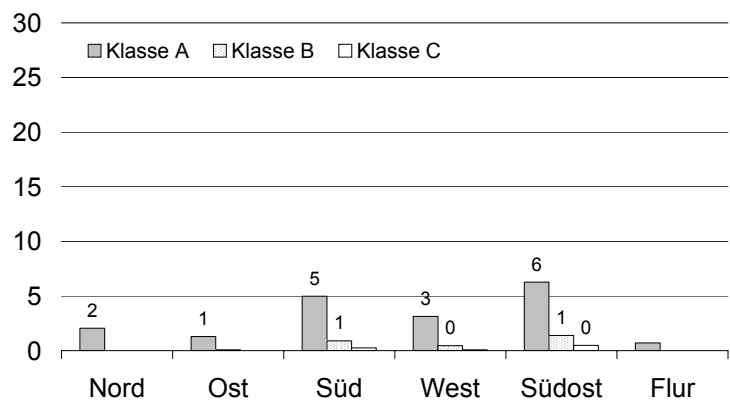


Abb. A9.2.3-5: Überschreitungshäufigkeit der Raumtemperatur im sanierten Gebäude für die Gebäudeklassen nach der niederländischen Richtlinie (bezogen auf 2882 Nutzungsstunden). Unterschreitungen werden nicht gewertet.

Tab. A9.2.3-3: Überhitzungsstunden

	Nord	Ost	Süd	West	Südost	Flur
Klasse A	59	37	143	90	180	20
Klasse B	0	2	26	13	40	0
Klasse C	0	0	7	2	14	0

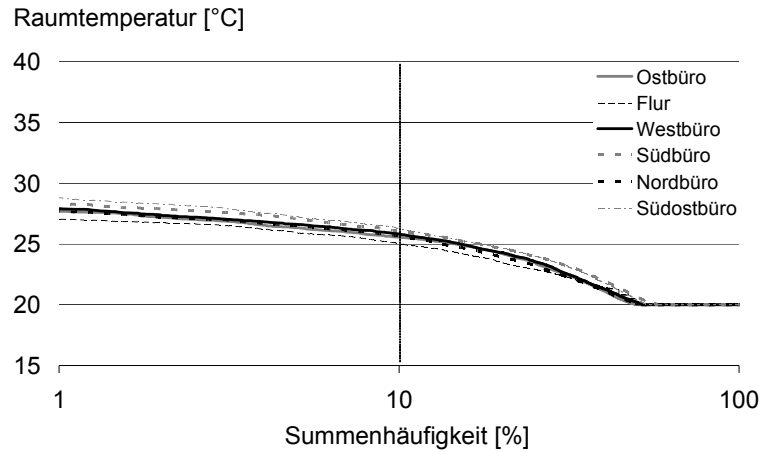


Abb. A9.2.3-6: Verlauf der operativen Raumtemperatur während der Aufenthaltszeit im sanierten Gebäude. Die x-Achse ist logarithmisch skaliert.

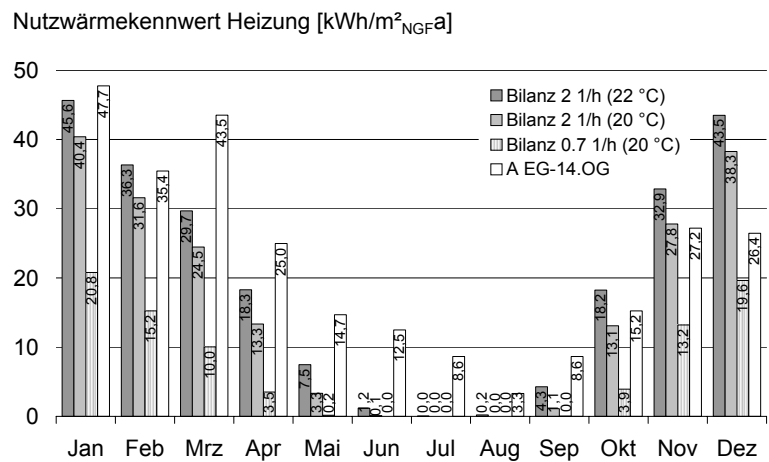


Abb. A9.2.3-7: Vergleich zwischen aufgezeichnetem Nutzwärmekennwert für Heizung und Warmwasser 2004 und dem berechneten Nutzwärmekennwert für Heizung mit „Bilanz“.
 2,0 1/h (22 °C): 237,7 kWh/m²a
 2,0 1/h (20 °C): 193,4 kWh/m²a
 0,7 1/h (20 °C): 86,5 kWh/m²a
 Aufzeichnung Verbrauch:
 268,3 kWh/m² a
 Aufgezeichneter Verbrauch (abzüglich Juni, Juli und August):
 235,2 kWh/m²a

Literatur zu Anhang 9

[Hoffmann et al., 2005]

Hoffmann, C.; K. Voss. 2005. "Zur Ermittlung des Energiebedarfs für Kunstlicht in Bürogebäuden – Diskussion von Meßresultaten". *Bauphysik* 27 (4).

[Recknagel et al., 2001]

Recknagel, H.; E. Sprenger; E.-R. Schramek. 2001. *Taschenbuch für Heizungs- und Klimatechnik 01/02*. 70. Auflage. München: Oldenburg Industrieverlag.