

Auswirkung der Corona-Maßnahmen auf den Stromverbrauch des IWU-Gebäudes

Auswertung der Monatswerte der Stromverbräuche des IWU-Gebäudes für 2019
und 2020 mit Blick auf die durch die Corona-Pandemie bedingten Maßnahmen

Eigenprojekt IWU Darmstadt

Darmstadt, den 17.03.2021

Autor: Stefan Swiderek

Inhalt

Auswirkung der Corona-Maßnahmen auf den Stromverbrauch des IWU-Gebäudes	1
1 Ausgangslage	3
2 Heimarbeitsentwicklung 2020	4
3 Stromverbrauch Jahresauswertung.....	6
4 Stromverbrauch Lüftung.....	7
5 Stromverbrauch Kraft.....	8
Stromverbrauch Kraft, geschossweise Auswertung.....	8
Stromverbrauch Kraft, Resümee.....	9
6 Stromverbrauch Beleuchtung	10
Stromverbrauch Licht, geschossweise Auswertung.....	10
Stromverbrauch Licht, Resümee	11
7 Fazit.....	12

1 Ausgangslage

Die Corona-Pandemie machte aus Gründen des Arbeitsschutzes an vielen Arbeitsstätten Maßnahmen mit erheblichen Auswirkungen auf Anwesenheitszeiten (Arbeiten von Zuhause) und Belüftung (höhere Luftwechselraten) notwendig. Was dies für den Stromverbrauch eines Bürogebäudes bedeuten kann, hat das IWU am Beispiel des von ihm genutzten Gebäudes untersucht.

Das Institutsgebäude ist ein Passivhaus und mit einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung versehen, deren Luftwechsel bei Bedarf getrennt nach räumlichen Bereichen erhöht werden kann.

Da die Stromverbräuche des Institutsgebäudes gesondert nach Lüftungsanlage, Kraft-Strom (Steckdosen) und Beleuchtungsstrom erfasst werden, konnte eine differenzierte Auswertung des Stromverbrauchs in Bezug zu den Corona-Maßnahmen durchgeführt werden.

Vor Beginn der Corona-Pandemie war die Heimarbeitsintensität im Institut eher gering. Dies hat sich seit Auftreten von Corona jedoch stark geändert. Ab Mitte März wurde die Arbeiten, die von Zuhause aus erledigt werden konnten, auch dort bearbeitet. Phasenweise sind die meisten Mitarbeiter nur noch ins Büro gekommen, um Daten und Informationen abzuholen und kleinere Besprechungen durchzuführen. Die zwei verfügbaren Besprechungsräume im Erdgeschoss mit Beamer bzw. großem Bildschirm wurden häufiger auch für - Besprechungen zu zweit genutzt, da an den großen Bildschirmen gut mit Abstand zusammengearbeitet werden konnte. Um einen höheren Luftaustausch in den Räumen zu gewährleisten, wurde die Bedarfslüftung in den Besprechungsräumen auch bei geringer Belegung immer verwendet. Zudem sind auch die Nutzer der Bibliothek, in der auch die Arbeitsplätze der studentischen Hilfskräfte liegen, aufgefordert die Bedarfslüftung bei Anwesenheit mehrerer Personen zu aktivieren.

Schwerpunkte dieser Untersuchung sind die Auswirkungen der beschriebenen Maßnahmen auf den Gesamtstromverbrauch des Gebäudes, den Lüftungsstromverbrauch, den Stromverbrauch der Beleuchtung und der Arbeitshilfen, der in diesem Fall den Stromverbrauch aller an Steckdosen angeschlossenen Geräte beinhaltet. Als Vergleichsjahr wird das Jahr 2019 verwendet, da in den Jahren 2019 und 2020 keine größeren Änderungen bei der Gebäudeausstattung oder der Anzahl Mitarbeiter die Ergebnisse beeinflussen.

Im IWU arbeiten in der Regel rund 36 Personen, davon etwa die Hälfte in Teilzeit. Die Nutzfläche (ohne einen integrierten, aber extern genutzten Sitzungssaal) beträgt rund 1.350 m². Die Lüftungsanlage hat einen maximalen Volumenstrom von 5.000 m³/h.

2 Heimarbeitsentwicklung¹ 2020

Mobiles Arbeiten bzw. Arbeiten von Zuhause aus, im Folgenden „Heimarbeit“ genannt, war im Institut vor der Corona-Pandemie nur in geringem Umfang möglich und wurde auch im erlaubten Rahmen wenig genutzt. Mitte März wurden die Beschränkungen der Heimarbeit aufgehoben.

Die Heimarbeitsquote² von rund 2 %, die für die Monate Januar und Februar 2020 in Abbildung 1 ausgewiesen ist, kann grob als mittlere Heimarbeitsquote der Vorjahre angesetzt werden. Im April 2020 wurde mit dem ersten harten Lockdown die höchste Heimarbeitsquote von 36 % im Monatsmittel erreicht, die dann mit abnehmenden Infektionszahlen (Abbildung 2) zum Sommer hin wieder abnahm und mit steigenden Infektionszahlen ab September wieder zunahm. Die mittlere Heimarbeitsquote lag in den Monaten März bis Dezember bei 25 %.

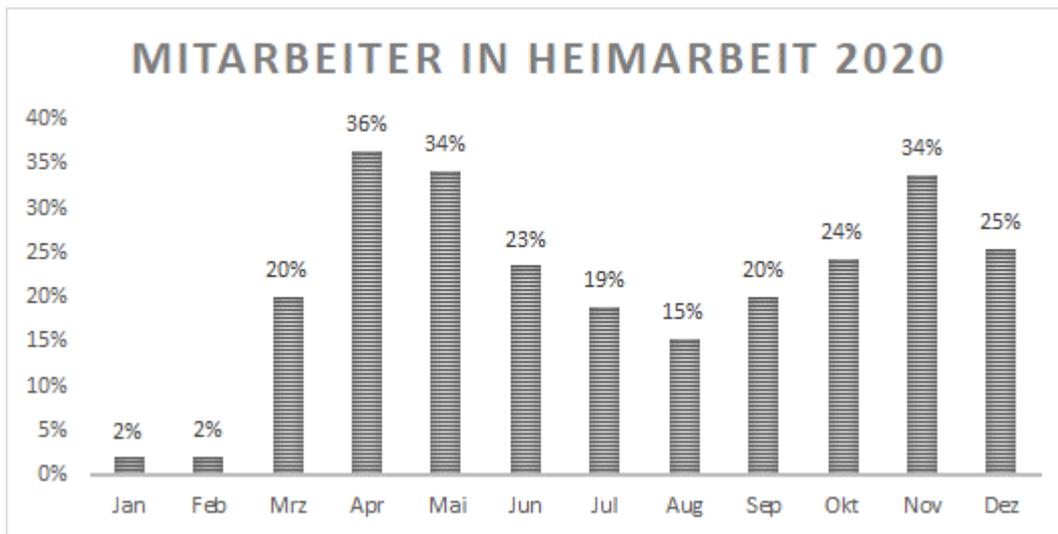
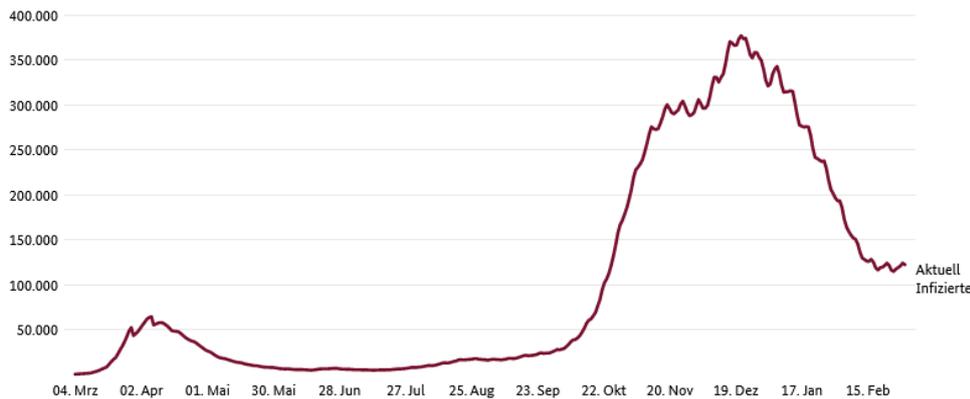


Abbildung 1: Mitarbeiter in Heimarbeit bezogen auf Vollzeitäquivalente

Covid-19-Fallzahlen in Deutschland (Stand: 08.03.2021)

122.300 aktuell Infizierte, 2.310.900 Genesene, 71.934 Verstorbene



Quelle: RKI

Abbildung 2: Covid-19-Fallzahlen in Deutschland: Quelle RKI Stand 08.03.2021³

¹ Mit Heimarbeit wird im Folgenden „mobiles Arbeiten“ bzw. „Arbeiten von Zuhause“ bezeichnet. Es handelt sich nicht um Heimarbeit im Sinne des juristischen Begriffs, da der Arbeitgeber nicht verpflichtet ist, die Arbeitsmittel in der Wohnung zu stellen.
² Die Heimarbeits- und die Urlaubsquote wurde als Vollzeitäquivalent bestimmt, d.h. die mittlere Abwesenheit wurde durch die Anzahl der Vollzeitmitarbeiter geteilt. Studentische Hilfskräfte sind nicht miterfasst, da sie oft nur stundenweise anwesend sind.
³ Quelle: Webseitenabruf 08.03.2021; <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fallzahlen-coronavirus-1738210>

Die reine Heimarbeitsauswertung spiegelt jedoch nicht die absolute Anwesenheit im Institut wider, da auch die Urlaubstage, Gleittage, Krankheitstage und sonstige Abwesenheitstage mitberücksichtigt werden müssen. Da die Auswertung der Krankheit- Gleit- und sonstigen Abwesenheitstage nicht vorliegt, werden in Abbildung 3 zumindest Urlaubsquoten² der Mitarbeiter dargestellt, die einen deutlichen Einfluss auf die Anwesenheit im Institut haben. So relativiert sich z. B. die geringere Heimarbeitsquote im Dezember durch die gleichzeitig hohe Urlaubsquote.

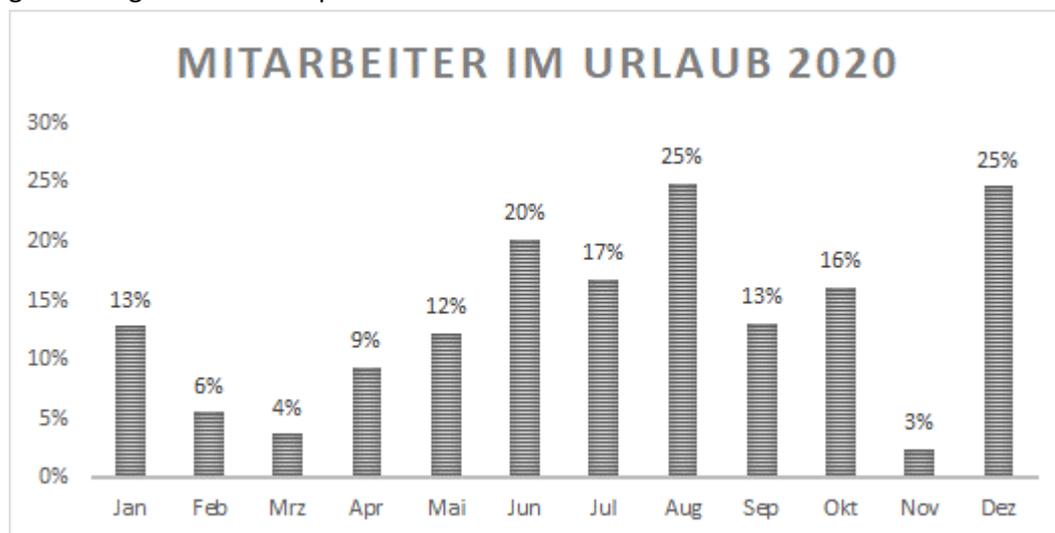


Abbildung 3: Mitarbeiter im Urlaub 2020 bezogen auf Vollzeitäquivalente

Der Vollständigkeit halber sind in Abbildung 4 beide Diagramme zusammengefasst. Werden Heimarbeit und Urlaubstage zusammengekommen, resultiert daraus eine mittlere Abwesenheitsquote von 41 Prozent für die Monate April bis Dezember.

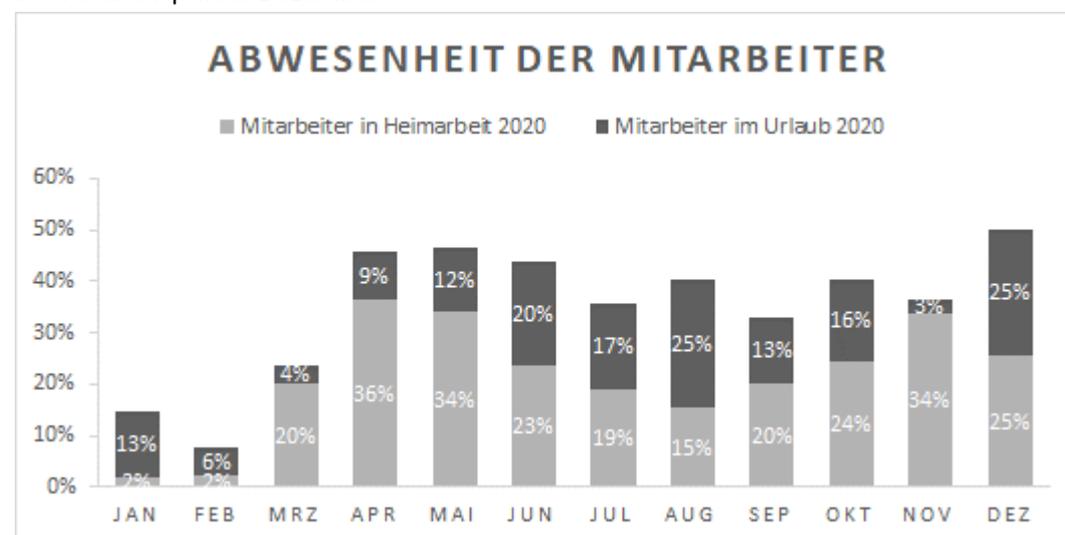


Abbildung 4: Abwesenheit der Mitarbeiter 2020 bezogen auf Vollzeitäquivalente (ohne Gleittage, Krankheit und sonstige Abwesenheit)

Da jedoch davon ausgegangen werden kann, dass sich die Urlaubzeiten der Mitarbeiter in den meisten Jahren ähnlich verteilen, werden zur Vereinfachung die Rückschlüsse auf den Stromverbrauch auf die pandemiebedingte Heimarbeit bezogen. Auch in 2020 korrespondieren die Urlaubstage gut mit den Schulferienzeiten.

3 Stromverbrauch Jahresauswertung

Beim Vergleich der Jahresstromverbräuche 2020 und 2019 (Abbildung 5) zeigen sich nur geringe Abweichungen in den einzelnen Verbrauchsbereichen. Der Gesamtstromverbrauch⁴ ist 2020 leicht um +2 % gestiegen. Der Stromverbrauch Kraft (Steckdosen => Computer, Drucker, Kopierer, Küchenausstattung usw.) (-6 %) ist, wie auch der Stromverbrauch der Beleuchtung (-8 %), leicht gesunken. Der Stromverbrauch der Lüftung (+24 %) ist erwartungsgemäß durch die vermehrte Nutzung der Bedarfslüftung in den Besprechungsräumen und der Bibliothek gestiegen. Der Mehrverbrauch der Lüftungsanlage wird durch Minderverbräuche in den anderen Bereichen teilweise wieder kompensiert.

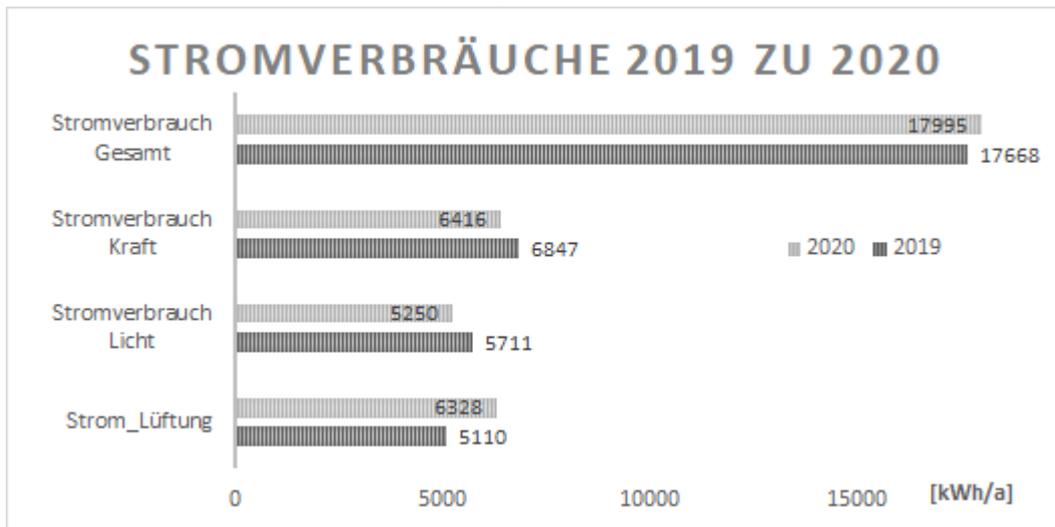


Abbildung 5: Stromverbräuche 2019 und 2020, Gesamt, Lüftung, Kraft und Beleuchtung in [kWh/a]

⁴ Im hier ausgewiesenen Gesamtstromverbrauch fehlt der Stromverbrauch der Server. Dieser wird nicht automatisch erfasst und kann nur anhand von einzelnen Ablesewerten des Hauptzählers errechnet werden. Die Ablesungen wurden jedoch aufgrund der Pandemie nicht regelmäßig durchgeführt, sodass die Ableitung von exakten Monatswerten für den Zeitraum nicht möglich ist. Daher wird der Stromverbrauch der Server nicht betrachtet.

4 Stromverbrauch Lüftung

Um etwaige Auswirkungen der Pandemie aufzuzeigen, werden die Monatswerte der Stromverbräuche 2019 und 2020 betrachtet. In Abbildung 6 sind die Monatswerte der Lüftungsanlage dargestellt. Die hohen Verbrauchswerte in den Sommermonaten gehen auf die im Gebäude verwendete sommerliche Nachtkühlung zurück, bei der nachts ab einer gewissen Raumtemperatur und Temperaturdifferenz von Außenluft zu Innenluft die Lüftungsanlage das Gebäude mit kühler Außenluft durchspült. Eine genaue Beschreibung der Gebäudetechnik und der Sanierung des IWU Gebäudes kann dem Bericht „IWU-Haus - Monitoring & Betriebsoptimierung“⁵ und der IWU Webseite⁶ entnommen werden.

Für die Monatswerte 2020 ist ein allgemein etwas höherer Stromverbrauch der Lüftungsanlage zu verzeichnen, der nicht genau zu erklären ist; ggf. besteht ein Zusammenhang mit einem verspäteten Filterwechsel bei der Anlage. Ein Einfluss der pandemiebedingten Maßnahmen auf den Stromverbrauch der Lüftungsanlage ist in den ersten Monaten der Pandemie nicht klar zu erkennen. Jedoch ist der Stromverbrauch in den Sommermonaten ab Juni deutlich höher als in den Vorjahren, was wahrscheinlich nicht auf den stärkeren Einsatz der Nachtlüftung aufgrund der Witterung zurückzuführen ist. Vergleicht man für die Monate Juni bis August die Anzahl der Tage mit einer maximalen Temperatur von über 30°C, so betrug diese in 2020 sieben Tage weniger als 2019 und auch die Tage mit einer Tagesdurchschnittstemperatur von über 20°C lagen 2020 um 4 Tage unter denen von 2019⁷.

Eine mögliche Erklärung ist, dass nach dem strengen Lockdown in den Monaten März, April und Mai mit sinkenden Inzidenzen im Sommer wieder etwas weniger in Heimarbeit gearbeitet wurde und dadurch die Besprechungsräume verstärkt genutzt wurden. Auch Besprechungen mit wenig Anwesenden, die sonst in den Büros durchgeführt werden, wurden jetzt in den Besprechungsräumen unter Verwendung der Bedarfslüftung abgehalten. Diese Vermutung wird auch durch die weiterhin hohen Verbräuche im Herbst und in den Wintermonaten 2020 untermauert. Allerdings müssen die Werte von Oktober und November mit Vorsicht interpretiert werden, da Ende Oktober die Steuerung eine Störung hatte, die dazu führte, dass der Abluftstrang zeitweise auf höchster Stufe und danach etwas 10 Tage manuell im Dauerbetrieb betrieben wurde (keine Abschaltung des Abluftstrangs nachts sowie am Wochenende und keine Anpassung des Abluftvolumenstroms durch die Bedarfsschaltung).

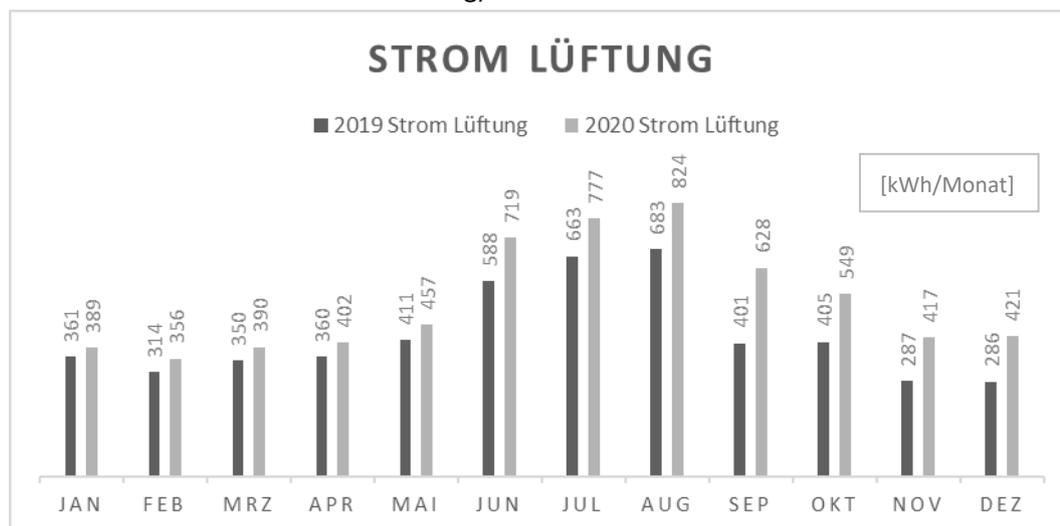


Abbildung 6: Stromverbrauch Lüftung, Monatswerte 2019 u. 2020

⁵ B. Bagherian, R. Born, M. Schaede, und S. Swiderek, IWU-Haus - Monitoring & Betriebsoptimierung. Darmstadt, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, 2019.

⁶ <https://www.iwu.de/forschung/energie/betriebsoptimierung-iwu-haus/>
<https://www.iwu.de/forschung/energie/begleitung-neues-iwu-domizil/>

⁷ Quelle: Daten DWD Abruf über Webseite <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=L886>

5 Stromverbrauch Kraft

Der Stromverbrauch Kraft beinhaltet Steckdosen, PC, Drucker, Wasserkocher usw. (Abbildung 7) und zeigt ab März einen geringfügig niedrigeren Verbrauch. Dieser ist jedoch zunächst nicht eindeutig der Pandemie zurechenbar, wenn man die Abweichungen von Januar sowie Februar als Referenz heranzieht und die trotz hoher Abwesenheit höheren Werte von September und Oktober berücksichtigt.

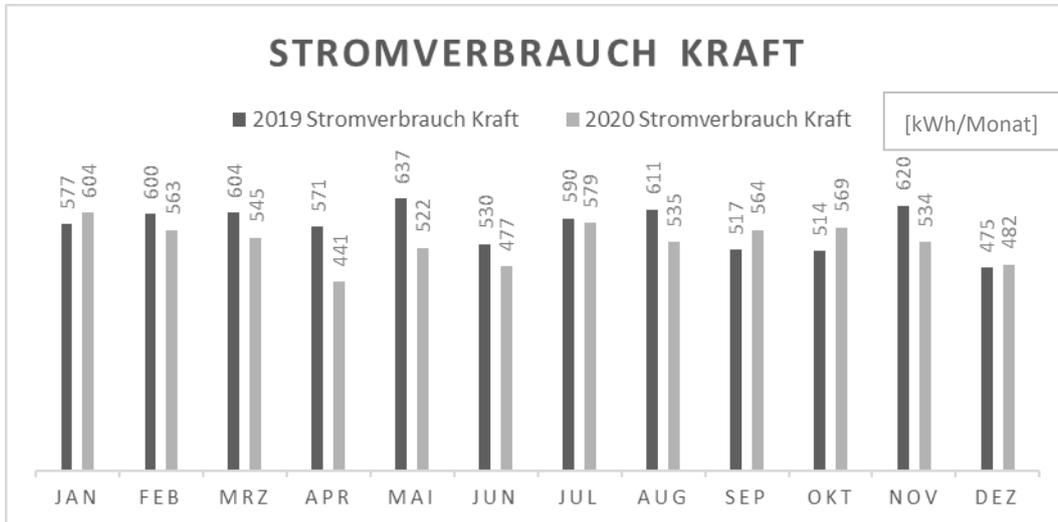


Abbildung 7: Stromverbrauch Kraft, Monatswerte 2019 / 2020

Stromverbrauch Kraft, geschossweise Auswertung

Um den Stromverbrauch Kraft besser zu verstehen, folgen in Abbildung 8 bis Abbildung 10 die Darstellungen dieser Stromverbräuche aufgeschlüsselt je Geschoss.

Im 2. OG (nur Büros Wissenschaftler) ist nur eine leichte Reduktion der Stromverbräuche in den Monaten April bis August und im November zu erkennen.

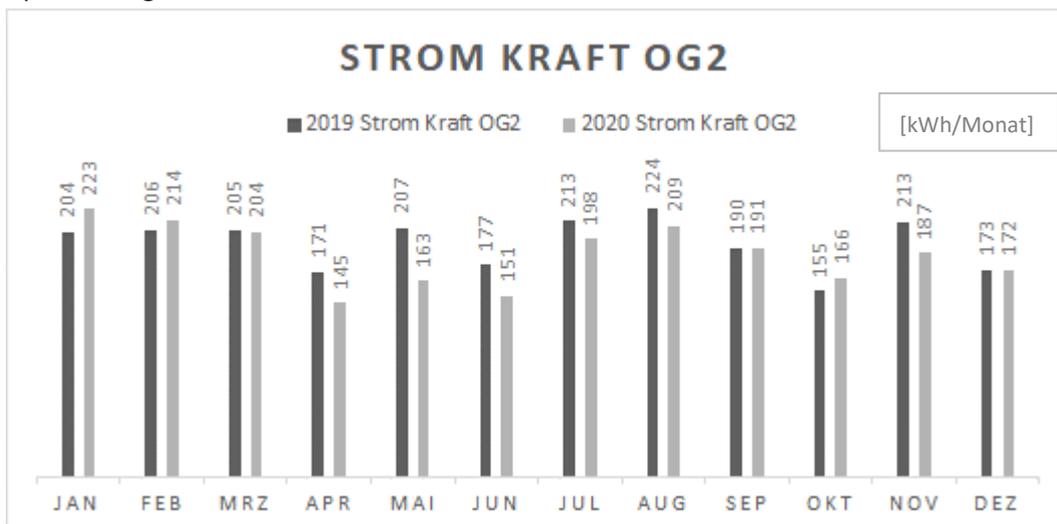


Abbildung 8: Stromverbrauch Kraft 2. OG, Monatswerte 2019 / 2020

Im 1. OG (Abbildung 9) in dem auch die Verwaltung sitzt und eine Teeküche vorhanden ist, zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Stromverbräuche sind lediglich von März bis August und im November etwas geringer.

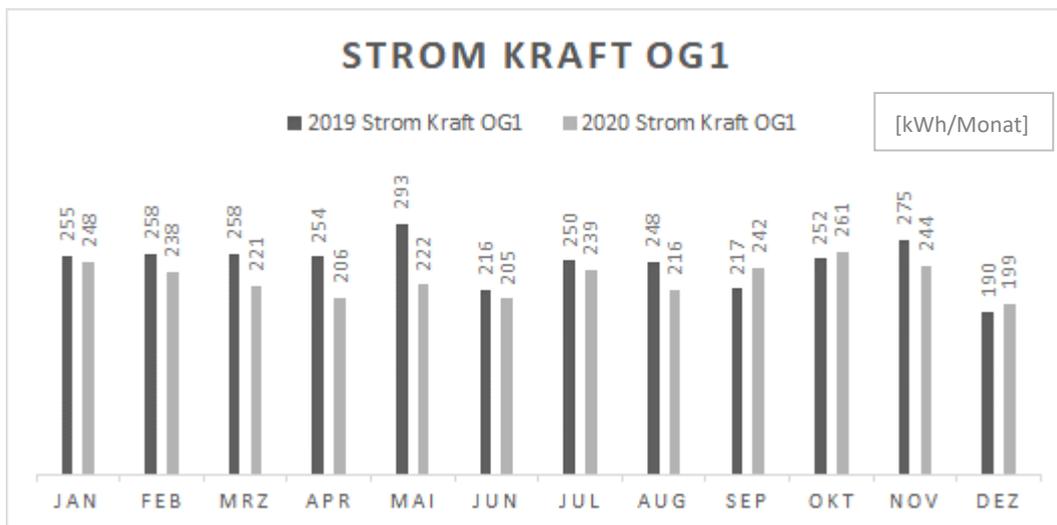


Abbildung 9 Stromverbrauch Kraft 1. OG, Monatswerte 2019 / 2020

Im EG (Abbildung 10) mit der Teeküche, dem Empfangsbereich, dem Druckerraum und der Bibliothek mit den Arbeitsplätzen der studentischen Hilfskräfte, zeigt sich eine Verbrauchsreduktion nur in den Monaten März und April und auch diese ist kaum höher als die ansonsten vorkommenden Verbrauchsschwankungen.

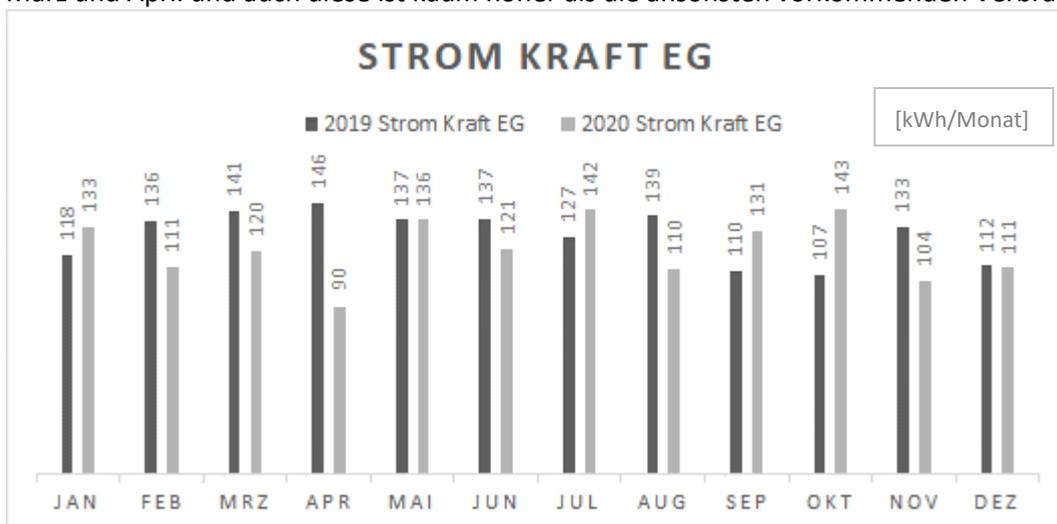


Abbildung 10: Stromverbrauch Kraft EG, Monatswerte 2019 / 2020

Stromverbrauch Kraft, Resümee

Ein Einfluss der Pandemie und der verstärkten Arbeit von Zuhause aus auf den Stromverbrauch der Geräte, die im Gebäude betrieben werden, ist erkennbar, jedoch ist der Unterschied nur gering. Insgesamt reduzierte sich der Kraftstromverbrauch nur um 6 % in 2020. Unklarheit besteht zudem in Bezug auf die trotz höherer Abwesenheit gestiegenen Kraftstromverbräuche in den Monaten September und Oktober 2020.

6 Stromverbrauch Beleuchtung

Beim Beleuchtungsstromverbrauch (Abbildung 11) zeigt sich in der Gesamtauswertung eine Reduktion des Stromverbrauchs nur für die Monate März bis Mai, danach entspricht der Verbrauch wieder den Vorjahreswerten.

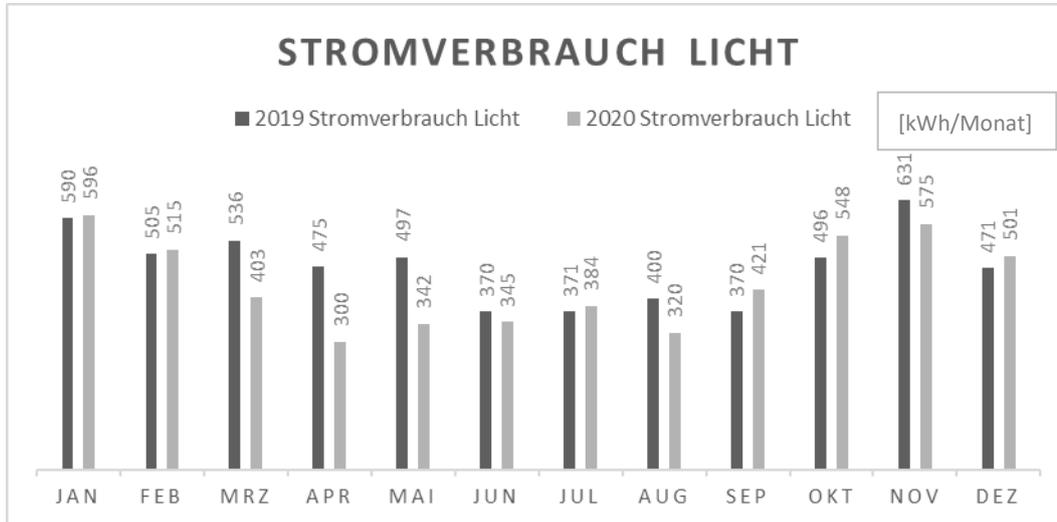


Abbildung 11: Stromverbrauch Beleuchtung, Monatswerte 2019 / 2020

Stromverbrauch Licht, geschossweise Auswertung

Bei der geschossweisen Betrachtung der Stromverbräuche für Beleuchtung in den Abbildung 12 bis Abbildung 14 zeigt sich ein ähnliches Bild. Geringere Stromverbräuche zeigen sich in den Monaten April, Mai sowie November und Dezember. In den Monatsverbräuchen des 2. OG sieht man sehr gut den Einfluss der Tageslängen und der großen Fensterflächen auf den Beleuchtungsbedarf, der in den Sommermonaten stark abnimmt und sich dann auf den Strombedarf der Flur und Treppenhausbeleuchtung reduziert. Im Dezember bildet der geringe Stromverbrauch gut die hohe Abwesenheits- bzw. Urlaubsquote ab.

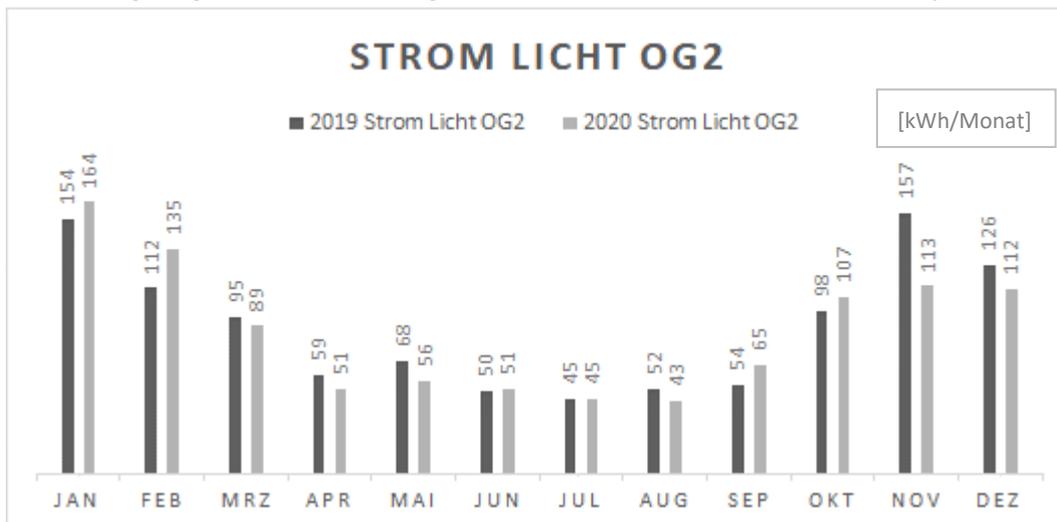


Abbildung 12: Stromverbrauch Beleuchtung 2. OG, Monatswerte 2019 / 2020

Auch im 1. OG ist der Einfluss der Jahreszeiten noch zu erkennen, jedoch aufgrund der im 1. OG liegenden Teeküche und Toiletten (auch für das 2. OG) und der längeren Flure nicht so ausgeprägt. Reduzierte Stromverbräuche sind nur im März und April erkennbar.

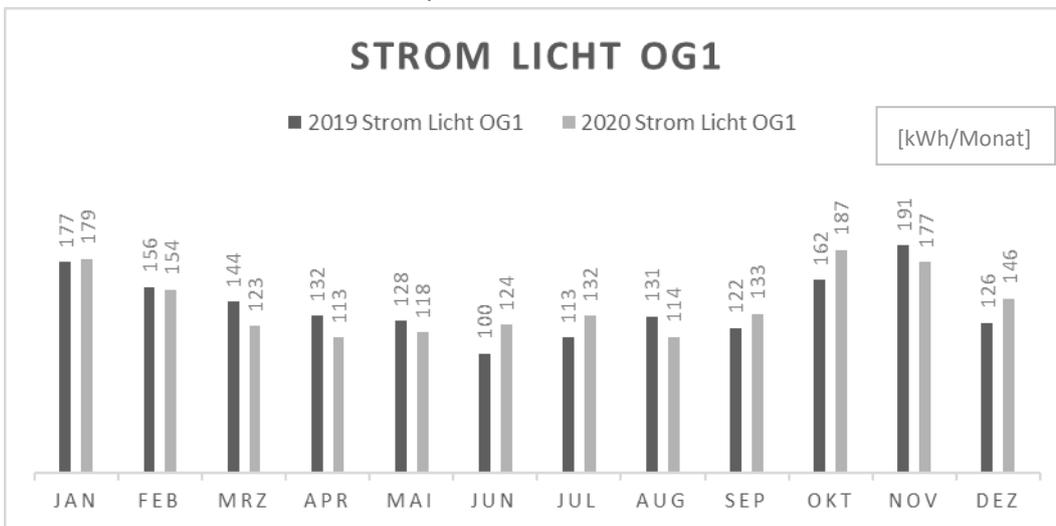


Abbildung 13: Stromverbrauch Beleuchtung 1. OG, Monatswerte 2019 / 2020

Im EG überlagert eine technische Störung die Verbrauchsdaten, in 2019 waren über einen längeren Zeitraum Bewegungsmelder defekt, wodurch Leuchten zeitweise nicht mehr selbsttätig abschalteten. Auffällig geringe Verbräuche sind 2020 in den Monaten März bis Juni aufgetreten, wobei diese Deutung ohne die Referenz des Vorjahres unsicher ist.

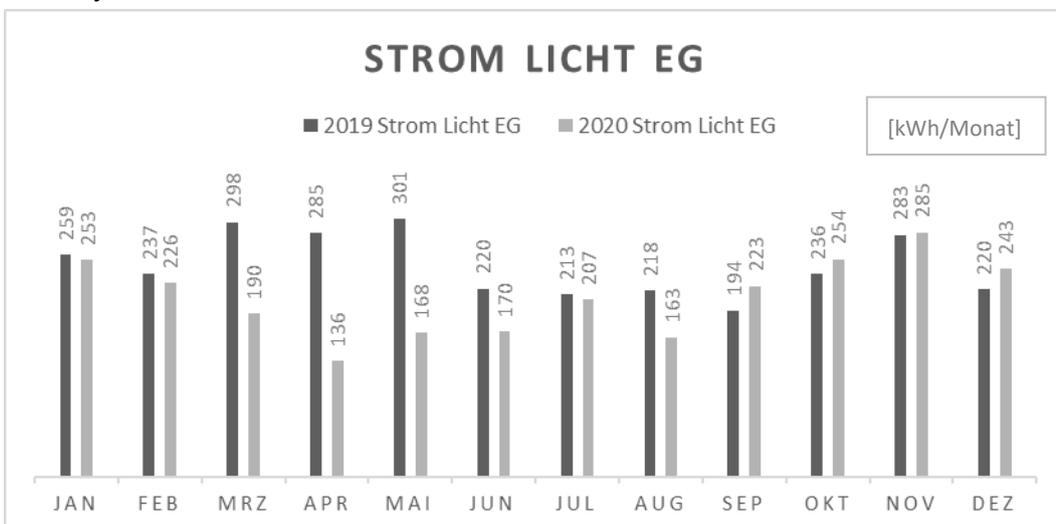


Abbildung 14: Stromverbrauch Beleuchtung EG, Monatswerte 2019 / 2020

Stromverbrauch Licht, Resümee

Trotz zeitweise deutlich geringeren Anwesenheitszeiten zeigt sich nur der geringe Effekt einer 8%igen Reduzierung des Stromverbrauchs der Beleuchtungsanlage. Rechnet man den Mehrverbrauch (ca. 180 kWh) aufgrund der technischen Störung in den Monaten März bis Mai 2019 heraus, bleibt nur noch eine Einsparung von 5 % übrig. Die Stromverbrauchseinsparung ist geringer als erwartet. Eine Begründung liegt sicherlich in der Tatsache, dass im gesamten Gebäude effiziente Leuchten eingesetzt sind, die alle mit Bewegungsmeldern

ausgestattet sind und nur kurze Nachlaufzeiten haben. Auch spielt sicherlich die gute Tageslichtversorgung der Büroräume, aufgrund derer häufig auf Kunstlicht verzichtet werden kann, eine Rolle.

7 Fazit

Durch die vermehrte Heimarbeit konnte im Institut in 2020 nur wenig Strom in den Bereichen Kraft (-6 %; 431 kWh) und Beleuchtung (-5 %, 281 kWh bereinigt⁸) eingespart werden (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16). Diese Einsparung wurde überkompensiert durch einen höheren Stromverbrauch der Lüftungsanlage von 24 % bzw. 1.219 kWh, was zu einem Mehrverbrauch des Gesamtverbrauchs von 2 % bzw. 327 kWh führte. Der Stromverbrauch der Server ist bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt worden, da dazu die nötige Datengrundlage fehlt (siehe Fußnote 4 auf Seite 6). Gewisse Unsicherheiten bestehen bei der Anrechnung der technischen Defekte bei der Beleuchtungsanlage in 2019 und bei dem Einfluss der Störung der Lüftungsanlagen ab Ende Oktober Anfang November 2020.

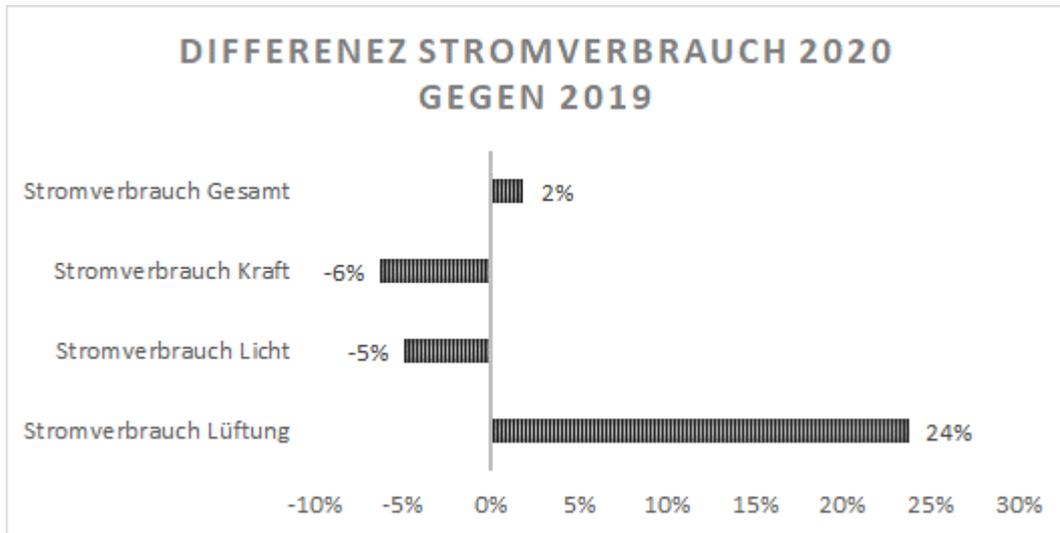


Abbildung 15: Prozentuale Änderung des Stromverbrauchs 2020 gegen 2019 der unterschiedlichen Verbrauchsbereiche

⁸ Mehrverbrauch 03-05.2019 durch technische Störung (ca. 180 kWh) rausgerechnet.

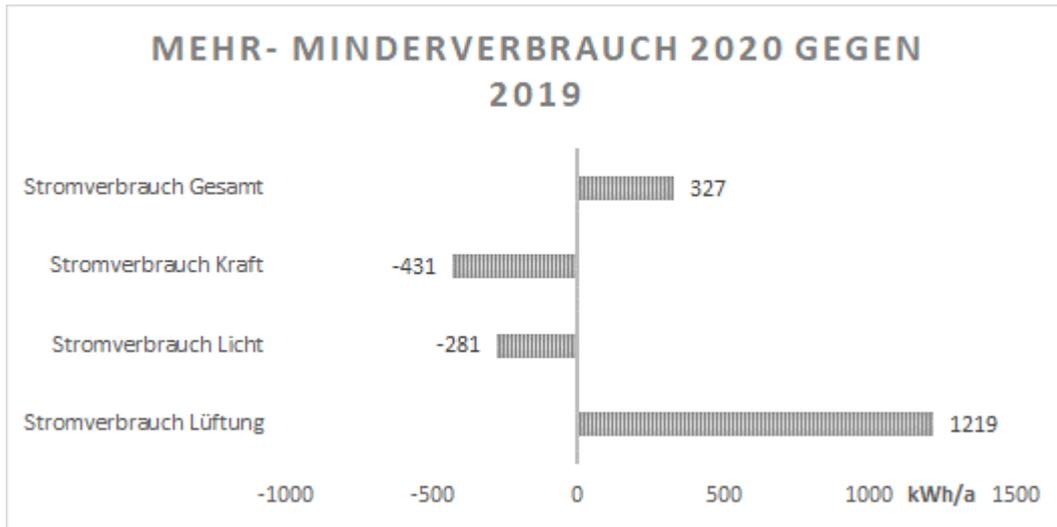


Abbildung 16: Absoluter Mehr- und Minderverbrauch des Stromverbrauchs 2020 gegen 2019 der unterschiedlichen Verbrauchsbereiche

Die Einsparungen durch die geringere Anwesenheit betragen 2020 beim Stromverbrauch Kraft und Licht zusammen rund 4 % bzw. 712 kWh. Die mittlere Heimarbeitsquote lang in der Pandemiezeit von März bis Dezember bei 25 %. Unter der Annahme, dass sich nach der Pandemie die Heimarbeitsquote in 2022 bei etwa 10 – 15 % einpendeln wird, kann mit einer dauerhaften Einsparung von um die 2 % gerechnet werden.

Die Auswertung der Stromverbräuche zeigt auch, dass der Einfluss der Nutzer auf den Verbrauch geringer ausfällt als erwartet. Besonders im Bereich der Beleuchtung und des Stromverbrauchs Kraft wurde eine größere Auswirkung auf den Stromverbrauch vermutet.

Bei der Beleuchtungsanlage hat sicherlich die komplette Ausstattung aller Räume mit Bewegungssensoren, kurzen Beleuchtungszeiten und der Abschaltung der Beleuchtung bei Abwesenheit auch in den Büroräumen einen großen Einfluss.

Da der Einfluss der Heimarbeitsquote nur geringe Auswirkungen auf den Verbrauchsbereich der Kraft hat, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass sich in diesem Verbrauchsbereich viele Dauerverbraucher und auch ein erheblicher Anteil an noch vorhandenen Stand-by Verbrauchern befinden. Hier regt die Auswertung dazu an, verstärkt nach Einsparpotenzialen in diesem Bereich zu suchen, um diesen Verbrauchern auf die Spur zu kommen.

Ob sich die hier gezeigten Stromverbrauchsentwicklungen und Zusammenhänge bei anderen Bürogebäuden ähnlich darstellen, wäre ein interessantes Untersuchungsfeld und könnte beispielsweise anhand von Daten von kommunalen Bürogebäuden, bei denen ein Energiecontrolling auf Basis von Monatswerten durchgeführt wird, untersucht werden.