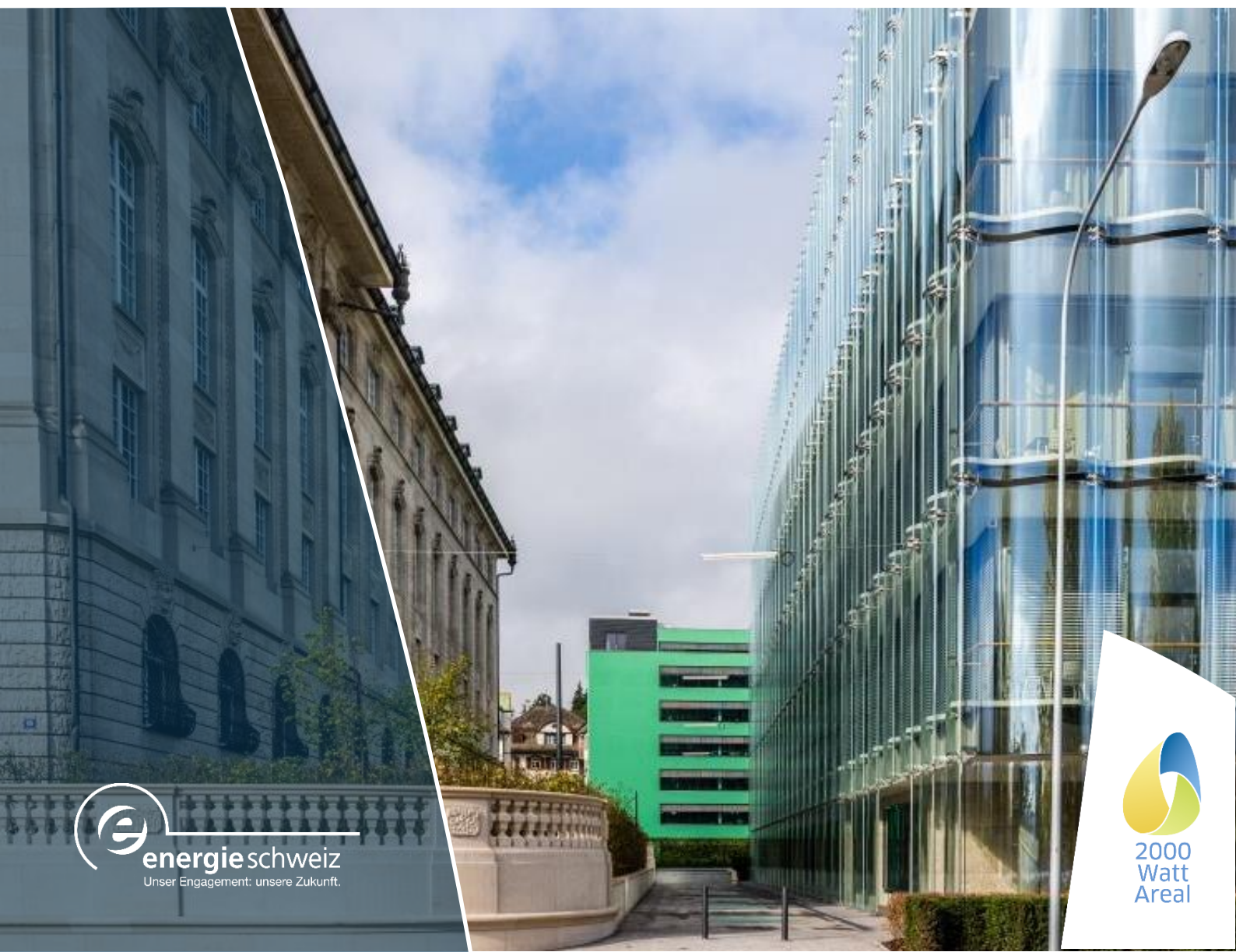


Flächensuffizienz von Verwaltungsbauten in 2000-Watt-Arealen

Grundlagen für die Gebäudekategorie Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz

Version 1.0 | www.2000watt.swiss



Projektleitung 2000-Watt-Areal

Daniel Kellenberger
Dipl. Kultur- und Umw. ETHZ/ FHNW
c/o Intep - Integrale Planung GmbH
Pfungstweidstrasse 16
8005 Zürich

Tel. +41 (0)43 488 38 90
areal@2000watt.ch

Programmverantwortung 2000-Watt-Areal

Ricardo Bandli
Bundesamt für Energie BFE - Sektion Gebäude
Mühlestrasse 4
3063 Ittigen

Tel. +41 (0)58 462 54 32
ricardo.bandli@bfe.admin.ch

Zertifizierungsstelle 2000-Watt-Areal

Maren Kornmann
Trägerverein Energiestadt
c/o ENCO Energie-Consulting AG
Munzachstrasse 4
4410 Liestal

Tel. +41 (0)61 965 99 00
zertifizierung@2000watt.ch

Technische Entwicklung 2000-Watt-Areal

Heinrich Gugerli
Dr. Ing., dipl. Bauing. ETH/SIA
c/o Gugerli Dolder GmbH
Solistrasse 2
8180 Bülach

Tel. +41 (0)79 704 26 82
technik@2000watt.ch

Impressum

HERAUSGEBER EnergieSchweiz für Gemeinden



AUFTRAGGEBER/PROJEKTPARTNER

Bundesamt für Energie BFE, Ricardo Bandli, Sektion Gebäude, Mühlestrasse 4, 3063 Ittigen
Swiss Re Investments AG, Vertreten durch: Swiss Re Management AG, CRES, Zürich
UBS Business Solutions AG, Group Corporate Services, Zürich
Amstein + Walthert AG, Zürich

AUFTRAGNEHMERIN

Katrin Pfäffli preisig:pfäffli, Architekturbüro K. Pfäffli

FACHEXPERTEN

Martin Menard Lemonconsult
Stefan Gasser SAFE
Stefan Schneider Planungsbüro Jud
Daniel Hirzel

OPERATIVE STEUERGRUPPE

Daniel Kellenberger Projektleitung 2000-Watt-Areale, Intep GmbH
Ricardo Bandli Bundesamt für Energie
Heinrich Gugerli Technische Entwicklung 2000-Watt-Areale, Gugerli Dolder GmbH
Maren Kornmann Zertifizierungsstelle 2000-Watt-Areale, ENCO AG
Francine Wegmüller Regionalleitung 2000-Watt-Areale F-CH, Weinmann Energies SA

TECHNISCHE KOMMISSION

Heinrich Gugerli Technische Entwicklung 2000-Watt-Areale (Leitung)
Daniel Kellenberger Projektleitung 2000-Watt-Areale, Intep GmbH
Céline Pahud Zertifizierungsstelle 2000-Watt-Areale, Canton de Vaud
Katrin Pfäffli Vertretung SIA-Effizienzpfad Energie, Architekturbüro preisig:pfäffli
Stefan Schneider Mobilitätsexperte, Planungsbüro Jud
Urs Vogel Instrumente 2000-Watt-Areal, Amstein + Walthert AG
Francine Wegmüller Vertretung Romandie

VERSION

V1.0, November 2019

SPRACHEN

DE

LAYOUT

Agence Trio, Lausanne

LOGO

Miux Agentur, Chur

TITELBILD

Swiss Re by Birrer Photography, 2017

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Zusammenfassung	6
1 Vorbemerkungen	7
1.1 Ausgangslage / Machbarkeitsstudie	7
1.2 Vorgehen und Ziel.....	7
2 2000 Watt bei Standardpersonenfläche	8
2.1 Begriffe.....	8
2.2 Gebäudekategorie Verwaltung	8
2.3 Ausdifferenzierung im Bereich Mobilität	9
3 2000 Watt bei variabler Personenfläche	10
3.1 Zielwerte Verwaltung	10
3.2 Veränderung der Zielwerte in Abhängigkeit der Personenfläche	10
3.3 Veränderungen der Richtwerte in Abhängigkeit der Personenfläche.....	11
3.4 Veränderungen der Projektwerte in Abhängigkeit der Personenfläche.....	11
3.5 Auswirkungen auf die Zielwerterreichung.....	16
3.6 Diskussion des Ansatzes	17
4 Überprüfung Personenflächen an konkreten Beispielen	18
4.1 Beteiligte Projektpartner	18
4.2 Untersuchte Gebäude.....	18
4.3 Datenbasis der untersuchten Objekte	20
4.4 Personenflächen in den untersuchten Gebäuden	21
5 Einflussgrößen Personenflächen an konkreten Beispielen	22
5.1 Einflussgrößen mit hoher Relevanz	22
5.2 Einflussgrößen mit wenig Relevanz	23
5.3 Tabellarische Zusammenstellung	24
6 Auswirkungen auf den Energiebedarf an konkreten Beispielen	25
6.1 Datenbasis zu Messdaten Energie der untersuchten Objekte	25
6.2 Resultate Wärmeenergie und Interpretation.....	25
6.3 Resultate Messwerte Strom und Interpretation	26

7	Anwendung «flächensuffiziente Verwaltung» für 2000-Watt-Areale	28
7.1	Prolog.....	28
7.2	Absolute oder bedingte Anrechenbarkeit	28
7.3	Bedingung quantitativ: maximale Personenfläche.....	29
7.4	Bedingung qualitativ: minimale Fläche pro Arbeitsplatz.....	30
7.5	Überprüfung der Bedingungen an den untersuchten Objekten.....	31
7.6	Empfehlungen zur Anwendung in 2000-Watt-Arealen	32
	Anhang: Default-Werte	33
	Literatur	33

Vorwort

Mit der vorliegenden Studie werden die Grundlagen für die Bewertung von Flächensuffizienz in Verwaltungsgebäuden im Rahmen des 2000-Watt-Areal-Zertifikates geschaffen. Dazu wird eine neue Gebäudekategorie «Verwaltungsgebäude mit hoher Flächeneffizienz» bei nachweislichen Personenfleichen ≤ 35 m² Energiebezugsfläche pro Vollzeitäquivalent definiert. Der Bericht beinhaltet Richt-, Zielwerte und Zusatzanforderungen sowie Defaultwerte, abgeleitet nach der Methodik des SIA-Effizienzpfades Energie. Als zusätzliche Anforderung zur Sicherung einer hohen Arbeitsplatzqualität wird eine Minimalbedingung von 20 m² Energiebezugsfläche pro Arbeitsplatz empfohlen. .

Die vorläufigen Ergebnisse einer Vorstudie sind bereits in der Ausgabe 2019 des «Handbuches zum Zertifikat 2000-Watt-Areal» publiziert und in der V1.4 der Rechenhilfe II für 2000-Watt-Areale implementiert worden. Die nur unbedeutend abweichenden Ergebnisse der aktuellen Studie sollen anlässlich der nächsten Anpassung des Handbuches und der Rechenhilfe II nachgetragen werden.

Zu Beginn des Pilotprojektes «Transformation» bestand ein grosses Interesse für eine Auszeichnung von Firmencampus mit grossen Verwaltungsgebäuden mit dem 2000-Watt-Areal-Zertifikat. Eine Vorstudie ausgehend von einem aktuellen Verwaltungsbau bekräftigte die Vermutung, dass derartige Bauten heute wesentlich dichter belegt werden als der Durchschnitt der Verwaltungsbauten in der Schweiz, welcher der Gebäudekategorie Verwaltung im SIA-Effizienzpfad Energie zugrunde liegt. In der vorliegenden Studie konnten die Zusammenhänge anhand von 11 Beispielbauten von vier mitwirkenden Partnern geklärt werden.

Die Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz» wurde bereits für den quantitativen Nachweis in den Zertifizierungsanträgen der Pilotareale «Transformation» verwendet. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Anwendung der neuen Gebäudekategorie sind in den Schlussbericht zum Pilotprojekt Transformation eingeflossen.

Heinrich Gugerli
Leiter Technische Entwicklung 2000-Watt-Areale

Zusammenfassung

Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft geht von einem einheitlichen – im Vergleich zu heute stark reduzierten – Budget an Energie und Treibhausgasemissionen pro Person aus. Wenn im Gebäudebereich die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft umgesetzt werden sollen, ist neben Effizienz und Konsistenz (Einsatz erneuerbarer Energien) auch Suffizienz eine potente Strategie.

Die vorliegende Studie zeigt, dass ein kleinerer Flächenbedarf pro Beschäftigten in Büro- und Verwaltungsbauten zu deutlichen Einsparungen an Energie und klimarelevanten Emissionen führen kann. An Beispielen unterschiedlichster Art wird aufgezeigt, wie es gelingt, dass diese Flächeneinsparung nicht auf Kosten der Arbeitsplatzqualität geht: Statt einfach enger zusammen zu rücken, wie es im ungeliebten «Grossraumbüro» üblich war, schaffen neue Arbeitsplatzkonzepte durchaus attraktive Arbeitsumgebungen. Das papierlose Büro, neue Formen der Zusammenarbeit und nutzungsflexible offene Grundrisse sparen im Idealfall Flächen dort ein, wo sie niemandem fehlen. Energie- und wohl auch Kosteneinsparungen sind dabei ein willkommenes Nebenprodukt.

Im Rahmen des 2000-Watt-Areal-Zertifikates sollen flächensuffiziente Büro- und Verwaltungsbauten als neue Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz» eingeführt werden. Die vorliegende Studie empfiehlt, neben der quantitativen Bedingung einer bewusst moderat reduzierten Personenfläche sowie der Sicherung dieser Flächensuffizienz über einen gewissen Zeitraum zwingend auch eine Anforderung zu stellen, die auf eine hohe Arbeitsplatzqualität zielt. Wenn dies gelingt und konsequent eingefordert wird, kann das flächensuffiziente Büro einen wertvollen Beitrag leisten.

1 Vorbemerkungen

1.1 Ausgangslage / Machbarkeitsstudie

In der Studie «Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie – das Beispiel Wohnen» wurde 2012 das Potenzial von Suffizienz bei Wohnbauten untersucht [1]. Als eine der wirksamsten Einflussgrössen zur Verringerung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen stellte sich dabei ein geringerer Flächenverbrauch pro Person heraus. 2014 folgte die Studie «Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie bei Schulbauten». Auch bei Schulbauten bestätigt sich der grosse Einfluss eines suffizienten Flächenverbrauchs. Die Resultate sind heute im SIA-Effizienzpfad Energie (SIA 2040) [2] teilweise eingearbeitet und können bei 2000-Watt-Arealen in Wohnbauten angewendet werden. Ein geringerer Flächenverbrauch pro Person ist als eine wichtige Strategie zur Zielerreichung erkannt.

Im Rahmen der Pilotphase der Zertifizierung «2000-Watt-Areale in Transformation» fällt auf, dass der Flächenverbrauch in diversen Bürogebäuden und insbesondere auch in realisierten Neubauten deutlich unter der Standardpersonenfläche in SIA 2040 für Verwaltungsbauten liegt. Dies überrascht in dieser Deutlichkeit. Swiss Re, die mit dem Campus Mythenquai an der Pilotphase beteiligt ist, hat mit einer Machbarkeitsstudie die Wirkungsklä rung von Flächeneffizienz bei Verwaltungsbauten angestossen. Die Machbarkeitsstudie in Form einer «Auslegeordnung» schätzte das Potenzial einer kleineren Personenfläche in Verwaltungsbauten ein und formulierte erste Hypothesen zu den Einflussgrössen.

1.2 Vorgehen und Ziel

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, das Potenzial eines suffizienten Flächenverbrauchs bei Büro- und Verwaltungsbauten vertieft zu klären und die formulierten Hypothesen zu bestätigen oder verwerfen. Um die Verlässlichkeit und Belastbarkeit der Erkenntnisse zu sichern, wurden weitere Projektpartner einbezogen. Insgesamt konnten damit 11 sehr unterschiedliche Bürogebäude von 4 Unternehmungen untersucht werden. Sie unterscheiden sich in der Grösse, dem Arbeitsfeld (Branche) und werden mit unterschiedlichen Arbeitsplatzkonzepten bewirtschaftet. Damit können die Erkenntnisse breiter abgestützt und allfällige firmenspezifische Sonderfälle erkannt und relativiert werden.

Die Auswirkungen einer hohen Flächensuffizienz bzw. einer hohen Belegungsdichte auf den Energieverbrauch wurden mit diversen Fachpersonen in Expertengesprächen diskutiert.

Die Bedingungen, damit in der Zertifizierung von 2000-Watt-Arealen eine kleinere Personenfläche in Büro- und Verwaltungsbauten angerechnet werden kann, sind zu definieren. Es ist dabei zu beachten, dass die hohe Dichte nicht auf Kosten der Arbeitsplatzqualität geht. Auch hierzu wurden Expertengespräche geführt. Der Berechnungsgang in den verschiedenen Zertifizierungsstufen des Labels 2000-Watt-Areale, Default-, Richt-, und Zielwerte werden in Übereinstimmung mit der Methodik in SIA 2040 für die neue Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz» hergeleitet.

2 2000 Watt bei Standardpersonenfläche

Die Personenfläche ist in SIA 2040 definiert als Energiebezugsfläche geteilt durch die Anzahl Beschäftigten ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten. Mit Hilfe der Personenfläche wird der Zusammenhang hergestellt zwischen den personenbezogenen Werten der 2000-Watt-Gesellschaft und den flächenbezogenen Werten üblicher energetischer Berechnungen (insbesondere die Berechnung des Heizwärmebedarfs). Die Personenflächen in SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie* [2] entsprechen dem statistischen Durchschnitt in der Schweiz pro Gebäudekategorie. Sie werden als Standardpersonenflächen bezeichnet. Mit veränderten Personenflächen verändern sich die Zielwerte.

2.1 Begriffe

Die Standardpersonenfläche in Verwaltungsgebäuden gemäss SIA 2040 ist definiert als «Energiebezugsfläche geteilt durch Vollzeitäquivalente». Die beiden zentralen Grössen sollen hier noch einmal definiert und im Kontext der Studie diskutiert werden.

Energiebezugsfläche A_E

Die Energiebezugsfläche ist in SIA 380 definiert. Sie umschliesst alle ober- und unterirdisch liegenden Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Konditionieren notwendig ist. Die Energiebezugsfläche schliesst die Konstruktionsfläche der Aussen- und Innenwände mit ein, die Flächen in Schächten oder Aufzügen werden durchgerechnet. Nicht zur Energiebezugsfläche hingegen gehören reine Kellerräume, Technikräume und alle Anlagen für die Fahrzeugparkierung. Die Energiebezugsfläche ist für energetische Berechnungen und Nachweise entscheidend.

Für Immobilienbetreiber oder das Facility Management ist die Energiebezugsfläche jedoch nicht relevant. Sie liegt deshalb meist nur bei Neu- oder kürzlich erfolgten Umbauten vor, bei denen ein Energienachweis gemäss SIA 380/1 eingereicht wurde. Wenn ein Gebäude nach Minergie zertifiziert ist, sind die Flächen zudem auf der Website von MINERGIE® jederzeit abrufbar.

Vollzeitäquivalente VZA

Grundlage für die Standardpersonenflächen in SIA 2040 sind die Vollzeitäquivalente, wie sie in der Beschäftigtenstatistik des Bundes verwendet wird und im Gebäudeparkmodell ermittelt wurde. Vollzeitäquivalente sind eindeutig definiert. Grössere Firmen, welche über ein Facility Management verfügen, erfassen die Vollzeitäquivalente VZA (engl. fulltime equivalent FTE) systematisch und mit einheitlicher Berechnungsweise.

«Anzahl der gearbeiteten Stunden in einem Unternehmen, geteilt durch die übliche Arbeitszeit eines Vollzeit-Erwerbstätigen. In Unternehmen gibt die Anzahl der VZA an, wie viele Vollzeitstellen sich rechnerisch bei einer gemischten Personalbelegung mit Teilzeitbeschäftigten ergeben. Der entsprechende Anglizismus FTE (full time equivalent) wird auch im deutschen Sprachraum häufig angewendet.» (aus: Wikipedia, 18.07.2019).

Vollzeitäquivalente sind nicht zu verwechseln mit den Beschäftigtenzahlen (Headcounts HC bzw. Physical Active Count PAC). Liegen beide Grössen vor, Vollzeitäquivalente und Beschäftigtenzahlen, lassen sich Rückschlüsse auf den durchschnittlichen Beschäftigungsgrad der Mitarbeitenden ziehen.

2.2 Gebäudekategorie Verwaltung

Die Personenflächen in SIA 2040 stammen aus der Studie Gebäudeparkmodell [3], welche durch TEP Energy im Auftrag des Bundesamts für Energie erarbeitet wurde. Die Gebäudekategorie Verwaltung gemäss SIA 2040 umfasst private und öffentliche Bürobauten.

Gemäss Gebäudeparkmodell (nachfolgend auch GEPAMOD) wurden folgende Branchen unter der Gebäudekategorie Verwaltung berücksichtigt:

Tabelle 1: Branchen in der Gebäudekategorie Verwaltung

Gebäudekat.	Branche		EBF in m2	VZA	EBF/VZA
	5.1	Verkehr: Poststellen	783'000	35'115	22
	6.1	IKT: Informations- und Kommunikationstechnik	6'090'000	129'873	47
	9.1	Finanzwesen	9'758'000	231'332	42
	10.1	öffentliche Verwaltung	9'488'000	150'386	63
	12.2	Gesundheitswesen: Arztpraxen	3'049'000	54'537	56
	14.1	Unternehmensdienstleistungen	20'611'000	534'366	39
	15.3	andere Dienstleistungen: persönl. andere Dienstleistungen	5'685'00	66'815	85
Verwaltung	Total gerundet		55'500'000	1'210'000	45

Die Daten basieren auf aktuellen statistischen Datensätzen des Bundes. Trotzdem sind gewisse Unsicherheiten nicht auszuschliessen. Insbesondere bei der Herleitung der Energiebezugsflächen waren Vereinfachungen notwendig, welche das Potenzial zu Unschärfen in sich tragen. Es handelt sich insofern um die 'bestmöglichen zur Verfügung stehenden Daten'. Auf eine weitere Ausdifferenzierung der Gebäudekategorie Verwaltung wurde in SIA 2040 auch aus diesem Grund verzichtet, obwohl insbesondere bei den Personflächen die Abweichungen von den Durchschnittswerten zum Teil bedeutend sind.

2.3 Ausdifferenzierung im Bereich Mobilität

In SIA 2039 *Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort* [4] wird die Gebäudekategorie Verwaltung allerdings differenziert in die beiden Unterkategorien

- Büro und
- Dienstleistung mit bedeutendem Kundenanteil.

Im Bereich Mobilität zeigen sich bei diesen beiden Unterkategorien deutliche Unterschiede in den Resultaten und in der Methodik. Büro umfasst private und öffentliche Bürobauten ohne bedeutenden Kundenanteil, während Dienstleistung mit bedeutendem Kundenanteil beispielsweise Arztpraxen, Coiffeur, Post und Bank mit Schalterbetrieb umfasst. Die Branchen wurden wie folgt den beiden Unterkategorien zugewiesen:

Tabelle 2: Verwaltung mit Unterkategorien Büro und Dienstleistungen mit hohem Kundenanteil gem. SIA 2039

Gebäudekat.	Branche		EBF in m2	VZA	EBF/VZA
Büro	6.1	IKT: Informations- und Kommunikationstechnik	46'000'000	1'050'000	45
	9.1	Finanzwesen			
	10.1	öffentliche Verwaltung			
	14.1	Unternehmensdienstleistungen			
DL mit bed. Kundenanteil	5.1	Verkehr: Poststellen andere Dienstleistungen: persönl.	9'500'000	156'000	60
	12.2	Gesundheitswesen: Arztpraxen			
	15.3	Andere Dienstleistungen			
Verwaltung	Total gerundet		55'500'000	1'210'000	45

Die Unterkategorie Büro dominiert in der Schweiz sowohl in den Flächen auch bei den Beschäftigtenzahlen deutlich. Der signifikant höhere Flächenbedarf bei Dienstleistungen mit Kunden zeichnet sich deshalb in der übergeordneten Kategorie «Verwaltung» nicht ab.

3 2000 Watt bei variabler Personenfläche

Der SIA-Effizienzpfad und das darauf aufbauende Label 2000-Watt-Areale stützen sich auf die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft. Diese gibt ein Budget an Energie und an Treibhausgasemissionen pro Person vor. Im SIA-Effizienzpfad werden diese personenbezogenen Werte auf Flächenkennwerte umgerechnet. Dies geschieht mit Hilfe der Standardpersonenflächen pro Gebäudekategorie. In der Gebäudekategorie Verwaltung liegt die Standardpersonenfläche bei 45 Quadratmetern.

3.1 Zielwerte Verwaltung

Die top-Down hergeleiteten Zielwerte werden in Werten pro Quadratmeter Energiebezugsfläche ausgedrückt. Über eine Multiplikation mit der Standardpersonenfläche können die Zielwerte aber auch in durchschnittliche Werte pro Beschäftigten umgerechnet werden. Diese Werte entsprechen damit einem durchschnittlichen Budget an Primärenergie und Treibhausgasemissionen pro in Verwaltungsgebäuden Beschäftigten, ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten.

Tabelle 3: Zielwerte Verwaltung

Verwaltung	Zielwerte pro m2 EBF		Zielwerte pro Beschäftigten bei Standardfläche 45 m2 / VZA	
	Neubau	Umbau	Neubau	Umbau
Primärenergie gesamt	280 kWh / m2	280 kWh / m2	12'600 kWh / VZA	12'600 kWh / VZA
Primärenergie nicht erneuerbar	160 kWh / m2	160 kWh / m2	7'200 kWh / VZA	7'200 kWh / VZA
Treibhausgasemissionen	20.0 kg / m2	19.0 kg / m2	900 kg / VZA	855 kg / VZA

3.2 Veränderung der Zielwerte in Abhängigkeit der Personenfläche

Gehen wir hier davon aus, dass der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen pro Beschäftigten, unabhängig von der Personenfläche, gemäss 2000-Watt-Gesellschaft gleich gross bleiben darf, so verändern sich die flächenbezogenen Zielwerte bei variabler Personenfläche indirekt proportional:

Tabelle 4: Zielwerte 2050, Umrechnung in flächenbezogene Werte bei variabler Personenfläche.

Zielwerte	PE gesamt	PE n. erneuerbar	Treibhausgasemissionen	
	kWh/m2	kWh/m2	kg/m2	
VERWALTUNG	Neubau / Umbau	Neubau / Umbau	Neubau	Umbau
30 m2 / VZA	420	240	30.0	28.5
35 m2 / VZA	360	206	25.7	24.4
40 m2 / VZA	315	180	22.5	21.4
45 m2 / VZA	280	160	20.0	19.0
50 m2 / VZA	252	144	18.0	17.1
55 m2 / VZA	229	131	16.4	15.5
60 m2 / VZA	210	120	15.0	14.3

Die Veränderung der Zielwerte in Abhängigkeit der Personenfläche ist ein einfacher Dreisatz.

3.3 Veränderungen der Richtwerte in Abhängigkeit der Personenfläche

Die Zielwerte setzen sich zusammen aus den Richtwerten in den drei Bereichen Erstellung, Betrieb und Mobilität. Aufsummiert ergeben die drei Richtwerte die Zielwerte.

Es ist absehbar, dass eine veränderte Personenfläche nicht in allen drei Bereichen für die Resultate von gleicher Bedeutung ist: Es gibt Verwendungszwecke, welche stark personenabhängig sind und es gibt Verwendungszwecke, welche eher flächenabhängig sind.

Wenn in einer ersten Annahme der Richtwert Erstellung unabhängig von der Personenfläche ist und der Richtwert Mobilität sich umgekehrt proportional zur Personenfläche verändert ergibt sich der Richtwert Betrieb aus dem Zielwert minus Richtwert Erstellung minus Richtwert Mobilität.

Tabelle 5: Verwaltung/Neubau Richtwerte und Zielwert, Treibhausgasemissionen

Richt- und Projektwerte	Treibhausgasemissionen kg/m ²			
	Erstellung	Betrieb	Mobilität	Zielwert
VERWALTUNG				
30 m ² / VZA	9.0	10.5	10.5	30.0
35 m ² / VZA	9.0	7.7	9.0	25.7
40 m ² / VZA	9.0	5.6	7.9	22.5
45 m² / VZA	9.0	4.0	7.0	20.0
50 m ² / VZA	9.0	2.7	6.3	18.0
55 m ² / VZA	9.0	1.7	5.7	16.4
60 m ² / VZA	9.0	0.8	5.3	15.0

3.4 Veränderungen der Projektwerte in Abhängigkeit der Personenfläche

Etwas schwieriger einzuschätzen ist, wie sich die Projektwerte in den einzelnen Verwendungszwecken im Betrieb aufgrund einer unterschiedlichen Personenfläche verändern. Erste intuitive Annahmen der Studienautorin wurden im Gespräch mit Fachexperten diskutiert.

- Für die Erstellung liegt die Kompetenz bei der Studienautorin Katrin Pfäffli, preisig:pfäffli selber.
- Für den Bereich Wärme/Kühlung/Lüftung wurde das Gespräch mit Martin Ménard, lemonconsult am 15.08.2019 geführt. Die Rückmeldung per E-Mail erfolgte am 04.10.2019.
- Für die Verwendungszwecke Beleuchtung/Geräte wurde das Gespräch mit Stefan Gasser, SAFE am 19.08.2019 geführt. Die Rückmeldung per E-Mail erfolgte am 09.09.2019.
- Für den Bereich Mobilität wurde auf den für das Projekt erstellten internen Kurzbericht «Inputs und Überlegungen zur Flächensuffizienz in Büro- und Verwaltungsbauten – Mobilität» von St. Schneider und D. Hirzel, Planungsbüro Jud vom 27.03.2018 zurückgegriffen. Am 10.09.2019 erfolgte per E-Mail ein weiterer Input.

Kurz zusammengefasst die Resultate dieser Fachgespräche:

Erstellung

Grundsätzlich hat die Belegungsdichte keinen direkten Einfluss auf Gebäude: in ein und demselben Gebäude können mehr oder weniger Personen arbeiten.

Wird ein Gebäude speziell für eine hohe Belegung geplant, bleibt dies dennoch nicht ohne Einfluss. Gebäude mit flexibel nutzbaren Grundrissen («Open Space») sind in der Regel auf einem regelmässigen Stützenraster aufgebaut. Während bei Einzelbüros sich Stützenraster mit rund 3-4 Meter

Abstand bewährt haben, verführen Open Space-Nutzungen oft zu grösseren Spannweiten. Grössere Spannweiten führen zu massiveren Deckenkonstruktionen. Dies wirkt sich in der Regel negativ auf die Graue Energie und die Treibhausgasemissionen im Bereich Erstellung aus. Die im Skelettbau typische Lastabtragung über Stützen bedeutet auch, dass praktisch alle Innenwände nicht tragend ausgeführt werden – mit einer Amortisationszeit von nur 30 statt 60 Jahren fallen sie deshalb stärker ins Gewicht. Für flexible Raumteiler werden oft transparente oder transluzente Materialien bevorzugt, weil diese die grossen Flächen optisch nicht stark unterteilen und das Tageslicht auch bei grossen Raumtiefen spürbar bleibt. Auch diese Materialisierung ist vergleichsweise ressourcenaufwendig.

Diesen eher negativen Einflüssen steht ein grosser positiver Aspekt gegenüber: Die grossen Baukörper von effizienten Bürobauten haben meist hervorragende Kompaktheitszahlen. Ein gutes Verhältnis zwischen den ressourcenaufwendigen Fassaden- und Gebäudehüllflächen und den weniger aufwendigen Innenbauteilen ist der vermutlich potenteste Einflussfaktor im Bereich Erstellung.

Im Grossen und Ganzen ist kein eindeutiger Trend vorhersehbar. Die Richtwerte Erstellung für Verwaltungsbauten sind grundsätzlich auch in Bürogebäuden mit hoher Flächeneffizienz zu erreichen.

Raumwärme

Mehr interne Lasten (Menschen, Geräte, Beleuchtung) führen in der Tendenz zu einem kleineren Wärmebedarf. Selbstverständlich ist der Wärmebedarf aber auch abhängig von der Raumgeometrie und der Wärmedurchlasszahl der Gebäudehülle (sprich Dämmstandard).

Je besser die Gebäude gedämmt sind, desto stärker ist der Einfluss der internen Lasten. In modernen, gut gedämmten Bürogebäuden müssen die Wärmelasten geeignet abgeführt werden können – der Kühlbedarf übertrifft zum Teil den Wärmebedarf. Bei älteren Gebäuden dominiert hingegen der Wärmebedarf, da bei diesen die Verluste über die Gebäudehülle sehr gross sein können. Bei diesen älteren Gebäuden ist die Personenabhängigkeit untergeordnet.

Raumkühlung

Mehr innere Lasten (Menschen, Geräte, Beleuchtung) führen zu einem grösseren Kühlbedarf. Der Energiebedarf für die Raumkühlung dürfte damit in gewissen Grenzen direkt proportional zur Personenzahl sein. Daneben spielen je nach Glasanteil, g-Wert und Sonnenschutz der Fassade auch die solaren Wärmeeinträge eine Rolle. Bei Neubauten kann der thermische Energieverbrauch für das Kühlen höher sein als jener für das Heizen. Je nachdem, mit welchem System gekühlt wird, bewegen sich die erzielten Arbeitszahlen von schlechten 2 bis zu guten 15. Die Effizienz des Systems kann damit entscheidender sein als die Personenbelegung. Bei der Interpretation von Messdaten ist das zu beachten.

Warmwasser

Der Wärmebedarf für Warmwasser ist in Bürogebäuden im Vergleich zu Wohngebäuden untergeordnet. Grundsätzlich dürfte dieser aber vorwiegend personenabhängig sein und mit einer höheren Belegung proportional steigen. Ein gewisser Anteil ist aber auch hier eher flächenabhängig: Das betrifft insbesondere den Warmwasserbedarf für die Raumreinigung.

Hilfsenergie

Die Hilfsenergie für die Wärmeerzeugung dürfte sich mit der Belegungsdichte nicht verändern.

Lüftung

Im Prinzip wäre es klar: Je mehr Personen in einem Raum sind, desto höher muss der Luftwechsel sein. Die notwendige Aussenluftmenge ist pro Person definiert (25 m^3 pro Stunde und Person) – bei mehr Personen auf gleicher Fläche ist damit ein höherer Luftwechsel erforderlich um den maximalen CO_2 -Pegel von $1'400 \text{ ppm}$ nicht zu überschreiten. Rein theoretisch ist deshalb mit einem direkt proportionalen Zusammenhang des Energiebedarfs für die Lüftung mit der Belegungsdichte zu rechnen. In effizienten Bürobauten mit einer bedarfsgerecht mit CO_2 -Sensoren gesteuerten Lüftungsanlage dürfte dies in der Tendenz zutreffen.

In vielen Bürogebäuden, auch modernen Neubauten, sieht die Realität jedoch anders aus: Lüftungen werden in Stufenschaltung mit einem hohen Grundluftwechsel auch bei geringer Belegungs-

dichte betrieben. Der Luftwechsel ist also bereits in der Basiseinstellung hoch und zwar unabhängig davon, wieviele Personen sich in den Räumen aufhalten. In diesen häufigen Fällen dürfte der Energieverbrauch für die Lüftung zu maximal 50% personenabhängig sein.

Beleuchtung

Auch bei der Beleuchtung überwiegt der Einfluss der Technik im Vergleich zu jenem der Personenbelegung. In einem gut geregelten Gebäude mit kurzläufigen Präsenzmeldern sind massive Einsparungen bei der Beleuchtungsenergie möglich. Je besser die Beleuchtung geregelt ist, desto stärker ist der Einfluss der Personenzahl.

Ohne Lichtregulierung ist die Beleuchtungsenergie zu einem grossen Teil unabhängig von der Personenbelegung (Annahme 25% Personenabhängigkeit). Bei optimaler Präsenzregelung ist die Beleuchtungsenergie jedoch mehrheitlich abhängig von der Belegung (Annahme: 75% Personenabhängigkeit). Heute ist insgesamt noch wenig geregelt bzw. die Regelungen funktionieren ungenügend. Die LED-Technik ermöglicht grosse Fortschritte bei der Regelung und es kann davon ausgegangen werden, dass der personenabhängige Teil sich in den nächsten Jahren deutlich erhöhen wird.

Diverse Parameter lassen eher eine Personenabhängigkeit erwarten: Wenn Arbeitsplätze mit einer individuellen Leuchte ausgerüstet sind, ist bei mehr Arbeitsplätzen auf der gleichen Fläche mit einem erhöhten Energieverbrauch für die individuelle Beleuchtung zu rechnen. Wenn sich viele Leute in einem Gebäude aufhalten, sind auch Beleuchtungen in Nebenräumen und gemeinschaftlich genutzten Räumen, welche über Bewegungsmelder geregelt sind, häufiger und länger in Betrieb. Der Aufwand für die Beleuchtung dürfte also zunehmen, je kleiner die Personenfläche ist.

Neben der individuellen Arbeitsplatzbeleuchtung muss die Raumbelichtung ausgleichen, dass in grossen Räumen der natürliche Lichtanteil unterschiedlich ist. Grundsätzlich müssen aber Büroarbeitsplätze über Tageslicht und Sicht ins Freie verfügen (vgl. ArGV 3, Art. 15, Kapitel «Tageslichtanteil», sowie ArGV 3, Art. 24, Kapitel «Sicht ins Freie»). Insbesondere der Tageslichtanteil ist für die Arbeitsplatzqualität von grosser Bedeutung.

Geräte

Der Energieverbrauch für die Geräte ist erstmal weitgehend personenabhängig: Mehr Personen bedeutet mehr Geräte (Computer, Laptops, Telefone etc.) und diese sind länger und häufiger in Betrieb (Drucker, Kaffeemaschinen, Getränkeautomaten usw.) je mehr Menschen sie nutzen.

Daneben sind für den Energieverbrauch aber auch Grundlasten von grosser Bedeutung, die unabhängig von der Personenbelegung anfallen: Insbesondere die Bandlasten der IT werden regelmässig unterschätzt. Es kann durchaus sein, dass die Bandlast der IT-Infrastruktur für die Hälfte des Energieverbrauchs verantwortlich ist.

Mobilität

Grundsätzlich ist das Mobilitätsverhalten von Beschäftigten nicht abhängig von der Belegungsdichte in einem Gebäude. Wenn überhaupt, sind aber eher positive Effekte zu erwarten. Die Anzahl Parkplätze, welche gemäss den massgebenden, kommunalen Vorschriften erstellt werden müssen, ist in der Regel nicht an die Mitarbeiterzahl gebunden, sondern an die gemäss Vorschriften relevante Geschossfläche. Aufgrund dieser Berechnungsweise ist daher zu erwarten, dass in flächeneffizienten Verwaltungsbauten die Parkplatzzahl pro Mitarbeitenden kleiner ist, als in üblichen Bürogebäuden. Ohne Massnahmen des Mobilitätsmanagements kann dies aber auch dazu führen, dass nicht alle mit dem Auto zur Arbeit fahrenden Mitarbeitenden einen Parkplatz finden und im Umfeld des Arbeitsortes parkieren müssen, was Suchverkehr auslösen kann. Arbeiten viele Menschen im gleichen Gebäude, lassen sich zudem Fahrgemeinschaften, Car-Sharing-Modelle oder ein Parkplatz-Pooling einfacher umsetzen als in weniger dicht belegten Gebäuden. Zudem kann bei flächeneffizient betriebenen Verwaltungsbauten davon ausgegangen werden, dass bei gleicher Mitarbeitendenanzahl weniger unterschiedliche Standorte notwendig sind als bei «normalen» Verwaltungsbauten. Mit einer reduzierten Anzahl Standorte lassen sich Fahrten zwischen einzelnen Standorten vermeiden.

Wichtig ist im Bereich Mobilität, dass die Ursache des kleineren Flächenbedarfs pro Person bekannt ist. Wird die geringere Personenfläche über eine Auslagerung von Arbeitsplätzen in andere Gebäude z.B. zu Kunden erreicht, kann dies zu mehr Dienstreisen und damit zu einem höheren Energieverbrauch im Bereich Mobilität führen. Umgekehrt kann ein erhöhter Anteil homeoffice bzw. shared workspace zu weniger zurückgelegten Distanzen für Arbeitswege und damit zu einem geringeren Energieverbrauch für Mobilität führen. Eine Analyse der Zusammenhänge zwischen angebotenen Arbeitsplätzen und deren Nutzung wäre zielführend.

Zusammenfassend

Der Zusammenhang zwischen der Personenbelegung und dem Energieverbrauch ist also nirgends ganz einfach und entspricht wohl in keinem Verwendungszweck einem reinen Dreisatz. Zudem ist der Einfluss der Gebäudetypologie, der eingesetzten Technik und gar des Arbeitsplatzmodells nicht zu unterschätzen: Der Einfluss dieser Parameter überwiegt wohl häufig den Einfluss der Personenzahl.

In Anlehnung an die Default-Werte in SIA 2040, welche sich nur mit effizienten Systemen erreichen lassen, wird auch nachfolgend von gut geregelten Gebäuden mit moderner Gebäudetechnik ausgegangen. Die Einschätzungen zur Abhängigkeit von den Projektwerten / Default-Werten und der Personenfläche lassen sich wie folgt darstellen:

Tabelle 6: Veränderung der default- und Richtwerte in Abhängigkeit der Personenfläche

	flächenabhängig	personenabhängig	Bemerkungen
Erstellung	xx	–	überwiegend flächenabhängig
Betrieb			
- Raumwärme	xx	x	allenfalls etwas weniger Heizwärmebedarf bei mehr Leuten > mehr interne Lasten
- Kühlung	–	xx	mehr Kühlbedarf bei dichterem Belegung > mehr interne Lasten
- Warmwasser	–	x	überwiegend personenabhängig
- Hilfsenergie	x	–	ausschliesslich flächenabhängig
- Lüftung	x	x	Beides: flächenabhängig aber auch höherer Luftwechsel bei dichterem Belegung

- Beleuchtung	x	xx	Beides: flächenabhängig bei allgemeiner Beleuchtung, personenabhängig beim Arbeitsplatz
- Geräte	-	xx	überwiegend personenabhängig
Mobilität	-	xx	überwiegend personenabhängig

Der Energiebedarf und die Emissionen sind also längst nicht in allen Verwendungszwecken direkt von der Personenzahl abhängig. Einige wichtige Verwendungszwecke sind tendenziell flächegebunden und deren Energieverbrauch ist unabhängig davon, wie stark diese Fläche belegt ist. Dies gilt insbesondere für den Bereich Erstellung und für den Verwendungszweck Raumwärme.

Mehr oder weniger direkt von der Anzahl Personen abhängig sind jedoch der Kühlbedarf, der Wärmebedarf für Warmwasser, der Energiebedarf für die Geräte und die Aufwendungen im Bereich Mobilität.

Für eine Berechnung der Projektwerte bei effektiver Personenfläche gelten entsprechend den oben genannten Zusammenhängen in der Gebäudekategorie Verwaltung vereinfachend die folgenden Annahmen:

Tabelle 7: Berechnung der Projektwerte bei effektiver Personenfläche in der Gebäudekategorie Verwaltung

	Umrechnung bei effektiver Personenfläche	Bemerkungen. Zifferverweis auf SIA 2040;2017
Erstellung		
- Erstellung	<i>Keine Umrechnung</i>	Weitgehend unabhängig von der Personenfläche. Berechnung gemäss SIA 2032.
Betrieb		
- Raumwärme	<i>Keine Umrechnung</i>	Weitgehend unabhängig von der Personenfläche. Berechnung gemäss 2.3.2 in SIA 2040
- Kühlung	$Q_{C,eff} = Q_C \cdot A_{Flächenfaktor}$	Weitgehend abhängig von der Personenfläche Berechnung gemäss 2.3.3 in SIA 2040
- Warmwasser	$Q_{W,eff} = Q_W \cdot A_{Flächenfaktor}$	Weitgehend abhängig von der Personenfläche. Berechnung gemäss nebenstehender Formel, wobei QW gemäss 2.3.4 in SIA 2040;2017
- Hilfsenergie	<i>Keine Umrechnung</i>	Weitgehend unabhängig von der Personenfläche
- Lüftung	$E_{V,eff} = \left(\frac{E_V}{2}\right) + \left(\frac{E_V}{2} \cdot A_{Flächenfaktor}\right)$	Je häftig flächenabhängig und personenabhängig
- Beleuchtung	$E_{L,eff} = \left(\frac{E_L}{2}\right) + \left(\frac{E_L}{2} \cdot A_{Flächenfaktor}\right)$	Je häftig flächenabhängig und personenabhängig
- Geräte	$Q_{A,eff} = Q_A \cdot A_{Flächenfaktor}$	Weitgehend abhängig von der Personenfläche
Mobilität		
- Mobilität	$Mobilität_{eff} = Mobilität \cdot A_{Flächenfaktor}$	Weitgehend abhängig von der Personenfläche

$$A_{Flächenfaktor} = \frac{\text{Standardpersonenfläche}}{\text{effektive Personenfläche}}$$

Die Default-Werte bei einer Personenfläche von 30 bzw. 35m² sind im Anhang beispielhaft aufgeführt.

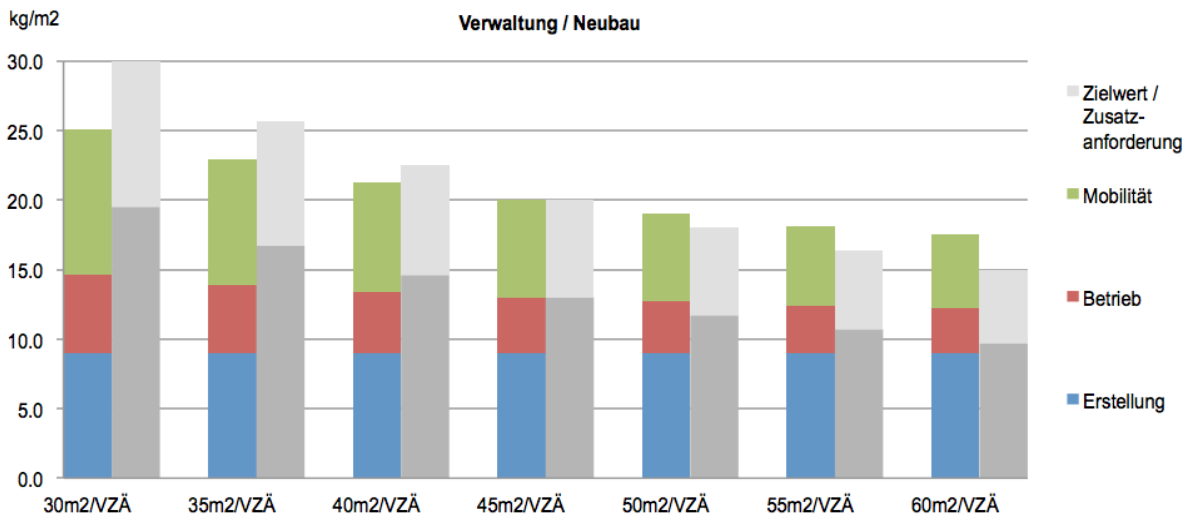
3.5 Auswirkungen auf die Zielwerterreichung

Werden die Richtwerte aus Kapitel 3.3 und die Projektwerte aus Kapitel 3.4 kombiniert, zeigt sich, dass die Zielwerterreichung mit einer kleineren Personenfläche deutlich einfacher wird. Für die Berechnung der Projektwerte wurden die Default-Werte aus SIA 2040;2017 gemäss oben stehenden Formeln auf die jeweilige Personenfläche umgerechnet.

Tabelle 8: Verwaltung/Neubau Richt- und Projektwerte, Treibhausgasemissionen

Richt- und Projektwerte	Treibhausgasemissionen kg/m ²					
	Erstellung	Betrieb	Mobilität	Projektwert	Zielwert	Projekt : Ziel
30 m ² / VZA	9.0	5.6	10.5	25.1	30.0	84%
35 m ² / VZA	9.0	5.0	9.0	23.0	25.7	89%
40 m ² / VZA	9.0	4.5	7.9	21.3	22.5	95%
45 m² / VZA	9.0	4.0	7.0	20.0	20.0	100%
50 m ² / VZA	9.0	3.8	6.3	19.1	18.0	106%
55 m ² / VZA	9.0	3.5	5.7	18.3	16.4	111%
60 m ² / VZA	9.0	3.3	5.3	17.6	15.0	117%

Tabelle 9: Verwaltung/Neubau. Projektwerte (farbig) im Vergleich zu Richt- und Zielwerten und Zusatzanforderung bei unterschiedlichen Personenflächen. Treibhausgasemissionen.



Die Tabelle und Grafik zeigen, dass auch in der Verwaltung ein kleinerer Flächenbedarf pro Person die Zielerreichung massgeblich erleichtern dürfte. Dies gilt insbesondere auch für die Zusatzanforderung. Bei gleicher Ausstattung, gleichem Nutzerverhalten und einer unterschiedlichen Personenfläche wird die Zielerreichung deutlich vereinfacht bzw. nahezu verunmöglicht.

Bei einer um ein Viertel verkleinerten Personenfläche (35 statt 45 m²/VZA) vereinfacht sich die Zielwerterreichung um 8% bei der nicht erneuerbaren Primärenergie und gar um 11% bei den Treibhausgasemissionen. Bei einer um ein Drittel verkleinerten Personenfläche (30 statt 45 m²/VZA) vereinfacht sich die Zielwerterreichung um 12% bei der nicht erneuerbaren Primärenergie und gar um 16% bei den Treibhausgasemissionen.

Wenn die Erstellung unabhängig von der Personenfläche ist und sich die Mobilität indirekt proportional zur Personenfläche verhält, verbleibt für den Betrieb bei einer Personenfläche von 35 m² ein rund 25% grösseres Budget als bei der Standardpersonenfläche. Bei einer Personenfläche von 30 m² verbliebe für den Betrieb sogar ein um 40% grösseres Budget für Treibhausgasemissionen.

Dieser Vorteil ist nicht zu unterschätzen. Er kann für die Zielerreichung entscheidend sein und am konkreten Objekt neue Optionen eröffnen. Es ist etwa denkbar, dass ein Gebäude die Ziele erreicht, obwohl es im Bereich Erstellung aufwendige Konstruktionen vorschlägt oder im Betrieb nicht zu 100% erneuerbare Energieträger einsetzen kann.

3.6 Diskussion des Ansatzes

Die Auswirkungen eines veränderten Flächenbedarfs pro Person auf die Zielwerte gemäss SIA 2040 sind bedeutend. Die Zielerreichung ist bei einer kleineren Personenfläche zwar immer noch anspruchsvoll, aber doch deutlich einfacher als mit Standardpersonenfläche.

Die Reduktion des Flächenbedarfs pro Person ist damit eine potente Möglichkeit – neben Effizienz und Substitution – den Energieverbrauch und die Emissionen im Gebäudebereich zu senken. Es handelt sich klar um eine Massnahme, die der Strategie «Suffizienz» zuzuordnen ist.

Wie schon bei Wohnbauten erkannt, setzen auch bei Verwaltungsbauten die Zielwerte bezogen auf einen Quadratmeter Fläche einen falschen Anreiz: Wer mehr Fläche pro Person braucht, erreicht die Zielwerte effektiv einfacher als jemand der eine hohe Flächensuffizienz erreicht. Spätestens wenn im Betrieb Messwerte vorliegen, wird dies offensichtlich. Dieser falsche Anreiz liesse sich ausräumen, indem die Zielwerte bezogen auf Personen, statt bezogen auf die Fläche ausgedrückt werden – so wie dies die dem Ansatz zugrunde liegende Vision der «2000-Watt-Gesellschaft» vorgibt.

Es scheint deshalb legitim, gemäss dem hier dokumentierten Vorschlag den Sparsamen einen Bonus zuzugestehen. Es ist aber nicht von der Hand zu weisen, dass dies in der Konsequenz auch danach verlangt, nicht flächensuffizienten Gebäuden einen entsprechenden Malus zu erteilen.

Angesichts des Klimawandels und der Dringlichkeit der Senkung der Treibhausgasemissionen muss die Frage aber erlaubt sein, ob es angebracht ist, die Zielwerte lascher anzusetzen, als sie mit den heutigen technischen Möglichkeiten nachweislich erreichbar sind. Suffizienz wird vermutlich nicht als eine mögliche Strategie neben Effizienz und Konsistenz benötigt, sondern sie ist zusätzlich zu Effizienz und Konsistenz einzusetzen. Der Einsatz dieser Suffizienz-Strategie muss deshalb sehr zurückhaltend und gut begründet erfolgen und darf nicht auf Kosten einer Effizienzstrategie gewählt werden.

4 Überprüfung Personenflächen an konkreten Beispielen

Um zu verstehen, wie sich tiefe Personenflächen in Verwaltungsbauten realisieren, wurden gut dokumentierte Objekte unterschiedlicher Projektpartner gesucht. Nach anfänglichen Schwierigkeiten bei der Beschaffung belastbarer Daten liegen diese nun zu einer ausreichende Anzahl Gebäude vor.

4.1 Beteiligte Projektpartner

Es sind 4 Projektpartner beteiligt mit insgesamt 11 sehr unterschiedlichen, mehrheitlich grossen Bürogebäuden. Bei den vier Partnern handelt es sich um 2 sehr grosse weltweit tätige Unternehmen im Finanz- und Dienstleistungsbereich, 1 mittelgrosses Ingenieurbüro mit mehreren Firmenstandorten und eine sehr kleine Bürogemeinschaft bestehend aus drei KMU:

Swiss Re: Die Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft mit Hauptsitz in Zürich gehört zu den weltweit grössten Rückversicherungsunternehmen und beschäftigt rund 15'000 Mitarbeitende an über 80 Standorten und in 30 Ländern. Ins Projekt eingebracht werden sechs Bürogebäude am Campus Mythenquai in Zürich. Sie sind Teil des Pilotprojekts Campus Mythenquai im Label «2000-Watt-Areal in Transformation». Am Standort sind grosse bauliche Veränderungen geplant oder vor kurzem realisiert worden. Zwei der sechs dokumentierten Gebäude werden oder wurden durch je einen Neubau ersetzt – gleichzeitig sind also nur immer vier der sechs Gebäude in Betrieb. Interessant ist das Sample auch deshalb, weil sich ältere Bauten, die nach herkömmlichem Arbeitsplatzkonzept bewirtschaftet werden vergleichen lassen mit jüngeren Bauten, welche bereits in der Planung auf die zukünftige Bewirtschaftung ausgerichtet wurden. Durch die geplante Standort-Konzentration am Mythenquai ist bis 2025 im Vergleich zur Ausgangslage 2013 bei nur marginal vergrösserter Fläche nahezu eine Verdoppelung der Beschäftigtenzahlen vor Ort geplant. Rund 3'600 Beschäftigte sollen sich am Mythenquai in Zukunft knapp 70'000 m² Energiebezugsfläche teilen.

UBS: Die Schweizer Grossbank hat ihren Sitz in Zürich. Sie zählt zu den weltweit grössten Vermögensverwaltern und beschäftigt im Jahr 2018 rund 67'000 Mitarbeitende (auf Vollzeitbasis). Ins Projekt eingebracht werden drei grosse Gebäude in Zürich und Basel. In diesen arbeiten zurzeit rund 3'300 Beschäftigte und teilen sich knapp 80'000 m² Energiebezugsfläche.

A+W: Amstein + Walthert ist ein Ingenieur- und Dienstleistungsunternehmen mit insgesamt 13 Standorten in der Schweiz und Frankreich und beschäftigt rund 1'000 Mitarbeitende. Das Ingenieurbüro bringt ein Gebäude in das Projekt ein: den früheren Standort in Zürich-Oerlikon. Seit Dezember 2018 ist A+W in den Neubau Andresturm umgezogen. Weil von diesem noch keine Verbrauchszahlen vorliegen, wird in diesem Projekt der vorherige, gut dokumentierte Firmensitz betrachtet. Rund 260 Beschäftigte teilten sich am Standort 6'300 m² Energiebezugsfläche.

p:p / bfu: Ergänzt wird das Betrachtungsfeld mit der kleinen Bürogemeinschaft der Studienautorin bestehend aus drei KMU welche Beratung und Dienstleistung im Gebäudebereich anbieten und am Bürostandort in Zürich in einem Wohngebäude eingemietet sind. Fünf mehrheitlich Teilzeit arbeitende Beschäftigte teilen sich rund 150 m² Energiebezugsfläche.

Die im Projekt beteiligten Projektpartner sind am Ehesten der Branche 9.1 Finanzwesen und allenfalls 14.1 Unternehmensdienstleistungen zuzuweisen. Diese liegen gemäss GEPAMOD mit 42 bzw. 39 m² Energiebezugsfläche pro Vollzeitäquivalent knapp unter dem Durchschnittswert von 45 m², die als Standardpersonenfläche für die Verwaltung festgelegt ist.




4.2 Untersuchte Gebäude

Insgesamt werden 11 sehr unterschiedliche Bürogebäude betrachtet mit einer gesamten Energiebezugsfläche von über 200'000 m². In den Gebäuden arbeiten insgesamt rund 8'700 Personen. Deren Beschäftigungsgrad entspricht rund 7'900 Vollzeitäquivalenten.

Alle untersuchten Gebäude sind in einem Excel-Dokument detailliert mit allen zur Verfügung gestellten Angaben dokumentiert. Die Daten sind nicht zur Veröffentlichung bestimmt. Um eine Vorstellung der Objekte zu erlauben werden sie hier in einer groben Übersicht dargestellt.

Tabelle 10: Übersicht über die 11 untersuchten Objekte

	A abgebrannt 1978, Wiederaufbau 1984, Gesamtanierung 2015	4 Untergeschosse und Drittnutzung im EG (Chocolatier, Atrio für Veranstaltungen). Gästerestaurant im 3. OG	Datenbasis: 2016-2018
	B Baujahr 1913, Umbau 2005	Der Innenhof wurde 2005 mit einer Glasfassade überdeckt und das Dachgeschoss ausgebaut	Datenbasis: 2013
	C Baujahr 2001	1 Untergeschoss, Erdgeschoss und 6 Obergeschosse. Rationell organisiert (Kantine im 6.OG nicht eingerechnet).	Datenbasis: 2015-2017
	D Baujahr ca. 1980, saniert 2012/13	5 Untergeschosse und Drittnutzungen im EG (Restaurant. Lebensmittelverkauf)	Datenbasis: 2018
	E Baujahr 2013	4 Gebäude formen einen Blockrand. 2 Untergeschosse, Erdgeschoss und bis zu 7 Obergeschosse	Datenbasis: 2016-2018
	F Baujahr 1964, Sanierung Fassade 2005	4 bis 6 Obergeschosse, Dachgeschoss für Technik. Reines Bürogebäude.	Datenbasis: 2013
	G Baujahr 1986, Rückbau 2020	6 Obergeschosse. Vorne historisierende Fassade. Wird ab 2020 abgerissen und durch einen Ersatzneubau ersetzt.	Datenbasis: 2013
	H Baujahr 2025	In Planung. Gestaltungsplan ist genehmigt, Neubauprojekt ist klar.	Datenbasis: 2025

	I Baujahr ca. 1970, Rückbau 2014	Gebäude wurde unter anderem wegen seines ineffizienten Flächenangebotes abgerissen und durch einen Ersatzneubau ersetzt.	Datenbasis: 2013
	J Baujahr 2017	3 Untergeschosse und 6 Obergeschosse.	Datenbasis: 2018
	K Baujahr ca. 1905, Fenster 1980	Unrenovierter Altbau genutzt von kleiner Bürogemeinschaft mit überwiegend Teilzeitbeschäftigten	Datenbasis: 2016-2018

4.3 Datenbasis der untersuchten Objekte

Alle beteiligten Projektpartner haben Daten geliefert, die sie selber erhoben haben. Die Sicherung dieser Datenbasis ist nicht ganz einfach, zumal nicht alle Kenngrößen in Einheiten verlangt sind, die in der Immobilienverwaltung oder im Facility Management vertraut sind.

Energiebezugsfläche A_E

Diese Fläche ist für energetische Berechnungen und Nachweise entscheidend. Für Immobilienbetreiber oder das Facility Management ist die Energiebezugsfläche jedoch nicht relevant und wird deshalb auch selten erfasst. Es kommt dazu, dass die Energiebezugsfläche gemäss SIA 380 eine komplex definierte Grösse ist und im Verlauf der letzten Jahre auch in Details neu definiert wurde (früher z.B. mit Höhenkorrektur). Entsprechend sind die Angaben zu diesen Flächen immer mit einer gewissen Unschärfe zu verstehen.

Bei Neubauten liegen die Energiebezugsflächen vor, weil sie für den Energienachweis im Baubewilligungsverfahren eingereicht werden müssen. Sind die Gebäude nach Minergie zertifiziert, lassen sich die Energiebezugsflächen auch online abfragen.

Bei jenen Projektpartnern, die keine Energiebezugsflächen erfassen, wurden diese durch die Studienautorin mit Hilfe anderer Flächenangaben angenähert. Aus dem Facility Management sind oft raum- und geschossweise erhobene Flächen detailliert bekannt, etwa die «Gross Internal Area GIA» (entspricht der Geschossfläche gemäss SIA 416, aber ohne Aussenwände) oder die «Net Internal Area NIA» (Nutzfläche gemäss SIA 416). Mit Hilfe der Lage und Nutzung der Räume konnte die Energiebezugsfläche recht gut abgeschätzt werden.

Vollzeitäquivalente FTE

Grössere Firmen, welche die Flächen bewirtschaften und über ein Facility Management verfügen, erfassen die «full time equivalent FTE» systematisch und mit einheitlicher Berechnungsweise. Diesem Datensatz aller Projektbeteiligter wird deshalb grosses Vertrauen geschenkt.

Die Anzahl Mitarbeitenden kann über die Jahre variieren. Deshalb wird in den folgenden Tabellen der Zeitpunkt der Datenerfassung mit aufgeführt.

Neben den Vollzeitäquivalenten FTE werden von den Projektpartnern teilweise auch Beschäftigtenzahlen angegeben («Headcounts HC» oder «Physical Active Count PAC»). Ebenfalls ausgewiesen wird die Anzahl verfügbarer Arbeitstische («workplace» oder «total occupiable desk capacity»). Teilweise

werden die Beschäftigtenzahlen und Arbeitsplätze geschossweise aufgeführt, so dass auch Aussagen zur Verteilung der Mitarbeitenden im Gebäude möglich sind.

4.4 Personenflächen in den untersuchten Gebäuden

Die Personenflächen in den 11 Gebäuden unterscheiden sich überraschend stark: Die Personenflächen pro Vollzeitäquivalent variieren von knapp 17 m²/VZA bis 50 m²/VZA.

Tabelle 11: Personenflächen in den untersuchten Objekten

Objekt	Datenbasis	Energiebezugsfläche A _E	Vollzeitäquivalente	Personenfläche
A	2016-18	22'300 m ² EBF	450 FTE	50 m ² EBF/ FTE
B	2013	12'361 m ² EBF	409 FTE	30 m ² EBF/ FTE
C	2015-17	6'320 m ² EBF	262 FTE	24 m ² EBF/ FTE
D	2018	17'233 m ² EBF	799 FTE	22 m ² EBF/ FTE
E	2016-18	39'800 m ² EBF	2'059 FTE	19 m ² EBF/ FTE
F	2013	8'291 m ² EBF	336 FTE	25 m ² EBF/ FTE
G	2013	27'166 m ² EBF	672 FTE	40 m ² EBF/ FTE
H	2025	26'760 m ² EBF	1'417 FTE	19 m ² EBF/FTE
I	2013	20'925 m ² EBF	423 FTE	49 m ² EBF/ FTE
J	2018	22'745 m ² EBF	1039 FTE	22 m ² EBF/ FTE
K	2016-18	152 m ² EBF	4 FTE	40 m ² EBF/ FTE
Ø aller untersuchten Gebäude				26 m² EBF/FTE
Verwaltungsgebäude GEPAMOD				45 m² EBF/VZA

Im Durchschnitt aller untersuchten Objekte wird eine sehr tiefe Personenfläche von 26 m² EBF/VZA erreicht. Das ist rund ein Drittel weniger als die Standardpersonenfläche von 45 m² / VZA in Verwaltungsgebäuden.

5 Einflussgrössen Personenflächen an konkreten Beispielen

Die ermittelten Personenflächen bei den untersuchten Objekten folgen relativ einfach identifizierbaren Mustern. Von den in der Machbarkeitsstudie aufgestellten Hypothesen lassen sich einige als eindeutige Merkmale mit hoher Relevanz bestätigen. Andere Hypothesen lassen sich hingegen nicht bestätigen. Die Anzahl von 11 betrachteten Objekten ist nicht repräsentativ für die ganze Breite der Gebäudetypologien und Branchen, die in der Gebäudekategorie «Verwaltung» zusammen gefasst sind.

5.1 Einflussgrössen mit hoher Relevanz

Die Einflussgrössen mit der höchsten Relevanz sind nicht unabhängig voneinander. Sie bedingen sich zum Teil geradezu. Beispielsweise funktionieren die neuen Arbeitsplatzmodelle, welche für den tiefen Flächenverbrauch entscheidend scheinen, nur bei grossen Mitarbeiterzahlen. Die notwendige, grosse Anzahl Mitarbeitender findet sich in der Regel in grossen und kompakten, neueren Bürogebäuden.

Desk Sharing ohne persönlichen Arbeitsplatz zieht das papier- und damit auch regallose Büro mit sich, Ablageflächen können reduziert und Arbeitstische redimensioniert werden. Die kompensatorisch dafür nötigen Gemeinschaftsflächen und Rückzugsmöglichkeiten können von so vielen Mitarbeitern geteilt werden, dass sie selbst bei grosszügiger Auslegung flächenmässig kaum ins Gewicht fallen. Sharing scheint also auch hier das Zauberwort.

Arbeitsplatzmodell ist entscheidend

Alle Gebäude, die sich durch sehr tiefe Personenflächen auszeichnen, sind in Grossraumbüros bzw. als «Open Space» organisiert. In vielen davon gilt «Desk-Sharing». Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben keine fix zugewiesenen Arbeitsplätze. Jene Neubauten, welche konsequent auf das neue Arbeitsplatzkonzept setzen sind jene mit der kleinsten Personenfläche. Im Objekt E steht für rund 75% der Beschäftigten (Headcount) ein Arbeitstisch zur Verfügung – oder anders gesagt: 1.3 Mitarbeiter teilen sich einen Arbeitstisch. Im Gebäude J sind es gar 1.4 Mitarbeiter pro Arbeitstisch.

In anderen Objekten steht dagegen jedem Mitarbeitenden ein eigener Arbeitstisch zu – entsprechend hoch sind die Personenflächen. Allerdings gibt es auch hier Ausnahmen: Im Gebäude F wird trotz einem 1:1-Verhältnis von Mitarbeitenden und Arbeitstischen eine recht tiefe Personenfläche erreicht. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer kleinen Personenfläche (EBF/VZA) und einer hohen Arbeitsplatzbelegung (Headcount/Desk) lässt sich nicht eindeutig erkennen.

Aussagen der Projektpartner dazu: «Mitarbeitende befinden sich höchstens 50% ihrer Arbeitszeit an einem Arbeitstisch. Die Belegung des Arbeitsplatzes von lediglich 50% ist auf Abwesenheit infolge Ferien, flexible Arbeitszeiten, home-office, Meetings und Geschäftsreisen zurückzuführen.»

Die Flächeneinsparungen durch Open Space und Desk-Sharing bedingen allerdings ein Angebot von Rückzugsmöglichkeiten für die Arbeit in Kleingruppen oder auch für Telefongespräche. Solche Rückzugsmöglichkeiten brauchen zwar durchaus Platz. Sie können aber - dank zeitlicher und funktionaler Mehrfachnutzung – gut ausgelastet werden und verteilen sich so auf viele Beschäftigte.

Das papierlose Büro befreit Raum

Bei der Besichtigung der Büroräume wird ein weiterer interessanter Punkt offensichtlich. Es scheint, dass in Büros mit modernen Arbeitsplatzmodellen kaum mehr Dokumente in Papierform aufbewahrt werden. Wenn Dokumente nur noch digital zur Verfügung stehen, kann auf Regale und Ablageflächen bei den Arbeitsplätzen verzichtet werden. Unterstützt wird dies durch das Desk-Sharing bei dem die persönlichen Arbeitsutensilien im «caddy» Platz finden. Selbst die Arbeitstische selber werden kleiner dimensioniert, als dies früher üblich war.

Aussagen der Projektpartner dazu: «Die Arbeitstische sind kleiner als früher, der Papierverbrauch wurde um 75% reduziert, es braucht signifikant weniger Regale und Ablageflächen. Das bedeutet, dass alles weniger dicht erscheint, obwohl pro Arbeitsplatz nicht weniger Fläche zur Verfügung steht. Die Flä-

cheneinsparungen geschehen nicht direkt am Arbeitsplatz, sondern in den Ablageflächen/Schränken etc.»

Diese Reduktion an Ablagevolumen führt zu einer spürbaren Reduktion von möblierten Flächen oder anders gesagt zu mehr unverstelltem Freiraum zwischen den Arbeitstischen.

Exklusive Arbeitsräume für Mitarbeiter statt repräsentative Kundenflächen

Bietet ein Bürogebäude einen öffentlichen Zugang für seine Kunden wie etwa die Schalterhalle oder Tresorräume in Banken, spezielle Besprechungsräume für Kundengespräche bzw. Veranstaltungs- oder Ausstellungsräume die auch für externe Anlässe oder zur Repräsentation gebraucht werden, so erhöht dies natürlich den Flächenbedarf pro Beschäftigten. Die Objekte mit den kleinsten Personenflächen sind denn auch reine Bürogebäude ohne bedeutende Kundenflächen.

Aussagen der Projektpartner dazu: «Auf dem Campus gibt es ein spezielles Gebäude, das für Repräsentationszwecke, zum Empfang von Kunden und Gästen, aber auch als Firmenkantine dient. Die dafür notwendigen Flächen sind also in einem eigenen Gebäude ausgelagert.»

Bei den in der Gebäudekategorie Verwaltung zusammengefassten Branchen aus dem Gebäudeparkmodell fällt auf, dass öffentliche Verwaltungen, Arztpraxen und diverse persönliche Dienstleistungen die Standardfläche in die Höhe treiben. Die Kategorie «Dienstleistung mit bedeutendem Kundenanteil» ist in SIA 2039 definiert: «... Dazu gehören beispielsweise Arzt, Coiffeur, Post und Bank mit Schalterbetrieb usw.» (Ziffer 1.1.3.5, SIA 2039). Zu dieser Unterkategorie mit einer Standardpersonenfläche von 60 m² gehört von den untersuchten Gebäuden allenfalls das Objekt A. Dieses bietet eine repräsentative Eingangshalle an, die auch für Events und Veranstaltungen genutzt wird und zudem sind öffentliche Drittnutzungen sowie ein Restaurant für Gäste im Gebäude integriert. Entsprechend hoch ist der Flächenverbrauch in diesem repräsentativen Gebäude.

Grosse Neubauten erlauben eine höhere Belegung

Die beiden jüngsten Neubauten sowie das geplante Gebäude sind klare Spitzenreiter in Sachen Flächensuffizienz. Moderne Büro-Neubauten sind grösser und kompakter als ältere Gebäude. Sie sind von Anfang an auf grösstmögliche Flexibilität und die Nutzung im «Open Space» ausgelegt. Entsprechend handelt es sich häufig um Bauten mit auffallend grossen Gebäudetiefen und Spannweiten.

Aussagen der Projektpartner dazu: «Das Gebäude aus den 70er Jahren haben wir unter anderem deshalb zurück gebaut und ersetzt, weil die gebauten Strukturen sich als zu wenig flexibel erwiesen. Unsere Vorstellung einer modernen Arbeitswelt liessen sich darin nicht umsetzen».

Es gilt auch der Umkehrschluss: Sehr grossflächige und kompakte Gebäude mit grossen Gebäudetiefen lassen sich nur mit Open Space-Konzepten sinnvoll nutzen. Im Vergleich zu Einzelbüros lässt sich mit grossräumigen Strukturen viel Verkehrs- und Konstruktionsfläche einsparen. Jedes Einzelbüro braucht zudem grundsätzlich einen direkten Fassadenanschluss, damit ausreichend Tageslicht einfällt. Im Unterschied zu vorwiegend im Open Space genutzten Büroräumen führen reine Einzelbüro-Konzepte deshalb fast zwangsläufig zu eher schlanken Gebäudekörpern.

Grosse Gebäude mit grossen Mitarbeiterzahlen sind zudem quasi Voraussetzung für ein funktionierendes Desk-Sharing, weil ansonsten die Synergien zu wenig ausgenutzt werden können.

5.2 Einflussgrössen mit wenig Relevanz

Neben diesen eindeutigen Hinweisen für eine hohe Flächensuffizienz in Verwaltungsbauten haben sich andere Hypothesen nicht bestätigen lassen:

Teilzeitarbeit versus Vollzeit scheint nicht relevant

In 7 von 11 untersuchten Objekten beträgt der Beschäftigungsgrad der Mitarbeitenden zwischen 88 und 100% - es kann also von Vollzeitbeschäftigung gesprochen werden. In den 4 anderen Objekten beträgt der Beschäftigungsgrad zwischen 76 und 83%. Intuitiv könnte man erwarten, dass ein hoher Anteil Teilzeitbeschäftigter mit eher hohem Flächenverbrauch korrelieren würde – dem ist aber nicht

so. Im Objekt E mit einem durchschnittlichen Beschäftigungsgrad von 80% wird eine ähnlich kleine Personenfläche realisiert wie im Objekt D mit einem Beschäftigungsgrad von 97%.

Auslagerung ins Homeoffice oder zum Kunden nicht auffällig

Ein Zusammenhang über einen grösseren Anteil Homeoffice bei den Büros mit sehr kleinem Flächenbedarf hat sich in den untersuchten Objekten nicht nachweisen lassen. Wenn die Arbeitsflächen teilweise in Privaträume verschoben werden, können sich im Büro theoretisch mehr Mitarbeiter einen Arbeitstisch teilen. Dieser Effekt würde zu einer Verfälschung der Kennwerte führen: Arbeitsfläche würde vom Arbeitsplatz in private Wohnräume verschoben und könnte damit den Flächenbedarf in einer anderen Gebäudekategorie steigern. Auch im Bereich Mobilität hätte ein grösserer Anteil Homeoffice Folgen: Es können dadurch Arbeitswege wegfallen.

Bei allen vier beteiligten Projektpartnern ist Homeoffice allerdings ein verschwindend kleines Phänomen. Swiss Re schätzt, dass maximal 10% der Arbeitszeit im Homeoffice geleistet wird. Es kann keine Korrelation von einer kleinen Personenfläche zu einem erhöhten Anteil Homeoffice festgestellt werden. Offenbar findet Homeoffice unabhängig von neuen Arbeitsplatzmodellen statt.

Auch die Auslagerung zu Kunden ist nicht nachweisbar. Wenn die Mitarbeitenden regelmässig einen bedeutenden Anteil ihrer Arbeitszeit bei Kunden oder unterwegs verbringen, kann das Desk-Sharing im Stammbüro intensiviert werden. Die beteiligten Projektpartner sind aber nicht in Branchen tätig, die auffallend häufige Aufenthalte von Mitarbeitenden bei Kunden erwarten lassen.

5.3 Tabellarische Zusammenstellung

Tabelle 12: Zusammenstellung der Daten zu Flächen, Beschäftigtenzahlen und Arbeitsplätzen

Objekt	Datenbasis	EBF/FTE	EBF/Desk	FTE/HC	Desk/FTE	Desk sharing
A	2016-18	50 m2 EBF/ FTE	39 m2 EBF	80%	1.28	nein
B	2013	30 m2 EBF/ FTE	29 m2 EBF	83%	1.06	nein
C	2015-17	24 m2 EBF/ FTE	ca. 23 m2 EBF	ca. 95%	ca. 1.05	nein
D	2018	22 m2 EBF/ FTE	17 m2 EBF	97%	1.24	nein
E	2016-18	19 m2 EBF/ FTE	20 m2 EBF	80%	0.96	ja
F	2013	25 m2 EBF/ FTE	23 m2 EBF	95%	1.05	nein
G	2013	40 m2 EBF/ FTE	38 m2 EBF	88%	1.05	nein
H	2025	19 m2 EBF/ FTE	25 m2 EBF	94%	0.74	ja
I	2013	49 m2 EBF/ FTE	47 m2 EBF	96%	1.06	nein
J	2018	22 m2 EBF/ FTE	29 m2 EBF	94%	0.75	ja
K	2016-18	40 m2 EBF/ FTE	30 m2 EBF	76%	1.32	nein

6 Auswirkungen auf den Energiebedarf an konkreten Beispielen

Nicht zu allen Gebäuden liegen Datensätze zum gemessenen Energieverbrauch vor. Und nicht überall wo diese vorliegen, sind sie auch belastbar. Gründe dafür können neben allfälligen Fehlmessungen auch eine unklare Abgrenzung zu Drittnutzungen innerhalb der Gebäude sein, zu Nachbargebäuden oder auch zu speziellen, für Verwaltungsgebäude untypischen Verbrauchern.

Einigermassen belastbare Energiedaten liegen zu 9 Objekten vor. Sie wurden auf die spezifischen Kennwerte pro Quadratmeter Energiebezugsfläche umgerechnet und mit Default-Werten gemäss SIA 2040 verglichen. Es ist nicht gelungen, im Rahmen dieser Studie einen Abgleich mit den differenzierteren Flächenkennwerten gemäss SIA 2024 zu machen, da eine entsprechende Zuteilung der einzelnen Räume einen unverhältnismässigen Aufwand bedeutet hätte.

Dieser Kennzahlenvergleich dient dazu, die formulierten Hypothesen zur Abhängigkeit des Energieverbrauchs von der Personenfläche mit Zahlen zu belegen und empirisch zu bestätigen oder zu widerlegen. Der Energieverbrauch ist allerdings von sehr vielen Faktoren abhängig – die Belegungsdichte ist nur einer davon. Entsprechend ist die Interpretation der ermittelten Kennzahlen nicht trivial. Bei keinem Gebäude liegen Erfahrungswerte vor, welche sich ausschliesslich auf eine variierende Belegungsdichte zurückführen liessen.

6.1 Datenbasis zu Messdaten Energie der untersuchten Objekte

Alle vorhandenen Messdaten sind unterteilt in den Energieverbrauch Wärme und Strom. Sie sind in absoluten Zahlen ausgewiesen in der Einheit kWh. Die Wärmeerzeuger sind genannt. Die Messdaten des zum Rückbau vorgesehenen Gebäudes G sind nicht belastbar (vermutlich unklare Abgrenzung zwischen Wohn- und Büronutzung). Zum geplanten Gebäude H gibt es logischerweise noch keine Messdaten. Diese beiden Gebäude werden deshalb von der nachfolgenden Analyse ausgenommen. Der Stromverbrauch ist einzig im Gebäude C weiter auf einzelne Verwendungszwecke aufgeteilt.

6.2 Resultate Wärmeenergie und Interpretation

Der Wärmeverbrauch ist abhängig vom Heizwärmebedarf $Q_{H, eff}$ des Gebäudes und von internen Lasten. Der Heizwärmebedarf ist von keinem Gebäude bekannt und wurde aufgrund des Energiestandards, der Gebäudehülle, dem Baujahr bzw. der letzten Gesamtsanierung und der Gebäudehüllzahl durch die Auftragnehmerin abgeschätzt. Für den Wärmebedarf für die Wassererwärmung wurden Standardwerte eingesetzt. Die Umrechnung des Wärmebedarfs in Wärmeenergie (gelieferte Energie, Messgrösse) wurde mittels Standardnutzungsgraden bzw. –Arbeitszahlen vorgenommen. Die so generierten objektspezifischen Kennzahlen wurden mit den Messwerten Wärme verglichen.

Trotz diesen Schwierigkeiten und allfälligen Fehlinterpretationen lassen sich Tendenzen aus den gewonnenen Kennzahlen ablesen. Sie bestätigen grundsätzlich die aufgestellten Hypothesen. In 7 von 9 Gebäuden mit belastbaren Zahlen liegt die gemessene Wärme näher bei der erwarteten Wärme bei effektiver Personenfläche als bei der zu erwartenden Wärme bei Standardpersonenfläche. Es kann deshalb angenommen werden, dass sich die in Kapitel 4 formulierten Hypothesen grundsätzlich bestätigen lassen.

Bei der Interpretation der nachfolgenden Tabelle ist zu beachten, dass die in der Spalte «Endenergie erwartet bei $45 \text{ m}^2/\text{VZA}$ » aufgeführten Werte den Wärmedämmstandard der Gebäude berücksichtigen als auch den Wärmeerzeuger. Tiefe Zahlen in dieser Spalte deuten auf effiziente Neubauten hin. Je tiefer die Werte, desto deutlicher drücken sich die prozentualen Abweichungen in der letzten Spalte selbst bei hoher Übereinstimmung der erwarteten und gemessenen Werte aus.

Tabelle 13: Erwartete Wärmeenergie in Abhängigkeit der Personenfläche und gemessene Werte

Objekt	Personenfläche	Endenergie erwartet bei 45m ² /VZA	Endenergie erw. bei eff. Personenfläche	Endenergie gemessen effektiv	Abweichung (erw. Wärme bei eff = 100%)
A	50 m ² EBF/ FTE	74 kWh/m ²	73 kWh/m ²	72 kWh/m ²	99%
B	30 m ² EBF/ FTE	59 kWh/m ²	61 kWh/m ²	52 kWh/m ²	86%
C	24 m ² EBF/ FTE	10 kWh/m ²	12 kWh/m ²	12 kWh/m ²	98%
D	22 m ² EBF/ FTE	70 kWh/m ²	74 kWh/m ²	100 kWh/m ²	135%
E	19 m ² EBF/ FTE	30 kWh/m ²	39 kWh/m ²	43 kWh/m ²	111%
F	25 m ² EBF/ FTE	16 kWh/m ²	19 kWh/m ²	15 kWh/m ²	82%
I	49 m ² EBF/ FTE	76 kWh/m ²	75 kWh/m ²	72 kWh/m ²	96%
J	22 m ² EBF/ FTE	8 kWh/m ²	10 kWh/m ²	10 kWh/m ²	99%
K	40 m ² EBF/ FTE	109 kWh/m ²	109 kWh/m ²	98 kWh/m ²	90%

Die Messwerte des Gebäudes C wurden weiter aufgeschlüsselt auf Wärmeverbrauch für die Heizung und das Freecooling über TABS und Wärmeverbrauch Warmwasser, welches über Elektro-Einzelboiler erwärmt wird. Während der Wärmeverbrauch für die Raumwärme und Kühlung gut mit den erwarteten Werten übereinstimmt, ist der effektive Wärmebedarf für das dezentral aufbereitete Warmwasser sehr tief. Der tiefe Verbrauch scheint plausibel aufgrund der wenigen Bezugspunkte im Gebäude (die Lavabos der WC-Anlagen beispielsweise nur mit Kaltwasser).

Tabelle 14: Erwartete Wärmeenergie in Abhängigkeit der Personenfläche und gemessene Werte am Beispiel

Objekt C	Personenfläche	Endenergie erwartet bei 45m ² /VZA	Endenergie erwartet bei eff. Personenfläche	Endenergie gemessen effektiv	Abweichung (erwartet bei eff = 100%)
Raumwärme und Kühlung direkt inkl. Hilfsenergie	24 m ² EBF/ FTE	10.5 kWh/m ²	11.6 kWh/m ²	11.3 kWh/m ²	97%
Warmwasser	24 m ² EBF/ FTE	0.7 kWh/m ²	1.2 kWh/m ²	0.3 kWh/m ²	26%

6.3 Resultate Messwerte Strom und Interpretation

Der Strombedarf für alle Verwendungszwecke wurde mit den default-Werten aus SIA 2040 eingesetzt und anschliessend gemäss den Hypothesen in Kapitel 4.3 umgerechnet auf die effektiven Personenflächen. In der Interpretation ergeben sich mehrere Schwierigkeiten: Der Energieverbrauch für die Kühlung ist zum Teil in den Messwerten Strom enthalten, zum Teil bei der Wärme. Der Stromverbrauch für die Geräte, die allgemeine Gebäudetechnik und die Beleuchtung ist stark abhängig vom Alter der Installationen. Veraltete Geräte brauchen rund doppelt so viel Strom wie neue effiziente Geräte. Andererseits ist die Gerätedichte in neuen

Gebäuden in der Regel höher als in älteren Bürobauten: Gebäudeleitsysteme, IT- und Kommunikationssystemen in modernen Medienräumen können die Bilanzen prägen. Nicht zuletzt ist der Einfluss des Nutzers beim Stromverbrauch bedeutend.

In 3 der 9 Gebäude ist der Stromverbrauch massiv höher als er zu erwarten wäre. Es handelt sich dabei teilweise um ältere Bauten. Neben dem Nutzerverhalten und möglichen Messfehlern können dafür uneffiziente Systeme verantwortlich sein (vgl. dazu auch Expertengespräche im Kapitel 4.4). Zudem ist es auch denkbar, dass grössere Serverleistungen oder weitere für Verwaltungsgebäude untypische Verbraucher eingerechnet sind, auf sehr uneffiziente Art und Weise mit Strom gekühlt wird oder aber veraltete Geräte im Einsatz sind. Beim Stromverbrauch sind Unterschiede im Bereich von Faktor 2-5 offenbar keine Seltenheit.

Die drei am Ehesten belastbaren Messdaten der Gebäude C, E und J zeigen aber, dass der gemessene Stromverbrauch deutlich näher bei dem bei effektiver Personenfläche zu erwartenden Verbrauch ist, als bei jenem mit Standardpersonenfläche. Es kann deshalb angenommen werden, dass sich die in Kapitel 4 formulierten Hypothesen grundsätzlich bestätigen lassen.

Tabelle 15: Erwarteter Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Personenfläche und gemessene Werte

Objekt	Personenfläche	Strom erwartet bei 45m ² /VZA	Strom erwartet bei eff. Personenfläche	Strom gemessen effektiv	Abweichung (erwartet bei eff = 100%)
A	50 m ² EBF/ FTE	35 kWh/m ²	32 kWh/m ²	77 kWh/m ²	243%
B	30 m ² EBF/ FTE	39 kWh/m ²	58 kWh/m ²	59 kWh/m ²	103%
C	24 m ² EBF/ FTE	30 kWh/m ²	56 kWh/m ²	47 kWh/m ²	84%
D	22 m ² EBF/ FTE	41 kWh/m ²	85 kWh/m ²	151 kWh/m ²	177%
E	19 m ² EBF/ FTE	31 kWh/m ²	70 kWh/m ²	83 kWh/m ²	118%
F	25 m ² EBF/ FTE	33 kWh/m ²	58 kWh/m ²	49 kWh/m ²	84%
I	49 m ² EBF/ FTE	38 kWh/m ²	35 kWh/m ²	63 kWh/m ²	182%
J	22 m ² EBF/ FTE	30 kWh/m ²	61 kWh/m ²	79 kWh/m ²	128%
K	40 m ² EBF/ FTE	26 kWh/m ²	29 kWh/m ²	17 kWh/m ²	58%

Die detaillierten Messwerte des Gebäudes C sind weiter aufgeschlüsselt auf den Stromverbrauch für die Lüftung, die Beleuchtung, Geräte inkl. allg. Gebäudetechnik. Die Daten zeigen, dass für die Beleuchtung und die Geräte eine starke Korrelation mit der Personenfläche zu erwarten ist. Bei der Lüftung liegt der Stromverbrauch deutlich unter den zu erwartenden Werten.

Tabelle 16: Erwarteter Elektrizitätsbedarf in Abhängigkeit der Personenfläche und gemessene Werte am Beispiel

Objekt	Personenfläche	Strom erwartet bei 45m ² /VZA	Strom erwartet bei eff. Personenfläche	Strom gemessen effektiv	Abweichung (erwartet bei eff = 100%)
Andreasstrasse					
Lüftung	24 m ² EBF/ FTE	4 kWh/m ²	7 kWh/m ²	5 kWh/m ²	70%
Beleuchtung	24 m ² EBF/ FTE	7 kWh/m ²	13 kWh/m ²	15 kWh/m ²	113%
Geräte (inkl. Anteil server)	24 m ² EBF/ FTE	19 kWh/m ²	34 kWh/m ²	27 kWh/m ²	81%

7 Anwendung «flächensuffiziente Verwaltung» für 2000-Watt-Areale

Falls eine reduzierte Personenfläche in 2000-Watt-Arealen anrechenbar sein soll, muss festgelegt werden, wie sich die hohe Belegung über einen längeren Zeitpunkt absichern lässt. Was beim Wohnen über in Statuten festgelegten Belegungsvorschriften relativ pragmatisch möglich war, ist bei Verwaltungsbauten schwieriger: Die Belegungsdichte ist jährlichen Schwankungen unterworfen und kann, beispielsweise bei einem Mieterwechsel, auch kurzfristig signifikant ändern.

Die Anrechenbarkeit einer hohen Belegungsdichte im Rahmen einer Eingabe gemäss SIA 2040 ist deshalb kaum denkbar. Im Rahmen des Labels «2000-Watt-Areal» scheint eine solche Anrechenbarkeit aber weniger problematisch, da 2000-Watt-Areale regelmässig rezertifiziert werden müssen.

7.1 Prolog

Als sehr grosse Herausforderung erwies es sich, Partnerfirmen zu finden, welche bereit sind, aktuelle Daten zur Belegungsdichte ihrer Gebäude und damit zur Flächeneffizienz offen zu legen. Mehrfach wurde die Mitarbeit von angefragten Projektpartnern zurückgezogen, sobald klar wurde, dass der Flächenverbrauch pro Mitarbeiter und Mitarbeiterin in der Studie berechnet, offen gelegt und allenfalls auch kritisch diskutiert werden wird.

Ein kleiner Flächenverbrauch pro Person ist weder bei Wohn- noch bei Bürobauten in der Regel positiv konnotiert. Bei Arbeitsstätten wird ein kleiner Flächenverbrauch mit «Grossraumbüros» assoziiert. Gemäss der Broschüre *Grossraumbüros – So schützen Sie die Gesundheit der Mitarbeitenden* des SECO [5] gehört zu den «...häufigsten Problemen in solchen Büros: Mangelnde Privatsphäre, wenig persönliche Einflussnahme auf die Umgebung, Ablenkungen und Störungen. (...) Durch bauliche und organisatorische Massnahmen (z.B. Silent Space, Rückzugsräume, Focusräume, Besprechungszonen, Vereinbarungen über das Verhalten etc.) können solche Auswirkungen verringert werden.»

Zwischen den anfänglich einseitig effizienzgetriebenen Planungen des «Grossraumbüros» ab den 1990er Jahren und heutigen, im Vergleich dazu geradezu grosszügig ausgelegten Arbeitsplatzmodellen im «open space office» liegen Welten, was die Qualität des Arbeitsplatzes anbelangt.

Wenn im Rahmen von 2000-Watt-Arealen tiefe Personenflächen positiv anerkannt werden sollen, so sollte gleichzeitig verhindert werden, dass diese Flächensuffizienz in Verwaltungsbauten zu qualitativ schlechten Arbeitsplatzbedingungen führt. Die Einsparungen an Energie wären ansonsten zu einem hohen Preis erkaufte. Da ein Ziel der «2000-Watt-Areale» auch eine hohe Lebensqualität ist, sind diese sozialen Aspekte keinesfalls zu vernachlässigen.

Die Anrechenbarkeit einer kleineren Personenfläche ist quasi ein Bonus, dessen Verleihung an Bedingungen geknüpft werden kann. Diese sind mit Bedacht zu wählen. Erste Voraussetzung ist eine Kontinuität und Überprüfbarkeit der hohen Belegungsdichte über einen gewissen Zeitraum. Nicht minder wichtig sind aber wohl qualitative Anforderungen an die Arbeitsbedingungen in den Räumen.

7.2 Absolute oder bedingte Anrechenbarkeit

Um die Hebelwirkung zu beschränken, wurde in SIA 2040 beim Wohnen eine Standardpersonenfläche für «Wohnen mit Belegungsvorschriften» vorgegeben. Sie ist rund $\frac{1}{4}$ kleiner, als die übliche Standardpersonenfläche beim Wohnen (45 statt 60 m^2 / Person) und es muss nachgewiesen werden, dass sie erreicht oder unterboten wird. Der Nachweis wird über den Wohnungsspiegel, die Mindestpersonenzahl gemäss Belegungsvorschriften und die Energiebezugsfläche geführt und muss dokumentiert werden.

Auch bei Verwaltungsbauten kann eine neue Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz» mit einer entsprechenden Standardpersonenfläche für «flächensuffiziente Verwaltungsbauten» eingeführt werden. Auch hier wäre eine denkbare Grösse eine um rund $\frac{1}{4}$ unter dem Standardwert liegende Fläche. Das entspräche 33.75 m^2 Energiebezugsfläche pro Vollzeitäquivalent (statt 45 m^2

bei Standardpersonenfläche). Um keine falsche Genauigkeit vorzutäuschen müsste die Standardpersonenfläche entweder bei aufgerundeten 35 m² / VZA angesetzt werden oder aber bei abgerundeten 30 m² / VZA. Als Beispiel seien hier die Ziel- und Richtwerte bei einer Personenfläche von 35 m² / VZA dargestellt:

Tabelle 17: Verwaltung Richt- und Zielwerte bei einer Personenfläche von 35m² Energiebezugsfläche / VZA

Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz	Primärenergie gesamt kWh/m ²		Primärenergie nicht erneuerbar kWh/m ²		Treibhausgasemissionen kg/m ²	
	Neubau	Umbau	Neubau	Umbau	Neubau	Umbau
Richtwert Erstellung	50	30	40	20	9.0	6.0
Richtwert Betrieb	250	270	110	130	7.5	9.5
Richtwert Mobilität	60	60	50	50	9.0	9.0
Zielwert	360		200		25.5	24.5
Zusatzanforderung	300		150		16.5	15.5

Angesichts der in den konkreten Objekten ermittelten Personenflächen ist es durchaus denkbar, die neue Standardpersonenfläche für «flächensuffiziente Verwaltung» gar einen Drittel unter dem Standardwert anzusetzen. Das entspräche 30 m² / VZA und damit ungefähr dem Durchschnitt aller betrachteten Objekte. Die Richt- und Zielwerte würden sich dann wie folgt präsentieren:

Tabelle 18: Verwaltung Richt- und Zielwerte bei einer Personenfläche von 30 m² Energiebezugsfläche / VZA

Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz	Primärenergie gesamt kWh/m ²		Primärenergie nicht erneuerbar kWh/m ²		Treibhausgasemissionen kg/m ²	
	Neubau	Umbau	Neubau	Umbau	Neubau	Umbau
Richtwert Erstellung	50	30	40	20	9.0	6.0
Richtwert Betrieb	300	320	140	160	10.5	12.0
Richtwert Mobilität	70	70	60	60	10.5	10.5
Zielwert	420		240		30.0	28.5
Zusatzanforderung	350		180		19.5	18.0

Vollkommen variable Zielwerte, die sich objektspezifisch nach der effektiven Personenfläche ausrichten, wären zwar rein mathematisch problemlos umsetzbar. Im Bewusstsein für die mangelhafte Beständigkeit der Personenfläche über die Zeit und die Komplexität der Herleitung und Kommunikation eines solchen Ansatzes, vorallem aber auch angesichts der Gefahr einer potenziell ruf- und qualitätsschädigenden Anreizsetzung zu immer kleinerer Personenfläche empfehlen wir für den Nachweis in der Planungsphase klar eine Standardfläche für die neue Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz» anzusetzen. In der Betriebsphase wird im Nachweis die effektive Personenfläche eingesetzt.

7.3 Bedingung quantitativ: maximale Personenfläche

Wenn Verwaltungsgebäude nach SIA 2040 gerechnet werden, ist die effektive Personenfläche nur informativ. Es wird immer mit Standardpersonenfläche gerechnet. Wenn bei «flächensuffizienter Verwaltung» die höheren Zielwerte angewendet werden sollen, wird die Personenfläche zu einer entscheidenden Grösse, die gut dokumentiert nachgewiesen werden muss. Es muss verhindert werden, dass der Bonus für flächeneffiziente Gebäude missbräuchlich bezogen wird.

Die effektive Personenfläche im Gebäude muss über zwei Werte nachgewiesen werden: Die Energiebezugsfläche und die Vollzeitäquivalente. Diese beiden Werte müssen sorgfältig geprüft werden. Zur Sicherstellung und Kontrolle der Werte wird empfohlen, zusätzlich die Beschäftigtenzahl und die Anzahl Arbeitstische einzufordern. Aus diesen Zahlen lassen sich Vergleichswerte bilden.

Aus den untersuchten Objekten lassen sich etwa folgende typischen Grössenordnungen ermitteln:

- 1.0 bis maximal 1.4 Mitarbeiter (Headcount) pro Arbeitstisch
- Verhältnis Vollzeitäquivalente (FTE) : Beschäftigten (HC) = 0.75 bis 1.0

Die Bedingung einer maximalen Personenfläche von zum Beispiel 35 m² EBF / VZA kann mit diesen Kennzahlen plausibilisiert werden.

7.4 Bedingung qualitativ: minimale Fläche pro Arbeitsplatz

Durch bauliche Massnahmen werden in modernen Open Space-Büros Räume für Besprechungen in Kleingruppen, Sitzungsräume und Rückzugsmöglichkeiten etc. geschaffen, welche in Kombination mit «Verhaltensregeln» die Arbeitsplatzbedingungen entscheidend beeinflussen.

Minimale Fläche pro Arbeitsplatz

Gemäss der Empfehlung des SECO ist bei der Flächenplanung von Arbeitsplätzen in Grossraum- oder Multifunktionsbüros mit minimal 10 – 25 m² Nutzfläche zu rechnen. Darin enthalten sollen neben dem eigentlichen Arbeitsplatz die zusätzlich notwendigen Flächen für Verkehrswege, Treppen, Besprechungszimmer und –inseln, Rückzugsarbeitsplätze und Sozialräume sein. Im zugehörigen Möblierungsbeispiel wird allerdings klar, dass für eine ausreichende Dimensionierung der zusätzlich notwendigen Flächen und unter Einhaltung der Empfehlungen aus der Akustik wohl minimal 15 – 25 m² Nutzfläche pro Arbeitsplatz erforderlich sind.

Umgerechnet auf Energiebezugsfläche entspricht dies in etwa 18 – 30 m² EBF / Arbeitsplatz. Bei den konkret untersuchten Objekten unterbietet nur ein Objekt diesen Wertebereich. Das ausserordentlich flächensuffiziente Gebäude J überrascht mit hohen 29 m² / Arbeitsplatz und liegt damit gleichauf mit den in Einzelbüros organisierten Räumen in der kleinen Bürogemeinschaft im Gebäude K. Dies bestätigt die Vermutung, dass in qualitativ hoch stehenden Büroräumen Flächensuffizienz nicht über kleinere Arbeitsplatzflächen erreicht wird, sondern durch Einsparungen bei den Ablageflächen, Verkehrswegen und durch ein geschickt gesetztes Angebot an multifunktionalen Fokusräumen und Besprechungszonen, die sich die Mitarbeitenden teilen und bei Bedarf nutzen.

Es ist deshalb naheliegend, für die Anrechenbarkeit von «flächensuffizienten Verwaltungsräumen» eine qualitative Bedingung zu formulieren, welche sich auf eine minimale Arbeitsplatzfläche bezieht. Diese müsste in der Grössenordnung von 18 bis 20 m² Energiebezugsfläche pro Arbeitsplatz angesetzt werden. Sie wäre über einen Plansatz mit eingezeichneten Arbeitsplätzen und der Berechnung der Anzahl Arbeitsplätze im Gebäude und der Energiebezugsfläche nachzuweisen.

Für eine solche Formulierung einer «Mindestfläche pro Arbeitsplatz» spricht auch die Parallele zu den Bedingungen für die Wohnbauförderung: Auch da werden Mindestflächen vorgegeben, welche eine korrekte Möblierung der Räume mit einem gewissen Mass an Flexibilität erlauben.

Weitere mögliche Anforderungen

Im Fachgespräch mit Stefan Gasser wurde zudem auf die hohe Bedeutung einer guten Tageslichtnutzung am Arbeitsplatz hingewiesen. Auch dies wäre – allenfalls in Anlehnung an die Vorgaben des Vereins eco-bau – ein mögliches Qualitätsmerkmal. Gemäss der neuen Norm SN17037 wäre etwa eine Tageslichtautonomie von 50% nachzuweisen. Ein solcher Nachweis ist jedoch nicht ganz einfach. Eine Integration in den qualitativen Teil des Labels «2000-Watt-Areal» ist deshalb unter Umständen zielführender, als dass die Tageslichtnutzung als Bedingung für die Anrechenbarkeit einer kleineren Personenfläche eingeführt wird.

Gemäss SECO ist ein Angebot an Rückzugsmöglichkeiten (z.B. Silent Space, Rückzugsräume, Focusräume) sowie ein Angebot für akustisch abgetrennte Besprechungszonen eine wichtige Bedingung für die Akzeptanz von Grossraumbüros. Dass überhaupt solche Zonen angeboten werden ist einfach zu kontrollieren und als qualitative Anforderung auch leicht zu formulieren. Eine stichhaltige Faustregel für den Flächenbedarf solcher Rückzugszonen in Bürogebäuden konnte aber nicht eruiert werden. Eine Kontrolle, ob das Angebot solcher Sonderzonen in einem Bürogebäude ausreichend ist und auch ausreichend attraktiv gestaltet ist, lässt sich aber wohl nur durch Fachleute durchführen.

Wenn die Gebäude im Betrieb sind, wird dies wiederum einfacher: in einer Mitarbeiterbefragung lassen sich Fragen zur Arbeitsplatzqualität gut evaluieren.

7.5 Überprüfung der Bedingungen an den untersuchten Objekten

Wenn wir die formulierten quantitativen und qualitativen Bedingungen ($\leq 35 \text{ m}^2$ EBF/FTE und $\geq 20 \text{ m}^2$ EBF/Arbeitsplatz) auf die in dieser Studie untersuchten Beispielbauten anwenden, erfüllen 6 der 11 untersuchten Objekte die gestellten Anforderungen:

Tabelle 19: Überprüfung Bedingungen zur Anrechenbarkeit der Flächensuffizienz an den untersuchten Objekten

Objekt	Personenfläche	EBF / Arbeitstisch	Desk-sharing	Bedingungen erfüllt?
A	50 m ² EBF/ FTE	39 m ² / desk	nein	x
B	30 m ² EBF/ FTE	29 m ² / desk	nein	✓
C	24 m ² EBF/ FTE	23 m ² / desk	nein	✓
D	22 m ² EBF/ FTE	17 m ² / desk	nein	x
E	19 m ² EBF/ FTE	20 m ² / desk	ja	✓
F	25 m ² EBF/ FTE	23 m ² / desk	nein	✓
G	40 m ² EBF/ FTE	38 m ² / desk	nein	x
H	19 m ² EBF/ FTE	25 m ² / desk	ja	✓
I	49 m ² EBF/ FTE	47 m ² / desk	nein	x
J	22 m ² EBF/ FTE	29 m ² / desk	ja	✓
K	40 m ² EBF/ FTE	30 m ² / desk	nein	x
«flächensuffiziente Verwaltung»	$\leq 35 \text{ m}^2$ EBF/FTE	$\geq 20 \text{ m}^2$ / desk	ja / nein	✓

Neben den beiden Neubauten E und J, welche schon bei der Planung auf Flächensuffizienz getrimmt wurden, erfüllen also auch ältere Bürogebäude die vorgeschlagenen Bedingungen, insbesondere auch das Gebäude B mit Baujahr 1913. Nicht alle Gebäude, welche die Bedingungen erfüllen, werden im Modus «Desk-Sharing» bewirtschaftet.

4 der 11 Gebäude erfüllen die Bedingung einer maximalen Personenfläche nicht – zwei davon sind bereits zurück gebaut oder werden bald rückgebaut. Nur 1 der 11 Gebäude erfüllt die Bedingung einer minimalen Arbeitsplatzfläche nicht.

Eine Verschärfung der Bedingungen bei der Personenfläche von maximal 35 m^2 EBF/VZA zu 30 m^2

EBF/VZA würde im vorliegenden Sample keine Veränderung bewirken. Eine Verschärfung der minimalen Fläche pro Arbeitstisch von 20 m² EBF/desk zu 25 m² EBF/desk hingegen würde drei weitere der verbliebenen 6 Objekte ausschliessen.

7.6 Empfehlungen zur Anwendung in 2000-Watt-Arealen

Aufgrund der theoretischen Herleitungen und der Überprüfung an elf Bürogebäuden scheint klar zu sein, dass...

- ... eine kleinere Personenfläche einen bedeutenden Beitrag leistet zu einem kleineren Energieverbrauch und zu weniger Emissionen. Flächensuffizienz ist eine zielführende und potente Massnahme.
- ... eine hohe Flächensuffizienz sich sowohl in älteren Gebäuden als auch in Neubauten umsetzen lässt. Offene grossflächige Grundrissstrukturen begünstigen aber eine flächensuffiziente Nutzung.
- ... sich die Zielwerte von Verwaltungsgebäuden mit Standardpersonenfläche auch mit flächensuffizienten Verwaltungsbauten erreichen lassen. Spätestens bei gemessenen Werten in der Betriebsphase dürfte aber eine hohe Diskrepanz zu den Planungswerten entstehen.
- ... die Personenfläche stark vom Arbeitsplatzkonzept abhängig und damit nutzergebunden ist. Eine Anrechenbarkeit der Flächensuffizienz in Labels wie dem «2000-Watt-Areal» muss deshalb eine Art «Verfallsdatum» haben: Sobald die kleine Personenfläche aufgrund eines Mieterwechsels oder eines neuen Nutzungskonzepts nicht mehr gegeben ist, verfällt auch das Zertifikat.
- ... eine kleine Personenfläche im ungünstigen Fall auch zu qualitativ schlechten Arbeitsplatzsituationen führen kann. Es kann deshalb kein Ziel sein, die Personenfläche maximal zu reduzieren. Eine neue Standardpersonenfläche für flächensuffiziente Gebäude soll nicht zu radikal angesetzt werden.
- ... es deshalb sinnvoll ist auch eine qualitative Bedingung zu stellen, die stellvertretend für eine hohe Arbeitsplatzqualität stehen kann. Eine Mindestfläche pro Arbeitsplatz ist dafür ein möglicher Ansatz.

Wenn im Label 2000-Watt-Areale eine neue Gebäudekategorie «flächensuffiziente Verwaltung» eingeführt werden soll, so empfehlen wir aufgrund der oben genannten Tatsachen folgende 3 Punkte:

1. Neue Standardpersonenfläche für «flächensuffiziente Verwaltung» von 35 m² Energiebezugsfläche pro Beschäftigten ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten. Wer diese erreicht oder unterbietet, darf die Richt- und Zielwerte der neuen Gebäudekategorie anwenden.
2. Die effektive Personenfläche muss in geeigneter Weise nachgewiesen werden. Zur Kontrolle sind neben der Energiebezugsfläche Kenngrössen wie etwa die Verhältniszahlen zwischen Vollzeitäquivalenten, Beschäftigtenzahlen und Anzahl Arbeitstische einzufordern.
3. Als zusätzliche Anforderung zur Sicherung einer hohen Arbeitsplatzqualität sind in der Planungsphase diverse Bedingungen denkbar. Pragmatisch und einfach lässt sich wohl eine minimale Fläche pro Arbeitsplatz einfordern. Wir empfehlen hier auf minimal 20 m² Energiebezugsfläche pro Arbeitsplatz zu setzen. Im Betrieb sind auch Mitarbeiterbefragungen denkbar.

Anhang: Default-Werte

Default-Werte «flächensuffiziente Verwaltung» bei einer max. Standardpersonenfläche von 35 m² (Empfehlung) und alternativ bei einer max. Standardpersonenfläche von 30 m²/Vollzeitäquivalent:

Tabelle 20: Default-Werte im Betrieb bei «Verwaltung» und «flächensuffizienter Verwaltung» bei 35 m²/VZA

	Verwaltung	Flächensuffiziente Verwaltung < 35m ² /VZA	Flächensuffiziente Verwaltung < 30m ² /VZA	Bemerkungen
Betrieb				
- Heizwärmebedarf	gemäss SIA 380/1	gemäss SIA 380/1	gemäss SIA 380/1	Nutzenergie
- Kühlbedarf	18 kWh/m ²	23 kWh/m ²	27 kWh/m ²	Nutzenergie
- Bedarf Warmwasser	2 kWh/m ²	3 kWh/m ²	3 kWh/m ²	Nutzenergie
- Hilfsenergie	1 kWh/m ²	1 kWh/m ²	1 kWh/m ²	Endenergie
- Lüftung	4 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	Endenergie
- Beleuchtung	7 kWh/m ²	8 kWh/m ²	9 kWh/m ²	Endenergie
- Geräte	18 kWh/m ²	23 kWh/m ²	27 kWh/m ²	Endenergie

Die Kundenfläche von 45 m² pro Kunde pro Betriebstag gilt auch für Gebäudekategorie «Verwaltung mit hoher Flächeneffizienz».

Literatur

- [1] Grundlagen zu einem Suffizienzpfad Energie, Das Beispiel Wohnen, Architekturbüro Preisig Pfäffli, ARENA – Arbeitsgemeinschaft Energie-Alternativen, Planungsbüro Jud; im Auftrag der Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, August 2012
- [2] Merkblatt SIA 2040, SIA-Effizienzpfad Energie, 2017
- [3] Erweiterung des Gebäudeparkmodells gemäss SIA-Effizienzpfad, TEP Energy und Lemon Consult, im Auftrag des Bundesamts für Energie, Bern, 2017, www.bfe.admin.ch
- [4] Merkblatt SIA 2039, Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort, 2016
- [5] Grossraumbüro. So schützen Sie die Gesundheit der Mitarbeitenden, SECO Direktion für Arbeit / Arbeitsbedingungen, 2016