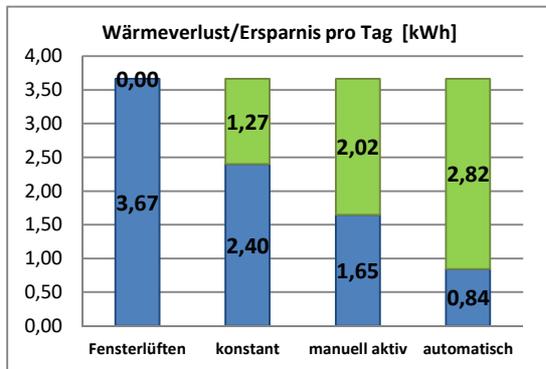


Sparen Lüftungsgeräte wirklich Energie?



Natürlich! Aber nicht immer so, wie der Benutzer denkt. Es hängt sehr viel davon ab, wie bewusst er die Lüftungsgeräte einsetzt.

Wenn die Luft im Raum beheizt ist (und desto mehr, wenn gekühlt werden muss), geht beim Lüften Energie verloren. Aber es muss gelüftet werden. Deswegen sind Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung entstanden, die Wärme (oder Kälte) in dem Raum zurückhalten, obwohl die geheizte oder gekühlte Luft ausgetauscht wird. Es wird mit Wirkungsgraden von bis zu ca. 93% geworben. Ist das jetzt die Lösung?

Betrachten wir mal einen Beispiel. Ein Raum hat eine Fläche von 4 x 5 m und eine Höhe von 2,5 m. Das Luftvolumen darin beträgt 50 m³. Die Masse der Luft beträgt ca. 60 kg. Die Innentemperatur beträgt 22°C und die Außentemperatur 2°C.

Nehmen wir an, es handelt sich um einen Büroraum, der von 8 bis 12 Uhr von 2 Personen besetzt ist. Nach der Mittagspause arbeiten dort 3 Personen zwischen 13 und 17 Uhr.

In der Praxis oszilliert der Wirkungsgrad der Lüftungsgeräte zwischen 70% und 80%, für unsere Betrachtung nehmen wir 75% an. In dem Raum sind Geräte installiert, die bis zu 90 m³/h austauschen können. Unser Ziel ist es, die CO₂-Konzentration unterhalb von 1500 ppm zu halten – der Grenze für geistiges Arbeiten und Lernen. Für dieses Szenario werden wir verschiedene Lüftungsmethoden bewerten und am Ende vergleichen.

Lüften durch Öffnen der Fenster – unsere Referenz



Am Anfang betrachten wir die Wärmeverluste, die beim Lüften ohne Lüftungsgeräte entstehen. Man öffnet alle Fenster für eine Zeit, in der die gesamte Luft den Raum verlässt und frische Luft einströmt. Dann wird das Fenster sofort geschlossen (weil es den Menschen kalt wird). 60 kg warmer Luft haben den Raum verlassen und wurden durch 60 kg kalter Luft ersetzt (die Dichteunterschiede vernachlässigen wir). Was charakterisiert diese Art zu lüften:

- Die Wärmeverluste betragen 100%. Um 60 kg Luft von 2°C wieder auf 22°C aufzuheizen wird Energie benötigt

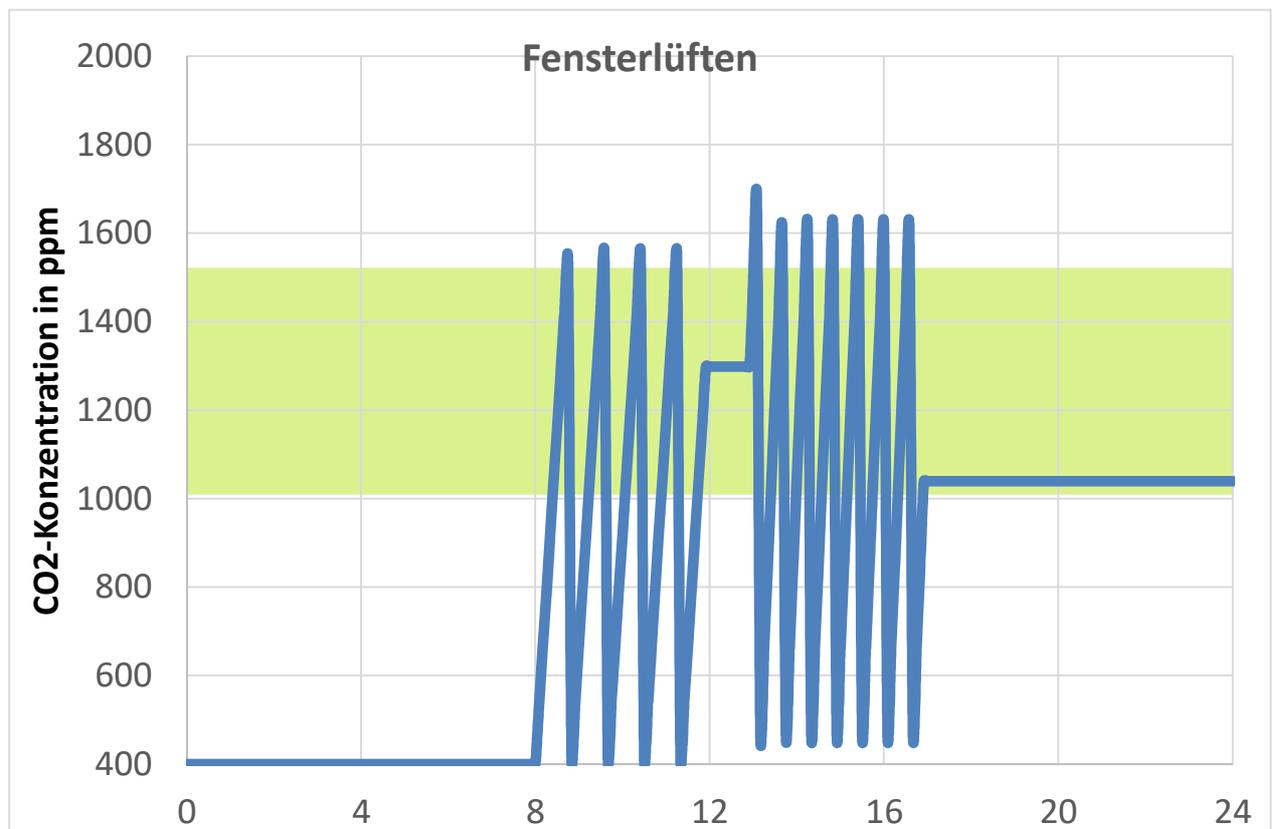
$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) = 60 \cdot 1 \cdot (22 - 2) = 1200 \text{ kJ}$$

- Das Lüften muss 11x täglich durchgeführt werden um den Grenzwert in etwa einzuhalten. Täglicher Verlust durch Lüften beträgt also

$$Q = 11 * 1200 = \mathbf{13200 \text{ kJ}} = \mathbf{3,67 \text{ kWh}}$$

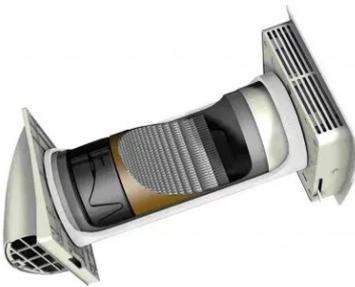
Der Wert ist theoretisch und wird in der Praxis höher ausfallen, weil das Lüften eine gewisse Zeit braucht. In dieser Zeit wird nicht nur die Luft ausgetauscht, sondern z.B. wird sich auch der Boden auskühlen. Und der Boden und die Wände haben eine größere Masse und auch größere Wärmekapazität als die Luft im Raum.

Ein weiteres Problem entsteht dadurch, dass die Personen im Raum werden mit Sicherheit nicht merken, wann die Grenze erreicht ist und werden wahrscheinlich Konzentrationsprobleme haben. Der Graf unten zeigt die CO₂-Konzentration innerhalb von 24 Stunden. Konzentration von 400 ppm entspricht der absolut frischen Luft.



Die Luft wird ziemlich schnell verbraucht. Die senkrechten Teile der Kurve zeigen die Lüftungsvorgänge die sehr intensiv sind und zum vollen Austausch der Luft führen. Nachmittags sind sie öfter notwendig, weil dann 3 Personen im Raum arbeiten.

Lüften mit Lüftungsgeräten – manuell bedient, konstant

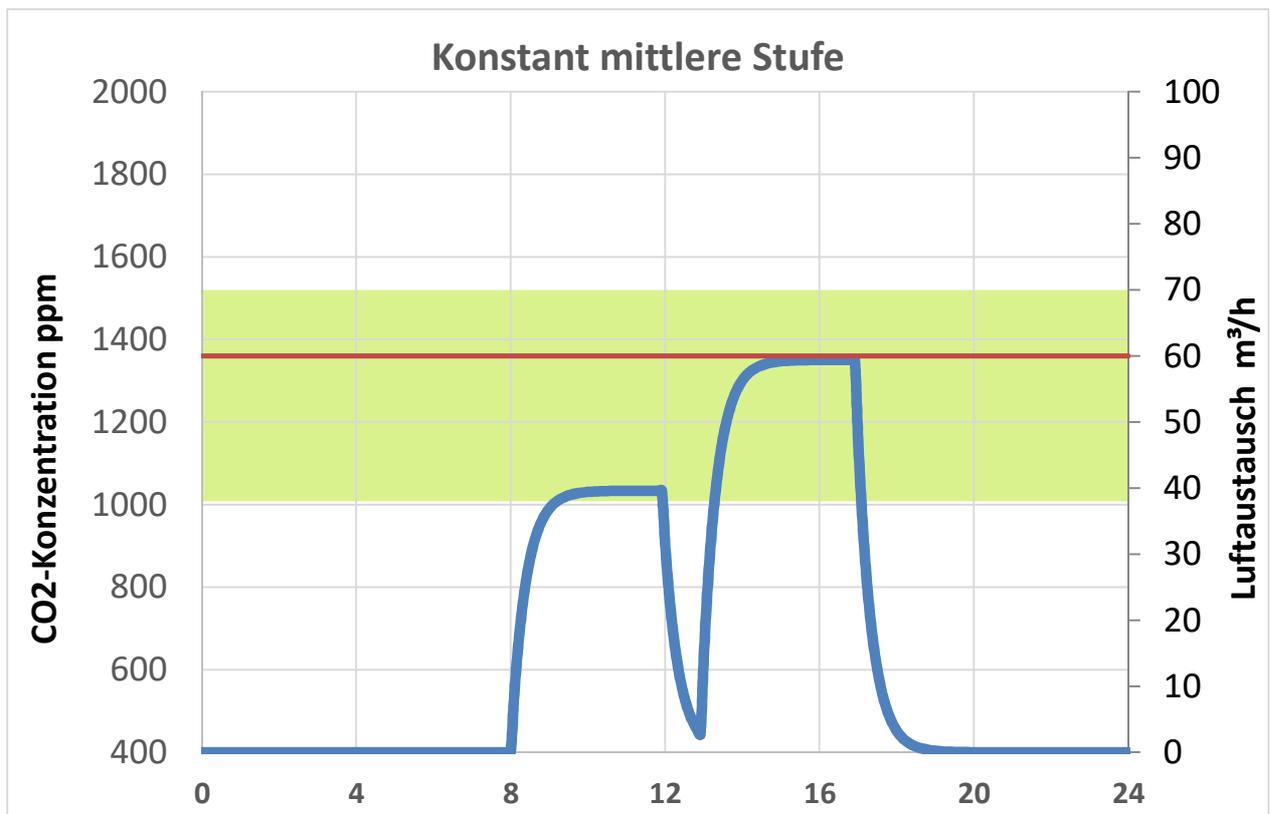


Die Benutzer von Lüftungsgeräten gehen oft fälschlicherweise von Wirkungsgraden um 90% aus. Dann kümmern sie sich nicht um die Verluste. Die Geräte werden permanent betrieben, meist auf einer mittleren Stufe. Diese Art zu lüften charakterisiert:

- Die Wärmeverluste betragen tatsächlich im Schnitt 25%
- Die Leistung der Lüftungsgeräte auf mittlerer Stufe beträgt z.B. 60 m³/h (pro Stunde werden 60 m³ Abluft abgeführt und durch 60 m³ Frischluft ersetzt). Pro 24 Stunden werden also 60 * 24 = 1440 m³ Luft ausgetauscht, was 1728 kg entspricht.

Der tägliche Wärmeverlust entspricht:

$$Q = 25\% * 1728 * 1 * (22 - 2) = 86400 \text{ kJ} = 2,40 \text{ kWh}$$



Die blaue Linie zeigt die CO₂-Konzentration, die braune – Lüftungsintensität. Wie ersichtlich reichen 60 m³/h um für 3 Personen eine Luftqualität unterhalb von 1400 ppm zu gewährleisten. Allerdings zwischen ca. 19 Uhr und 8 Uhr wird die Heizungsenergie verschwendet, weil die Luftqualität der Frischluft entspricht, und es wird weiter gelüftet (frische Luft gegen frische Luft getauscht mit 25% Wärmeverlust).

Lüften mit Lüftungsgeräten – manuell bedient, aktiver Benutzer



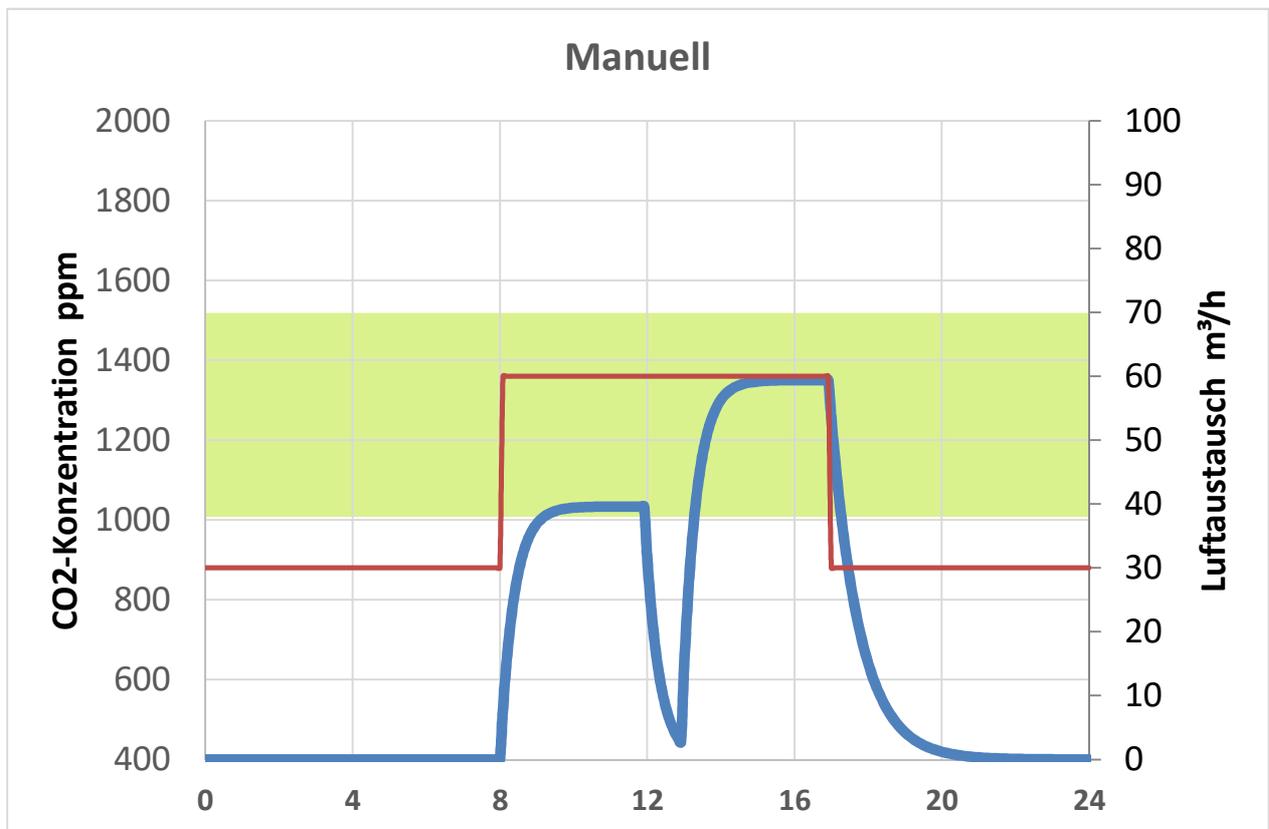
In diesem Beispiel schalten die Benutzer die Lüftungsgeräte auf die mittlere Stufe, wenn sie um 8 Uhr die Arbeit beginnen. Nach der Arbeit, um 17 Uhr schalten Sie auf die erste Stufe um.

Diese Art zu lüften charakterisiert:

- Die Wärmeverluste betragen tatsächlich im Schnitt 25%
- Die Leistung der Lüftungsgeräte auf mittlerer Stufe beträgt z.B. 60 m³/h (pro Stunde werden 60 m³ Abluft abgeführt und durch 60 m³ Frischluft ersetzt). In der Zeit 17 Uhr bis 8 Uhr (Stufe 1) werden 30 m³/h ausgetauscht. Pro 24 Stunden werden so 987 m³ Luft ausgetauscht, was 1185 kg entspricht.

Der tägliche Wärmeverlust entspricht:

$$Q = 25\% * 1185 * 1 * (22 - 2) = 5925 \text{ kJ} = 1,65 \text{ kWh}$$



Diese Lüftungsintensität reicht aus, um die CO₂-Konzentration unterhalb von 1400 ppm zu halten.

Bedarfsgerechtes Lüften automatisch



HAQCS-Monitor 1

Wenn die Luftqualität mit Sensoren überwacht wird, kann man die Lüftung so einstellen, dass immer dann (und nur dann), wenn gelüftet werden soll, auch gelüftet wird.

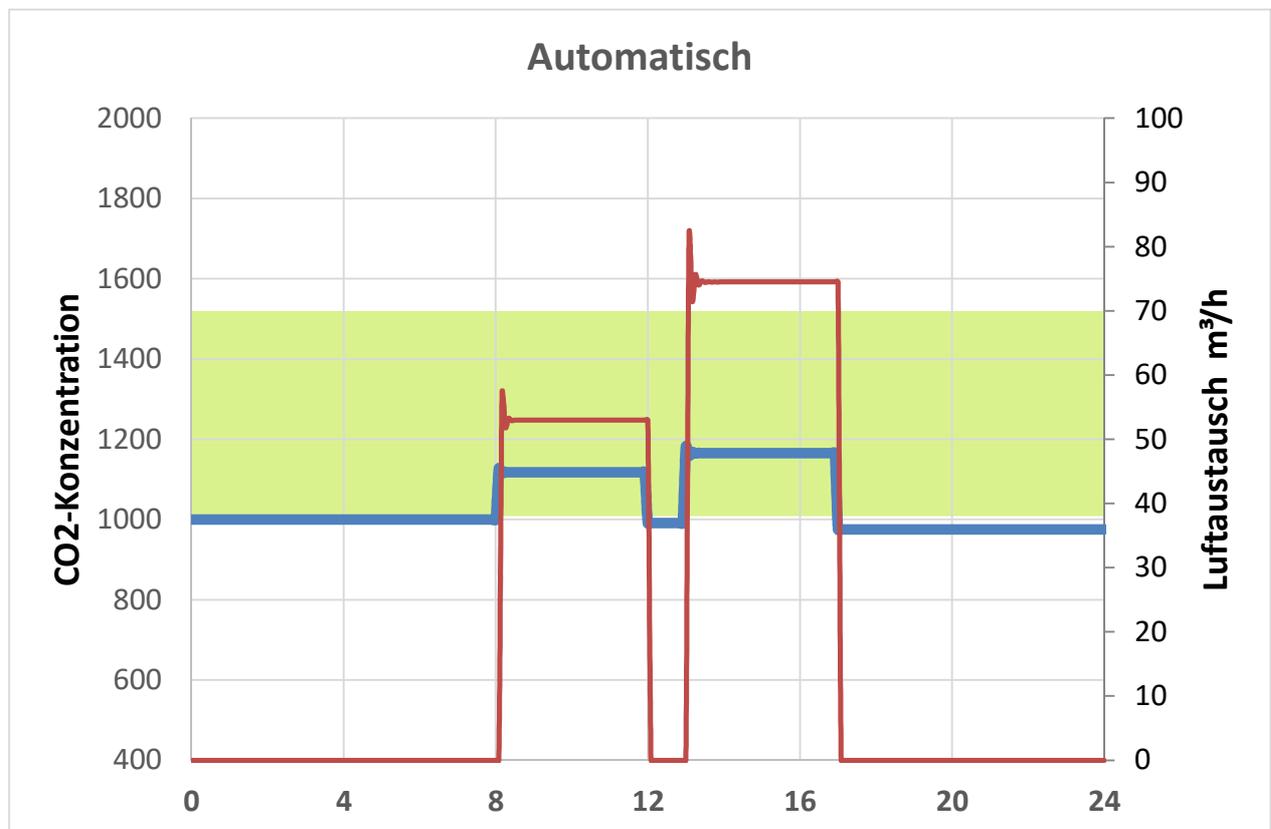
In unserem Beispiel wird die CO₂-Konzentration kurz nach 8 Uhr anfangen zu steigen. Dadurch wird das Lüften aktiviert. Die Intensität des Lüftens wird der Konzentration angepasst. Man sieht das, wenn nachmittags 3 Personen statt 2 in dem Raum arbeiten.

Diese Art zu lüften charakterisiert:

- Die Wärmeverluste betragen tatsächlich im Schnitt 25%
- Die Leistung der Lüftungsgeräte ist dem Bedarf angepasst je nachdem 2 oder 3 Personen im Raum sind. Wenn keine Personen CO₂ ausatmen, stoppt die Lüftung.
- Am Tag wurde die Lüftung so betrieben, dass 506 m³ Luft ausgetauscht wurden. Dass entspricht 607 kg.

Der tägliche Wärmeverlust entspricht:

$$Q = 25\% * 607 * 1 * (22 - 2) = 3037 \text{ kJ} = 0,84 \text{ kWh}$$



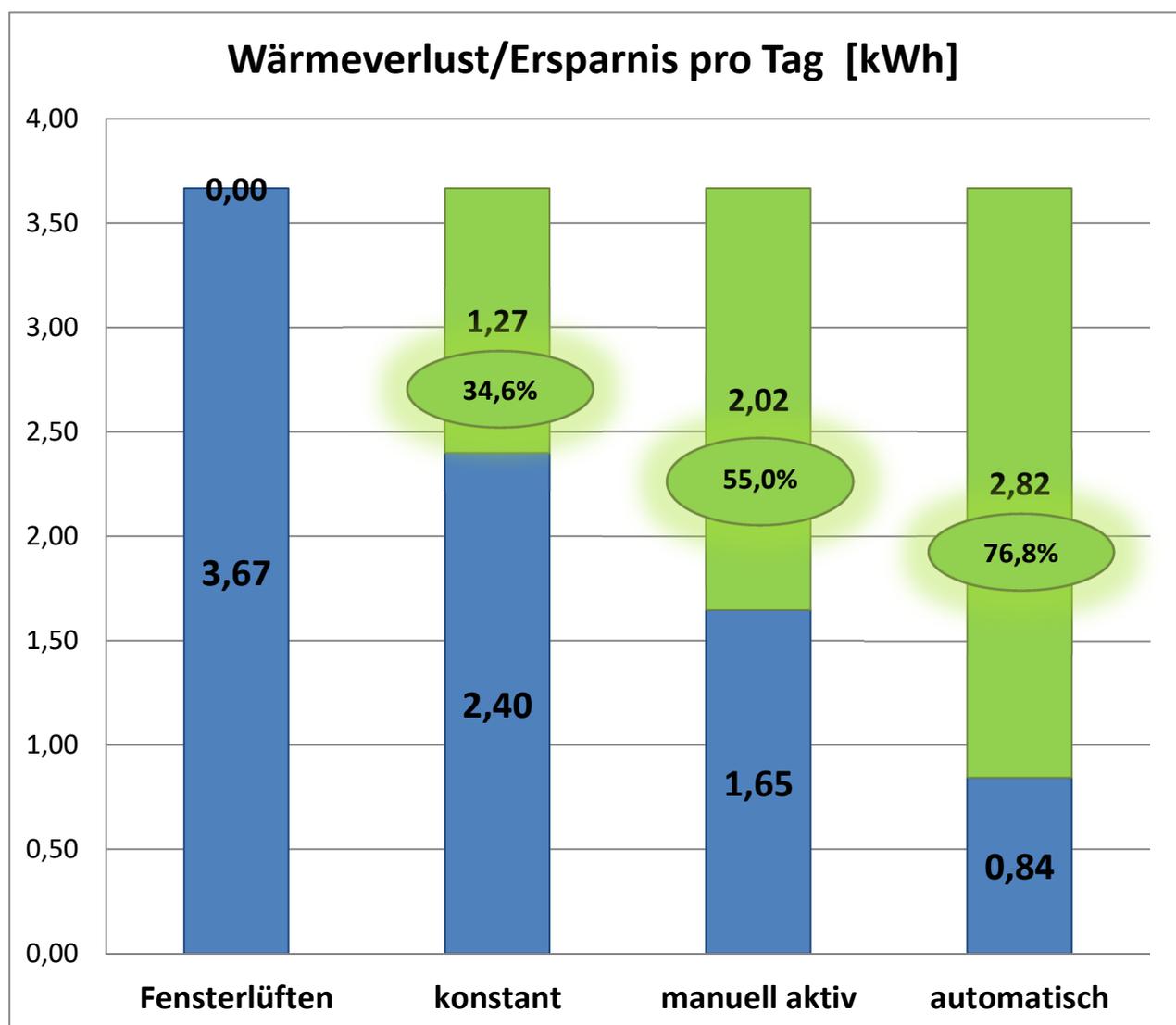
In unserem Beispiel wird die CO₂-Konzentration kurz nach 8 Uhr anfangen zu steigen. Dadurch wird das Lüften aktiviert. Die Intensität des Lüftens wird der Konzentration angepasst. Die Luftqualität ist trotz minimalem Luftaustausch rund um die Uhr sehr gut.

Vergleich und Fazit

Die analysierten Szenarien sind nur Beispiele. Sie wurden so gewählt, dass ein Vergleich die Tendenzen anzeigen kann.

Das Fensterlüften dient uns als Referenz. Blau ist der Wärmeverlust angezeigt, grün – die Ersparnis gegenüber dem Fensterlüften, wenn wir ein Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung verwenden.

Obwohl in den Szenarien 2 bis 4 gleiche Lüftungsgeräte verwendet wurden, sind die Ergebnisse unterschiedlich. Das zeigt, wie großen Einfluss auf die Energiebilanz das Steuern der Geräte hat. Und beachten Sie, dass es sich bei unserer Betrachtung nur um einen Raum mit 20 m² handelt und um die Verluste eines Tages!



<p>-konstant 34,6% Ersparnis</p>	<p>Der Benutzer meint, dass die Geräte so viel Wärme zurückgewinnen, dass er sich nicht darum kümmern muss. In der Praxis lässt er auch dann lüften, wenn das gar nichts mehr bringen kann. Dann verschwendet er nur die Heizungswärme.</p>
<p>-manuell aktiv 55,0% Ersparnis</p>	<p>Der Benutzer ist sich bewusst, dass die Geräte, obwohl sie Energie sparen, auch einen erheblichen Teil verlieren. Er versucht sie bedarfsgerecht zu betreiben. Leider haben Menschen keine Sinnesorgane, die die Luftqualität in dem normalen Bereich wahrnehmen können. Der Benutzer steuert sie „blind“.</p>
<p>-automatisch 76,8% Ersparnis</p>	<p>Eine mit Sensoren ausgestattete Steuerung der Lüftung bringt die meiste Ersparnis der Heizungsenergie, weil sie auf den tatsächlichen Bedarf reagiert und lüftet nur dann, wenn das notwendig und sinnvoll ist. Obwohl die Luftqualität gut gehalten wird, vermeidet sie exzessives, unnötiges Lüften. Der Benutzer braucht sich nicht mehr um die Lüftung zu kümmern und spart am meisten.</p>