

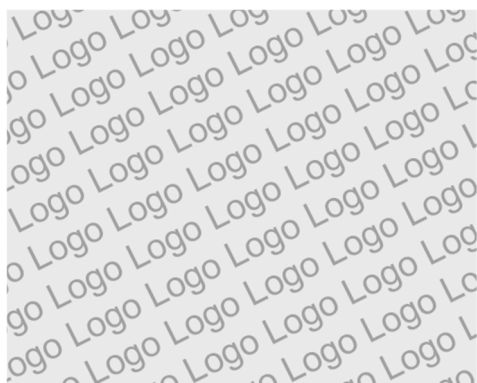


Zwischenbericht vom 11. Oktober 2023

LowTechLue : Low-tech Lüftungen in Bürogebäuden



Quelle: © XY 20xx



Datum: 11. Oktober 2023

Ort: Bern

Subventionsgeberin:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung und Cleantech
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Subventionsempfänger:innen:

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW / Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
CH-4132 Muttenz
www.fhnw.ch

Hochschule Luzern / Institut für Gebäudetechnik und Energie
CH-6048 Horw
www.hslu.ch

Autor/in:

Caroline Hoffmann, IEBau, FHNW, Caroline.Hoffmann@fhnw.ch
Claudia Hauri, IGE, HSLU, claudia.hauri@hslu.ch
Alex Primas, HSLU, alex.primas@hslu.ch

BFE-Projektbegleitung:

Nadège Vetterli, nadege.vetterli@anex.ch
Andreas Eckmanns, andreas.eckmanns@bfe.admin.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/502516-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autor:innen dieses Berichts verantwortlich.



Zusammenfassung

In diesem Projekt geht es um einfache Lüftungskonzepte und Anlagen in Bürogebäuden. Ziel des Projektes ist es herauszufinden, wie sich diese einfachen Lüftungskonzepte in der Praxis bewähren und Planungshinweise für Büro- und Verwaltungsgebäude zu geben. Dazu werden etwa zehn Gebäude mittels Gebäudebegehungen, einer Nutzendenbefragung und Kurz- und Langzeitmessungen in acht Räumen (vier Gebäude) untersucht. Ergänzt werden diese Untersuchungen mit Berechnungen der grauen Energie, um Aussagen zum Einsparungspotential von low-tech Lüftungen im Vergleich zu Standardlüftungsanlagen machen zu können. Im Berichtsjahr wurden drei noch fehlende Gebäude akquiriert, die Gebäudedokumentationen (Pläne) organisiert, die Gebäudebegehungen und die Befragung der Planer:innen durchgeführt. Die Befragung der Nutzer:innen, sowie die Messungen wurden vorbereitet.

Résumé

Ce projet concerne des concepts et des installations de ventilation simples pour bâtiments administratifs. L'objectif du projet est de découvrir comment ces concepts de ventilation simples font leurs preuves dans la pratique, et de donner des conseils de planification pour bâtiments administratifs. Pour ce faire, une dizaine de bâtiments seront visités, une enquête auprès des utilisateurs réalisée et des mesures à court et à long terme conduites dans huit pièces (quatre bâtiments). Ces études seront complétées par des calculs de l'énergie grise, afin de déterminer le potentiel d'économie d'énergie. Au cours de l'année de référence, les trois bâtiments encore manquants ont été acquis, la documentation des bâtiments (plans) a été organisée, les inspections des bâtiments et l'enquête auprès des planificateurs ont été réalisées. L'enquête auprès des utilisateurs, ainsi que les mesures, ont été préparées.

Summary

This project deals with simple ventilation concepts and systems in office buildings. The aim of the project is to explore how these simple ventilation concepts prove themselves in practice and to give planning advice for office and administration buildings. To this end, about ten buildings will be inspected by means of building inspections, a user survey and short- and long-term measurements in eight rooms (four buildings). These studies are supplemented with calculations of the grey energy in order to be able to make statements on the savings potential of low-tech ventilation systems in comparison to standard ventilation systems. In the reporting year, three missing buildings were acquired, the building documentation (plans) was organised, the building inspections and the planners survey were carried out. The user survey and the measurements were prepared.



Glossar

Aktive Kühlung (maschinelle Kühlung)	«Kühlung eines Raums oder eines Gebäudes mit maschinellen Hilfsmitteln. [in Anlehnung an SN EN 16798-1] <i>Anmerkung 1:</i> Wird gemäss SN EN 16798-1 «maschinelle Kühlung» genannt. <i>Anmerkung 2:</i> Hierzu gehören Kühlung der Zuluft, Ventilator-konvektoren, gekühlte Oberflächen usw. <i>Anmerkung 3:</i> Das Öffnen von Fenstern am Tag und in der Nacht oder eine mechanische Versorgung mit kalter Aussenluft gelten nicht als maschinelle Kühlung.» Quelle Definition: [1]
Passive Kühlung	«Passive Kühlsysteme sind bauliche Vorkehrungen, welche ohne mechanische Antriebe gezielt zur Kühlung des Gebäudes beitragen. [SIA 411] <i>Anmerkung:</i> Darunter sind vor allem die natürliche Belüftung, die Beschattung oder Massnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas zu verstehen [2].» Quelle Definition: [1]
Natürliche Kühlung	«Kühlung mittels Umweltmedien, durch Nutzung einer natürlichen Wärmesenke (d. h. ohne die Kältemaschine bzw. die Wärmepumpe im Umkehrmodus). <i>Anmerkung:</i> Natürliche Kühlung umfasst «freie Kühlung» und «geothermische Kühlung». Engl. Natural cooling» Quelle Definition: [1]
Freie Kühlung	«Kühlung durch direkte Wärmeabgabe an die Aussenluft. <i>Anmerkung 1:</i> Wird auch «ventilative Kühlung» (en: <i>ventilative cooling</i>) genannt. <i>Anmerkung 2:</i> Freie Kühlung kann über natürliche oder mechanische Lüftung erfolgen. Engl. Free cooling» Quelle Definition: [1]
Geothermische Kühlung	«Kühlung durch direkte Wärmeabgabe über einen Wärmeübertrager ins Erdreich (Erdwärmesonde, Erdregister, Grundwasser usw.). <i>Anmerkung:</i> Wird abgekürzt auch «Geokühlung» (en: <i>geocooling</i>) genannt. Engl. Geothermal cooling» Quelle Definition: [1]



Abluftanlage	«Mechanische Lüftung, die ausschliesslich Abluft fördert. Die Aussenluft strömt durch Nachströmöffnungen und Infiltration in die Räume.» Quelle Definition: [1]
Einfache Abluftanlage	«Lüftungsanlage mit mechanischer Luftabführung. Sie bedingt <u>kontrollierte</u> Luft-Eintrittsöffnungen in der Hülle.» Quelle Definition: [3]
Abluftanlage mit Abwärmenutzung	«Lüftungsanlage mit mechanischer Luftabführung, welche in der Regel die Abwärme als Energiequelle für eine Abluft-Wärmepumpe nutzt.» Quelle Definition: [1]
Zentrale (mechanische) Lüftung	«Eine kontrollierte Be- und Entlüftung mehrerer Räume durch ein zentrales Gerät. [nach VDI 3804] <i>Anmerkung:</i> wird in SIA 411 als «Zentralanlagen-System» bezeichnet.» Quelle Definition: [1]
Dezentrale (mechanische) Lüftung	«Eine kontrollierte Be- und Entlüftung eines Raums durch ein dezentrales Gerät. [nach VDI 3804] <i>Anmerkung:</i> wird in SIA 411 als «Einzelgeräte-System» bezeichnet.» Quelle Definition: [1]
Natürliche Lüftung	«Luftaustausch, angetrieben von Wind- und/oder thermischen Auftriebskräften (Fensterlüftung, thermische Lüftung über einen Schacht sowie Infiltration und Exfiltration). <i>Anmerkung 1:</i> nach SN EN 12792 und SN EN 16798-1 als «freie Lüftung » bezeichnet, die (ausschliesslich durch natürliche Kräfte) ohne Hilfe von Ventilatoren verursachte Lüftung über Undichtheiten und Luftdurchlässe einschliesslich offener Fenster (Fensterlüftung, Schachtlüftung, Querlüftung, Dachaufsatzlüftung). <i>Anmerkung 2:</i> Im Prinzip gehört auch die Fugenlüftung (Infiltration, Exfiltration) zur natürlichen Lüftung. Bei neueren Gebäude darf jedoch gemäss SIA 180 nicht (unkontrolliert) über Fugen gelüftet werden.» Quelle Definition: [1]
Hybride Lüftung	«Lüftung, die auf natürliche und mechanische Be- und Entlüftung im gleichen Gebäudeteil angewiesen ist und in Abhängigkeit von der gegebenen Situation geregelt wird (entweder natürliche oder mechanische Antriebskräfte bzw. Kombination dieser Antriebskräfte). [in Anlehnung an SN EN 16798-3]» Quelle Definition: [1] <i>Anmerkung:</i> Die Betriebszeit für die mechanische Be- und Entlüftung beträgt mehr als 500 h.



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Résumé.....	3
Summary	3
Glossar	4
Inhaltsverzeichnis	6
1 Einleitung.....	7
1.1 Ausgangslage und Motivation	7
1.2 Projektziele	7
1.2.1 Projektziele für 2023	8
2 Vorgehen und Methode	9
3 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse.....	10
3.1 Untersuchungsgebäude	10
3.1.1 Heizen und Kühlen	11
3.1.2 Passive Kühlung durch Nachtlüftung und thermische Behaglichkeit	12
3.1.3 Sonnenschutz und Blendschutz	14
3.1.4 Lüftung	16
3.1.5 Filterwechsel Lüftungsanlage.....	18
3.2 Befragung Planer:innen	19
3.3 Befragung Nutzer:innen	21
3.4 Vorbereitung Messungen	22
3.4.1 Auswahl Räume	22
3.4.2 Anpassung Messkonzept.....	22
4 Bewertung der bisherigen Ergebnisse	24
5 Weiteres Vorgehen	24
6 Literaturverzeichnis.....	24
7 Anhang.....	25
7.1 Befragung Planer:innen	25



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Motivation

Low-tec Gebäude geraten zunehmend in den Fokus des fachlichen Diskurses [5]. Gebäude wie beispielsweise das Bürogebäude «2226» in Lustenau (A) der Architekten Baumschlager Eberle aus dem Jahr 2013 haben den Diskurs und «Nachahmerprojekte» angeregt, da das Gebäude ohne aktive Heizung, Kühlung und mechanische Lüftungsanlage betrieben wird. Als Bestandteil von low-tec Konzepten liegt es nahe, Lüftungstechnik wesentlich zu reduzieren oder ganz wegzulassen. Einem Verzicht auf eine kontrollierte Lüftung stehen bei Büro- und Verwaltungsgebäuden jedoch die folgenden Argumente entgegen:

- In Grossraumbüros ist eine manuelle Lüftung ausschliesslich über die Fenster schwierig (Versorgung fensterferne Bereiche? Zuständigkeit für regelmässige Fensteröffnung? Zugerscheinungen? Unterschiedliche Bedürfnisse der Nutzenden?).
- Dem Betreiber und dem Nutzenden sind die Luftqualität und der Abtransport von Schadstoffen (und Viren) wichtig.
- Der Betreiber und der Nutzende toleriert mögliche Komforteinbussen durch die Fensterlüftung nicht.
- An lärm- und oder schadstoffbelasteten Standorten ist Fensteröffnen nicht erwünscht / möglich.
- Die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung gehen verloren.

Sollen auch hier die Vorteile eines low-tec Konzeptes genutzt werden, so kommen einfache Lüftungssysteme in Frage. Diese Konzepte können z. B. Zuluftöffnungen in der Fassade, ggf. Überströmöffnungen und eine zentrale Fassung für die Abluft enthalten. Wenn die Abluftanlage nicht dauerhaft in Betrieb ist, es eine zeitliche (z. B. Nachtlüftung im Sommer) oder räumliche Differenzierung zwischen natürlicher und mechanischer Lüftung gibt, können diese Konzepte auch als hybride Lüftungen bezeichnet werden. Speziell auch für Sanierungen können die genannten low-tec Lüftungssysteme interessant sein, da hier oftmals rein räumlich die Notwendigkeit besteht, technische Installationen möglichst reduziert zu halten. Reduzierte Lüftungen leisten auch einen Beitrag zum Gebäudepark 2050 [6] und damit zur Energiestrategie 2050. Speziell hervorzuheben sind hier die Reduktion der grauen Energie und der grauen Emissionen. Eine reduzierte Lüftungsanlage beinhaltet weniger Installationen und benötigt auch weniger Wartungsaufwand.

Die beschriebenen einfachen Lüftungsanlagen sind zwar in aller Munde, im realisierten Zustand sind sie jedoch eher selten anzutreffen. Damit liegen auch wenig Betriebserfahrungen für diesen Anlagentyp vor. Umso wichtiger ist es durch die Untersuchung vorhandener Anlagen Wissen zu bündeln, Querbezüge herzustellen und Betriebserfahrungen zu dokumentieren.

1.2 Projektziele

Ziel des Projektes ist herauszufinden, wie sich einfache (hybride) Lüftungssysteme in der Praxis bewähren und daraus resultierend Planungshinweise für Büro- und Verwaltungsgebäude zu geben. Zu diesem Zweck werden in beispielhaften, realisierten Büro- und Verwaltungsgebäuden in der Schweiz Begehungen, Messungen und Befragungen durchgeführt. Ergänzend werden Berechnungen erstellt. Dabei sollen die folgenden Fragen geklärt werden:

- Wie wurde die Lüftung dimensioniert (Befragung Planende)?
- In welchen Räumen sind Zuluftöffnungen/Lüftungsflügel angeordnet (Grösse / freier Querschnitt)?
- Belegung: Fläche und Luftvolumen pro Person (Befragung / Begehung)



- Gibt es Bauschäden im Zusammenhang mit der Lüftung (z. B. Verschmutzung, Schimmel)?
- Gibt es Komfortprobleme im Bereich der Zuluftöffnungen/Lüftungsflügel (Befragung Nutzende)?
- Wie ist die Auswirkung auf das Lüftungsverhalten der Nutzenden (Befragung Nutzende / Messung)?
- Welche Wirkung wird für den sommerlichen Wärmeschutz (z.B. Nachtauskühlung) erreicht (Befragung / Messung)?
- Welcher Luftwechsel ist mit den Zuluftöffnungen / Lüftungsflügel zu erreichen (Messung)?
- Gibt es akustische Probleme mit der Anlage und/oder dem Aussenlärm (Befragung / Begehung)?
- Wie ist der Energieverbrauch (Strom, Wärme /Kälte, WRG) dieser Systeme zu bewerten (ggf. Messung (objektabhängig) / Berechnung)?
- Wie gross ist die Einsparung an grauer Energie (Berechnung)?

Das Ergebnis sind Betriebs- und Planungshinweise für den Einsatz hybrider Lüftung in Büro- und Verwaltungsgebäuden für Betreibende, Energieberater:innen, Bauphysiker:innen, Haustechniker:innen und Architekten:innen als Hauptzielgruppen.

1.2.1 Projektziele für 2023

Für das Berichtsjahr sind gemäss Antrag die folgenden Arbeitspakete vorgesehen.

- Arbeitspaket 0: Akquisition weitere Untersuchungs- und Messgebäude
- Arbeitspaket 1: Erstellung Fragebogen
Konzeption Fragebogen
- Arbeitspaket 2: Begehung und Befragung (ca. 10 Gebäude)
 - a. Gebäudebegehungen
 - b. Befragung Planer:innen
 - c. Befragung Nutzer:innen
 - d. Auswertung Begehungen und Befragungen
- Vorarbeiten für Arbeitspaket 3: Messung (4 Gebäude)
(8 Räume in 4 Gebäuden (Auswahl aus ca. 10 Gebäuden))
 - a. Kurzzeitmessungen (1 Tag)
 - b. Saisonmessungen (3 Monate Winter und 3 Monate Sommer)



2 Vorgehen und Methode

- Arbeitspaket 0: Akquisition weitere Untersuchungs- und Messgebäude
Anfrage bei diversen Planungsbüros.
- Arbeitspaket 1: Erstellung Fragebogen
Konzeption des Fragebogens und Absprache mit Begleitgruppe am 10.01.2023.
- Arbeitspaket 2: Begehung und Befragung (10 Gebäude)
 - a. Gebäudebegehungen
Um alle Gebäude einheitlich zu erfassen und zu dokumentieren wird ein Begehungsprotokoll erstellt. Anschliessend werden die Gebäude mit den jeweiligen Technikverantwortlichen, oder einer anderen vom Betreiber beauftragten Person, vor Ort begangen.
 - b. Befragung Planer:innen
Die Befragungen werden schriftlich und auf Wunsch auch mündlich durchgeführt.
 - c. Befragung Nutzer:innen
Die Befragung soll schriftlich und online durchgeführt werden. Die Befragung muss vom jeweiligen Gebäudebesitzenden, oder -betreibenden und vom Arbeitgebenden genehmigt werden.
 - d. Auswertung Gebäudebegehungen und Befragung Planer:innen und Nutzer:innen
Die Begehungen und Befragungen der Planer:innen werden qualitativ ausgewertet (Anmerkung: Auswertung Nutzer:innen Befragung noch nicht erfolgt).
- Vorarbeiten für Arbeitspaket 3: Messung (4 Gebäude)
Die Auswahl der für die Messung geeigneten Räume und die Anpassung des Messkonzeptes erfolgt auf der Basis der Erkenntnisse der Gebäudebegehung. Die Messräume sollen typisch für das Gebäude sein.



3 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

3.1 Untersuchungsgebäude

Insgesamt werden im Projekt zehn Gebäude untersucht. Zusätzlich zum fehlenden Gebäude (in 2022 konnten neun Gebäude akquiriert werden) mussten noch zwei weitere Gebäude gefunden werden: Bei einem Gebäude stellte sich bei der Begehung heraus, dass das Gebäude untauglich ist (da der geplante Umbau vorgezogen wird) und bei einem Gebäude wurde die schriftliche Zusage widerrufen.

Die zehn Gebäude sind in Tabelle 1 aufgeführt. Alle Gebäude werden grösstenteils als Büro- und Verwaltungsgebäude genutzt. Bei allen Gebäuden sind gemäss Übereinkunft mit den Betreibenden die Untersuchungsergebnisse anonymisiert zu präsentieren. Für zwei Gebäude mussten hierzu spezielle Abmachungen ausgearbeitet und unterzeichnet werden.

Fünf Gebäude sind jünger als 10 Jahre und werden damit als Neubauten betrachtet. Fünf Gebäude sind älter als 10 Jahre und damit Bestandsgebäude. Zwei Gebäude davon sind Sanierungen.

Flächenmässig stellt das Gebäude ZH_02 eine Besonderheit dar. Die einzelnen Nutzungseinheiten weisen eine doppelgeschossige Raumhöhe von 5.5 m auf, sodass die Mieter ein Zwischengeschoss einziehen können. Es gibt einen Mitteltrakt, der hauptsächlich über Fenster be- und entlüftet wird. Für alle Bereiche gibt es eine Nachtlüftung über automatisierte Lüftungsflügel. Im linken und rechten Trakt können sich die Mieter an eine zentrale Lüftungsanlage, deren Luft im Winter und Sommer temperiert wird, anschliessen. Zusätzlich gibt es zur aktiven Kühlung die Möglichkeit sich an ein Hochtemperatur-Kältenetz anzuschliessen. Bei der Auslegung der Lüftungsanlage und der Heizung, sowie Kühlung wurden die Zwischengeschosse nicht eingerechnet. Die Anschlussleistung für die Lüftung, Heizung- und die Kühlung ist jeweils begrenzt (Lüftung: $6.5 \text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 , Heizung: $26 \text{ W}/\text{m}^2$, Kühlung: $25 \text{ W}/\text{m}^2$).

Zwei Gebäude (ZH_04 und BE_01) bestehen aus einem Altbau- und einem Neubauteil. Beim Gebäude ZH-04 ist ein Gebäudeteil Minergie-Eco zertifiziert, hier betrachtet wird aber das Gebäude aus dem Jahr 1963, das im Jahr 2012 saniert wurde. Beim Gebäude BE_01 gibt es zwei Teile. Einen Bestandteil aus dem Jahr 1855, der 2004 saniert wurde, und einen neueren Teil, der im Jahr 2004 errichtet wurde. Beide Gebäudeteile sind Minergie-zertifiziert. Die Angaben in Tabelle 1 beziehen sich beim Gebäude ZH_04 auf den sanierten Gebäudeteil, beim Gebäude BE_01 auf beide Gebäudeteile.

Die Gebäude IT_01 und IT_02 sind nahezu identisch. Daher werden sie im Text meistens unter IT_01-02 zusammengefasst.

Für alle Gebäude liegen Grundrisse vor. Da bei einigen Gebäuden die Bauzeit einige Jahre zurückliegt, sind die Gebäude unterschiedlich gut dokumentiert. Bei zwei Gebäuden liegt ein Energienachweis vor.



Tabelle 1: Untersuchungsobjekte (Büro- und Verwaltungsgebäude), verwendete Abkürzungen: Neubau = N, Bestand = B (Gebäude älter als 10 Jahre), Sanierung = S, AP = Arbeitsplatz, EBF = Energiebezugsfläche gem. [7], GF = Geschossfläche (inkl. Konstruktionsflächen) gem. [7], j = ja, n = nein, k. A = keine Angabe, * = Energienachweis liegt vor

#	Kürzel	NB/ B	Baujahr	Minergie	Anzahl AP	EBF (m ²)	GF (m ²)	Mess-gebäude
1	ZH_01	B	2006	ja	200	6317	k. A.	n
2	ZH_02	N	2020	nein	k. A.	k. A.	20'000	n
3	ZH_03	B	2007	nein	800 - 1000	? k. A.	? k. A.	n
4	EM_01	N	2018	nein*	ca. 90	2698	2815	j
5	LU_01	N	2015	nein	80	k. A.	3201	n
6	MU_01	N	2020	?	180	k. A.	k. A.	j
7	ZH_04	B / S	1963 / 2012	nein	400	4518	8753	n
8	RU_01	N	2016	Ja, P*	20 - 25	1736	k. A.	n
9a	IT_01	B	2005	Nein	216	k. A.	4566	j
9b	IT_02	B	2005	Nein	399	k. A.	8646	
10	BE_01	B / S	1877 / 2004	Ja	180+84	9972	k. A.	j

3.1.1 Heizen und Kühlen

Bei fünf Gebäude wird die Wärmeversorgung über Erdsonden (ZH_01, MU_01, BE_01) oder Grundwasser (RU_01, IT_01-02) in Verbindung mit einer Wärmepumpe realisiert (Tabelle 2). Bei zwei Gebäuden (EM_01, LU_01) wird der geringe Wärmebedarf über Strom (Abwärme Geräte) gedeckt. Über Fernwärme und eine Wärmepumpe zur Abwärmenutzung wird ein Gebäude beheizt (ZH_03), beim Gebäude BE_01 wird über Fernwärme unterstützt. Beim Gebäude ZH_02 ist die Wärmequelle Nahwärme und bei ZH_04 Abwärme. Von einer Nachtabenkung haben zwei Gebäudebetreiber Kenntnis (ZH_01, ZH_01), in sechs Gebäuden gibt es darüber keine Kenntnis.

Die Wärmeverteilung- und -abgabe wird in fünf Gebäuden hauptsächlich über Betonkerntemperierung (BKT) realisiert (ZH_01, MU_01, RU_01, IT_01-02, BE_01). In zwei Gebäuden und einem Gebäudeteil über Heizkörper (ZH_01, ZH_01, Gebäudeteil: BE_01). In einem Gebäude gibt es Deckensegel (ZH_03), in zwei Gebäuden (EM_01, LU_01) gibt es keine Wärmeabgabeflächen. In drei Gebäuden (ZH_01, ZH_02, ZH_03) wird zusätzlich die Zuluft der Lüftungsanlage temperiert.

Eine aktive, maschinelle Kühlung besitzen sieben Gebäude. In vier Gebäuden wird geothermisch über Erdsonden gekühlt, in vier Gebäuden kommt jedoch unterstützend als aktive Kühlung eine Wärmepumpe hinzu (ZH_01, BE_01, MU_01 und IT_01-02 mit Teilflächen). Kältemaschinen werden in drei Gebäuden (ZH_02, ZH_03, ZH_04) eingesetzt. In einem Gebäude wird natürlich über eine geothermische Kühlung gekühlt (RU_01). Zwei Gebäude werden über freie Kühlung temperiert (EM_01, LU_01).



Tabelle 2: Wärmeerzeugung, Kühlung und Strom. Verwendete Abkürzungen: BKT = Betonkerntemperierung; MK = maschinelle Kühlung, GK = Geothermische Kühlung, ULK = Umluftkühlgerät, LK = Luftkühler

#	Kürzel	Wärme- erzeugung	Wärmeabgabe	Kälteerzeugung	Kälteabgabe	Nachtab- senkung	PV
1	ZH_01	Erdsonden und Wärmepumpe 180 kW	BKT, Luftbox LuBo	GK (Erdsonden) und MK (Wärmepumpe 180 kW)	BKT, Luftbox LuBo	Ja. Nachtabsenkung: 22 – 5 Uhr	Ja (nach 20 Jahren in 2023 ersetzt)
2	ZH_02	Nahwärme, Gas	Radiatoren, wenn Lüftungsanlage, dann Zuluft über WRG temperiert	MK (Kältemaschine)	Teilweise Lüftung, teilweise Deckensegel	Ja, wenn Betriebskonzept 7 – 19 Uhr gewählt (2. Option: 24 h Betrieb)	Ja
3	ZH_03	Fernwärme, Wärmepumpe	Deckensegel, Airbox (Temperierung Zuluft ca. 20°C)	MK (Kältemaschine)	Deckensegel, Airbox (Temperierung Zuluft ca. 20°C)	?	nein
4	EM_01	Keine (bzw. dir. Elektr.)	keine	keine	keine	keine	nein
5	LU_01	keine	keine	keine	keine	keine	Ca. 40 * 40 m
6	MU_01	Erdsonden und Wärmepumpe	BKT, Fussbodenheizung (Empfang)	GK (Erdsonden für BKT) und MK (Wärmepumpe, Technikräume, z. T. auch andere Räume),	BKT, ULK	?	Ja, vorhanden
7	ZH_04	Abwärme Rechenzentrum	Heizkörper	MK (Kältemaschine) z.T. Trinkwasser	z.T ULK	?	Ja, vorhanden
8	RU_01	Wärmepumpe (Grundwasser, Abluft, Server)	EG: Deckenheizung, sonst BKT	GK (Erdsonden)	BKT	?	38 kWp
9a 9b	IT_01 IT_02	Wärmepumpe (Grundwasser)	BKT	GK, Grundwasser (grosse Sitzungszimmer, Sonderräume) und MK (Wärmepumpe)	BKT, z.T. LK	k.A.	Nein 108 kWp
10	BE_01	Fernwärme, WP Erdsonde	Heizkörper, BKT	GK (Erdsonde) und MK (Kältemaschine)	Lüftung, BKT	k.A.	72 kW

Die Raumwärme wird in fünf Gebäuden über BKT abgeführt. Ausschliesslich BKT wird in RU_01 und IT_01-02 eingesetzt. Zusätzlich wird in zwei Gebäuden auch über temperierte Luft gekühlt (ZH_01, BE_01). Umluftkühlgeräte (ULK) werden in zwei Gebäuden eingesetzt: in ZH_04 für Sonderzonen und in MU_01 ergänzen. Über Deckensegel und die Lüftung wird die Wärme in ZH_02 und ZH_03 abgeführt.

Acht Gebäude verfügen über Solarstromanlagen (ZH_03, EM_01, IT_01-02 nicht).



3.1.2 Passive Kühlung durch Nachtlüftung und thermische Behaglichkeit

In sechs Gebäuden gibt es eine Nachtlüftung, um im Sommer nachts thermische Lasten abzuführen. Die Gebäude ZH_01, ZH_03, RU_01, und BE_01 haben keine Nachtlüftung, da die Gebäude über Erdsonden (RU_01) in Verbindung mit einer eine Wärmepumpe (ZH_01), oder eine Kältemaschine, oder nur über eine Kältemaschine (ZH_03) gekühlt werden.

Tabelle 3: Passive Kühlung durch Nachtlüftung. Verwendete Abkürzungen: FLM = Fensterlüftung, manuell, FLA = Fensterlüftung, automatisiert, FLA = Fensterlüftung, manuell, GL = Gebäudeleitsystem T_e = Aussentemperatur, T_i = >Innentemperatur

#	Kürzel	Nacht-lüftung	Konzept	Grösse freier Querschnitt Lüftungsflügel	Thermischer Komfort
1	ZH_01	nein	-		
2	ZH_02	ja	FLA alle Gebäudeteile (1 – 5 Uhr, wenn Sommertag (= 48h > 22°C))	0.6 m ² (bei max. Öffnung 45°)	
3	ZH_03	nein	-		
4	EM_01	ja	FLA wenn abends 24°C T_e und $T_e < T_i$ Regen ist kein Problem für FLA (bei starkem Wind/ Sturm schliessen die Fenster). Im DG bei Regen auch.	0.176 m ² (bei max. Öffnung 30°)	
5	LU_01	ja	FLA wenn abends 24°C T_e und $T_e < T_i$	0.276 m ² (bei max. Öffnung 30°)	Winter: eher wenig Probleme. Sommer: es ist zu warm, wenn T_e nachts > 23°C ist.
6	MU_01	ja	FLA im Sommer über Temperatur. Daher FLM über beauftragte Person im Sommer um 04:00 Uhr	0.39 m ² (bei max. Öffnung 30°), Aussenfilter 0.22 m ²	Sommer: im Bereich mit vielen internen Lasten problematisch.
7	ZH_04	ja	FLM (beauftragte Person) im Sommer nachts	Kippflügel: 0.57 m ² (bei Öffnung 25°), Fensterflügel 0.75 m ² (bei Öffnung 55°)	
8	RU_01	nein			Winter: Auf Geschossen mit hoher Belegung und/oder körperlicher Aktivität normale Zufriedenheit, bei geringer Belegung zu tiefe T_i . Wenn $T_e < 8$ °C oder starker Wind, dann Luftzug und resultierende Probleme mit therm. Komfort. Wenn $T_e > 8$ °C, dann mit red. Luftmengen Zufriedenheit normal.
9a + 9b	IT_01 + TI_02	ja	FLA Temperaturregelung Differenz T_e zu T_i	Aut. Kippflügel: 0.15 m ² für Nachtlüftung (Öffnung 15°). Man. Fensterflügel 0.93 m ² (bei Öffnung 90°) bzw. ca. 0.1 m ² in Kippstellung	
10	BE_01	nein			



In vier von sechs Gebäuden wird die Nachtlüftung über automatisierte Lüftungsflügel realisiert. Im Gebäude ZH_04 wird öffnet bei Bedarf eine beauftragte Person die Fenster manuell (im Sommer sind die Fenster ansonsten über die Temperatur gesteuert). Die Grösse der automatischen Lüftungsöffnung liegt zwischen 0.15 m² (IT_0.1-0.2) und 0.6 m² (ZH_01).

Probleme mit der sommerlichen thermischen Behaglichkeit sind bei einem Gebäude im Sommer bekannt (MU_01), dort sind die internen Lasten deutlich höher als bei der Planung vorgesehen. Mit der winterlichen thermischen Behaglichkeit gibt es beim Gebäude RU_01 Probleme. Durch die Fensterlüfter traten bei den ursprünglich geplanten Luftwechseln Zugerscheinungen und bei geringer Belegung tiefe Raumtemperaturen auf. In der nachfolgenden Betriebsoptimierung wurden die Luftmengen auf 25 % der geplanten Menge reduziert. Damit wurde ein Kompromiss zwischen möglichst geringem Luftzug und dem minimal notwendige Beitrag der Lüftung zur Abwärmenutzung, die integraler Bestandteil des Energiekonzeptes ist, gefunden. Ein Luftwechsel, der den geplanten hygienisch erforderliche Luftwechsel unterschreitet, wird damit in Kauf genommen. Bei Aussentemperaturen < 8°C und/oder Wind treten weiterhin Zugerscheinungen auf.

3.1.3 Sonnenschutz und Blendschutz

Acht Gebäude verfügen über einen aussenliegenden Sonnenschutz. Bei vier Gebäuden kommen metallische, graue oder schwarze Rafflamellen (ZH_01, ZH_03, ZH_04, RU_01), bei vier Gebäuden graue oder helle textile Behänge, wie Stoffrollos (ZH_02, MU_01) und Markisen (IT_01-02; BE_01) zum Einsatz.

Alle Sonnenschutzvorrichtungen sind automatisiert betrieben. Nur bei einem Gebäudetyp (IT_01-02) ist ein Nutzereingriff nicht möglich. In der Regel ist der Sonnenschutz am Wochenende geschlossen, oder wird wie am Werktag betrieben. Eine Sturmsicherung weisen alle Gebäude mit Sonnenschutz auf.

Nur in zwei Gebäuden gibt es keinen aussenliegenden Sonnenschutz, da die Fenster über eine Leibung von mehr als 70 cm verfügen (EM_01, LU_01). Im Gebäude EM_01 gibt es aber einen Blendschutzvorhang. Über einen zusätzlichen Blendschutz verfügt der Gebäudetyp IT_01-02, das Gebäude ZH_04 bereichsweise. Im Gebäude MU_01 soll ein innenliegender Blendschutz nachgerüstet werden.



Tabelle 4: Sonnen- und Blendschutz. Verwendete Abkürzungen: SoSch = Sonnenschutz, BISch = Blendschutz, man. = manuell, autom. = automatisch, NE = Nutzereingriff

#	Kürzel	SoSch vor-handen?	Lage SoSch	Art SoSch / BISch	Sturm-sicherung SoSch	Betrieb SoSch / BISch Werktag	Betrieb SoSch Wochenende
1	ZH_01	ja	aussen	Schwarzer Rafflamellenstore / -	Ja	Tag: man., Nacht: autom. geschlossen, NE möglich / -	Autom. geschlossen
2	ZH_02	ja	aussen	Grauer, transluzenter Stoffrollo / -	ja	Autom. fassadenweise, NE möglich / -	Autom. geschlossen
3	ZH_03	ja	aussen	metallischer Rafflamellenstore / -	ja	Autom. fassadenweise, NE möglich / -	Autom. geschlossen
4	EM_01	Nein		(tiefe Leibung) / Blendschutzvorhang		- / man.	
5	LU_01	nein		(tiefe Leibung) / -		- / -	
6	MU_01	ja	aussen	Weisser Stoffrollo / -	Ja, > 27 km/h gesperrt	Autom. nach Aussentemperatur, übersteuerbar / -	Nacht und Wochenende zu
7	ZH_04	ja	aussen und innen	Grauer Rafflamellenstore / z.T. Stofflamellen-storen	Ja	Tag: autom, fassadenweise Nacht: geschlossen / man.	Nacht und Wochenende zu
8	RU_01	ja	aussen	Schwarzer Rafflamellenstore / -	Ja, aber abgeschaltet wg. Föhn	Autom. Tag: 01.04.-31.09: ab 6:30 Uhr horizontal. 01.10. – 31.03.: ab 6:30 Uhr offen. Nachts stets geschlossen. NE möglich / -	Wie Werktag.
9a + 9b	IT_01 + IT_02	ja	aussen	Helle Textilmarkise aussen / Blendschutzrollo	Ja	Sommer nach Sonneneinstrahlung gesteuert. Winter immer oben, NE: nicht möglich / man.	Wie Werktag
10	BE_01	ja	aussen	Altbau: helle Textilmarkise / -; Neubau: Schwarzer Rafflamellenstore / -	Altbau: > 40 km/h Neubau: > 60 km/h	Nach Sonneneinstrahlung auf Fassade. Neubau: ab 20:00 geschlossen. Altbau: ab 20:00 geöffnet. NE möglich / -	Neubau: ab 13:00 Uhr geschlossen. Altbau: im Winter ab 13:00 geöffnet.



3.1.4 Lüftung

In acht Gebäuden gibt es für die Arbeitsplätze ein « open space » Konzept mit separaten Besprechungsräumen. Nur die Gebäude IT_02 und BE_01 verfügen noch über Büroräume mit 1 bis 6 Arbeitsplätzen.

Über eine Abluftanlage mit Abwärmenutzung verfügen zwei Gebäude (ZH_01, ZH_03). Dabei gelangt die Zuluft über Luftboxen, bzw. Airboxen in das Gebäude. Zwei weitere Gebäude haben Einzel-, oder Mehrpersonenbüros, die tagsüber nur über natürliche Lüftung manuell bedient werden und andere Gebäudeteile, bzw. «open space» Büros und Besprechungsräume, die über eine zentrale mechanische Lüftung be- und entlüftet werden (IT_01-02, BE_01). Eine automatische Fensterlüftung gibt es in vier Gebäuden. In zwei Gebäuden davon (EM_01, LU_01) ist das die einzige Lüftung (ausser einer einfachen Abluftanlage in den WC). In zwei Gebäuden gibt es zur automatisierten Fensterlüftung auch Bereiche, die mechanisch be- und entlüftet werden (MU_01 mit innenliegenden Nutzräumen, IT_01-02). In IT_01-02 wird die automatische Fensterlüftung zur nächtlichen Wärmeabfuhr eingesetzt. Eine rein manuelle Fensterlüftung gibt es auf mehreren Stockwerken im Gebäude ZH_04. Im Gebäude ZH_02 gibt es je nach Mieterwunsch Bereiche mit ZML, FLM und FLA (Nachtlüftung, in allen Teilen). Das Gebäude RU_01 hat eine Abluftanlage in Kombination mit Fensterlüftern.

Eine Wärmerückgewinnung (WRG) für die mechanische Lüftung ist in vier Gebäuden (ZH_02, IT_01-02; BE_01, MU_01) integriert. Eine Abwärmenutzung über eine Wärmepumpe weisen drei Gebäude (ZH_01, ZH_03, RU_01) auf. In drei Gebäuden gibt es keine WRG (EM_01, LU_01, ZH_04).

In sechs Gebäuden ist die Regelung der Lüftungsfunktionen (an/aus) zeitgesteuert (ZH_01, ZH_02, ZH_03, , MU_01, RU_01, BE_01). In drei Gebäuden hängt sie von der Raumluftqualität mit CO₂ als Führungsgrösse ab (LU_01, EM_01, IT_01-02). Im Gebäude ZH_04 gibt es keine Regelung der Lüftung in den Büros, da die Fensterlüftung manuell erfolgt.

Ein hybrides Lüftungskonzept liegt in acht Gebäuden vor. In vier Gebäuden sind jeweils Gebäudeteile oder Räume mit ML und andere mit NL belüftet (ZH_02, IT_01-02, MU_01, BE_01). Im Gebäude ZH_02 gibt es zusätzlich eine Nachtlüftung. In drei Gebäuden (EM_01, LU_01, ZH_04) gibt es in den WC einen Abluftventilator. Zusätzlich sind im Gebäude ZH_04 einzelne innenliegende Kopierräume mechanisch belüftet und gekühlt.



Tabelle 5: Lüftungskonzepte. Verwendete Abkürzungen: OS = Open Space, SiZi = Sitzungszimmer / Besprechungsraum, A = Abluftanlage, EA = Einfache Abluftanlage, AA = Abluftanlage mit Abwärmenutzung, ZML = Zentrale mechanische Lüftung, NL = Natürliche Lüftung, FLM = Fensterlüftung, manuell, FLA = Fensterlüftung, automatisiert, AWN = Abwärmenutzung, WRG = Wärmerückgewinnung

#	Kürzel	Raumkonzept	Konzept Lüftung	WRG /AWN Lüftung?	Betriebskonzept	Hybride Lüftung?
1	ZH_01	OS, mit separaten SiZi als Einzelraum oder Raum-in-Raum-Box in OS Fläche	AA: Über Luftboxen (LuBo) in Fassade wird Zuluft vorgewärmt / gekühlt und in den Raum gebracht. In geschlossenem SiZi Überströmer in Gang (Abluftzone). Zentraler Abluftventilator erzeugt Unterdruck. Keine NL	AWN über WP	Nachtabsenkung 22 – 5 Uhr. Thermostat LuBo muss saisonal umgestellt werden.	nein
2	ZH_02	Meist OS mit geschlossenen SiZi	Es gibt Flächen mit ZML und Flächen nur mit NL (FLM, FLA). Bei ZML wird Luft meist an zentraler Stelle eingebracht und im Bereich Teeküche wieder abgezogen.	WRG	ZML: 7 bis 19 Uhr oder 24 h, je nach Mieter	Ja. Gebäudeteile mit ML und NL. Nachtlüftung über NL
3	ZH_03	OS mit separaten SiZi als Einzelraum oder Raum-in-Raum-Box in OS Fläche	AA: Luft wird über Airboxen mit integriertem Ventilator in Fassade angesaugt, dort konditioniert und in den Raum gebracht. Absaugung im selben Raum. In geschlossenem SiZi Überströmer in Gang. Zentraler Abluftventilator.	AWN zentral über WP (zur Temperierung Zuluft Airbox)	6 – 20 Uhr: 100 %, Nachts 20 – 30 %	nein
4	EM_01	OS, mit separaten SiZi.	NL mit FLM und FLA. Pro Fenster ein Flügel FLA. EA in WC	Nein	Regelung FLA zonenweise (4 je Geschoss) mit Querlüftung. CO ₂ tagsüber. Winter: 1200 ppm auf, 800 zu; Sommer: 800 ppm auf, 600 zu. Dauer ca. 15`	Ja. EA in WC (Steuerung über Licht)
5	LU_01	OS	NL mit FLM und FLA. Pro Fenster ein Flügel FLA. EA in WC	Nein	Regelung FLA raumweise. CO ₂ tagsüber. Winter: 1200 ppm auf, 800 zu; Sommer: 800 ppm auf, 600 zu. Dauer 15 – 60` je nach Mieter.	Ja. EA in WC
6	MU_01	OS, mit separaten SiZi.	NL über FLA. ZML nur in Räumen ohne Fenster. SiZi haben einen Ventilator oder Dachfenster	ZML: WRG, NL: nein.	Open Space: Sommer: FLA über Temperatur, Winter: FLA dreimal am Tag. Meetingräume: FLA über CO ₂ . 1200 ppm auf, 800 zu.	Ja. Räume ohne Fenster haben z. T. ZML oder einen Ventilator.
7	ZH_04	EG, 1. & 2. OG OS, 3. OG Einzelbüros	NL über FLM, WC und Kopierräume mit A	Nein	Nachauskühlung über Security-Person	Ja, A in WC.



#	Kürzel	Raumkonzept	Konzept Lüftung	WRG /AWN Lüftung?	Betriebskonzept	Hybride Lüftung?
8	RU_01	Meist OS, mit separaten SiZi.	A: Fensterlüfter oberhalb Fenster. Zeitgesteuerte A erzeugt Unterdruck. Wg. Komfortproblemen Luftmenge auf ca. 20 – 25 % reduziert. Optimierte hinsichtlich ausreichender AWN. NL: FLM optional	AWN Abluft mit WP	ML AA Winter: 6 - 7, 10 – 10:30, 12 - 13, 17 - 18 Uhr. Nachts: aus. ML AA Sommer: meist ganztätig, nachts aus.	Nein.
9a	IT_01	Büros (1 – 6 AP), Vorzonen und SiZi im Kern	NL: Pro Büroraum 1-3 Flügel für FLM + Flügel für FLA nachts. ZML: WC, SiZi, EG + Lager	ZML mit WRG	FLA Nachtlüftung über Temperatur-differenz (Sommer). ML über Präsenz + teilweise RLQ.	Ja. Gebäudeteile NL und Teile ZML
9b	IT_02	Büros (1 – 4 AP), Vorzonen und SiZi im Kern bei Innenhöfen	ZML: WC, SiZi, Cafeteria + Lager	ZML mit WRG	dito	dito
10	BE_01	Bürräume (1 – 3 AP) und OS	ZML: OS Bereiche und Bürräume ohne Aussenfenster. NL: Büros über FLM (bzw. u.U. über offene Bürotür)	ZML Büros + SiZi mit WRG, A WC ohne WRG.	ML über Zeitprogramm (Büros 7 – 17 Uhr), Regelung Zulufttemperatur abhängig von Ablufttemperatur	Ja. Gebäudeteile NL und Teile ZML.

3.1.5 Filterwechsel Lüftungsanlage

In acht Gebäuden findet ein regelmässiger Filterwechsel statt. Beim Gebäude ZH_02 sind Filterwechsel auf der Mietfläche allerdings Sache des Mieters und nur Filter in zentralen Technikräumen werden vom Betreiber gewechselt. Bei den Gebäuden ZH_01 (mit LuBo) und ZH_03 (mit Airboxen) ist der dezentrale Filterwechsel aufgrund der Anzahl der Einzelgeräte aufwändig und teuer.

Tabelle 6: Filterwechsel. Verwendete Abkürzungen: ZUL = Zuluft, ABL = Abluft, AUL = Aussenluftfassung, ML = Mechanische Lüftung

#	Kürzel	Filter wo?	Filterwechsel
1	ZH_01	In LuBo (Filterklasse M5 oder F7) und in zentralem Abluftventilator	1x jährlich in LuBo und ML
2	ZH_02	In Abluft, teilweise auf Mietfläche	Auf Mietfläche von Mieter abhängig, in Technikraum von Betreiber.
3	ZH_03	In Airbox	Alle 6 Monate, in Pandemiezeiten alle 4 Monate in Airbox und ML
4	EM_01	Keine für AUL (vermutlich ABL Filter in WC-Ventilatoren)	k.A.
5	LU_01	keine	
6	MU_01	k.A.	1x jährlicher Filterwechsel bei ML
7	ZH_04	k.A.	1x jährlicher Filterwechsel bei ML
8	RU_01	Fensterlüfter und Abluftanlage	Fensterlüfter: alle 2 Jahre. ML gemäss Wartungsvertrag



#	Kürzel	Filter wo?	Filterwechsel
9a 9b	IT_01 IT_02	Keine für Büros; Mech Lüftung für Sitzungszimmer ZUL G4/F7, ABL F6	Jährlich Filterersatz bei ML
10	BE_01	Keine für Büros mit FeLü; Bereich mit Mech Lüftung ZUL / ABL F7	Jährlich Filterersatz bei ML

3.2 Befragung Planer:innen

Die Fragen zur Lüftungsplanung werden entweder per Telefon oder Mail im Zeitraum Juni – Juli 2023 gestellt. Für sieben Gebäuden konnte die Befragung durchgeführt werden (Tabelle 7): Drei Planer antworteten per Mail (#4 und 5# identischer Planer), drei Planer:innen bevorzugten ein Telefonat. Die Antworten der Planer:innen finden sich in Tabelle 11 bis Tabelle 18 im Anhang (Kapitel 7.1).

1. Wie wurden Sie als Planer:in in den Planungsprozess integriert (z. B. ab/bei welcher SIA Phase)?

Bei sechs Gebäuden waren alle Planer:innen ab SIA Phase 02 eingebunden. Bei ZH_03 waren die Planer ab Phase 3 und 4 beteiligt (Tabelle 11).

2. Wie wurde die Lüftung dimensioniert? Welche Planungsinstrumente (Normen, Excel-Tabellen, Simulationsinstrumente) wurden in welcher Planungsphase verwendet?

Die Dimensionierung der Lüftung unterscheidet sich von Gebäude zu Gebäude. Grob kann zwischen drei Gebäuden, bei denen die Lüftung kennwert- und vier Gebäuden, bei denen die Lüftung simulationsbasiert dimensioniert wird, unterschieden werden.

- In einem Gebäude wird die Lüftung mit Erfahrungswerten auf der Basis eigener Exceltabellen eher knapp ausgelegt und teilweise eine Unterversorgung in Kauf genommen (ZH_1, SIA Phase 2). Mit norm-, bzw. labelbasierten Kennzahlen werden die Lüftungen in zwei weiteren Gebäuden ausgelegt (ZH_03 gemäss SIA V 382/1:1992 auf 30 m³ bei 10 m² / Person [8], SIA Phase 3 und 4, RU_01 gemäss Minergie «Vorgaben» auf 25 m³ / Person, SIA Phase 2). In zwei Gebäuden (identischer Planer) wird die Lüftung in SIA Phase 2 mit Erfahrungswerten, Kennzahlen und in SIA Phase 3 mit Ergebnissen aus thermisch dynamischen Simulationen mit Energy Plus ausgelegt (EM_01, LU_01).
- Bei einem weiteren Gebäude wird die Lüftung ausschliesslich mittels Simulationen mit IDA-ICE ausgelegt (MU_01, SIA Phase 2). Bei einem anderen Gebäude (ZH_02, SIA Phase 2) gibt es nach einer ersten Planung ohne Grundlüftung nun eine Grundausbau-Lüftung (6.5 m³/h pro m²) bei 5.5 m Raumhöhe. Wird durch Einzug einer weiteren Ebene die Mietfläche erhöht, kann auch hier eine Unterversorgung entstehen. Für die Betrachtung des sommerlichen Raumklimas wurde bei diesem Gebäude eine Simulation erstellt und damit dann auch Varianten der Nachtlüftung über die automatischen Fensterflügel untersucht.

3. Mit welchen internen Lasten wurde geplant?

Die internen Lasten können seit 2006 nach SIA 2024 «Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik» bestimmt werden. Die Fassungen aus beiden Jahren unterscheiden sich nur in einem Punkt: im älteren Merkblatt wird eine grössere Spannweite für die Personenflächen und damit auch für die internen Lasten und den Aussenluftvolumenstrom angegeben (Tabelle 15). Vor dem Jahr 2006 waren Grundlagen für die Erstellung eigener Lastprofile in SIA V 382/2:1992 [9] zu finden. Das einzige Gebäude, das vor 2006 geplant wurde (ZH_01, Tabelle 1), verwendet für die Festlegung der internen Lasten Erfahrungswerte. Bei sechs Gebäuden waren die Ausgaben von SIA 2024 der Jahre 2006 und 2015 zutreffend (Tabelle 15). Davon werden vier Gebäude auf der Basis der SIA Werte geplant, bei einem Gebäude (MU_01) wird noch zusätzlich eine eigene Aufstellung der geplanten Geräte vorgenommen. Bei einem Gebäude wird von einer Personenfläche von 12 m² ausgegangen



(ZH_02). Das ist daher nachvollziehbar, da hier ja durch die Mieter noch eine zusätzliche Geschossebene eingezogen werden kann. Bei einem Gebäude wird die Frage nicht beantwortet.

4. Wie wurde mit dem Thema Lärmschutz im Zusammenhang mit der Fensterlüftung umgegangen?

Drei Gebäude haben Lüftungsöffnungen, die permanent offen sind. Bei zwei Gebäuden sind dies LuboBoxen, bzw. Airboxen (ZH_01 und ZH_03). Hier sind Schallschutzelemente eingebaut. Beim Gebäude ZH_03 wurden diese mittels Messungen überprüft. Beim dritten Gebäude mit permanenten Öffnungen (RU_01 mit Fensterlüftern) wird der Umgebungslärm als gering eingeschätzt. Dies ist auch bei vier Gebäuden mit Lüftungsflügeln der Fall, sodass keine speziellen Massnahmen getroffen wurden.

5. Gibt es eine Nutzervereinbarung?

Bei vier Gebäuden gibt es laut der Planer:innen explizit keine Nutzervereinbarung (RU_01, LU_01, ZH_02 und MU_01). Bei zwei Gebäuden davon gibt es aber Dokumentationen, die Bestandteil einer Nutzervereinbarung sein könnten: beim Gebäude ZH_02 ist dies eine Schnittstellenliste für technische Anlagen in den drei Gebäudetrakten und beim Gebäude MU_01 ein Pflichtenheft Technik, das Raumanforderungen (mit internen Lasten) definiert.

Bei zwei Gebäuden gibt es eine Nutzervereinbarung. Im Gebäude ZH_03 wird ein Baubeschrieb mit definierten Lasten und Belegung als Nutzervereinbarung verstanden. Eine klassische Nutzervereinbarung gibt es im Gebäude EM_01. Diese wurde dem Immobilienbesitzer zur Verfügung gestellt, mit der Empfehlung die Vorgaben und Anforderungen an die Mieter weiterzugeben.

6. Wie wurde die Abnahme der Lüftungsanlage / des Lüftungskonzeptes gestaltet?

Die Abnahme erfolgt bei fünf Gebäuden über die jeweiligen Unternehmer, bzw. Lieferanten der entsprechenden Komponente (Fensterlüfter, Lüftungsflügel etc.). Im Sinne eines Betriebsnachweises wird die Funktion bei zwei Gebäuden EM_01 und LU_01 (identischer Planer) nachgewiesen. Die Einregulierungsphase dauert ein Jahr, wird über das laufende Monitoring realisiert und ist im Honorar enthalten.

Tabelle 7: Angaben zu den Planer:innen-Interviews

#	Kürzel	Durchführung?	Grund Absage
1	ZH_01	Tel. 19.06.2023	
2	ZH_02	Mail, 19.06.2023	
3	ZH_03	Mail, 15.06.2023	
4	EM_01	Mails, 15. und 16.06.2023	
5	LU_01	Mails, 15. und 16.06.2023	
6	MU_01	Tel. 30.06.2023	
7	ZH_04		Keine Antwort
8	RU_01	Tel. 21.06.2023	
9a	IT_01		Zu lange her
9b	IT_02		Zu lange her
10	BE_01		Wird ggf. noch erfolgen



Zusammenfassung:

Als Planungsinstrumente wurden damit in vier Gebäuden thermisch, dynamische Simulationen eingesetzt. Sonst werden bei drei Gebäuden eigene, einfach Auslegungen auf der Basis von Exceltabellen verwendet. Vier Gebäude verwenden zur Dimensionierung der internen Lasten Planungswerte aus SIA 2024. Bei zwei anderen Gebäuden werden eigene Tabellenwerte verwendet, oder eine höhere Personenfläche eingesetzt. Bei fünf Gebäuden wird der Aussenlärm als gering eingestuft. Zwei Gebäude verfügen über Schallschutzelemente. Nur bei zwei Gebäuden gibt es Nutzervereinbarungen. Ausführliche Nutzungsvereinbarungen sind noch selten, häufiger werden bereits die internen Lasten definiert. Auch nur bei zwei Gebäuden wird die Abnahme im Sinne eines Betriebsnachweises realisiert. Bei den anderen Gebäuden erfolgt sie über die jeweiligen Unternehmer, bzw. Lieferanten.

3.3 Befragung Nutzer:innen

In der Begleitgruppensitzung vom 10.01.2023 wird entschieden, die Befragung gleichzeitig mit den Messungen durchzuführen. Damit wird sie auf 2024 verschoben. Vorbereitend werden alle notwendigen Genehmigungen eingeholt. Insgesamt kann die Befragung in neun Gebäuden durchgeführt werden (Tabelle 8). Im Gebäude LU_01 wird die Genehmigung nachträglich zurückgezogen, da in 2023 eine eigene Befragung durchgeführt wurde. Der Genehmigungsprozess insgesamt gestaltet sich aufwändig, da pro Gebäude die Besitzenden/Betreibenden und jeweils die betreffenden Arbeitgebenden (pro Gebäude teilweise mehrere) kontaktiert werden müssen. Der Fragebogen wird auf Wunsch dreisprachig (D, E und F) angeboten. Die Befragung soll online stattfinden.

Tabelle 8: Details zur Befragung. * Eine Mietpartei hat zum Zeitpunkt der Befragung gekündigt.

#	Kürzel	Befragung möglich?	Besitzer:in / Betreiber:in wünscht Einsicht?	Befragung gesamtes Gebäude?	Anzahl angefragte Mieter:in / Nutzergruppe	Potentielle Teilnehmer:innen
1	ZH_01	ja	nein	ja	1	380 (200 AP)
2	ZH_02	ja	ja	nein	1 x mit ML 1x mit NL	ca. 100 ca. 100
3	ZH_03	ja	nein	ja	1	ca. 800 - 1000
4	EM_01	ja	ja	ja	4*	80
5	LU_01	nein	-	-	-	-
6	MU_01	ja	ja	ja	1	ca. 200
7	ZH_04	ja	nein	nein	1	ca. 200
8	RU_01	ja	ja	ja	4	ca. 20 - 25
9a	IT_01	ja	ja	ja	2	216 und 399
9b	IT_02					
10	BE_01	ja	ja	ja	1	450 (264 AP)



3.4 Vorbereitung Messungen

3.4.1 Auswahl Räume

Pro Gebäude werden zwei potentielle Messräume ausgewählt. Das Messkonzept wird an die vorhandenen Gebäude angepasst und in einer Begleitgruppensitzung am 04.07.2023 abgestimmt.

- EM_01
AP 1 in Grossraumbüro 2. OG: AP, an dem viel gelüftet wird (Eckplatz). Begründung: Hier gehen die Fenster über Eck auf und daher ist mit Komforteinschränkungen zu rechnen.
AP 2 in Grossraumbüro 2. OG: AP, an dem wenig gelüftet wird. Begründung: Allfällige Probleme mit CO₂ ersichtlich. Fensteröffnung: kann über die GL bezogen werden.
- MU_01
Raum 1: Grossraumüro mit hohen internen Lasten. Begründung: Fokus auf sommerliches Raumklima in Büro mit hohen internen Lasten
Raum 2: 6-Personenbüro (Sitzplatz Technikbeauftragter). Begründung: Büro mit mittleren internen Lasten und Nutzer, der bei Fragen kontaktiert werden kann .
- IT_02
Raum 1: Eckbüro. Begründung: Fokus auf sommerliches Raumklima im hochverglastem Eckbüro
Raum 2: Büro an Längsseite («Achsbüro»). Begründung: Standardbüro
Fensteröffnung: unterer Flügel aus der GL ersichtlich, oberer Flügel wird nicht aufgezeichnet (nach Möglichkeit eigene Erfassung)
- BE_01
Raum 1 (Altbau): Aussenfassadenseitiges Ein-bis Zweipersonenbüro mit Fensterlüftung. Begründung: Wie ist Interaktion zwischen Fensterlüftung und Lüftung im Flur, wenn Tür offen?
Raum 2 (Neubau): Mehrpersonenbüro (kein Eckbüro) mit Fensterlüftung. Begründung: Sommerliches Raumklima in einem solchen Standardbüro?
Fensteröffnung: wird nicht aufgezeichnet (nach Möglichkeit eigene Erfassung)

Bei der Abstimmung mit den Gebäudebesitzern sind die folgenden Prioritäten festgelegt:

1. Raum muss belegt sein
2. Lüftungssituation repräsentativ
3. Solareinstrahlung nicht auffällig vom übrigen Gebäude abweichend

3.4.2 Anpassung Messkonzept

Die geplanten Kurzzeitmessungen wurden auf die Gebäudegegebenheiten angepasst und am 04.07.2023 mit der Begleitgruppe besprochen. Mit den Rückmeldungen wurde das Messkonzept entsprechend Tabelle 9 angepasst.

- Bei den Kurzzeitmessungen wird auf die Dichtheitsmessung verzichtet. Die Lüftungssysteme der Gebäude erfordern keinen Unterdruck, daher ist der Erkenntnisgewinn begrenzt. Auch eine Spurengasmessung in den Grossraumbüros scheint nicht zielführend, da mit der Fensterlüftung eine grosse Fläche geöffnet ist.
- Die geplanten Langzeitmessungen zeigt Tabelle 10. Hier ist als wichtiges neues Element im Vergleich zum Antrag die geplante Erfassung der Stellung des Lüftungsflügels (IT_02 und BE_01) und ggf. der Türstellung hinzugekommen. Die Messungen in der Winterperiode soll im Januar 2024 starten (bis und mit März 2024). Die Messung in der Sommerperiode beginnt Ende Juni 2024 (bis und mit September 2024). Die Kurzzeitmessungen sind jeweils zu Beginn der Messperiode anberaumt.



Tabelle 9: Messkonzept Kurzzeitmessungen. Die Angaben beziehen sich auf den jeweiligen Messtag. Verwendete Abkürzungen: M = eigene Messung, P = Prüfen Plan, BDM = Blower-Door Messung, *Luftmengenmessung bei rein natürlicher Lüftung (über Lüftungsflügel) nicht möglich.

	MU_01	EM_01	IT_02	BE_01
Luftmengenbilanz Prüfung Luftmengenkonzept Flowfinder	P **	P *	P M	P M
Differenzdruckmessung	M (Focusraum)	M (WC)	M (WC & Sizi)	M
Behaglichkeitsmessung inkl. Dokumentation	M	M	M	M
CO ₂ -Messung innen / Dokumentation Anwesenheit	M	M	M	M
CO ₂ -Messung aussen	M	M	M	M
Dichtheitsmessungen Spurengas/BDM	-	-	-	-
Stellung Sonnenschutz	dokumentieren	dokumentieren	dokumentieren	dokumentieren
Schalldruck bei offenem und geschlossenem Fenster bei typischer Situation	M	M	M	M
Lärmwerte Strasse	P	P	P	P

Tabelle 10: Messkonzept Langzeitmessungen. Die Angaben beziehen sich auf die jeweilige Messperiode. Verwendete Abkürzungen: T_i = >Innentemperatur, T_e = Aussentemperatur, RH_i = Relative Feuchte innen, RH_e = Relative Feuchte aussen, M = eigene Messung, DGL = Daten aus Gebäudeleitsystem, GL = Gebäudeleitsystemn. a. = nicht anwendbar

	MU_01	EM_01	IT_02	BE_01
CO ₂ , T _i , φ _i	1x AP Fenster, M 1x AP Mitte, M	1x AP Fenster, M 1x AP Mitte, M, CO ₂ : DGL?	1x AP, M 1x AP, M, 1x AP Grossraum?	1x AP, M 1x AP, M, 1x AP Grossraum?
Stromaufnahme Abluftanlage	M	DGL	DGL und Abschätzung	DGL?
Öffnung Fenster, resp. Lüftungsflügel	DGL?	DGL	M	M
Storenstellung	DGL?	n. a. (keine Storen)	DGL? Sonst M?	Vorhanden, aber verfügbar?
Türstellung	-	-	M?	M?
T _e , φ _e	M	M	M	M
Sonder		Vergleich der DGL mit Messräumen (T _i , CO ₂ , φ _i : GL)		



4 Bewertung der bisherigen Ergebnisse

Die Gebäudedokumentation und die Befragung der Planer:innen ist abgeschlossen. Mit Rücksicht auf die Kapazitäten der jeweiligen Ansprechpartner bei den Untersuchungsgebäuden ist der Stand der Dokumentation recht unterschiedlich. Die Organisation der Befragung der Nutzer:innen gestaltete sich aufwändig, da pro Gebäude oftmals mehrere unterschiedliche Ansprechpersonen vom Anliegen überzeugt werden mussten. Die Genehmigungen liegen aber nun vor.

5 Weiteres Vorgehen

Das Jahr 2024 beginnt mit der Nutzer:innenbefragung und den Messungen. Nach den Messungen in der Winterperiode wird zu einer Begleitgruppensitzung eingeladen. Die zweite Messkampagne mit zugehöriger Befragung beginnt dann im Sommer 2024. Auch die Abschätzung der grauen Energie fällt in das Berichtsjahr 2024.

6 Literaturverzeichnis

- [1] PrSIA 382/1:2022-11 (2022) Mechanische Lüftung in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, Schweiz.
- [2] Zimmermann, M. (2003) Handbuch der passiven Kühlung. Fraunhofer IRB Verlag, .
- [3] SIA 382/5:2021 (2021) Mechanische Lüftung in Wohngebäuden. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, Schweiz.
- [4] SIA 2024:2021 (2021) Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik. Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, Schweiz.
- [5] Partner des Interreg Alpehrhein-Bodensee-Hochrhein Projekts, Ed. (2021) Low-Tech Gebäude - Prozess Planung Umsetzung. 1st ed. Energieinstitut Vorarlberg, Weiler.
- [6] (BFE) Bundesamt für Energie (2022) Gebäudepark 2050 - Vision des BFE. Bern.
- [7] SIA 416:2003 (2003) Flächen und Volument von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Schweiz.
- [8] SIA V 382/1:1992 (1992) Technische Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Schweiz.
- [9] SIA V 382/2:1992 (1992) Kühlleistungsbedarf von Gebäuden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Schweiz.



7 Anhang

7.1 Befragung Planer:innen

Tabelle 11: Integration in den Planungsprozess

#	Kürzel	1. Wie wurden Sie als Planer:in in den Planungsprozess integriert (z. B. ab/welcher SIA Phase)?
1	ZH_01	Die Fachplaner Heizung, Sanitär und Lüftung waren von Beginn an in die Planung integriert, da es sich um ein firmeneigenes Gebäude mit innovativer Technik handelte.
2	ZH_02	Bereits für die Machbarkeit / Vorprojekt (Phase 2).
3	ZH_03	Phase 3/4 (Projektierung und Ausschreibung) inkl. TU-Submission beim Bauherr, Phase 5 (Realisierung) dann beim Totalunternehmer.
4	EM_01	Generell und idealer Weise sind wir von am Anfang mit in den Planungsprozess integriert
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	SIA Phase 2 (Vorstudien), davon Teilphase 21 (Machbarkeitsstudie)
8	RU_01	Von Anfang an. Vergleich von verschiedenen Lüftungssystemen. Liste mit Pro und Kontra. Vorteile für Fensterlüfter: Kosten und Integration von FeLue in Fertigbauelement. Früh Kontakt zur Firma Trivent aufgenommen.
10	BE_01	

Tabelle 12: Dimensionierung der Lüftung

#	Kürzel	2. Wie wurde die Lüftung dimensioniert?
1	ZH_01	Anhand von Erfahrungswerten. Mengenmässig eher knapp. 60 m ³ pro LuBo, bei Räumen mit höherem Bedarf wird eine Unterversorgung in Kauf genommen.
2	ZH_02	Im Projekt gab es zwei Phasen: In der ersten Zeit wurde das Gebäude ohne Grundlüftung geplant, nur mit einer Abluftanlage. Die Mieter hätten dann für ihre Flächen bei Bedarf eine eigenständige Lüftungsanlagen gebaut. Nachdem die Vermietung aber relativ schleppend anliefe (das Gebäude war zu diesem Zeitpunkt bereits weitgehend erstellt), entschied der Bauherr, dass zumindest Teile des Gebäudes mit einer Grundausbau-Lüftung mit gekühlter Luft versorgt werden sollen. Gemäss Beilage wurden dann die Zone links und die Zone rechts je mit einem Zuluft-Monobloc und mit einer WRG ergänzt. In der Zone Mitte gibt es weiterhin nur eine Abluftanlage, die heute nicht in Betrieb ist. Die Grundausbau-Lüftung ist ausgelegt auf eine Luftmenge von 6.5 m ³ /h pro m ² , gemessen an den Hauptgeschossen. Das Gebäude bietet mit einer Netto-Raumhöhe von 5.5 m in den Obergeschossen die Möglichkeit, in den Mietflächen Zwischengeschosse einzuziehen, was bei rund 50 % der Mietflächen realisiert wurde. Die Luftmenge funktioniert für übliche Dienstleistungs-/Verwaltung-Nutzungen. Die beiden Mitteltrakte (Mittelzonen) werden bis auf 2 Ausnahmen komplett ohne Lüftung betrieben, d.h. mit Fensterlüftung.
3	ZH_03	Reine Hygiene Luftmenge (d.h. 30 m ³ / h.Pers), mehr ist auch nicht möglich mit den Fassadengeräten.
4	EM_01	Die Gebäudelüftung wird über die Lüftungskappen bei den Fenstern sichergestellt. Die Dimensionierung erfolgt anhand von Kennzahlen und Erfahrungswerten, etwaige Anpassungen erfolgen im Anschluss an die thermodynamische Gebäudesimulation.



#	Kürzel	2. Wie wurde die Lüftung dimensioniert?
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	Es gab ein BIM Gebäudemodell im Revit. Zudem wurde über eine thermisch, dynamische Simulation (IDA-ICE), der Bedarf ermittelt. Die Resultate aus den Simulationen wurden übernommen.
8	RU_01	Gemäss «Vorgaben» Minergie an Luftmengen in Abhängigkeit von Anzahl Arbeitsplätze. Ursprünglich war im SiZi noch ein zusätzlicher Zuluft eintritt vorgesehen.
10	BE_01	

Tabelle 13: Planungsinstrumente

#	Kürzel	3. Welche Planungsinstrumente (Normen, Excel-Tabellen, Simulationsinstrumente) wurden in welcher Planungsphase verwendet?
1	ZH_01	Eigene Exceltabellen
2	ZH_02	Für die erste Phase wurden verschiedene Raumtemperatur- und Strömungssimulationen durchgeführt mit dem Resultat, dass mit einer Nachtauskühlung bei nicht zu hoher Belegung auf die Lüftung/Kühlung verzichtet werden kann. Für die Nachtauskühlung wurden die oberen Fensterflügel automatisiert. Eine zentrale Absaugung zur Unterstützung der Nachtauskühlung wurde am Anfang diskutiert, schlussendlich aber aus Kostengründen nicht realisiert.
3	ZH_03	SIA 382/1 mit Vorgabe Hygiene-Luftmenge. Excel-Tabelle mit einfacher Berechnung, definierte Belegung (es wurde nur ein Grundausbau erstellt, Layoutpläne nicht vorhanden, es wurde aber mit dem Bauherrn eine Belegung von durchschnittlich 10 m ² / Pers. abgesprochen). Weiter Luftmenge hochgerechnet anhand Belegung und den 30 m ³ / h. Pers. Keine Simulationen.
4	EM_01	Simuliert wird mit dem Programm «Energy Plus» in der LPH3. Die Ergebnisse werden dann mittels Excel ausgewertet.
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	BIM Gebäudemodell im Revit. Thermisch, dynamische Simulation (IDA-ICE)
8	RU_01	Minergie Planungshilfen. Exceltabellen und Hinweise von Trivent.
10	BE_01	

Tabelle 14: Interne Lasten

#	Kürzel	4. Mit welchen internen Lasten wurde geplant?
1	ZH_01	Erfahrungswerte (Normwerte) wurden etwas reduziert.
2	ZH_02	Siehe Frage 5: Funktionierendes Raumklima bei Belegungen mit SIA-Raumlasten bis ca. 12 m ² pro Person, darunter ist bei Räumen ohne zentrale Lüftung mit zu hohen Temperaturen zu rechnen.
3	ZH_03	0 W über Lüftung: das dezentrale Lüftungssystem kann keine bzw. nur begrenzt Lasten übernehmen. Die VL-Temperaturen auf die dezentral angeordneten Airboxen müssen sehr hoch gewählt werden, damit kein Kondensat in den Geräten entsteht. D.h. die Luft wird isotherm bis mit ein wenig Untertemperatur eingeführt. Thermisch Lasten werden über Heiz-/Kühldeckenelemente abgeführt.



#	Kürzel	4. Mit welchen internen Lasten wurde geplant?
4	EM_01	Gemäß SIA
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	Nach Norm (SIA 2024). Zusätzlich wurde seitens Auftraggeber eine Liste der geplanten Geräte ausgegeben und mit den Werten SIA abgestimmt.
8	RU_01	SIA 2024 Raumnutzungsdaten.
10	BE_01	

Es stehen SIA 2024:2006 und SIA 2024:2015 zur Verfügung.

Tabelle 15: Inhalt der SIA 2024 «Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik» aus dem Jahr 2006 und 2015. Anmerkung: SIA 2024:2015 wurde im Jahr 2021 durch SIA 2024:2021 abgelöst. Entsprechend dem Alter der Untersuchungsgebäude ist (



Tabelle 1) ist diese Norm für keines der Gebäude massgeblich. Verwendet Abkürzungen: PF = Personenfläche

	Grossraumbüro				Einzel-, Gruppenbüro				Relevant für Gebäude
	PF	Wärme-eintrags-leistung der Geräte	Aussenluft-volumen-strom pro Person	Aussenluft-volumen-strom	PF	Wärme-eintrags-leistung der Geräte	Aussenluft-volumen-strom pro Person	Aussenluft-volumen-strom	
	m ²	W/m ²	m ³ /h	m ³ /(m ² h)	m ²	W/m ²	m ³ /h	m ³ /(m ² h)	
SIA 2024:2006	8 10 12	19 10 4	36	4.5 3.6 3.0	11 14 17	15 7 3	36	3.3 2.6 2.1	ZH_03, LU_01, RU_01
SIA 2024:2015	10	10	36	3.6	14	7	36	2.6	ZH_02, EM_01, MU_01

Tabelle 16: Lärmschutz und Fensterlüftung

#	Kürzel	7. Wie wurde mit dem Thema Lärmschutz im Zusammenhang mit der Fensterlüftung umgegangen?
1	ZH_01	Schallschutzelemente in jeder LuBo.
2	ZH_02	Der Lärm in der Umgebung des Gebäudes ist überschaubar, so dass Fensterlüftung möglich ist. Die Stadt Zürich hat die Einschränkung gemacht, dass Fensterlüftung nur bei Nutzungen ohne hohen Innenlärm zulässig ist (Lärmbelastung der Umgebung).
3	ZH_03	Messung der Einfügungsdämpfung durch den Lieferanten (grobe Messung) und Einschätzung des Bauphysikers zu den Resultaten.
4	EM_01	Die Lüftungsklappen können bei zu hoher Lärmbelastung jederzeit manuell geschlossen werden. Weiters gibt es technische Lösungen bei denen die Lüftungsklappe nicht direkt «ins Frei» öffnet – hier ist ein Schallabsorber in der Fassade vorgesehen in welchem die LK integriert ist
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	Die Strasse ist vom Gebäude etwas entfernt. Da in der Planung von Stosslüftungen über die automatischen Lüftungsflügel ausgegangen wurde, schien damit eine mögliche Lärmbelastung vertretbar.
8	RU_01	Kein Thema, da industrielle Umgebung.
10	BE_01	

Tabelle 17: Nutzervereinbarung

#	Kürzel	6. Gibt es eine Nutzervereinbarung?
1	ZH_01	Unbekannt
2	ZH_02	Nein, nur eine Schnittstellenliste für die technischen Anlagen in den verschiedenen Gebäudeteilen.
3	ZH_03	Es wurde ein Baubeschrieb erstellt in der Phase 3, darin sind die Lasten und Belegung definiert. Also ist indirekt eine Vereinbarung über die Nutzung vorhanden, einfach mit anderem Namen.



4	EM_01	Ja, hier wurde eine entsprechende Vereinbarung erstellt und dem Bauherrn mit der Empfehlung die Vorgaben und Anforderungen durch den Immobilienbesitzer den jeweiligen Mietern abzugeben respektive in deren Mietverträgen zu inkludieren, zur Verfügung gestellt.
5	LU_01	Nein
6	MU_01	Nein, aber es gibt ein Pflichtenheft Technik mit einer Raummatrix, in welcher die Raumanforderungen definiert sind. Die internen Lasten sind in Realität viel höher als bei der Auslegung definiert, was jetzt zu Problemen im Sommer führt.
8	RU_01	Nein
10	BE_01	

Tabelle 18: Abnahme Lüftungskonzept

#	Kürzel	5. Wie wurde die Abnahme der Lüftungsanlage / des Lüftungskonzeptes gestaltet?
1	ZH_01	Es fand eine klassische Abnahme mit den jeweiligen Unternehmern statt.
2	ZH_02	Keine speziellen Massnahmen. Aufgrund der zentralen Lüftung auf einem grossen Teil der Fläche waren keine speziellen Abnahmen zur Fensterlüftung nötig.
3	ZH_03	Abnahme durch den Fachplaner mit dem vom Totalunternehmer beauftragten Unternehmer
4	EM_01	Im gesamten Planungs- und Bauprozess wird darauf geachtet, dass die Werte aus der thermodynamischen Gebäudesimulation eingehalten werden. Wie wird der Nachweis geführt? Das Leitungsbild beinhaltet unter anderem die Unterstützung bei der Auslegung der systemrelevanten Komponenten, der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen und dem Einbau, Anschluss und Inbetriebnahme – unter anderem bei den Fenstern mit gesteuerten Lüftungsklappen. Über die einjährige – im Honorar beinhaltete – Einregulierungsphase und das laufende Monitoring wird die Funktion des Gebäudes im Betrieb nachgewiesen
5	LU_01	Siehe # 4
6	MU_01	Die Abnahme erfolgte mittels Datenpunktttest (Gebäudeautomation). Schwierig dabei war, dass die Lüftungsflügel über KNX und nicht über die Gebäudeautomation gesteuert werden.
8	RU_01	Rollende Abnahme. Zunächst Unzufriedenheit wegen Zugerscheinungen. Trivent setzte daraufhin anderes Gitter für Zuluftöffnung FeLue ein, dann nochmals Abnahme.
10	BE_01	