

Monitoring Aescherstrasse 12

Schlussbericht - Betriebsjahre 2016/17, 2017/18, 2018/19

Version 26.6.2020



Auftraggeber

Immobilien Basel-Stadt
Portfoliomanagement
Ruedi Koechlin
Fischmarkt 10
4051 Basel

Autoren

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik HABG
Institut Energie am Bau IEBau
Hofackerstrasse 30
CH-4132 Muttenz

Gregor Steinke
René L. Kobler

Fon +41 61 228 55 92
E-Mail iebau.habg@fhnw.ch
Internet <http://www.fhnw.ch/habg/iebau>

Foto Titelseite: Ruedi Walti

Muttenz, 26. Juni 2020

Zusammenfassung

Das Gebäude an der Aescherstrasse 12 in Basel ist **das erste Minergie-A-Eco-zertifizierte Mehrfamilienhaus im Kanton Basel-Stadt**. Es umfasst sieben Wohnungen mit 2^{1/2} oder 3^{1/2} Zimmer und wurde im November 2015 bezogen. Mithilfe eines **dreijährigen Monitorings** hat das Institut Energie am Bau der Fachhochschule Nordwestschweiz überprüft, ob die anspruchsvollen energetischen Ziele erreicht werden und welchen Einfluss das Nutzerverhalten hat. Dazu wurden die berechneten Bedarfs- werte aus der Planung mit gemessenen Verbrauchswerten im Betrieb verglichen und mittels Befragung der Bewohnerinnen und Bewohner mögliche Ursachen für Abweichungen ergründet.

Zunächst wurde festgestellt, dass die Raumtemperatur in den von meist älteren Bewohnerinnen und Bewohnern genutzten Wohnungen höher ist, als der Standardwert aus der Planung. Statt des Planungswertes 20°C wurden in den Wintermonaten Raumtemperaturen von durchschnittlich knapp 22°C gemessen. **Offensichtlich entspricht der SIA Standardwert nicht dem Behaglichkeitsanspruch insbesondere von älteren Menschen**. Da die Bewohnerinnen und Bewohner zudem weniger Abwärme produzieren (durch ihren eigenen Körper oder den Betrieb von elektrischen Geräten) lag der gemessene Heizwärmeverbrauch zwar über den Berechnungen während der Planung, jedoch mit 35% deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert. Dieses Ergebnis ist zum einen durch die sehr gut gedämmte und luftdichte Gebäudehülle, zum anderen durch die Lüftungsanlage mit effizienter Wärmerückgewinnung begründet. Zusätzlich sind die Messwerte der Aussenlufttemperatur am Gebäudestandort während der Heizperiode rund zwei Grad höher als bei der Wetterstation auf dem Margarethenhügel in Binningen, auf der die Planungswerte beruhen. Durch die höheren Aussenlufttemperaturen sind die Transmissionsverluste der Gebäudehülle und die Lüftungswärmeverluste geringer. Aufgrund von Hinweisen der Mietenden wurde zudem im Winter das automatische Herunterfahren des Sonnenschutzes ausgesetzt, sodass sich der solare Gewinn um rund 10% erhöhte. Das Monitoring zeigt, dass **in Minergiebauten in der Stadt Basel die Behaglichkeit während der Heizperiode gewährleistet werden kann und ein sehr tiefer Heizwärmeverbrauch erreicht wird**.

Untersucht wurde in der Folge, wie sich die erhöhten Raumtemperaturen auf den Energieverbrauch für die Beheizung des Gebäudes auswirkt. Denn das Haus an der Aescherstrasse 12 sollte - dies eine zentrale Anforderung an Minergie A-Gebäude - jahresbilanziert ein Nullenergiehaus für den Bereich Wärme/Kälte/Lüftung sein, also mindestens so viel Energie erzeugen wie für Wärme/Kälte/Lüftung verbraucht wird. Die Messergebnisse haben gezeigt, dass die strengen Planungswerte deutlich unterschritten wurden. Zum einen war die Wärmepumpe mit einer Jahresarbeitszahl von 3.8 wesentlich effizienter als angenommen. Zum anderen war der Ertrag der Photovoltaikanlage auf dem Dach wesentlich höher als geplant. Das Haus erreichte im dritten Betriebsjahr den Status eines **Nullenergiegebäudes für die gesamte Betriebsenergie**. Es produzierte unterjährig mehr Energie, als für Heizung, Lüftung und Strom im Haus verbraucht wurde. Zudem erfüllt das Haus **die Anforderungen des Konzeptes der 2000-Watt-Gesellschaft**. Und dies ohne Einschränkung der Behaglichkeit.

Die Untersuchung hat jedoch auch noch Optimierungspotenzial ausgemacht. Der sommerliche Wärmeschutz des Gebäudes könnte verbessert werden. Zusätzlich zur bestehenden Markise wird im Dachgeschoss ein aussenliegender Sonnenschutz empfohlen, **anstelle der Textilstoren wären Rafflamellenstoren effektiver**. Dadurch liessen sich insbesondere in den oberen Wohnungen der Sonneneintrag im Sommer reduzieren und die Behaglichkeit verbessern. Zudem sollte im Sommer vermehrt manuell statt mechanisch gelüftet werden, um das Potential natürlicher Auskühlung zu nutzen. Trotz gewisser Mängel beim sommerlichen Wärmeschutz zeigen sich die Bewohnerinnen und Bewohner insgesamt sehr zufrieden.

Fazit: Das Gebäudekonzept hat sich im Betrieb bewährt und die anspruchsvollen Ziele des nachhaltigen Bauens aus der Planung konnten auch in der Praxis ohne Einschränkungen bei der Behaglichkeit erfüllt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	5
2	Monitoring	8
3	Auswertung Messdaten	10
3.1	Heizwärmebedarf und Heizwärmeverbrauch	10
3.2	Minergie-A-Eco	14
3.3	SIA Effizienzpfad Energie	16
3.4	Behaglichkeit: Raumlufttemperatur Sommer	17
3.5	Behaglichkeit: Relative Raumluftfeuchte Winter	20
4	Information Bewohnerschaft	21
5	Bewohnerbefragung	23
5.1	Zweck der Befragung	23
5.2	Durchführung der Befragung	23
5.3	Resultate	26
5.4	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	28
6	Anhang	32
6.1	Grundlagen zur Bewohnerbefragung	32
6.2	Informationsbroschüre für Neumieter	35
7	Literaturverzeichnis	39

1 Ausgangslage

Mit dem Mehrfamilienhaus Aescherstrasse 12 hat Immobilien Basel-Stadt ein Pilotprojekt des nachhaltigen Bauens realisiert. Das Gebäude mit 7 Wohnungen wurde Ende 2015 fertiggestellt, ist als erstes Projekt im Kanton Basel-Stadt nach Minergie-A-Eco zertifiziert und erfüllt zudem die Anforderungen des SIA Effizienzpfads Energie. Die Kernpunkte des Nachhaltigkeits- und Energiekonzepts sind im Folgenden aufgeführt und in Abbildung 1 dargestellt.

Erstellung	Minergie-Eco-Standard Gesundheit der Bewohnerschaft Graue Energie Bauökologie der Materialien
Betrieb	Minergie-A-Standard Wärmeerzeugung mit erneuerbaren Energien – Wärmepumpe + Erdsonde Sehr gut gedämmte Gebäudehülle (Minergie-P-Standard) mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung geprüfte Luftdichtheit der Gebäudehülle (Blowerdoor-Test) PV-Anlage auf Dach sommerlicher Wärmeschutz Bestgeräte, Bestbeleuchtung
Mobilität	Verzicht auf Tiefgarage Zentrumslage

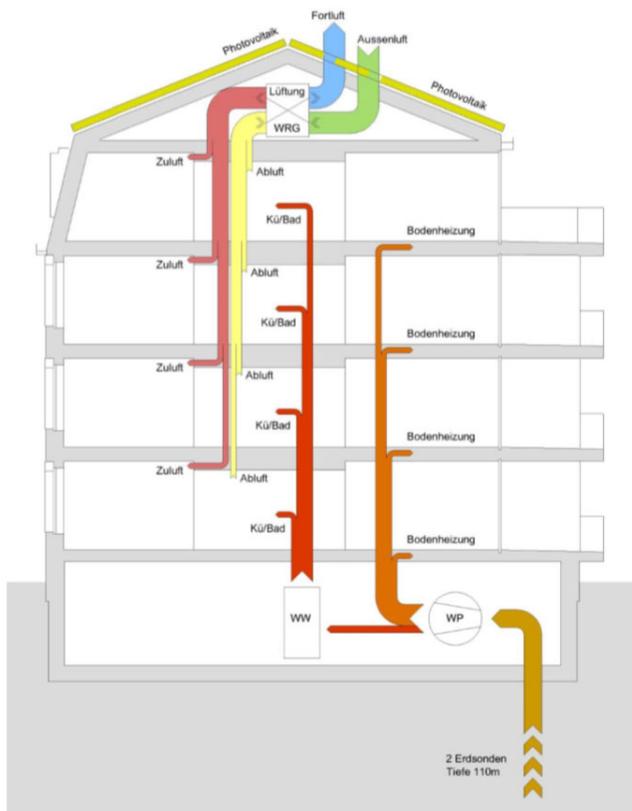


Abbildung 1: Schemaschnitt Energiekonzept. Quelle: OPQMB



Abbildung 2: Grundriss 1. + 2. OG. Quelle: OPQMB



Abbildung 3: Strassenansicht (links) und Hofansicht (rechts). Quelle: Ruedi Walti

Projektbeteiligte:

Bauherrschaft	Einwohnergemeinde der Stadt Basel, vertreten durch Immobilien Basel-Stadt
Bauherrenvertretung	Fuhr Buser Partner BauOekonomie AG, Basel
Generalplaner	OPQMB Osolin & Plüss Architekten BSA AG, Basel quade architects, Basel Moosmann Bitterli Architekten, Basel
Bauingenieur	Walther Mory Meyer Bauingenieure AG, Basel
Holzbauplaner	Pirmin Jung Ingenieure AG, Rain
Fachplaner	Waldhauser Haustechnik AG, Münchenstein Eplan AG, Basel Locher Schwittay GmbH, Basel
Landschaftsarchitekt	Berchtold.Lenzin, Liestal
Monitoring	FHNW - Institut Energie am Bau, Muttenz Willers AG, Rheinfelden InhouseControl, Ettingen

Tabelle 1: Messwerte und Messeinrichtungen.

Messbereich	Messwerte	Messeinrichtung	Einheit
Wohnungen 1 bis 7	Stromverbrauch	Stromzähler	[kWh]
	Heizwärmeverbrauch	Wärmemengenzähler	[kWh]
	Kaltwasserverbrauch	Durchflussmengenzähler	[l]
	Brauchwarmwasserverbrauch	Durchflussmengenzähler	[l]
	Temperatur Raumlufte Entrée	Temperaturfühler	[°C]
	Relative Feuchte Raumlufte Entrée	Feuchtefühler	[% rel. F.]
	Luftqualität VOC Raumlufte Entrée	VOC-Fühler	[ppm VOC]
Allgemein	Stromverbrauch allgemein	Stromzähler	[kWh]
	Stromverbrauch Beleuchtung	Stromzähler	[kWh]
	Stromverbrauch Lift	Stromzähler	[kWh]
	Stromverbrauch Lüftung	Stromzähler	[kWh]
	Kaltwasserverbrauch Gartenbewässerung	Durchflussmengenzähler	[l]
Photovoltaik	Stromertrag PV SO	Stromzähler	[kWh]
	Stromertrag PV NW	Stromzähler	[kWh]
Lüftung	Temperatur Aussenluft	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Zuluft Wohnungen	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Abluft Wohnungen	Temperaturfühler	[°C]
Heizung und Warmwasser	Wärmemenge Heizung WP	Wärmemengenzähler	[kWh]
Wärmepumpe (WP)	Wärmemenge Brauchwarmwasser WP	Wärmemengenzähler	[kWh]
	Wärmemenge Erdsonde WP	Wärmemengenzähler	[kWh]
	Stromverbrauch WP	Stromzähler	[kWh]
	Brauchwarmwasserverbrauch Boiler	Durchflussmengenzähler	[l]
	Temperatur Kondensator VL WP	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Kondensator RL WP	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Quelle Erdsonde WP	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Aussenluft WP	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Brauchwarmwasser-Speicher oben	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Brauchwarmwasser-Speicher unten	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Heizungspuffer-Speicher oben	Temperaturfühler	[°C]
	Temperatur Heizungspuffer-Speicher unten	Temperaturfühler	[°C]
Temperatur Heizkreis	Temperaturfühler	[°C]	

3 Auswertung Messdaten

In den folgenden Abschnitten wird die Auswertung der Messdaten 2016/17, 2017/18 und 2018/19 dargestellt. Dabei werden insbesondere der Heizwärmeverbrauch, Minergie-A, SIA Effizienzpfad Energie, Photovoltaik und Raumlufttemperaturen im Sommer betrachtet.

3.1 Heizwärmebedarf und Heizwärmeverbrauch

Der Heizwärmebedarf Q_h ist eine berechnete Kenngrösse zur Beurteilung der energetischen Qualität der Gebäudehülle. Er ist eine wichtige Grundlage für den behördlichen Energienachweis, den GEAK, Nachweise der verschiedenen Minergie-Label und Berechnung für den SIA Effizienzpfad Energie. Daher soll auf diese Kenngrösse in diesem Kapitel ausführlicher eingegangen werden. Der Heizwärmebedarf wird in dieser Untersuchung gemäss Norm SIA 380/1:2009 «Thermische Energie im Hochbau» [1] berechnet und gibt an, welche Wärmemenge dem Gebäude durch das Heizsystem in der Heizperiode pro Quadratmeter und Jahr zugeführt werden muss, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen. Die Berechnung wird nach einem standardisierten Verfahren unter Berücksichtigung des Klimas am Gebäudestandort, der Nutzungskategorie des Gebäudes mit bestimmten Standardnutzungsdaten, den Energiebezugs- und Gebäudehüllflächen, sowie der thermischen Qualität der Gebäudehülle durchgeführt.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs Q_h basiert auf einer monatlichen Bilanzierung der Wärmeverluste und der Wärmegewinne gemäss der Formel in Abbildung 5. Zu den Wärmeverlusten zählen die Transmissionswärmeverluste Q_T durch die Gebäudehülle und die Lüftungswärmeverluste Q_V durch den thermisch wirksamen Standardluftwechsel. Zu den Wärmegewinnen zählen neben den solaren Wärmegewinnen Q_s durch Verglasungsflächen die internen Wärmegewinne Q_i durch Personen und Elektrogeräte.

$$Q_h = \sum [Q_T + Q_V - \eta_g(Q_i + Q_s)]$$

Abbildung 5: Heizwärmebedarfsberechnung nach Norm SIA 380/1:2009

Die **gesetzlichen Anforderungen an den Heizwärmebedarf** im Kanton Basel-Stadt werden beim Mehrfamilienhaus Aescherstrasse 12 aufgrund der sehr gut wärmegeprägten Gebäudehülle in der Planung **um mehr als 30 Prozent unterschritten**. Als weitere Kenngrösse wird in der Planung der effektive Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$ ermittelt. Dieser berücksichtigt zusätzlich zu den vorgenannten Parametern die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste durch die Wärmerückgewinnung der mechanischen Lüftungsanlage und beträgt für das untersuchte Gebäude 11 kWh/(m²a). Dieser Rechenwert wird für den Vergleich mit den Messwerten herangezogen.

Tabelle 2: Planungswert des effektiven Heizwärmebedarfs $Q_{h,eff}$ gemäss Norm SIA 380/1:2009 und gemessener Heizwärmeverbrauch 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

Heizwärmebedarf	SIA 380/1:2009	Planungswert	Messwerte		
			2016/17	2017/18	2018/19
		[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]
effektiver Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$		11			
gemessener Heizwärmeverbrauch			17	18	15
Abweichung Planungswert zu Messwert			6	7	4

Der im Mehrfamilienhaus Aescherstrasse 12 gemessene Heizwärmeverbrauch für den Zeitraum April 2016 bis März 2017 beträgt 17 kWh/(m²a), für den Zeitraum 2017/18 18 kWh/(m²a) und 2018/19 15 kWh/(m²a) (Tabelle 2). Der **gemessene Heizwärmeverbrauch ist somit um 4 bis 7 kWh/(m²a) höher als der berechnete Planungswert**. Im Folgenden werden mögliche Gründe für diese Abweichung erläutert.

Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs in der Planung wird gemäss Norm SIA 380/1:2009 von Standardklimadaten und bestimmten Standardnutzungsdaten ausgegangen, beispielsweise Raumtemperatur, Elektrizitätsbedarf und Energiebezugsfläche pro Person.

Zunächst werden die Klimadaten betrachtet. Abbildung 6 zeigt die Monatsmittel der **Aussenlufttemperatur** am Gebäude Aescherstrasse 12 für die Messperiode April 2016 bis März 2017, 2017/18 und 2018/19 im Vergleich zu den Standardtemperaturen der Klimastation Basel-Binningen gemäss Merkblatt SIA 2028:2010 [2]. Demnach waren die Aussenlufttemperaturen im Monatsmittel während der Heizperiode (Oktober bis März) meist höher als die Standardwerte. Die Aussenlufttemperatur am Standort des Gebäudes ist gemäss den Messwerten im Monatsmittel um 2.1 bis 2.6 °C höher als die Messwerte der Klimastation Basel-Binningen. Die höheren Temperaturen am Gebäudestandort sind durch die geringere Höhe über dem Meeresspiegel und die städtische Lage begründet. An der Messstation Basel Binningen waren in den betrachteten Jahren zudem die Jahresmitteltemperaturen um 0.4 bis 2.1 °C höher als das langjährige Mittel gemäss SIA. In 29 von 36 Monaten waren dort die Monatsmitteltemperaturen höher als das langjährige Mittel. Dies können Folgen des Klimawandels sein. Die im Vergleich zu den Normwerten höhere Aussenlufttemperatur führt dann im untersuchten Objekt zu geringeren Transmissionswärmeverlusten und einem geringeren Heizwärmeverbrauch.

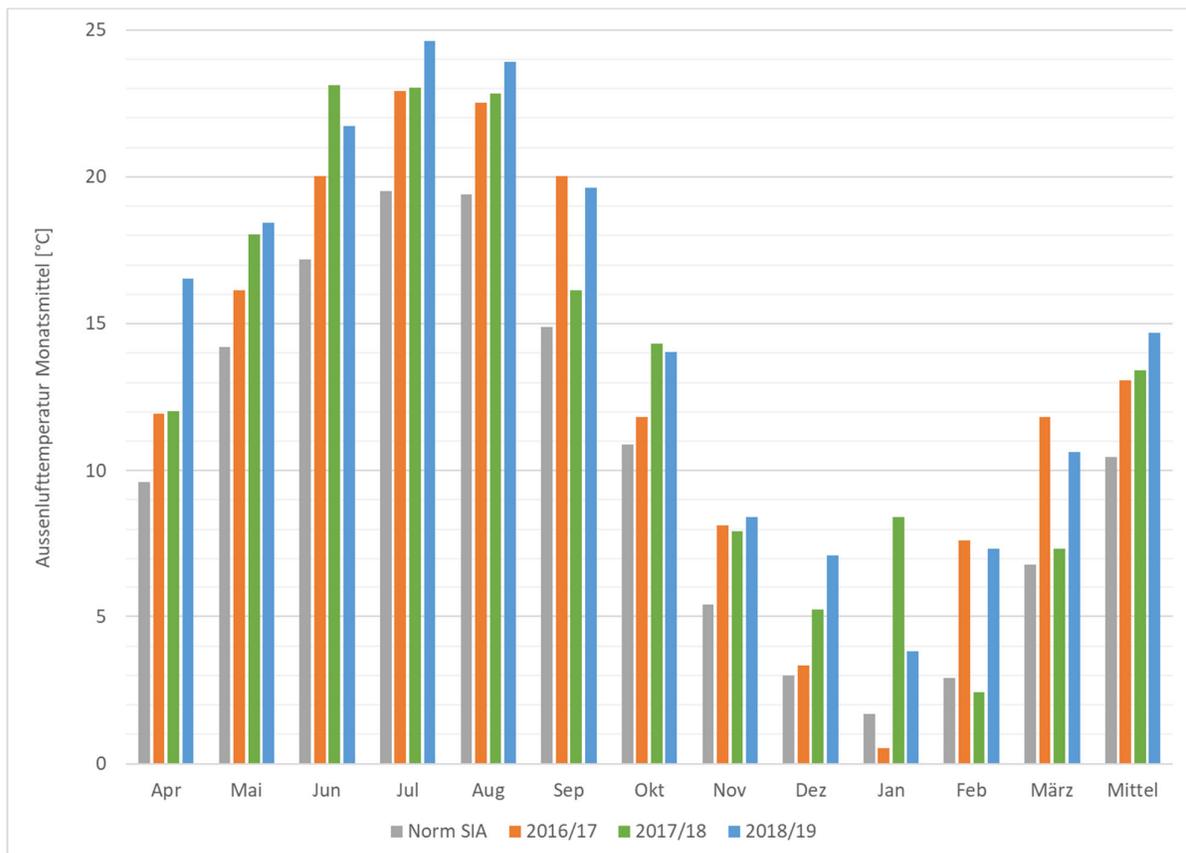


Abbildung 6: Langjähriges Monatsmittel der Aussenlufttemperatur Klimastation Basel-Binningen gemäss Norm SIA 2028 und Monatsmittel der Messwerte 2016/17, 2017/18 und 2018/19 am Standort Aescherstrasse 12 Basel.

Die **Sonneneinstrahlung** hat einen Einfluss auf die passiven Solargewinne durch die Fenster und wird über die Globalstrahlung bestimmt. Die Messwerte der horizontalen Globalstrahlung der Klimastation Basel-Binningen liegen in der Summe der Wintermonate 2016/17 um 18% über dem Normwert, 2017/18 um 9% darunter und 2018/19 um 26% darüber.

Wird der Heizwärmebedarf mit den gemessenen **Klimadaten** am Gebäudestandort anstelle der Normklimadaten berechnet, führt dies zu einem um 3 bis 6 kWh/(m²a) geringeren Heizwärmebedarf. Demnach sind die Abweichungen der gemessenen Klimadaten nicht die Ursache für den höheren Heizwärmeverbrauch im Betrieb. Sie können jedoch ein Hinweis darauf sein, dass eine feinere räumliche Auflösung der Klimadaten die Situation für Gebäude in der Stadt bei Energieanforderungen und -berechnungen besser abbilden würden.

Im Folgenden wird der **Einfluss der Nutzerinnen und Nutzer auf den Heizwärmeverbrauch** betrachtet. In der Praxis weichen die tatsächlichen Nutzungsdaten aufgrund des Nutzerverhaltens meist von den Standarddaten gemäss SIA 380/1:2009 aus der Planung ab. Auf Grundlage von Messdaten wurden reale Nutzungsdaten ermittelt und den Standardnutzungsdaten gegenübergestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Ausgewählte Standardnutzungsdaten gemäss SIA 380/1:2009 und reale Nutzungsdaten.

	Standardnutzungsdaten SIA	Nutzungsdaten real	Bemerkung Auswirkung Heizwärmebedarf
Energiebezugsfläche pro Person [m ² /P]	40	78	Geringere interne Wärmegewinne durch Personen
Elektrizitätsverbrauch [kWh/(m ² a)]	28	16	Geringere interne Wärmegewinne durch Abwärme Elektrogeräte
Mittlere Raumtemperatur Heizperiode [°C]	20	22	Höhere Transmissionswärmeverluste Gebäudehülle

Die **internen Wärmegewinne Q_i** durch Personen sind im Mehrfamilienhaus Aescherstrasse nur halb so hoch im Vergleich zu den Standardvorgaben. Die internen Gewinne durch die Abwärme von Elektrogeräten sind geringer, da der tatsächliche Stromverbrauch wesentlich geringer ist als nach Norm SIA 380/1:2009. Erklärt werden kann dies durch den Einsatz von energetischen Bestgeräten und den Umstand, dass die Energiebezugsfläche pro Person im Haus fast doppelt so gross ist wie in den Normwerten.

Die **passiven Solargewinne Q_s** über die Verglasungsflächen im Winter werden auch durch den ausenliegenden Sonnenschutz beeinflusst. Wenn der Sonnenschutz geschlossen ist, können die Solargewinne kaum genutzt werden. Der Sonnenschutz wird durch eine automatische Steuerung zweimal täglich geschlossen, um in den Sommermonaten einer Überhitzung der Wohnungen vorzubeugen. Die automatische Steuerung ist auch in der Heizperiode aktiv. Zudem nutzen die Bewohnerinnen und Bewohner den Sonnenschutz teilweise auch als Sicht- oder Blendschutz, was zusammen mit der automatischen Steuerung zur Reduzierung der nutzbaren passiven Solargewinne und zu einem höheren Heizwärmebedarf führt. In dieser Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die passiven Solargewinne im Winter dadurch um 20% reduziert werden. **Die automatische Steuerung in den Wintermonaten entfällt** durch einen Austausch der Sonnenschutzsteuerung **ab der Heizperiode 2018/19**, weshalb die passiven Solargewinne für diese Heizperiode nur noch **um 10% reduziert** werden.

Zu den Wärmeverlusten in der Energiebilanzierung zur Berechnung des Heizwärmebedarfs zählen die Lüftungswärmeverluste Q_V und die Transmissionswärmeverluste Q_T der **thermischen Gebäudehülle**. Die Transmissionswärmeverluste sind vom U-Wert der Bauteile und der Temperaturdifferenz zwischen

Aussentemperatur und Innenraumtemperatur abhängig. Die mittlere Innenraumtemperatur beträgt nach Norm SIA 380/1:2009 bei Wohnbauten 20 °C für die Berechnung des Heizwärmebedarfs. In den betrachteten Heizperioden Winter 2016/2017, 2017/18 und 2018/19 liegt die gemessene durchschnittliche Innenraumtemperatur der Wohnungen bei 22 °C, was unter Annahme gleicher Aussentemperaturen zu höheren Transmissionswärmeverlusten und einem höheren Heizwärmebedarf führt. Die durchschnittliche Raumtemperatur während der Heizperiode in den einzelnen Wohnungen beträgt im Minimum 20.8 °C und im Maximum 22.8 °C. Die Unterschiede in der Raumtemperatur haben grossen Einfluss auf den Heizwärmeverbrauch der einzelnen Wohnungen (Abbildung 7). Der Heizwärmeverbrauch beträgt im Minimum 10 kWh/(m²a) und im Maximum 24 kWh/(m²a).

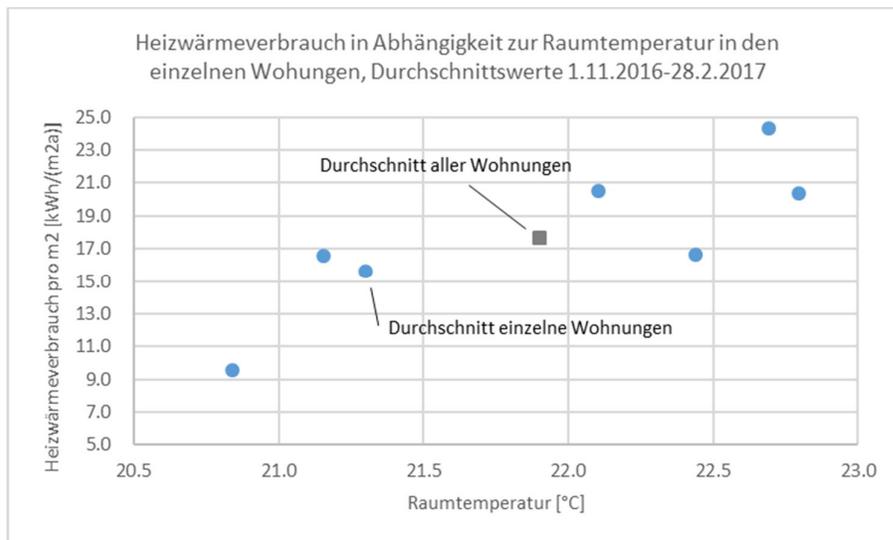


Abbildung 7: Heizwärmeverbrauch in Abhängigkeit zur Raumtemperatur in den einzelnen Wohnungen. Durchschnittswerte der Heizperiode 2016/17 vom 1.11.2016 bis 28.2.2018.

Die Lüftungswärmeverluste Q_V resultieren aus dem thermisch wirksamen Luftwechsel durch die mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und manueller Lüftung über die Fenster. In einer Wohnung des Gebäudes wurde die mechanische Lüftung auf Wunsch der Mieterschaft deaktiviert. Dies wird in der Betrachtung der Lüftungswärmeverluste rechnerisch berücksichtigt und führt gegenüber der Planung zu einem höheren Heizwärmebedarf.

Die realen Nutzungsdaten der Messperiode tragen in der Energiebilanz zur Erhöhung des geplanten Heizwärmebedarfs bei. Mit diesen tatsächlichen Daten und den Klimadaten wurde die Berechnung des **effektiven Heizwärmebedarfs** nach SIA 380/1:2009 erneut durchgeführt und mit dem gemessenen Heizwärmeverbrauch verglichen. Der mit den angepassten Nutzungs- und Klimadaten berechnete effektive Heizwärmebedarf für 2016/17 und 2017/18 beträgt 18 kWh/(m²a), der gemessene Heizwärmeverbrauch beträgt 17 und 18 kWh/(m²a). Für 2018/19 beträgt der berechnete effektive Heizwärmebedarf 16 kWh/(m²a), der gemessene Verbrauch 15 kWh/(m²a). Somit lässt sich die Abweichung des mit Normbedingungen berechneten Heizwärmebedarfs vom gemessenen Heizwärmeverbrauch von 4 bis 7 kWh/(m²a) durch die abweichenden realen Klima- und Nutzungsdaten erklären und rechnerisch nachvollziehen. Die höhere Raumlufttemperatur von 22 °C im Vergleich zum Normwert von 20 °C hat den grössten Einfluss auf den Mehrverbrauch. **Trotz des Mehrverbrauchs wird der gesetzlich geforderte Heizwärmebedarf durch die sehr gut wärmegeämmte Gebäudehülle und die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage im praktischen Betrieb um 35% unterschritten.** Im Vergleich zu einem typischen ungedämmten Altbau mit einem Heizwärmeverbrauch von 150 kWh/(m²a) ist der Verbrauch um knapp 90% geringer.

3.2 Minergie-A-Eco

Die Aescherstrasse 12 ist das **erste Minergie-A-Eco Mehrfamilienhaus im Kanton Basel-Stadt**. Jahresbilanziert ist bei Minergie-A für den Bereich Wärme/Kälte/Lüftung ein **Nullenergiehaus** gefordert, d.h. die für die Wärmeerzeugung und Lüftung erforderliche gewichtete Endenergie muss in der Jahressumme durch Photovoltaik vor Ort produziert werden. Neben Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle (Heizwärmebedarf) bestehen beim Minergie-A-Eco Standard zum Zeitpunkt der Planung und Nachweiserstellung (2013/2014) auch Anforderungen an effiziente Haushaltsgeräte und Beleuchtung, an die Graue Energie bei der Erstellung des Gebäudes, an die Wohngesundheit (Eco) und an den gewichteten Endenergiebedarf für die Wärmeerzeugung. Diese Anforderungen wurden vom Verein Minergie Anfang 2017 überarbeitet.

Die energetischen Anforderungen an die Gebäudehülle (Heizwärmebedarf) und der Vergleich mit den Messwerten wurde in Abschnitt 3.1 erläutert. Das Gebäude **erfüllt gemäss den Messwerten die Minergie-A Anforderungen an den Heizwärmebedarf auch im Betrieb**. Die Anforderung Nullenergie-Wärme/Kälte/Lüftung für den gewichteten Endenergiebedarf (Minergie-Kennzahl) < 0 kWh/(m²a) gemäss Minergie-A Reglement aus dem Jahr 2013 [3] wird im Betrieb ebenfalls erfüllt. Die Gewichtung erfolgt gemäss EnDK (Konferenz Kantonalen Energiedirektoren) entsprechend der nationalen Gewichtungsfaktoren und beträgt für Strom 2.0. Die Ergebnisse des Vergleichs der Planungswerte mit den Messwerten pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr ist in Tabelle 4 dargestellt. Demnach sind die für die Minergie-A Betrachtung relevanten gemessenen **Verbrauchswerte tiefer als die Planungswerte**. Der gemessene Ertrag der Photovoltaikanlage ist höher als die Planungswerte im Minergie-A-Nachweis. **In der Praxis werden die Anforderungen nach Minergie erfüllt und weit übertroffen.**

Tabelle 4: Vergleich der Planungswerte und Messwerte der Minergie-Kennzahl pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr für die Anforderung gemäss Minergie-A (2013). Quelle: Minergie-A-Nachweis OPQMB 11'2013;

Minergie-A		Gewichteter Endenergiebedarf		Gewichteter Endenergieverbrauch - Messwerte		
		Planungswerte		2016/17	2017/18	2018/19
	Gewichtung	Strom		Strom	Strom	Strom
		[kWh/(m ² a)]		[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]	[kWh/(m ² a)]
Wärmepumpe						
Heizung und Warmwasser	2	22.0		15.2	15.2	13.6
Lüftungsanlage	2	6.8		4.5	4.6	4.9
Hilfsenergie	2	3.9		1.9	1.7	1.6
Photovoltaik	2	-34.8		-45.4	-44.2	-45.8
Total, Minergie-Kennzahl (Anforderung < 0)		-2.1		-23.8	-23.8	-25.7

Allerdings konnten die Minergie-A/P-Anforderungen bezüglich der Luftdichtheit zwischen den einzelnen Wohneinheiten auch nach mehrfachen Nachbesserungen nicht erfüllt werden. Die Anforderungen sollen sicherstellen, dass zwischen den Wohnungen kein Luftaustausch und keine Geruchsübertragung stattfindet. Die Nachbesserungen und wiederholten Messungen haben einen hohen zusätzlichen

Aufwand erfordert. Bei künftigen Projekten sollte auf Seiten der Planenden und Unternehmern das Thema Luftdichtheit frühzeitig berücksichtigt und sorgfältig umgesetzt werden.

Die **Wärmepumpe** ist in der Praxis mit einer Jahresarbeitszahl von 3.8 **wesentlich effizienter als in der Planung angenommen** (Jahresarbeitszahl gemäss Minergie 2.8), was zu einem geringeren Endenergieverbrauch führt.

Im Folgenden werden die Absolutwerte des Verbrauchs und des Ertrags der **Photovoltaik-Anlage** dargestellt. Für die Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser durch die Wärmepumpe, die mechanische Lüftung und Hilfsenergie werden gemäss Abbildung 8 im Betriebsjahr 2016/17 8'427 kWh Strom verbraucht. Die PV-Anlage produziert im selben Zeitraum 17'732 kWh Strom. Somit ergibt sich für die Betrachtung nach Minergie-A jahresbilanziert eine Deckung von 210% und ein Überschuss von 9'306 kWh Strom. Für das Betriebsjahr 2017/18 beträgt der Stromverbrauch 8'389 kWh, die Stromproduktion 17'249 kWh, die jahresbilanzierte Deckung 206% und der Überschuss 8'858 kWh. Der Stromverbrauch für Wärmeerzeugung, Lüftung und Hilfsenergie 2018/19 beträgt 7'849 kWh. Bei einem PV-Ertrag von 17'897 kWh ergibt sich ein Überschuss von 10'047 kWh und es wird **eine jahresbilanzierte Deckung von 228 %** erreicht. Der gesamte Stromverbrauch des Gebäudes für die Wärmeerzeugung durch die Wärmepumpe, Lüftung, Hilfsenergie, Allgemeinbeleuchtung, Lift und die sieben Wohnungen beträgt für 2016/2017 18'197 kWh. Dieser Verbrauch kann jahresbilanziert zu 97% durch den Ertrag PV-Anlage gedeckt werden. Für 2017/18 beträgt der Stromverbrauch 18'629 kWh und kann jahresbilanziert zu 93% durch den Ertrag PV-Anlage gedeckt werden. Im Zeitraum 2018/19 übertrifft der PV-Ertrag den gesamten Stromverbrauch von 17'544 kWh und die Deckung beträgt 102 %. Somit wird nicht nur das ursprüngliche Ziel, **ein Nullenergiegebäude gemäss Minergie-A** (Standard 2013) zu realisieren, **in der Praxis weit übererfüllt**, sondern jahresbilanziert sogar knapp ein **Nullenergiegebäude für die gesamte Betriebsenergie erreicht**. Das Gebäude wurde 2016 mit dem Schweizer Solarpreis ausgezeichnet.

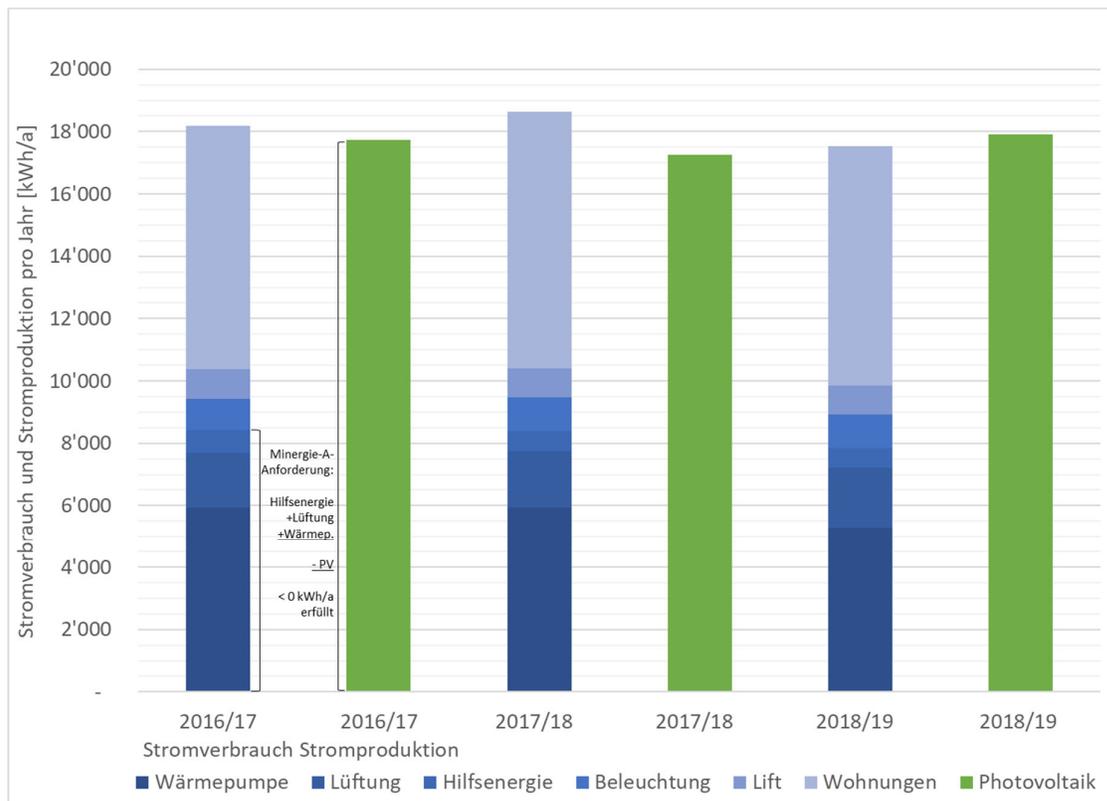


Abbildung 8: Messwerte des Stromverbrauchs und der Stromproduktion 2016/17, 2017/18 und 2018/19.

3.3 SIA Effizienzpfad Energie

Das Ziel des SIA Effizienzpfad Energie (Merkblatt SIA 2040:2011) [4] ist die Gesamtbetrachtung der Umweltbelastung durch Gebäude in Bezug auf die **2000-Watt-Gesellschaft**. Hierbei wird die Erstellung des Gebäudes, der Betrieb und die induzierte Mobilität berücksichtigt. Im SIA Effizienzpfad Energie wird für die drei Bereiche Erstellung, Betrieb und Mobilität jeweils ein Richtwert pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr für den Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und für die Treibhausgasemissionen angegeben. Für die Summe dieser Einzelwerte ist eine Gesamtanforderung formuliert. In der Planung erfüllt das Mehrfamilienhaus Aescherstrasse die Anforderungen des SIA Effizienzpfad Energie. In dieser Untersuchung wird der Energiebedarf und –verbrauch im Bereich Betrieb betrachtet. Die Standardwerte und die Berechnungsmethodik gemäss SIA Effizienzpfad Energie und Minergie (Abschnitt 3.2) weichen voneinander ab. Daher sind diese Werte nicht miteinander vergleichbar.

Tabelle 5: Planungswerte für den Endenergiebedarf und Messwerte des Endenergieverbrauchs für 2016/17, 17/18 und 18/19. Umrechnung der Endenergiewerte in Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen gemäss Merkblatt SIA 2040:2011 Effizienzpfad Energie.

	Endenergie				Primärenergie nicht erneuerbar ¹				Treibhausgasemissionen ²			
	[kWh/(m ² a)]				[kWh/(m ² a)]				[kg/(m ² a)]			
	Planung		Messung		Planung		Messung		Planung		Messung	
	16/17	17/18	18/19	16/17	17/18	18/19	16/17	17/18	18/19	16/17	17/18	18/19
Bedarf Strom												
Wärmepumpe ³												
Heizung +												
Warmwasser	9.6	8.5	8.4	7.6	25.4	22.5	22.2	20.0	1.4	1.3	1.2	1.1
Lüftung	1.7	2.3	2.3	2.5	4.4	6.0	6.1	6.5	0.2	0.3	0.3	0.4
Beleuchtung allg.	3.3	1.3	1.4	1.4	8.8	3.4	3.7	3.7	0.5	0.2	0.2	0.2
Lift	1.1	1.2	1.2	1.2	2.8	3.2	3.2	3.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Wohnungen	6.9	10.0	10.5	9.8	18.3	26.5	27.8	26.0	1.0	1.5	1.6	1.5
Total Bedarf	22.6	23.3	23.9	22.5	59.7	61.5	63.0	59.3	3.3	3.4	3.5	3.3
Produktion												
Photovoltaik	-15.4	-22.7	-22.1	-22.9	-40.7	-59.9	-58.3	-60.5	-2.3	-3.4	-3.3	-3.4
Total	7.2	0.6	1.8	-0.5	19.0	1.6	4.7	-1.2	1.1	0.1	0.3	-0.1
Richtwert SIA 2040					56				2.5			

¹ Primärenergiefaktor Elektrizität CH Verbrauchermix 2.64

² Faktor Treibhausgasemissionen Elektrizität CH Verbrauchermix 0.148 kg/kWh

³ inklusive Hilfsenergie

In der Planung beträgt der berechnete Wert für den Betrieb auf Stufe Primärenergie nicht erneuerbar pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr 69 MJ/(m²a), was 19 kWh/(m²a) entspricht. Der Richtwert gemäss SIA Effizienzpfad Energie beträgt 56 kWh/(m²a). In Tabelle 5 ist der Vergleich der Planungswerte mit den Messwerten der Betriebsjahre 2016/17, 17/18 und 18/19 dargestellt. Demnach ist der gemessene Gesamtendenergieverbrauch zwischen 0.1 kWh(m²a) tiefer und 1.3 kWh(m²a)

höher als der berechnete Bedarf, was -0.5% bis +5% Abweichung entspricht. Der gemessene Ertrag der PV-Anlage ist um ca. 7 kWh(m²a) höher als der berechnete Wert, woraus ein **Mehrertrag von über +40%** resultiert. Der Verbrauch und der Ertrag werden gemäss SIA Effizienzpfad Energie mit dem Faktor für Primärenergie nicht erneuerbar und dem Faktor Treibhausgasemissionen gewichtet und miteinander verrechnet. Dank der Stromproduktion durch die PV-Anlage werden die Richtwerte für den Betrieb gemäss SIA Effizienzpfad Energie in Planung und Praxis eingehalten. **Die Messungen belegen die Tauglichkeit des Gebäudes für die 2000-Watt-Gesellschaft.**

3.4 Behaglichkeit: Raumlufttemperatur Sommer

In den Wohnungen wird im Entréebereich die Raumtemperatur gemessen, die Aussenlufttemperatur wird durch einen Fühler der Wärmepumpe im Erdgeschoss an der Nordwestfassade erfasst. Abbildung 9 zeigt für drei Tage einer Hitzeperiode im Sommer 2017 die Raumtemperaturen der einzelnen Wohnungen und die Aussenlufttemperatur. Im betrachteten Zeitraum liegt das Minimum der Aussenlufttemperatur zwischen 18.6 und 22.6 °C und tritt ca. um 5:00 Uhr auf. Das Minimum der Raumtemperatur in den einzelnen Wohnungen liegt zwischen 22.1 und 26.5 °C. und tritt ca. um 6:00 Uhr auf. Das Maximum Aussen liegt bei 37.2 bis 37.8 °C ca. um 16:30 Uhr. Innen liegt das Maximum bei 26.4 bis 30.4 °C und tritt zwischen 18:00 und 21:00 Uhr auf. Die Temperatur in der kühlfsten Wohnung liegt zwischen 22.1 und 26.4 °C und in der wärmsten Wohnung zwischen 26.5 und 30.4 °C. Zwischen 0:00 Uhr und ca. 7:00 Uhr ist die Aussentemperatur geringer als die Raumtemperatur in den Wohnungen. In den Dachgeschosswohnungen werden die **höchsten Temperaturen** gemessen. Die zum Garten orientierten Fenster der **Dachgeschosswohnungen** werden im Vergleich zu den anderen Wohnungen nicht durch darüber liegende Balkone verschattet und haben anstelle eines aussenliegenden Sonnenschutzes eine Markise. Zudem ist der Anteil der Gebäudehüllflächen gegen Aussenluft höher. Dadurch treten **höhere Wärmelasten** durch Solareinstrahlung und Wärmetransmission auf, was zu höhere Raumlufttemperaturen führt.

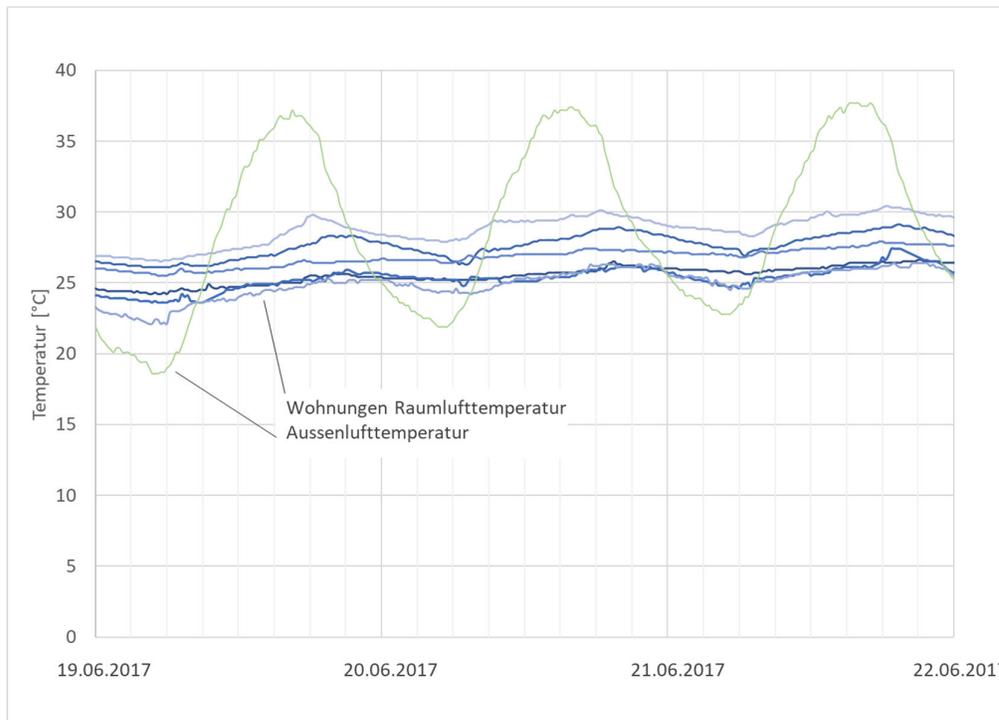


Abbildung 9: Messwerte der Aussenlufttemperatur und der Raumtemperaturen in den Wohnungen (Entrée) zwischen 19.6.2017 0:00 Uhr und 21.6.2017 24:00 Uhr.

Für den Hitzesommer 2018 wird die Raumtemperatur einer Dachgeschosswohnung bezüglich der **Behaglichkeitsanforderungen** gemäss Norm SIA 180:2014 «Wärme und Feuchteschutz» betrachtet [5]. Die Untersuchung bezieht sich auf die Anforderungen nach SIA 180 für Räume mit natürlicher Lüftung, während diese weder beheizt noch gekühlt sind. In Abbildung 10 ist diese Anforderung als Temperaturbereich für die Raumtemperatur in Abhängigkeit zur Aussentemperatur angegeben, der ganzjährig eingehalten werden muss. Die Anforderungen der Norm SIA 180 bezieht sich auf die sogenannte empfundene Raumtemperatur, die aus dem arithmetischen Mittel der Raumlufttemperatur und der Oberflächentemperatur berechnet wird. Bei den installierten Temperaturfühlern wird nicht zwischen Oberflächentemperatur und Raumlufttemperatur differenziert, die gemessene Temperatur ist eine Mischtemperatur. Für die Auswertung wird vereinfacht angenommen, dass die gemessene Temperatur der empfundenen Temperatur entspricht.

In Abbildung 10 sind Stunden-Messwerte der Raumtemperatur der wärmsten Wohnung im Gebäude in Abhängigkeit zum gleitenden 48 Stunden-Mittel der Aussentemperatur für den Zeitraum 1.5.2018 bis 30.9.2018 dargestellt. Demnach traten in der Wohnung Raumtemperaturen von bis zu 32 °C auf, in 195 Stunden lag die Raumtemperatur über 30 °C. Die **Anforderungen an die Raumtemperatur** nach SIA 180 werden im betrachteten Zeitraum in 79 Stunden **überschritten**. Gemäss Norm SIA 382/1 [6] ist eine Überschreitung dieser Anforderungen in maximal 100 Stunden pro Jahr zulässig. Somit sind die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz trotz der hohen Raumtemperaturen eingehalten.

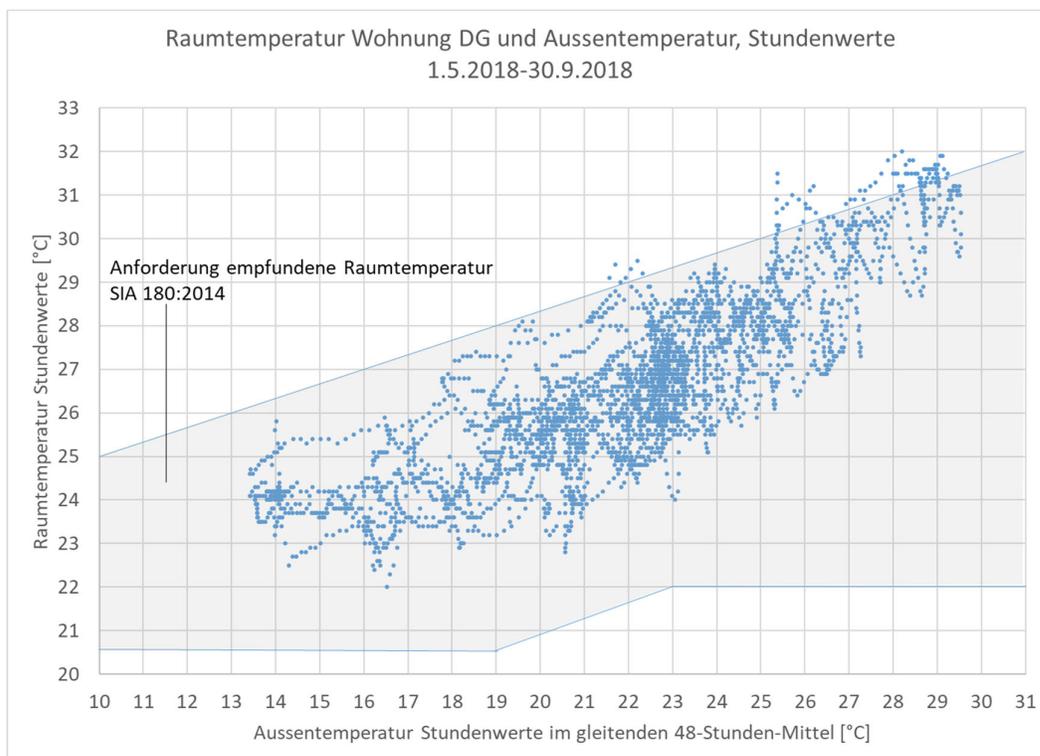


Abbildung 10: Stundenmesswerte der Raumtemperatur in einer Dachgeschosswohnung in Abhängigkeit zum gleitenden 48-Stunden-Mittel der Aussenlufttemperatur im Zeitraum 1.5.2018 bis 30.9.2018.

Durch folgende **Massnahmen** können durch die Nutzerinnen und Nutzer der sommerliche Wärmeschutz bei hohen Aussentemperaturen verbessert und Raumtemperaturen gesenkt werden:

- Aussenliegender Sonnenschutz
Der Sonnenschutz wird tagsüber runtergelassen, um Wärmelasten durch direkte und diffuse

Solarstrahlung zu minimieren. Wenn möglich, wird der Sonnenschutz abends und nachts geöffnet, um eine gute Fensterlüftung und Wärmetransmission nach aussen zu ermöglichen.

- **Manuelle Fensterlüftung**
Wenn die Aussentemperatur höher als die Raumtemperatur ist, werden die Fenster geschlossen, um den Wärmeeintrag durch wärmere Aussenluft zu vermeiden.
Wenn die Raumtemperatur höher als die Aussentemperatur ist, werden die Fenster zur manuellen Lüftung geöffnet, um Wärmelasten abzuführen und die Raumtemperatur zu senken. Dies ist meist nach Sonnenuntergang bis kurz nach Sonnenaufgang der Fall. Eine Querlüftung durch das Öffnen der Fenster an beiden Gebäudeseiten bei geöffneten Zimmertüren ist effektiver als die Fensterlüftung in einzelnen Räumen bei geschlossenen Zimmertüren. Je grösser der Fensteröffnungsquerschnitt, desto höher ist der Luftwechsel. Daher ist eine Drehöffnung effektiver als ein gekipptes Fenster.
- **Mechanische Lüftung**
Wenn die Aussentemperatur höher als die Raumtemperatur ist, wird die mechanische Lüftungsanlage auf die niedrigste Stufe eingestellt, um den Wärmeeintrag durch wärmere Aussenluft zu vermeiden. Wenn die Raumtemperatur höher als die Aussentemperatur ist, kann die Lüftung auf eine höhere Stufe eingestellt werden, um Wärmelasten abzuführen und die Raumtemperatur zu senken. Allerdings ist der Luftwechsel bei geöffneten Fenstern mit Querlüftung um ein Vielfaches höher und sollte der Einstellung einer höheren Stufe der mechanischen Lüftung vorgezogen werden.

Durch folgende Anpassungen am Gebäudekonzept und bauliche Massnahmen könnte der sommerliche Wärmeschutz bei zukünftigen Bauvorhaben weiter optimiert werden.

- **Fensterflächenanteil**
Moderater **Fensterflächenanteil**, um solare Wärmeeinträge im Sommer möglichst gering zu halten. (Objekt Aescherstrasse: Gartenseite Nordwestfassade hoher Glasanteil)
- **Sonnenschutz**
Beweglichen aussenliegenden **Sonnenschutz** mit möglichst tiefem Energiedurchlassgrad (g-Wert) an allen, im Sommer nicht beschatteten Fenstern vorsehen. Der g-Wert von Raffaelenstoren ist tiefer als bei Textilstoren. Der Sonnenschutz sollte eine flexibel programmierbare Automation haben, die den Standort, Sonneneinstrahlung und Jahreszeiten berücksichtigt. Die Automation soll aber auch durch die Nutzer übersteuert werden können.
Falls Fenster nur durch feststehende bauliche Elemente verschattet werden sollen - z.B. auskragende Balkone, Erker oder Dächer – und auf einen beweglichen aussenliegenden Sonnenschutz verzichtet werden soll, muss die Wirksamkeit der **Verschattung** in der Planung sorgfältig überprüft werden.
- **Nachtauskühlung – Lüftung durch Fassadenöffnungen**
Querlüftung durch öffnenbare Fenster oder Lüftungsklappen mit ausreichend dimensioniertem freien Öffnungsquerschnitt ermöglichen. Bei Lüftungsklappen und Lüftungsfenstern möglichst einen Witterungsschutz und im Erdgeschoss zusätzlich einen Einbruchschutz vorsehen (z.B. Wetterschutzgitter).
- **Nachtauskühlung - Speichermasse**
Die Speichermassen des Gebäudes sollten an die Räume gekoppelt sein, um während der Nachtlüftung Wärmelasten abgeben zu können. Geschlossene Wand- oder Deckenbekleidungen in Leichtbauweise behindern die Möglichkeiten der Nachtauskühlung der Speichermasse. (Objekt Aescherstrasse: Bekleidung der Giebelwände und Geschossdecken). Je höher die raumgekoppelte Speichermasse ist, desto robuster verhält sich das Gebäude bei hohen Aussentemperaturen - guter Sonnenschutz und gute Nachtauskühlung durch Nachtlüftung vorausgesetzt (Objekt Aescherstrasse: Holzhybridbau vs. Massivbau Altbauten Gründerzeit).

- Aktive Kühlung - Geocooling
Die Erdsonden der Wärmepumpe können im Sommer zur Kühlung eingesetzt werden (**Geocooling**). Die Kälteabgabe kann über die Heizung (Fussbodenheizung) oder die Lüftung (Heiz-/Kühlregister in Zuluft) erfolgen. Die Erdsonden werden durch das Geocooling im Sommer für die Heizperiode im Winter regeneriert und die Effizienz der Wärmepumpe gesteigert. Der zusätzliche Strombedarf für das Geocooling könnte durch den gleichzeitig erzeugten PV-Strom gedeckt werden. Die Effizienz von Geocooling ist bei Einzelsonden im Gegensatz zu Sondenfeldern eher gering, weshalb im Objekt Aescherstrasse auch aus Kosten-Nutzen-Überlegungen bewusst darauf verzichtet wurde.

3.5 Behaglichkeit: Relative Raumlufffeuchte Winter

In den Wohnungen wird neben der Raumtemperatur auch die relative Raumlufffeuchte gemessen. Die Darstellung Abbildung 11 zeigt den Verlauf der relativen Raumlufffeuchte in den Wohnungen und der Aussentemperatur während der Heizperiode 2018/19 zwischen 6.11.2018 und 4.2.2019. Die Werte in den einzelnen Wohnungen unterscheiden sich stark voneinander und liegen in der Wohnung mit den höchsten Feuchtwerten zwischen 45 und 70 % rel. Feuchte. In der Wohnung mit tiefsten Werten zwischen 27 und 56 % rel. Feuchte, wobei der Minimalwert nur kurzzeitig aufgetreten ist. Die Feuchtwerte erfüllen die Anforderungen gemäss SIA. In Wohnungen mit mechanischer Lüftungsanlage können in den Wintermonaten aufgrund hoher Luftwechselraten, hoher Raumtemperatur und fehlender Feuchterückgewinnung über längere Zeiträume unbehaglich tiefe relative Raumlufffeuchten unter 30 % auftreten. Im Objekt Aescherstrasse tritt dieses Problem nicht auf. Auch die für einen Holzbau notwendige minimale Luftfeuchte wird durchgängig eingehalten.

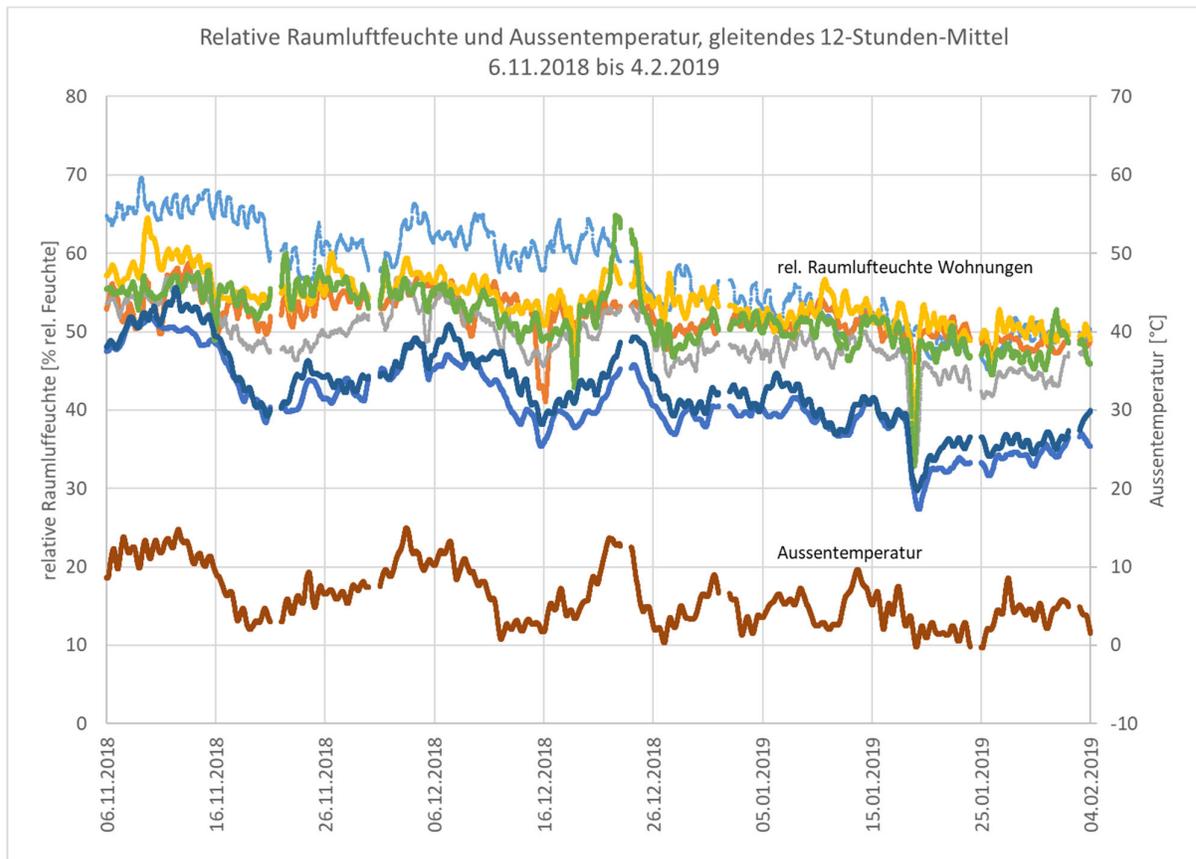


Abbildung 11: Verlauf der Aussentemperatur und der relativen Raumlufffeuchte in den Wohnungen im Zeitraum 6.11.2018 bis 4.2.2019. Darstellung der Messwerte im gleitenden 12-Stunden-Mittel.

4 Information Bewohnerschaft

Die Bewohnerinnen und Bewohnern haben im Rahmen der Befragung (siehe Abschnitt 5) individuellen Auswertungen zum Energieverbrauch ihrer Wohnung für 2016/2017 erhalten. Abbildung 12 bis Abbildung 15 zeigen anonymisiert (Wohnung XY) exemplarisch die in der Auswertung enthaltenen Darstellungen. Die Darstellungen dienen zum einen dazu, das Gespräch in den offen geführten Interviews anzuregen. Zum anderen sollten die Bewohnerinnen und Bewohner **Hinweise auf energetisch effizientere Verhaltensstrategien** erhalten. Die Daten der zweiten und dritten Untersuchungsperiode deuten darauf hin, dass das Nutzerverhalten durch die Information und die Interviews energieeffizienter geworden ist. Diese Vermutung lässt sich statistisch jedoch nicht erhärten.

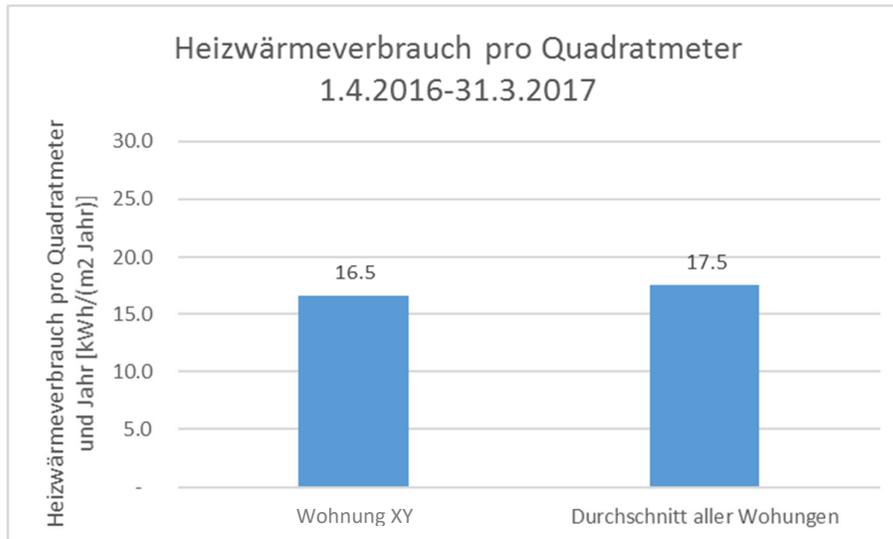


Abbildung 12: Information für die Bewohnerschaft Wohnung XY zum Heizwärmeverbrauch 2016/17.

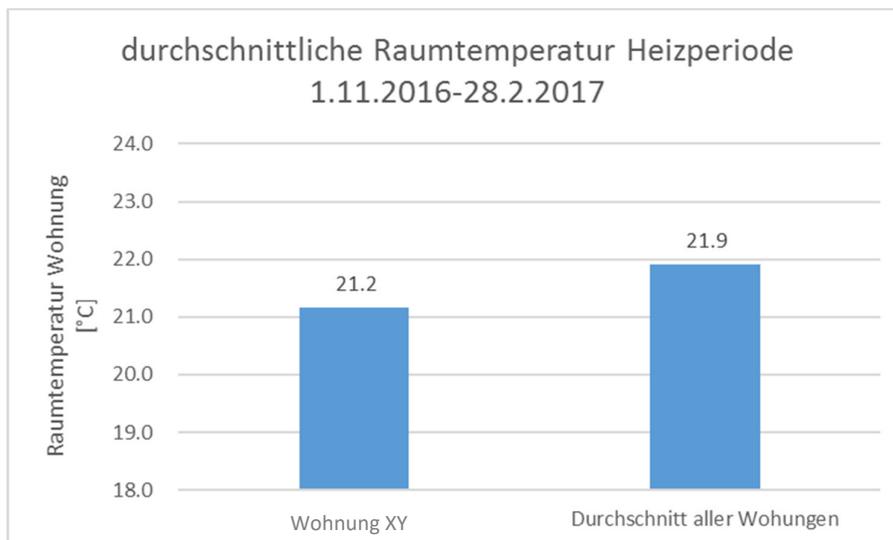


Abbildung 13: Information für die Bewohnerschaft Wohnung XY zur durchschnittlichen Raumtemperatur während der Heizperiode 2016/17.

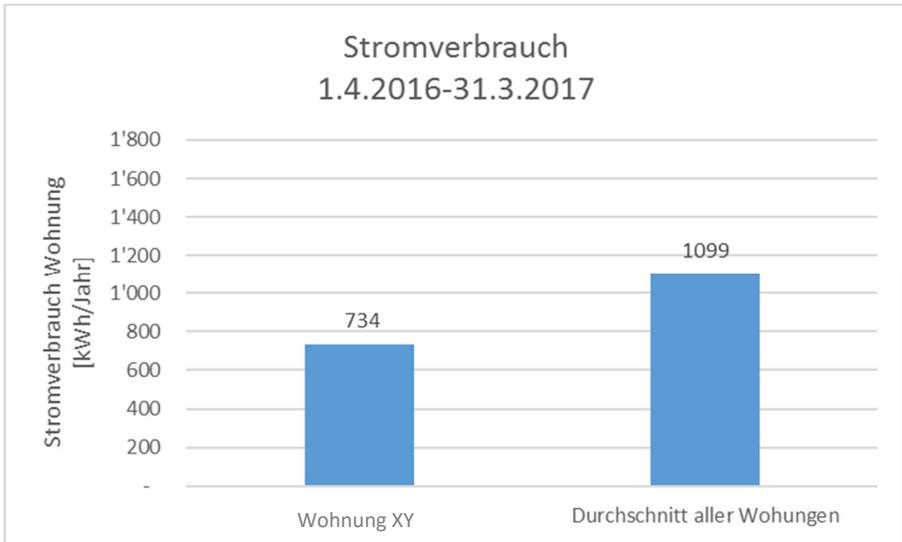


Abbildung 14: Information für die Bewohnerschaft Wohnung XY zum Stromverbrauch 2016/17.

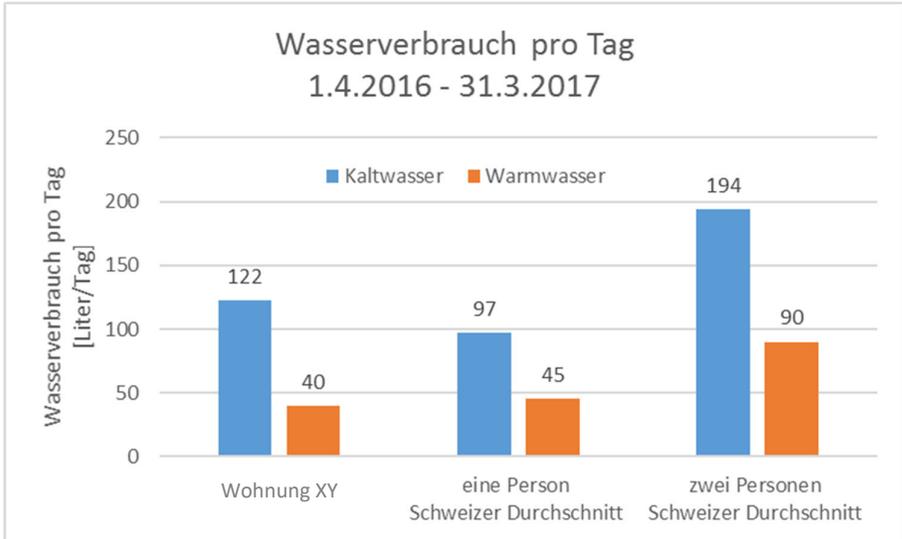


Abbildung 15: Information für die Bewohnerschaft Wohnung XY zum Wasserverbrauch 2016/17.

5 Bewohnerbefragung

Im Folgenden werden Zweck und Durchführung der Befragung, Resultate und Schlussfolgerungen, die sich aus der Bewohnerbefragung im Dezember 2017 an der Aescherstrasse 12 in Basel ergeben haben erläutert. Hinweise zur Methodik und Durchführung der Befragung sind im Anhang Abschnitt 6.1 dargestellt.

5.1 Zweck der Befragung

Es werden folgende Absichten für die Forschung, die Liegenschaftsverantwortlichen und die Bewohner verfolgt:

- a) *Erkenntnisse für die Gebäude-Energie-Forschung*
Sind auf energetisch-technisch hohem Standard realisierte Mehrfamilienhäuser auch in der Praxis tauglich? Können diese als Basis für den Gebäudepark 2050 ohne weiteres übernommen werden um damit z.B. die Ziele einer 2000 Watt-Gesellschaft zu erreichen?
Es muss abgeklärt werden, ob die im Voraus theoretisch berechneten Verbrauchsdaten für z.B. Raumwärme auch in der Praxis tatsächlich erreicht werden. Dabei ist es wesentlich, ob die Einhaltung der Werte nur aufgrund von technischen Massnahmen oder auch und wenn, wieviel auf das Nutzerverhalten zurückzuführen ist.
- b) *Erkenntnisse für die Liegenschaftsverantwortlichen*
Die Liegenschaftsverantwortlichen können aufgrund eines ganzheitlichen Feedbacks (anhand der Messung in Verbindung mit dem Nutzerverhalten) sachlich besser urteilen, ob sich technische Massnahmen und/oder Nutzerverhalten besser eignen für energieeffiziente Gebäudeparks. Zudem ergibt sich ein Vorgehen, das im Sinne der Bewohner gestaltet werden kann. Die gemachten Erkenntnisse sind auf ähnliche Liegenschaften übertragbar und können somit den Gesamtpark positiv steuern.
- c) *Erkenntnisse für die Bewohner*
Die gemessenen Daten der energetischen Verbrauchswerte und die Antworten der Bewohner betreffend Nutzerverhalten stehen in einem Verhältnis zum schweizweiten Durchschnittsverbrauch als auch im Verhältnis untereinander in der Liegenschaft. Durch die Aufbereitung der Daten und individuelle Kommunikation können die Bewohner die technische Steuerung als auch das Nutzerverhalten einschätzen und je nach Bedarf individuell optimieren.

5.2 Durchführung der Befragung

Die Durchführung von sechs Interviews fand am 12./13. Dezember 2017 in den jeweiligen Wohnungen der Aescherstrasse 12 statt. Ein Interview musste telefonisch am 28. Februar 2018 erfolgen. Dieser Befragte erhielt das Interviewformular vorher per Post zugestellt.

Pro Wohnung (mit teilweise zwei Bewohnern) wurde das qualitative Interview für alle gleich anhand von drei Teilbereichen durchgeführt. Diese Abfolge soll ein Eintauchen in die Materie für den Befragten gestatten und so möglichst viele relevante, möglichst objektive Details aus dem Gedächtnis zu aktivieren.

Der erste Teil (Abbildung 16) dient dem Einstieg und Abfragen von Informationen allgemeiner Art und solchen, die teilweise abhängige Variablen zu den gemessenen Daten bilden können. Der Befragte sieht das Formular zum ersten Mal.

Interview Teil 1. : Allgemein (Basis, alle, warm-up)

Zuweisung

Datum: _____

Wohnung: _____

Interv./Mieter: _____

Nicht gut	Verbessern	Kann damit leben	gut
-----------	------------	------------------	-----

Fragen: (Antworten auch auf separatem Blatt, nur dieses Jahr)

Themen	Winter	Sommer	Teil 3: eigene Beobachtung
1. Raumwärme/Klima $Q_h = \Sigma [Q_T + Q_V - \eta_g (Q_i + Q_s)]$			
a) Raumwärme (nur Wärme!, i.O. warm/kalt, Zug etc.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
b) Individuelle Regulation (Möglichkeiten, Reaktionsgeschw.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
c) Behaglichkeit (subjektiv)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
d) Benutzung Storen/Markisen (Hitze, Einsicht, quantitativ und Länge)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2. Lüftung (Q_v)			
a) Luftqualität (Frische, Behaglichkeit, trocken/feucht, Gerüche, etc.)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
b) Fensterbedienung (viel, wenig, etc)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
c) Individuelle Regulation CL (Möglichkeiten, Reaktionsgeschw. Oder immer nur Standard?)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3. Präsenzzeit (Q_i) (CH-Durchschnitt am Schluss mitteilen)			
a) Hauptbewohner (/Tag, Weg/a (Tage, Wochen, Monate)			
b) Besuch (/Tag, Weg/a (Tage, Wochen, Monate)			
4) Mobilität			
a) Auto vorhanden/nicht vorhanden (ausserhalb)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
b) Kein Autoplatz -> Beurteilung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
5) Relevanz Whg-Wahl			
Bedeutung aufgrund «energiesparsame Wohnung»	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Abbildung 16: Interview Teil 1

Die meisten Fragen werden mit einer Skala beantwortet. Die Antwortmöglichkeiten sollen Zufriedenheit aber auch Mass der Handlungsaufforderung zur Verbesserung abbilden. Zudem wird zwischen Winter und Sommer unterschieden. Die Antworträume wurden mit jedem einzelnen Bewohner wie folgt erklärt:

Tabelle 6: Antwortmuster Interviewteil 1

Antwortvariante	Bedeutung
nicht gut	Grosse Unzufriedenheit, der Zustand ist nicht akzeptabel.
verbessern	Der Zustand ist zu wenig gut, man sollte diesen verbessern.
kann damit leben	Der Zustand ist zwar individuell nicht optimal, aber es ist kein Handlungsbedarf notwendig.
gut	Der Zustand ist i.O.. Damit sind auch alle Äusserungen in Richtung sehr gut oder exzellent eingeschlossen.

Der zweite Teil geht näher auf die individuellen Werte der entsprechenden Wohnung ein (Abbildung 17). Es wurden dem Bewohner die eigenen Verbrauchsdaten im Vergleich zu Durchschnittswerten der Schweiz als auch innerhalb des Gebäudes gezeigt. Es wurde diskutiert, welche Nutzerverhalten für Auffälligkeiten in Frage kommen könnten. Auch hier sind die unter «Erkenntnissuche aus sozioökonomischer Sicht» genannten Hinweise zu berücksichtigen.

Teil 2: spezifische Fragen zu Wohnung (Stark strukturiertes Interview)

Grundlage: Blatt mit bekannten Daten/Grafik von Gregor pro Wohnung

Themen: Heizwärme, Raumtemperatur, Warm- Kaltwasserverbrauch, Stromverbrauch, Luft, Feuchte

Beispiele:

- Einfluss auf Verhalten
- Empfinden Wärme bei Hitzetage? (Ausschläge 30° C), Verhalten Storen und Markise etc dazu
- Heizwärmebedarf ist pro kwh/m²a proWhg sehr unterschiedlich (gute Übereinstimmung zwischen Q_h Norm und und Durchschnitt, bei Bereinigungen. Durchschnittliche Raumtemp. in Heizperiode liegt bei 22°C, von allen Wohnungen, siehe Blatt. 11 kwh/m²a und 18 kwh/m²a ist gut erklärbar. Gute Planungswerte. (Aussagen: Planer ist gut, in diesem Fall, Messung würde hier nix mehr bringen (Heizwärme) weil indiv, Heizkostabrechnung ausreicht (Wert prom m2),
- Dach, eingeschlossen ?
- Korridor?
- Neuentdeckungen, Spezifizierungen

Abbildung 17: Beispiel eines Interviews von Teil 2

Im dritten Teil bestand die Möglichkeit, freie Äusserungen des Befragten zuzulassen (narratives Interview), die nicht im strukturierten Interview zu Tage traten. Ein Teil davon erfolgte schon im Kontext der Fragen aus dem Teil 1 (Spalte «Teil 3: eigene Beobachtung», Abbildung 16).

Die totale Interviewzeit pro Wohnung war mit einer Stunde angesetzt und konnte knapp eingehalten werden. Die Interviewatmosphäre war sehr konstruktiv. Die Befragten sind einem überdurchschnittlichen Interesse- und Bildungsniveau zuzuordnen.

5.3 Resultate

Raumwärme/Klima/Lüftung

Die Auswertungen sind wie folgt dargestellt. Auf der x-Achse befinden sich die Antworträume wie unter Tabelle 6 beschrieben. Auf der y-Achse ist immer die maximale Skala von 7 Wohnungen aufgetragen. Jeder Antwortraum ist mit der Anzahl der Wohnungen eingetragen und mit der Säulenhöhe ablesbar. Die Darstellungen können auch auf einen Blick einen Gesamteindruck vermitteln.

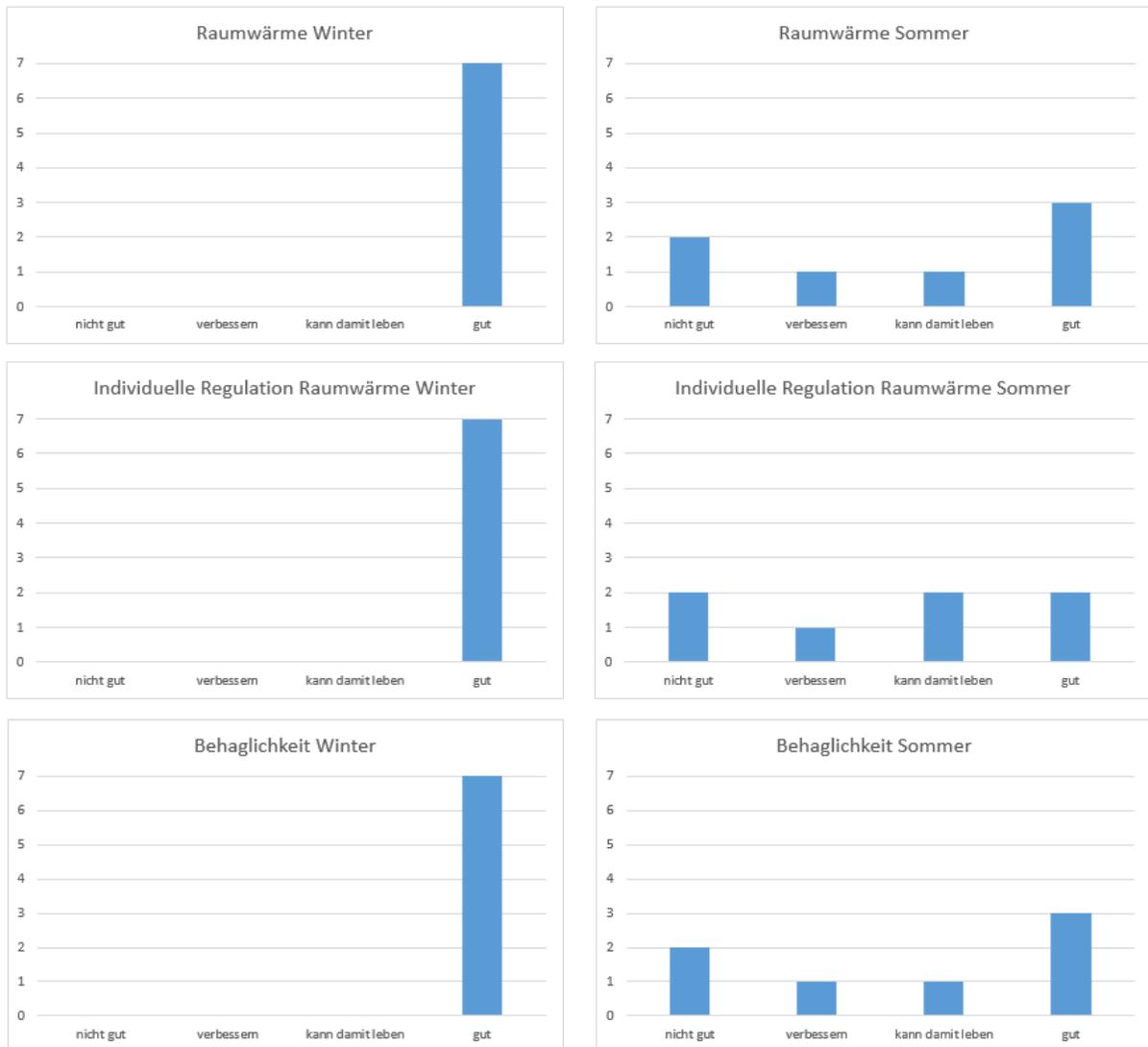


Abbildung 18: Gesamtdarstellung Bewertung Bewohner Raumwärme/Klima

In Bezug auf den Komfort, (Raumtemperatur, deren individuelle Regulation und das Behaglichkeitsempfinden) kommen signifikante Unterschiede zwischen Winter und Sommer zum Vorschein. Auf den Winter bezogen ist vollständig übereinstimmende Zufriedenheit festzustellen. Hier liefern die eingebaute Technik und die wirkliche Nutzung in der Praxis den beabsichtigten Erfolg.

Aus den Interviews ergab sich jedoch auch eine unerwartete Erkenntnis für die Wintermonate, die in der Abbildung 18 nicht direkt ersichtlich ist. Es geht um die automatisch gesteuerten Storen. Alle Bewohner machten deutlich, dass diese im Winter viel zu oft automatisch herunterfahren. Das ist im Sommer kein Problem, aber im Winter wird es als sehr störend und vor allem unlogisch empfunden. Die Bewohner müssen bei Anwesenheit dauernd dagegen steuern. Abgesehen vom Reagieren «gegen die Technik» ist das automatische Herunterfahren der Storen auch kontraproduktiv für die solaren Gewinne. Diese könnten den Heizwärmebedarf für Raumwärme weiter senken. Wenn die Mieter nicht anwesend sind und die Storen nicht manuell wieder öffnen, geht dieser potenzielle Gewinn jedoch verloren. Aufgrund dieser Hinweise wurde die Storensteuerung 2018 geändert, und die Storen fahren im Winter nun nicht mehr automatisch herunter.

Die Sommerzeit hingegen wird deutlich schlechter bewertet. Dies hat mit den höheren Raumtemperaturen in diesen Monaten zu tun. Zwei bis drei Wohnungen finden die Situation «gut». Mit den Wohnungen «kann damit leben». Insgesamt besteht immerhin bei der Hälfte der Wohnungen kein wirklicher Handlungsbedarf. Ansonsten jedoch müssen insbesondere die Verschattungsmöglichkeiten und die Wirkung der technischen Lüftungsanlage näher beobachtet werden. Teilweise wurde moniert, dass eine Regulierung nicht mehr möglich sei. In einer anderen Wohnung ist die mechanische Lüftung aus individuellen Gesundheitsgründen permanent ausgeschaltet (absichtlich). In dieser Wohnung wurde aber die Sommerzeit jedoch auch als «gut» bewertet.

Aussagen zur Mobilität:

Zum Thema nicht vorhandene Autoparkplätze lässt sich keine tendenzielle Aussage machen. Dazu sind die Aussagen der Bewohner zu unterschiedlich und die Stichprobe zu klein (7 Wohnungen). Die Aussagen reichen von eventuellem Carsharing, «noch nie ein eigenes Auto besessen», «gut, dass es keine Parkplätze gibt» bis dass ein Elektroauto schön wäre.

Aussagen zur Wohnungswahl wegen energetisch hohem Standard:

Abgesehen von einer Ausnahme ist der hervorragende energetische Standard bei der Wohnungswahl kein relevantes Kriterium gewesen. Dies obwohl das Nullenergiehaus aktiv in der Wohnungsvermarktung kommuniziert wurde. Nach Einsicht der eigenen guten Energieverbrauchswerte haben sich die Bewohner jedoch positiv zum energetischen Standard geäußert und schätzen diesen ausdrücklich.

5.4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Folgenden werden Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Forschung, Liegenschaftsverantwortliche und Bewohnerschaft zusammengestellt.

Erkenntnisse für die Gebäude-Energie-Forschung

- Nachhaltigkeit Erstellung
Die **Nachhaltigkeit bei der Erstellung** wurde durch den Verzicht der Einstellhalle, die Holzbauweise und die Minergie-Eco Zertifizierung umgesetzt. Das ökologische Optimum für die **Dicke der Wärmedämmung** sollte hinsichtlich des gesamten Lebenszyklus zukünftig noch genauer betrachtet werden. Die zusätzliche Einsparung an Primärenergie und Treibhausgasemissionen ist ab einer bestimmten Dicke der Wärmedämmung geringer als die erforderliche Graue Energie für die Herstellung. Ebenso sollte die **Wahl des Lüftungssystems** hinsichtlich des gesamten ökologischen Lebenszyklus bezüglich Grauer Energie und Betriebsenergie und hinsichtlich der Lebenszykluskosten zukünftig genauer untersucht werden.
- Energiekonzept Gebäudebetrieb
Das energetische **Gebäudekonzept hat sich im Betrieb** weitgehend bewährt. Es basiert auf drei Bausteinen:
 - Minimierung des Energieverbrauchs
 - Deckung des Verbrauchs durch erneuerbare Energien
 - Nutzung und Produktion erneuerbarer Energie vor Ort.Der **geringe Heizwärmeverbrauch** des Gebäudes, wird mit folgenden Massnahmen zur Verlustminimierung und Gewinnmaximierung erreicht:
 - Die sehr gut wärmedämmte Gebäudehülle reduziert die Transmissionswärmeverluste.
 - Die luftdichte Gebäudehülle in Kombination mit einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmrückgewinnung verringert die Lüftungswärmeverluste.
 - Grosse Fensterflächen mit geringem Rahmenanteil erhöhen die passiven Solargewinne.Der **Endenergieverbrauch** des Gebäudes (Elektrizität für Wärmepumpe und andere Geräte) ist abhängig von der Effizienz der Wärmeerzeugungssysteme und der übrigen Gebäudetechnik. Die Wärmepumpe ist im praktischen Betrieb mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3.8 wesentlich effizienter als in der Planung angenommen wurde (JAZ gemäss SIA 2.5, gemäss Minergie 2.8). Dadurch ist trotz höherem Heizwärmeverbrauch im Vergleich zu den Planungswerten der Endenergieverbrauch geringer als der Planungswert.
Der minimierte Energieverbrauch wird mit erneuerbaren Energien vor Ort in Form von Erdwärme und Solarenergie sowie Elektrizität aus dem Netz gedeckt.
Für eine **Weiterentwicklung des Gebäudekonzepts** sollte betrachtet werden, wie sich der sommerliche Wärmeschutz verbessern lässt (z.B. Glasanteil Fassade, Verschattung, Speichermasse, Nachtauskühlung, Geocooling). Zudem wäre zu untersuchen, wie der PV-Ertrag z.B. durch grössere PV-Flächen gesteigert werden kann und der Eigenverbrauch des vor Ort produzierten PV-Stromes durch eine geeignete Steuerung der Gebäudetechnik und den **Einsatz eines Speichers** erhöht werden kann.
- Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen
Der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen pro Quadratmeter sind sehr gering und Ziele der **2000 Watt-Gesellschaft** gemäss SIA Effizienzpfad Energie können mit dem realisierten Gebäudekonzept **erreicht** werden.
- Abweichung Planungswerte und Messwerte
Der gemessene Energieverbrauch und der berechnete Bedarf weichen voneinander ab. Die

Abweichung lässt sich durch die Unterschiede zwischen Praxisbetrieb und theoretischen Normbedingungen rechnerisch gut nachvollziehen. Die Tauglichkeit der Berechnungsverfahren wird bestätigt.

- Einfluss Nutzerverhalten
Aufgrund des tiefen Energieverbrauchs durch die sehr gute Gebäudehülle und die effiziente Gebäudetechnik sind die **Unterschiede der Verbräuche** zwischen einzelnen Wohnungen durch das unterschiedliche Nutzerverhalten **absolut gesehen gering**. Dadurch **verliert der Einfluss des Nutzerverhaltens** auf den Energieverbrauch bei sehr energieeffizienten Gebäuden **an Gewicht**.
- Flächenbedarf pro Person
Die **Energiebezugsfläche pro Person ist in der Aescherstrasse höher als die Standardwerte** gemäss SIA und als der Schweizer Durchschnitt. Bei anderen Projekten könnten Grundrisskonzepte, die dem hohen Flächenbedarf pro Person entgegenwirken, entwickelt sowie Anreize oder Vorschriften für eine dichtere Belegung geprüft werden. Im Falle des Projektes Aescherstrasse wurde das Ziel verfolgt, ein Angebot an kleinen Mietwohnungen zu schaffen in einem Quartier, in dem offenbar viele Grosswohnungen oder Häuser von (älteren) Ein- oder Zweipersonenhaushalten bewohnt werden, um so einen Anreiz zu schaffen, diese frei zu geben. Inwiefern dieses Ziel erreicht wurde, wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht im Detail abgefragt. Laut Einschätzung der Vermietung war es aber in mindestens drei Fällen so, dass die **Mieter mit dem Umzug ihren Wohnflächenverbrauch verkleinert** haben. Ausserhalb der Systemgrenze dieser Untersuchung hat das Projekt auf Quartierebene also zusätzlich zu einer energetischen Verbesserung beigetragen.
- Behaglichkeit Winter und Sommer
Die Behaglichkeit und der Raumklimakomfort im Winter sind gemäss der Befragung und der Messwerte gut. Im Sommer ist **die Behaglichkeit in Hitzeperioden eingeschränkt**. Die prognostizierte Klimaerwärmung kann zu höheren Aussenlufttemperaturen führen. Dadurch sinkt einerseits der Heizwärmebedarf, andererseits nehmen die Herausforderungen für den sommerlichen Wärmeschutz in Gebäuden zu. Diese Herausforderung sollte bei Gebäudekonzepten zukünftig stärker berücksichtigt werden. An passiven und aktiven Massnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz muss zudem intensiver geforscht werden.
- Minergie
Die Zertifizierung des Gebäudes nach Minergie-A-Eco führt zu einer hohen Qualität in der Planung und Ausführung. Die Anforderung von Minergie bezüglich der **Luftdichtheit** zwischen den einzelnen Wohnungen konnten trotz Nachbesserungen nicht eingehalten werden. Bei Kleinwohnungen sind die Anforderungen wegen des ungünstigeren Flächenverhältnisses der Steigzonen zur Wohnungsfläche schwieriger einzuhalten. Konzepte und Vorgehensweisen für die Sicherstellung der Luftdichtheit in der Planung und bei der Ausführung müssen weiterentwickelt werden. Eine vollständige Abdichtung der Steigzonen (z.B. Ausgiessen mit Gips) steht jedoch im Widerspruch zu einer einfachen Nachrüstung und einem kostengünstigen Unterhalt.

Erkenntnisse für die Liegenschaftsverantwortlichen

- Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen
Der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen des Gebäudes sind sehr gering. Planungswerte des Heizwärmebedarfs wurden in der Praxis aufgrund höherer Raumtemperaturen zwar überschritten, aber der Endenergieverbrauch (Elektrizität für die Wärmepumpe) ist aufgrund höherer Effizienz der Gebäudetechnik geringer als der berechnete Wert aus der Planung. Das Gebäude erfüllt und unterschreitet in der Praxis die Anforderungen nach Minergie und der **2000-Watt-Gesellschaft** gemäss SIA Effizienzpfad Energie, ohne dass die Mieter Einbussen in der Behaglichkeit hinnehmen müssen.

- **Minergie**
Die Planung, Ausführung und Zertifizierung nach Minergie-A-Eco hat bezüglich Energie und Ökologie zu einer hohen Gebäudequalität geführt. Die Anforderungen zur Luftdichtheit zwischen den Wohnungen konnten allerdings nicht eingehalten werden (siehe voriger Abschnitt). Die sehr gut **wärmegeämmte Gebäudehülle** gemäss Minergie-P führt zu einem sehr geringen Heizwärmeverbrauch, erfordert im Vergleich zum gesetzlich geforderten Wärmedämmstandard aber höhere Investitionen und insbesondere diverse aufwändige Details. Zudem verringert die grössere Wärmedämmdicke bei fixen Baulinien die nutzbare Wohnfläche. Eine dünner gedämmte Strassenfassade würde die Wohnfläche des Gebäudes um ca. 2-4 m² erhöhen können.
Es wird empfohlen, zukünftige Bauvorhaben auch **nach einem Minergiestandard zu entwickeln**, insbesondere mit dem Zusatz „-Eco“. Falls der Minergie-Eco Basisstandard gewählt wird und auf die weitergehenden Standards Minergie-P oder -A verzichtet werden soll, wird empfohlen, bei Ausschreibungen einzelne weitergehende Anforderungen separat zu definieren (Wärmeschutz der Gebäudehülle, Luftdichtheitsmessungen, Sommerlicher Wärmeschutz, PV). Planende und Ausführende müssen von Projektbeginn an für Minergie sensibilisiert werden.

- **Behaglichkeit Winter und Sommer**
Das **Wohlbefinden** und der Umgang mit Raumwärme im Winter sind als **sehr gut** einzuordnen. Es stellte sich hohe Zufriedenheit bei den Bewohnern ein. Das Gebäudekonzept hat sich im Winter bewährt.
Die Raumtemperaturen während Hitzeperioden sind hoch und die **Behaglichkeit im Sommer** wird von einigen Bewohnern **bemängelt**. Zum einen hat das Nutzerverhalten bezüglich der Bedienung des Sonnenschutzes und der Öffnung der Fenster tagsüber/nachts Einfluss auf die Raumtemperaturen. Hier könnten die Bewohner z.B. durch ein kurzes Faktenblatt mit entsprechenden Empfehlungen informiert werden. Zum anderen haben bauliche Massnahmen grossen Einfluss. Die Gartenfassade hat einen hohen Glasanteil. In den Dachgeschosswohnungen ist der Sonnenschutz auf der Gartenseite durch die Markisen weniger effektiv als Storen. Als aktive Massnahme könnte bei Temperaturspitzen ein Geocooling mittels Erdsonde und Fussbodenheizung geringfügig Abhilfe schaffen. Zudem regeneriert das Geocooling die Erdsonde. An der Aescherstrasse wurde aufgrund von Kosten-Nutzen-Überlegungen bewusst auf ein Geocooling verzichtet. Storen im Dachgeschoss könnten optional nachgerüstet werden, falls zukünftig längere Hitzeperioden auftreten. Bei zukünftigen Bauvorhaben sollte dem sommerlichen Wärmeschutz grössere Beachtung geschenkt werden.

- **Flächenbedarf pro Person**
Die **Energiebezugsfläche pro Person ist relativ hoch**. Bei künftigen Projekten könnten Belegungsvorschriften und Bonus/Malus-Systeme entgegenwirken. Im vorliegenden Fall wurde vermutlich ein wesentlicher, jedoch nicht messbarer volkswirtschaftlicher Beitrag erzielt, indem das Mietangebot Anreize für die **Freigabe unterbelegter Grosswohnungen** geschaffen hat.

- **Automation Storen**
Die Automation der Storen hat in den ersten beiden Betriebsjahren die Storen ganzjährig zweimal täglich heruntergefahren. Im Sommer ist dies für den sommerlichen Wärmeschutz sinnvoll. Im Winter wurde die Automation von der Bewohnerschaft als sehr störend empfunden. Zudem verringert es in der Heizperiode die nutzbaren Solargewinne. Durch die **Anpassung der Storensteuerung im Winter** konnte das Problem beseitigt werden.

- **Mobilität**
Der Verzicht auf eine Einstellhalle und individuelle Parkplätze wird von der Bewohnerschaft nicht bemängelt. Durch diese Massnahme konnte **Graue Energie und gebäudeinduzierte Mobilität gespart** werden. Die ÖV-Anbindung ist sehr gut und in der Nähe ist ein Mobility-Stellplatz realisiert worden.

- Kommunikation Gebäudekonzept und Energieverbrauch
Der Heizwärmeverbrauch an der Aescherstrasse 12 ist 80-90% tiefer als bei schlecht gedämmten Altbauten. Der sehr geringe Energieverbrauch, die geringen Energiekosten und das nachhaltige Gebäudekonzept wurden als Argument bei der Vermarktung und zur Information der Bewohnerschaft kommuniziert. Das **Nullenergiehaus** war jedoch kein Kriterium für die Wohnungswohl sondern eher ein **angenehmer Mitnahmeeffekt**. Die neuen Bewohnerinnen und Bewohner wurden bei Bezug zudem mit einer einfach verständlichen Broschüre über das Gebäudekonzept und mögliche energiesparende Verhaltensweisen informiert (siehe Anhang 6.2).
Die **Bewohnerbefragung** wurde von den Mieterinnen und Mieter eher als Beratung denn als Belastung und deswegen durchwegs positiv aufgenommen. Sie hat auch einige projektspezifische Erkenntnisse gebracht, die zur energetischen Optimierung beitragen.

Erkenntnisse für die Bewohnerschaft

- Heizwärmeverbrauch
Die individuellen Heizwärmeverbrauchswerte sind verglichen mit dem schweizerischen Durchschnitt sehr tief. In einem typischen schlecht gedämmten Altbau ist der Heizwärmeverbrauch ca. 80-90% höher als im Mehrfamilienhaus Aescherstrasse. Es wird bewusst, dass auch ohne Verzicht der **persönliche Raumwärmekomfort** im Winter mit tiefem Energieverbrauch und tiefen Heizkosten möglich ist.
- Sommerlicher Wärmeschutz
Der optimierbare sommerliche Wärmeschutz wird teilweise als sehr unangenehm wahrgenommen und als baulicher Mangel bezeichnet. Die Bewohnerschaft hat durch ihr Nutzerverhalten nur begrenzte Einflussmöglichkeiten (Bedienung des Sonnenschutzes und Öffnung der Fenster).
- Automation Storen
Aufgrund der Rückmeldung zur Automation der Storen im Winter wurde die **Storensteuerung** geändert und das automatische Runterfahren der Storen im Winter abgestellt.

Fazit: Das Gebäudekonzept hat sich im Betrieb in weiten Teilen bewährt. Die anspruchsvollen Planungsziele des nachhaltigen Bauens konnten in der Praxis erfüllt werden, ohne dass deswegen bei der Behaglichkeit Einbussen hingenommen werden mussten.

6 Anhang

6.1 Grundlagen zur Bewohnerbefragung

6.1.1 Methodische Hinweise

Die methodischen Hinweise sind wesentlich für ein Verständnis der Art der Durchführung als auch für eine Leitlinie für weitere Befragungen in anderen Liegenschaften. Es ist ein Anliegen, die Befragung reproduzierbar und vergleichbar zu machen. Die Befragung soll Informationen für wissenschaftliche Bearbeitungen als auch im Interesse der Liegenschaftsverantwortlichen liegende Informationen liefern. Dabei ist es aber sehr wichtig, dass die direkte Befragung der Mieter nicht Unruhe stiftet, sei es untereinander, in Verbindung mit den Liegenschaftsverantwortlichen als auch gegenüber dem Forscherteam (weiteres dazu siehe unter «Hinweis auf anspruchsvolle Sorgfalt»). Eine vorsichtige Vorgehensweise kann auch dazu führen, dass die Leute wahrheitsgetreuer partizipieren, was wiederum die Validität der Informationserhebung erhöht.

Für alle Beteiligten ist es von Vorteil darüber Kenntnis zu haben, welche Methoden was leisten können, respektive wo auch die Grenzen liegen. Auf der einen Seite sind im Projekt Messdaten erhoben worden. Diese Daten können in der Regel deutlich isoliert und Ursache und Wirkung erkannt werden. Es handelt sich um messbare, resp. quantifizierbare Phänomene. Diese Methode der quantitativen Forschung hat aber auch Grenzen, die dann teilweise mit qualitativen Forschungsmethoden ergänzt werden können.

Dazu werden die Bewohner der Aescherstrasse 12 in Form eines stark strukturierten, qualitativen Interviews befragt. Absicht ist dabei Informationen zu erhalten, die (wo sinnvoll) mit den gemessenen Daten verknüpft werden können. Solche problemzentrierten qualitativen Interviews bedürfen einer sensiblen Vorbereitung. Zu beachten sind dabei mindestens:

- Was sind abhängige und unabhängige Variablen?
- Vermeiden von Effekten durch Interviewer selber ausgelöst, wie z.B. Versuchsleitererwartungen, Implizierungen, soziale Erwünschtheit, Interaktionseffekte, implizite Masse (falsche Assoziationen erzeugen), Reaktivität.
- Vermeiden von Effekten der Befragten selber, z.B. Vorliebe für die Übereinstimmung mit anderen Gruppenmitgliedern, konvergente Aussagen gegenüber gezeigten Daten (ohne dass dies der Fall wäre).
- Bewusstheit einer begrenzten Reliabilität, d.h. das Mass für formale Genauigkeit im Gespräch optimieren, wenn nötig relativieren.
- Kommunikation in einer sehr klaren, verständlichen Sprache aus Sicht der Befragten. Selektivität der Informationsverarbeitung, im Sinne besser einfache und klare Fragen/Antworten anstatt zu komplexe und unsichere.
- Alternative Offenheit für Mitteilungen vom Befragten, auf die man als Interviewer nicht gekommen wäre.
- Signifikanzniveau einzelner Fragen/Antworten erkennen, bei ev. unglücklich verlaufenden Interviewphasen.
- Die Aussagekraft von Antworten des Befragten soll möglichst klar und übertragbar für ähnliche Gebäude und ähnliches Nutzerverhalten sein.

6.1.2 Hinweis auf anspruchsvolle Sorgfalt

Der folgende Hinweis ist für das Vorgehen von außerordentlicher Bedeutung, um längerfristig einen Erfolg in Befragungen zu erzielen. Er ist nicht technischer, sondern sozioökonomischer Natur.

Befragungen können kritisch werden, vor allem, wenn sie teilweise tief in die Privatsphäre des Befragten gehen und als «Auskundschaften» empfunden werden. Das ist nicht die Absicht, sondern liegt in den zu erfragenden Daten unbeabsichtigt verborgen. Dazu ein Beispiel: gerade in sehr gut wärmege-dämmten Gebäuden, nimmt die Bedeutung der internen Wärmequellen stark zu. Dazu gehört auch die Wärmeabgabe der Personen selber, die nach Norm SIA 380/1:2009 beim Wohnen mit 70 Watt/Person angenommen wird. Um die standardmässige Wärmeabgabe mit der Wirklichkeit zu vergleichen, müs-sen beim Bewohner erfragt werden, wieviel Personen den wirklich sich vor allem im Winter in der Woh-nung aufhalten und wieviel Stunden pro Tag. Der energietechnische Grund liegt darin, die Präsenzzeit und Anzahl dieser internen Wärmequellen zu ermitteln. Beim Bewohner können diese Fragen aber als zu tief in die Privatsphäre gegangen gesehen werden und Unmut erzeugen. Dieser wird schlimmsten-falls im Zusammenhang mit der Liegenschaftsverwaltung gebracht. Das gilt es zu vermeiden, sei es wegen unnötigem Erzeugen von Skepsis als auch um wahrheitsgetreue Informationen zu bekommen, die den echten internen Wärmegewinn abbilden können.

Es empfiehlt sich daher, verständlich und ehrlich gegenüber den Bewohnern solche Sachverhalte offen darzulegen und mit der Zusage zu versehen, dass diese speziellen Daten nicht weitergeleitet werden. Hier entsteht natürlich eine Art «wissenschaftliche Lücke», weil die Nachvollziehbarkeit von Aussagen, bezogen auf das Individuum, nicht nachvollziehbar gemacht wird und somit einer Überprüfung entzo-gen ist.

6.1.3 Hinweise zur Durchführung

Für die Durchführung des stark-strukturierten Interviews müssen folgende Aspekte gesichert erfragt und aber dabei zeitgleich auch neue, unerwartete Aspekte aufgenommen werden können. An den In-terviewee sind sehr hohe Anforderungen gestellt. Um die Befragung einmalig durchzuführen, müssen Aussagen schnell eingeordnet, beurteilt und mögliche Nachfragen direkt generiert werden können.

a) Erkenntnissuche aus Sicht der «Technik»

Anhand der Formel aus der Heizwärmebedarfsermittlung in Abbildung 19 gem. Norm SIA 380/1:2009 (und sehr viel Hintergrundwissen dazu) können konkrete Werte gesichert abgefragt aber auch im freien Gespräch neue Erkenntnisse auf Relevanz überprüft werden. Der Interviewee muss mit den zu Befragenden in einer ihnen verständlichen Sprache kommunizieren. Die folgenden Angaben sind im Hinterkopf des Interviewees als Struktur unterstützend, um relevante Aussagen des Befragten tech-nisch wertend zu verorten.

$$Q_H = \Sigma [Q_T + Q_V - \eta_g (Q_i + Q_s)]$$

Abbildung 19: Heizwärmebedarfsberechnung nach Norm SIA 380/1:2009

Die Variablen haben folgende Bedeutungen (mit Beispielen von Interpretationen):

- Q_h Heizwärmebedarf, in kWh/(m² a)
(ein sehr guter Wert ist 15 kWh/(m² a), daran lässt sich direkt sehen ob die Wohnung im Bereich einer 2000 Watt-Gesellschaft liegen kann)
- Q_T Transmissionswärmeverluste, in kWh/(m² a)
(Bewohner hat darauf kaum Einfluss)
- Q_V Lüftungsverluste, in kWh/(m² a)
(Neben der korrekten Betriebshandhabung der Komfort-Lüftung ist vor allem im Winter auch die Frage, wieviel die Fenster zusätzlich geöffnet werden)
- n_g Ausnutzungsgrad für Wärmeeinträge
(Ist ein Wert, der etwas über die interne Wärmespeichermasse aussagt)
- Q_i interne Wärmeeinträge, in kWh/(m² a)
(auch z.B. Anzahl Personen und deren Präsenzzeiten)
- Q_s solare Wärmeeinträge, in kWh/(m² a)
(z.B. Einfluss durch Storen, vorgezogene Vorhänge)

b) Erkenntnissuche aus «sozio-ökonomischer» Sicht

Neben den rein technischen Strukturen werden auch das Nutzerverhalten und der Bezug der Bewohner dazu zu erfasst. Dabei sind im Interview mindestens folgende Punkte zu beachten:

- Was sind verwertbare Informationen für Liegenschaftsverantwortliche?
- Was könnte einen Mehrwert für Investor bedeuten?
- Was könnten Planungshinweise für zu erneuernde Bauten oder Neubauten sein?
- Sind Informationen auf andere Liegenschaften übertragbar?
- Gibt es Aspekte für Eco-Devis für Bauherr/Eigentümer, ev. auch ohne Zertifizierung?
- Sind Ressentiments gegenüber eingeschränkter Auto-Mobilität feststellbar? Oder gibt es dazu aktiv positive Reaktionen?
- Was für ein wirklicher Bezug/Bewusstsein zu Energiedaten ist von den Bewohnern zu erwarten?
- Wie ist die Selbstreflexion des Nutzerverhaltens des Bewohners?
- Bringt das messen der Verbrauchswerte Erkenntnisse?
- Was ist die Stimmungslage auf energetisch-suffiziente Aufforderungen?
- Wie gross ist der Einfluss von Nutzerverhaltensänderungen bezogen auf Energie resp. im Verhältnis zu Komforteinbussen?
- Was ist die Übertragbarkeit auf den gesamten Gebäudepark in der Schweiz, bezogen auf die Energiewende (Energieeffizienz, Förderung erneuerbarer Energien, Senkung Treibhausgase, Verringerung Abhängigkeit fossiler Energieträger, Energieaussenpolitik)
- Steigern/verringern der Identifikation gegenüber Technologie? (kann z.B. eine positive Erfahrungsbestätigung für ein Leben im Sinne der 2000-Wattgesellschaft sich einstellen?)

6.2 Informationsbroschüre für Neumieter

WOHNEN IM MINERGIE-A-ECO-HAUS

AESCHERSTRASSE 12, BASEL

BASEL, OKTOBER 2015



Minergie A-ECO-Haus

Sehr geehrte **Familie XXX**

Sie haben eine Wohnung im ersten Minergie-A-Eco®-Gebäude des Kantons Basel-Stadt gemietet.

Der Minergie-A®-Standard ist die Antwort auf die Debatte zukunftsfähiger Bauweisen. Der zentrale Punkt: Ein Minergie-A®-Haus hat in der Wärmeenergiebilanz mindestens eine „schwarze Null“ (1). Das bedeutet für das Wohnhaus Aescherstrasse 12, dass der Energieaufwand für Raumwärme, Wassererwärmung, Lüfterneuerung und sämtlicher dafür notwendiger Hilfsenergien (für Pumpen, Ventilatoren etc.) vollständig vor Ort durch erneuerbare Energien gedeckt wird (siehe Abschnitt Gesamt-Energiekonzept).

Mit dem Minergie-Eco®-Standard werden zusätzliche Aspekte erfüllt, wie zum Beispiel:

- hohe thermische Behaglichkeit (Winter und Sommer)
- optimale Tageslichtverhältnisse
- geringe Belastungen durch Schadstoffe, Keime und Strahlung
- tiefer Energieverbrauch für die Herstellung, Lieferung und spätere Entsorgung der Baumaterialien (Graue Energie)

Studien zeigen jedoch, dass der effektive Energieverbrauch wegen unterschiedlichem Benutzerverhalten stark von den berechneten Werten abweichen kann. Das nutzerbezogene Einsparpotential liegt bei bis zu 50% (2). Mit diesem Informationsblatt möchten wir

Ihnen auf einfache Art zeigen, wie die Haustechnik in Ihrem neuen Wohnhaus funktioniert und wie Sie Ihren Energieverbrauch und damit einen Teil Ihrer Nebenkosten selber beeinflussen können.



Gesamt-Energiekonzept

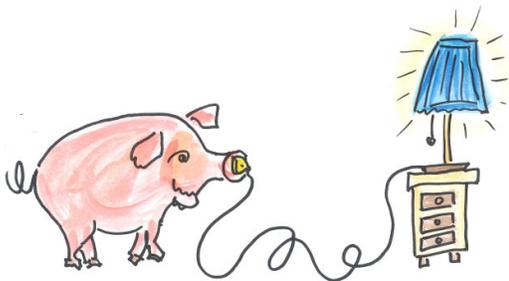
Durch eine sehr gute Dämmqualität der gesamten Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Kellerboden) wird der erforderliche Heizenergiebedarf auf ein tiefes Niveau gebracht. Die Komfortlüftung ist mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet ist, sodass der Abluft die Wärme zu etwa 40% entzogen werden kann (siehe Abschnitt Lüftung).

Die Wärmeenergie für Heizung und Warmwasser erfolgt über eine Erdsondenwärmepumpe. Die Wärmepumpe entzieht dem Erdreich über die Erdsonde Wärmeenergie und erzeugt durch den Einsatz von Strom die Wärme für die Raumheizung und das Warmwasser (siehe auch Kapitel Heizwärme). Der dafür benötigte Strom wird mit der im Dach integrierten Photovoltaik-Anlage wenn immer möglich vor Ort produziert. Überschüssige Energie wird an das Stromnetz abgegeben. Rechnerisch entsteht über das Jahr ein Überschuss an Strom. Daher kann das Haus an der Aescherstrasse 12, bezogen auf die Heizenergie, durchaus als Plusenergie-Haus bezeichnet werden; will heissen, dass das Haus im Jahresverlauf mehr Energie produziert, als es zum Heizen benötigt.

Der sommerliche Wärmeschutz wird durch den konsequenten Einsatz von aussen liegenden Sonnenschutzelementen und durch das bewusste Integrieren von wärmespeichernden Materialien erreicht. Auf eine aktive Kühlung der Wohnflächen kann daher verzichtet werden.

Elektrizität

Zu einem Minergie-A®-Haus gehört eine energieeffiziente Ausrüstung mit Geräten und Beleuchtungen. Entsprechend wurden in Ihre Wohnung die zum Zeitpunkt der Bestellung energieeffizientesten Geräte eingebaut (Waschmaschine, Trockner, Küchengeräte).



Beim Kauf von eigenen Elektrogeräten auf eine hohe Energieeffizienz zu achten, ist sogar für Fachleute sehr aufwändig. Einen nützlichen Einstieg bietet die Webseite www.topten.ch. Hier werden die energieeffizientesten Produkte der Schweiz aufgelistet (3). Für die Kategorien Haushalt, Haus, Beleuchtung, Büro / TV, Mobilität, Freizeit, Ökoenergie und Gewerbe werden Geräte mit den wichtigsten Energie-Kennzahlen publiziert. Zu jeder Unterkategorie sind detaillierte Beschreibungen der Auswahlkriterien und Ratgeber für

Konsumentinnen und Konsumenten verfügbar. Die Auswahl wird laufend aktualisiert.

Laut EnergieSchweiz fließen 31% des schweizerischen Stroms in private Haushalte (4). Noch immer gehen zehn Prozent davon nutzlos in Form von Standby-Verbrauch verloren. Je nach Gerät macht dieser „Betrieb ohne Nutzen“ gar 70% des Gesamtstromverbrauchs aus. Um Ihren Stromverbrauch zu reduzieren sollten Sie darum alle Geräte bei Nichtgebrauch komplett vom Netz nehmen.

Der Ratgeber „Energieeffizienz im Haushalt“ von EnergieSchweiz (BfE) zeigt zusätzlich zu den untenstehenden Tipps auf, wo Sie mit welchen Massnahmen Ihren Stromverbrauch beeinflussen können (5). Zudem bietet www.energybox.ch eine Onlineberatung zur Analyse, Diagnose und Optimierung des eigenen Stromverbrauches.

Beleuchtung

Laut EnergieSchweiz entfallen in der Schweiz rund 12% des Stromverbrauchs auf die Beleuchtung (4). Für die effiziente Erzeugung von qualitativ gutem Licht müssen die einzelnen Komponenten – also Lampen und Leuchtmittel sowie die jeweiligen Leuchten – optimal aufeinander abgestimmt sein. Hier spielt LED als Technologie der Zukunft eine tragende Rolle. Mit dem Lichtquellenkonfigurator von www.led-know-how.ch können die passenden LED-Produkte als Ersatz für herkömmliche Leuchtmittel gefunden werden.

Neben der Wahl der richtigen Leuchtmittel und Leuchten kann auch ein Überdenken unserer Beleuchtungsgewohnheiten viel zur Senkung des Stromverbrauchs beitragen. Dabei spielt die Nutzung des Tageslichts eine zentrale Rolle. Wenn immer möglich, sollten die Sonnenschutzelemente hochgefahren werden. Im Ratgeber „Effiziente Beleuchtung im Haushalt“ (7) sind Tipps und Informationen zu finden, mit deren Hilfe das Zuhause gemütlich beleuchtet und dabei erst noch eine Menge Geld und Energie gespart werden kann.



Küche (5)

Beim Stromverbrauch für das Kochen ist die Kochmethode ausschlaggebend: Mit geschlossenen Pfannen auf passend grossen Herdplatten ist der Energieverbrauch am geringsten. Wasser für Tee und Suppen kocht man am sparsamsten und schnellsten im Wasserkocher.

Mit nur 7 Litern Warmwasser pro Waschgang wird verschmutztes Geschirr im Geschirrspüler in den meisten Fällen effizienter sauber als von Hand unter dem Wasserhahn. Voraussetzung ist, dass die Maschine ganz gefüllt ist.

Ein auf 6°C statt auf 4°C Kühltemperatur eingestellter Kühlschrank benötigt 12% weniger Strom. 5 bis 7°C Kühlschranktemperatur sind ideal.

Waschen/Trocknen (5)

Die Waschmaschinen sollte vollgeladen werden (Faustregel: eine geballte Faust hat noch Platz zwischen Wäsche und Trommel). Gemäss dem Ratgeber „Kaltwaschen“ (8) reinigen moderne Waschmaschinen und Waschmittel die Kleider auch bei 20°C Waschttemperatur hygienisch und sauber. Bei 30°C Waschttemperatur ist der Energieverbrauch pro Waschgang 40% niedriger als bei 60°C.

Es ist offensichtlich, dass das Trocknen der Wäsche auf der Leine an der frischen Luft sehr ökologisch ist. Wird die Wäsche mit dem Tumbler getrocknet, beeinflussen die Füllmenge und das Trocknungsprogramm den Energieverbrauch.

Geräteersatz

Ob es sich aus energetischer Sicht lohnt, ein Gerät zu reparieren oder zu ersetzen, ist wegen der anfallenden Produktionsenergie nicht generell zu beantworten. Der Ratgeber „Defekte elektrische Geräte reparieren oder ersetzen?“ (9) hilft bei dieser Fragestellung gerätespezifisch weiter.

Heizwärme

Die Wärmeabgabe erfolgt in Ihrer Wohnung über eine Bodenheizung. Während der Heizsaison kann am Raumthermostat pro Raum die individuell gewünschte Raumlufttemperatur eingestellt werden. Die Fussbodenheizung wurde auf eine maximale Raumlufttemperatur von 22°C im Bad und 20°C in den übrigen beheizten Räumen ausgelegt. Die ideale Raumtemperatur für Wohnräume beträgt während der Heizperiode rund 20°C. Für Schlafräume liegt sie bei 17°C. Pro Grad tieferer Raumtemperatur sinkt der Heizenergieverbrauch um etwa 6%.

Ein bedeutender Teil des Wärmebedarfs im Haus wird passiv über Sonneneinstrahlung sowie Wärmeabgabe von Menschen, Maschinen und Beleuchtung gedeckt. Der im Winter unentbehrliche Sonnenenergieeintrag kann im Sommer jedoch zur Überhitzung der Wohnung führen. Das heisst, dass bei Sonnenschein über das rechtzeitige Bedienen der Sonnenschutzelemente die

Innenraumtemperatur ebenfalls massgeblich reguliert werden kann.

Ein dermassen gut gedämmtes und dichtes Gebäude ist träge. Das heisst einerseits, dass die täglichen Schwankungen der Aussentemperaturen im Innenraum kaum wahrgenommen werden. Andererseits können die vorhandenen Innenraumtemperaturen kurzfristig kaum verändert werden. Daher sind die verschiedenen Bedienelemente vorausschauend zu tätigen.

Warmwasser

Es sind ausschliesslich wassersparende Armaturen mit der Energieetikette der Klasse A installiert. Damit wird bereits der (Warm-)Wasserverbrauch massgeblich minimiert. Nichtsdestotrotz kann durch eine bewusste Bedienung zusätzliche Energie gespart werden. Zum Beispiel: Bis das Warmwasser am Wasserhahn austritt, sind die Hände meist schon gewaschen. Wenn also der Wassermischer auf „kalt“ eingestellt wird, kann dieser unnötige Warmwassertransport verhindert werden (5).

Lüftung

Moderne Bauten haben eine hohe Luftdichtigkeit. Darum ist richtiges Lüften sehr wichtig. Mit einer Komfortlüftung wird das Lüften automatisiert, womit eine hohe Luftqualität erreicht wird und Feuchtigkeitsschäden (z.B. Schimmel) vermieden werden. Das Öffnen der Fenster ist weiterhin möglich, jedoch zur Gewährleistung einer guten Luftqualität nicht nötig.



Das zentrale Lüftungsgerät im Estrich saugt die Luft von aussen an und bläst sie in die Wohnungen ein. In den Badzimmern und Küchen wird die „verbrauchte“

Luft abgesaugt und wieder nach aussen befördert. Eine Energierückgewinnung entzieht der abgesaugten Luft Wärme und Feuchtigkeit und überträgt diese zu einem grossen Teil an die angesogene Aussenluft, bevor sie im Gebäude verteilt wird.

Das Lüftungsgerät ist täglich und kontinuierlich in Betrieb. Am Bedienschalter kann pro Wohnung nach den individuellen Bedürfnissen zwischen den Stufen MIN / MID / MAX ausgewählt werden.

Die Lüftungsanlage sollte auch bei Abwesenheit nicht ausgeschaltet werden; insbesondere dann, wenn noch Restfeuchte abgeführt werden muss (z.B. nach dem Duschen).

Die Komfortlüftung kann:

- die Luft ganzjährig und geräuschlos erneuern; und zwar mit Luftwechselraten, die grundsätzlich auf den hygienischen Bedarf ausgelegt sind („Versorgung mit Sauerstoff“).
- die Luftfeuchtigkeit in den Nasszonen abführen; was insbesondere im Winter vorteilhaft ist.
- Schutz vor Umgebungslärm bieten, da die Fenster geschlossen bleiben können.
- die Zuluft mittels Luftfilter von Staub und Pollen befreien (Schutz für Allergiker).
- im Katastrophen-Fall zentral abgeschaltet werden.

Die Komfortlüftung kann nicht:

- kühlen; sie ist keine Klimaanlage. In der warmen Jahreszeit muss überschüssige Wärme mittels Fensterlüften morgens oder abends abgeführt werden.
- den Feuchtigkeitshaushalt regulieren. Dieser hängt auch vom Benutzerverhalten ab.
- das Eindringen von Gerüchen aus der Umgebung vermeiden.
- vollständig Gerüche (z.B. verursacht durch das Rauchen) aus den Wohnungen abführen.

Bitte beachten Sie: Die Luftaus- und -einlässe (an der Wand und an der Decke) dürfen auf keinen Fall verstellt, zugeklebt oder abgedeckt werden. Ansonsten kann die Anlage im ganzen Haus (!) kollabieren.

Fett- und geruchsbelastete Kochluft wird über dem Kochherd via Aktivkohlefilter angesaugt, gereinigt und im Deckenbereich wieder in den Raum geblasen. Gerüche werden dabei jedoch nicht vollständig ausgeschieden. Der Aktivkohlefilter muss periodisch von Ihnen gereinigt werden (siehe Gebrauchsanleitung Dampfzug).

weiterführende Quellen

- (1) www.minergie.ch
- (2) Schlussbericht „Nutzerverhalten beim Wohnen“, Analyse, Relevanz und Potential von Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs, Amt für Hochbauten, Stadt Zürich, 2011
- (3) www.topten.ch
- (4) www.energieschweiz.ch
- (5) Ratgeber „Energieeffizienz im Haushalt“ von EnergieSchweiz (BfE) - www.energybox.ch
- (6) www.led-know-how.ch
- (7) Ratgeber „Effiziente Beleuchtung im Haushalt“ von EnergieSchweiz (BfE)
- (8) Ratgeber „Kaltwaschen“ von TopTen.ch
- (9) Ratgeber „Defekte elektrische Geräte reparieren oder ersetzen?“ von EnergieSchweiz (BfE)

Impressum

Text: André Moosmann
Foto: Ruedi Koechlin
Bilder: Bruno Meier

7 Literaturverzeichnis

- [1] SIA, SIA 380/1:2009 – Thermische Energie im Hochbau, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2009.
- [2] SIA, Merkblatt SIA 2028 - Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2010.
- [3] Verein Minergie, „www.minergie.ch,“ Januar 2013. [Online]. Available: https://www.minergie.ch/media/reglement_me-a-v1.1_dt.pdf. [Zugriff am 3 April 2018].
- [4] SIA, Merkblatt SIA 2040:2011 – SIA Effizienzpfad Energie, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2011.
- [5] SIA, SIA 180:2014 – Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2014.
- [6] SIA, SIA 382/1:2014 – Lüftungs- und Klimaanlage - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2014.