

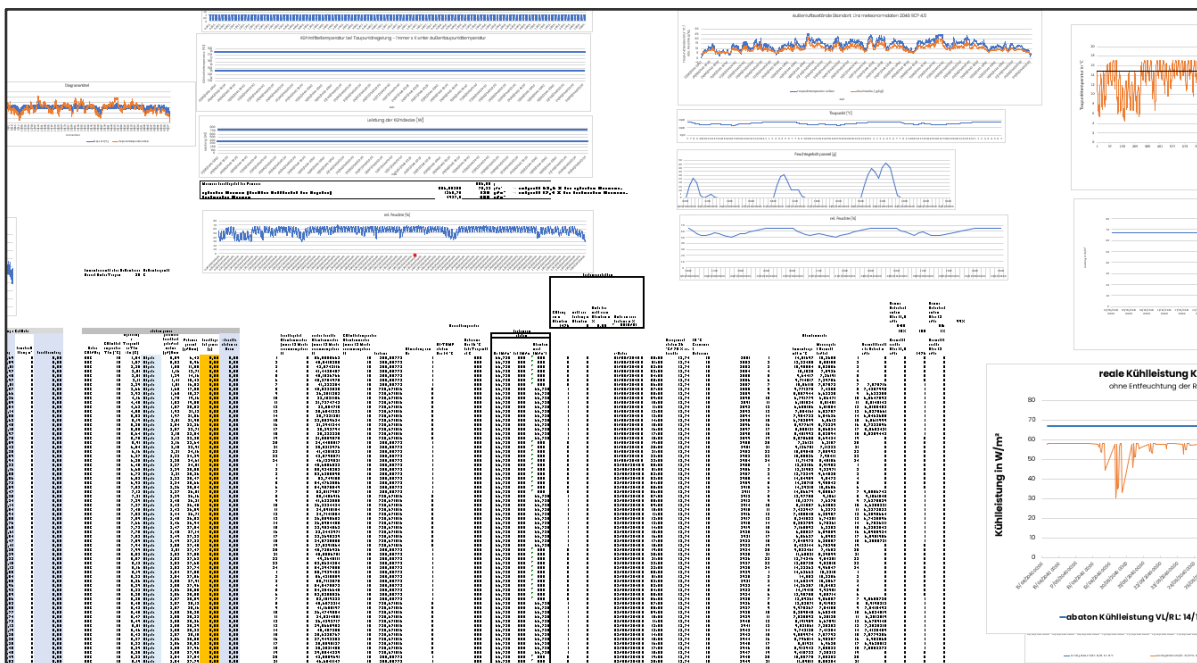
## Wie und warum simuliert abaton?

### Auslegung und Erarbeitung der projektspezifischen Vorteile anhand einer Simulation

**Bis zu 30 % Energieeinsparung, bis zu 75 % weniger Ausfallstunden als eine herkömmliche Kühldecke bei nicht vorhandener Lüftungsanlage...  
Doch woher kommen diese Werte?**

**Simulation eines Referenzraumes für jedes Projekt**

Bei abaton wird für jedes Projekt eine Simulation durchgeführt. Im Simulationsmodell wird ein aus dem Projekt relevanter Raum mit all den wichtigen Parametern eingegeben und über eine Kühlperiode simuliert. Wie sich diese Simulation genau zusammensetzt, können Sie in den nachfolgenden Kapiteln nachlesen.



**Damit der Raum in der Simulation abgebildet werden kann, müssen zuerst grundlegende Parameter, wie Standort, Nutzung und Kühllast des Raumes eingegeben werden.**

**Zusätzlich wird das abatón Kühlsystem und die Referenzvariante eingestellt.**

**Des Weiteren werden noch Parameter bezüglich der mechanischer Lüftungsanlage oder der Fensterlüftung eingegeben.**

**Eingabe der Inputwerte – Unterteilung in:**

- Raum
- Kühlsystem
- Lüftungsanlage

Am Anfang einer Simulation wird der Raum mit der Eingabe der benötigten Inputwerte abgebildet.

Dazu gehören:

- Standort
- Raumnutzung
- Raumabmessungen
- Kühllast
- Kühlzeitraum am Tag
- Betrachtungsmonate im Jahr
- Personenbelegung und Aktivitätsgrad laut VDI 2078

Je nach Auswahl des Standortes wird ein anderer Klimadatensatz von meteonorm hinterlegt. Ebenfalls wird, je nach Eingabe der Raumnutzung, ein unterschiedliches Nutzungsprofil aus den SIA-Raumnutzungsdaten zur Berechnung herangezogen. Durch diese zwei Auswahlmöglichkeiten wird eine dynamische Betrachtung des Raumes folgendermaßen möglich:

- Bei der Simulation der Lüftungsanlage bzw. der Fensterlüftung können aufgrund des hinterlegten Klimadatensatz die essentiellen Werte der Außenluft (z.B. Temperatur, Feuchte,...) zu jedem Zeitpunkt angegeben und für weitere Berechnungen verwenden werden.
- Bei der Simulation des Energieaufwandes der Kühlung kann aufgrund dieser Eingaben die Kühllast zu jedem Zeitpunkt angepasst werden.

Die Kühllast wird zuerst je nach Nutzung in einen internen und externen Anteil aufgeteilt (Angabe SIA-Daten). Für die Annahme der dynamischen Kühllast wird dann der interne Teil je nach aktueller Anwesenheit der Personen prozentuell reduziert und der externe Anteil wird je nach aktueller Globalstrahlung aus dem Klimadatensatz angepasst.

- Ebenso kann durch die Personenbelegung der SIA-Daten eine Anwesenheit der Personen angegeben werden. Mit dieser Anwesenheit und der Feuchtigkeitsabgabe je nach Aktivitätsgrad kann dann für die Feuchtigkeitsbetrachtung ein Feuchteintrag je Stunde ausgerechnet werden.

Nun werden die Systemtemperaturen und die Kühlfläche der beiden zu vergleichenden Kühlsysteme eingegeben. Je nach gewähltem Referenzsystem ergibt sich dadurch eine unterschiedliche Kühlleistung.

Bei abaton muss zusätzlich noch die Regenerationsphase bestimmt werden, in der die Kühlung ausgeschaltet oder die Paneele über der Taupunkttemperatur betrieben werden, damit die aufgenommene Feuchtigkeit wieder an die Raumluft abgegeben werden kann. Dies geschieht über die Eingabe der Regenerationstemperaturen und des Zeitraums der Regenerationsphase.

Zuletzt wird die Lüftungsanlage und/oder eine Fensterlüftung im Inputbereich eingegeben.

Falls es keine Lüftungsanlage gibt, wird zu jeder Stunde des Tages eine Luftwechselrate über die Fenster angegeben. Dafür kommen entweder geöffnete bzw. gekippte Fenster oder Fassadenlüfter in Frage. Die erforderliche Luftwechselrate am Tag und in der Nacht ist von Projekt zu Projekt unterschiedlich und wird an die vorhandenen Möglichkeiten angepasst.

Wenn es eine Lüftungsanlage gibt wird zuerst der Zeitraum der Lüftung bestimmt. Anschließend werden

Wärme- und Feuchterückgewinnungsgrad, Zulufttemperatur und Luftmenge eingegeben. Je nach Anlage wird nun entweder die benötigte Zuluftfeuchte in Abhängigkeit der maximalen Personenanzahl gerechnet oder es wird, falls kein Nachheizregister vorhanden ist, die maximale Luftfeuchtigkeit der Zulufttemperatur als Zuluftfeuchte angegeben.

Durch die Fähigkeit der Paneele Feuchtigkeit aufzunehmen, wird bei der abaton-Variante die erforderliche Entfeuchtungsleistung der Lüftung reduziert. Hierbei kann ausgewählt werden, ob die Zuluftfeuchte erhöht werden soll oder ob die Luftmenge reduziert werden soll. Wie sich dies auswirkt wird später im Kapitel „Energieeinsparung“ genauer beschrieben.

Anhand von diesen Inputs, die teilweise mithilfe der Simulation iterativ angepasst werden, kann das System komplett abgebildet und die Vorteile von abaton ersichtlich gemacht werden.

**Damit die Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe der abaton paneele simuliert werden kann, benötigt man zu jedem Zeitpunkt die Taupunkttemperatur im Raum. Diese ist abhängig von der Raumlufftfeuchtigkeit, welche in 5-Minuten-Schritten bilanziert wird.**

**Bilanzierung der Raumlufftfeuchtigkeit – Berechnung der Taupunkttemperatur im Raum alle 5 Minuten**

Ein wichtiger Aspekt der Simulation ist die Auslegung der abaton-Kühlpaneele. Damit wird sichergestellt, dass ein Aufschaukeln der Feuchtigkeitsaufnahme verhindert wird, womit die maximale Feuchtigkeitsbelastung zu keinem Zeitpunkt überschritten wird.

Da die Paneele je nach Taupunkttemperatur und Kühlmitteltemperatur unterschiedlich viel Feuchtigkeit aufnehmen bzw. abgeben, wird in der Simulation im 5-Minuten Takt eine Bilanzierung der Feuchte im Raum durchgeführt. Mit der aktuellen Raumlufftfeuchte kann dann die Taupunkttemperatur berechnet werden.

Folgende Bestandteile werden in der Bilanzierung berücksichtigt:

- Feuchteeintrag der Personen anhand des Anwesenheitsprofils und der Aktivitätsklasse, die einen Feuchteeintrag vorgibt
- Gegebenenfalls zusätzliche Feuchtelasten wie z.B. Küche, Dusche, Swimmingpool, etc.
- Fensterlüftung die je nach Luftwechsel und Außenlufftfeuchte unterschiedliche viel Feuchtigkeit einbringt oder abtransportiert
- Lüftungsanlage, die je nach Luftmenge, Außenfeuchte, Feuchterückgewinnung und Zuluftfeuchte, Feuchte aus dem Raum abführt bzw. Feuchte in den Raum einbringt
- Aufnahme bzw. Abgabe von Feuchtigkeit der Paneele in Abhängigkeit des aktuellen Taupunkts und den aktuellen Kühlmitteltemperatur zu jedem Zeitpunkt des Tages

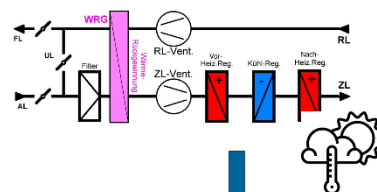
Durch diese Vorgehensweise kann der Feuchtegehalt in den Paneelen simuliert werden. Dadurch können dann iterativ Anpassungen in der Auslegung gemacht werden, sodass für jeden Anwendungsfall eine optimale Betriebsweise erarbeitet werden kann. und auch am wärmsten und feuchtesten Tag im Jahr genug Reserve zum maximalen Feuchtegehalt der Paneele sichergestellt werden kann.

Solche Anpassungen sind in erster Linie die Eingabe von Vorlauf- und Rücklaufstemperatur im Kühlfall und im Regenerationszyklus, aber auch die Dauer, die die Regeneration benötigt.

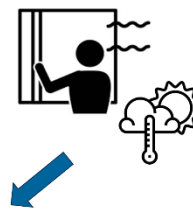
Feuchteintrag durch Personen  
Anwesenheit laut SIA 2024  
Nutzungsprofile



Feuchtedifferenz durch die Lüftungsanlage mit Meteororm Klimadaten RCP 4.5 2040



Feuchtedifferenz durch angenommene Luftwechselraten über Fenster mit Meteororm Klimadaten



Berechnung der aktuellen Taupunkttemperatur im 5-Minuten Takt



Zu- oder abgeführte Feuchtigkeit abhängig von Taupunkttemperatur und Kühlmitteltemperatur



**Durch die Fähigkeit der Paneele Feuchtigkeit aufzunehmen, kann die benötigte Entfeuchtungsleistung der Lüftung reduziert werden. Im Vergleich zu einer Referenzkühldecke kann somit entweder die Zuluftfeuchte erhöht werden oder es kann der Zuluftvolumenstrom reduziert werden. Anschließend wird ausgerechnet, wie viel Energie die gewählte Optimierung in einer Kühlperiode einspart.**

**Berechnen der Energieeinsparung durch Erhöhen der Zuluftfeuchte oder Senken des Volumenstroms**

Die benötigte Entfeuchtungsleistung der Lüftungsanlage wird anhand der maximal anwesenden Personen und deren Aktivitätsgrad berechnet. Für die Obergrenze der Raumlufftfeuchtigkeit wird bei abaton immer die Behaglichkeitsgrenze laut ÖNORM EN 16798 (12 g/kg) verwendet.

Bei der Referenzvariante wird unterschieden:

Falls sich ein Taupunktwärter mit 1 Kelvin Sicherheit bei dieser Raumlufftfeuchtigkeit (12 g/kg) melden würde, wird als Obergrenze jene Luftfeuchtigkeit verwendet, bei der die VL-Temperatur der Referenz noch ohne Probleme betrieben werden kann.

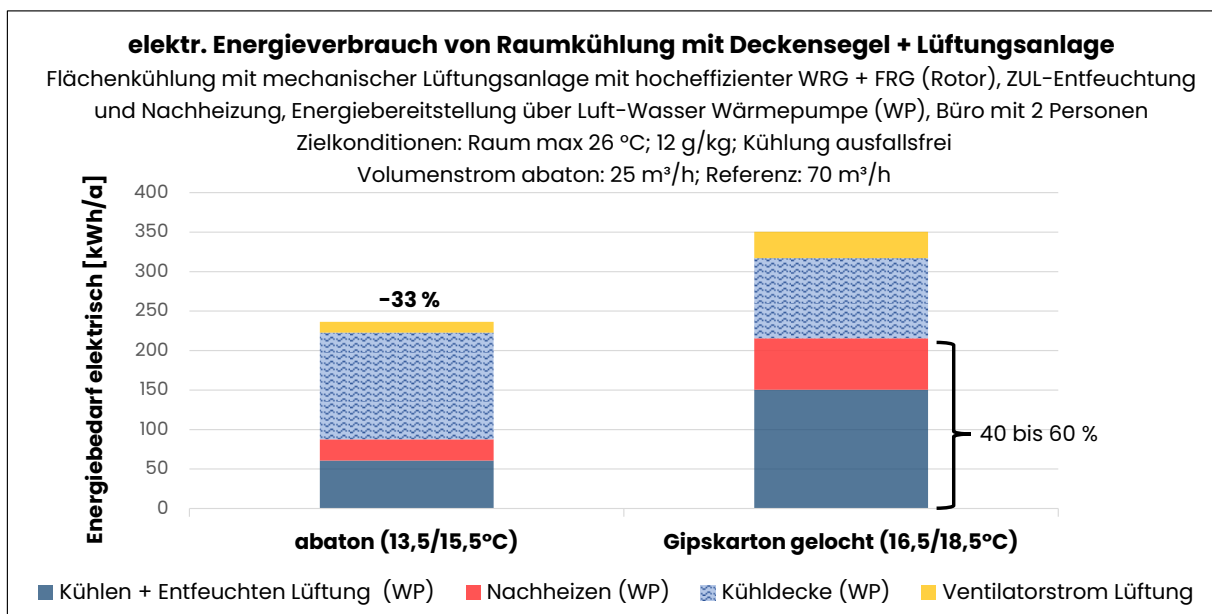
Ansonsten wird ebenfalls die Behaglichkeitsgrenze verwendet.

Als Beispiel: bei einer erforderlichen VL-Temperatur von 16 °C darf die Taupunkttemperatur im Raum nur bis 15 °C steigen, sodass ein Taupunktwärter mit einem Kelvin Sicherheit die Vorlauftemperatur von 16 °C nicht beeinflusst. Die Raumlufftfeuchtigkeit bei einer Taupunkttemperatur von 15 °C liegt bei 10,9 g/kg. Somit wäre dies die maximale Raumlufftfeuchtigkeit. Mit dem abaton System wird immer mit 12 g/kg gerechnet, da auch bei dieser Raumlufftfeuchtigkeit ausfallfrei gekühlt wird.

Die Paneele puffern je nach Kühlmitteltemperatur Feuchtigkeit und geben diese in der Nacht wieder ab. Durch die Senkung der maximalen Feuchtelast muss die Lüftung weniger Entfeuchtungsleistung erbringen. Dadurch, und durch die gegebenenfalls unterschiedliche Maximalraumluftfeuchte, kann im Vergleich zur Referenz, wie bereits im vorhergehenden Kapitel erwähnt, entweder der Volumenstrom gesenkt oder die Zuluftfeuchte erhöht werden.

$$\begin{aligned} \text{Entfeuchtungsleistung} \left[ \frac{\text{g}}{\text{h}} \right] \\ = (\text{max. Raumluftfeuchte} - \text{Zuluftfeuchte}) \left[ \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \right] \cdot \text{Volumenstrom} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \end{aligned}$$

In der nachfolgenden Abbildung sieht man das Ergebnis einer Projektsimulation bei der die Luftmenge in einem 2-Personenbüro rechnerisch von 70 auf 25 m<sup>3</sup>/h reduziert werden konnte. Beide Varianten bieten den selben Komfort. Falls die restliche benötigte Frischluftmenge laut Norm nicht über offenbare Fenster gedeckt werden kann, könnte in diesem Fall mit einer Luftmengenreduktion auf 40 m<sup>3</sup>/h (20 m<sup>3</sup>/(Pers\*h) - Quelllüftung) immer noch 16 % Energie eingespart werden.



**Mithilfe der Feuchtigkeitsbilanz und der dadurch ermittelten Taupunkttemperatur kann berechnet werden, wie oft der Taupunktwärter einer herkömmlichen Kühldecke die Vorlauftemperatur beschränken würde.**

**Kein Taupunktwärter bedeutet ausfallsfreien Betrieb.**

Damit eine herkömmliche Kühldecke nicht ausfällt, muss die Raumluft im Sommer entfeuchtet werden. Bei Projekten bei denen keine Lüftungsanlage vorhanden ist, ist es deswegen schwierig eine herkömmliche Flächenkühlung einzubauen.

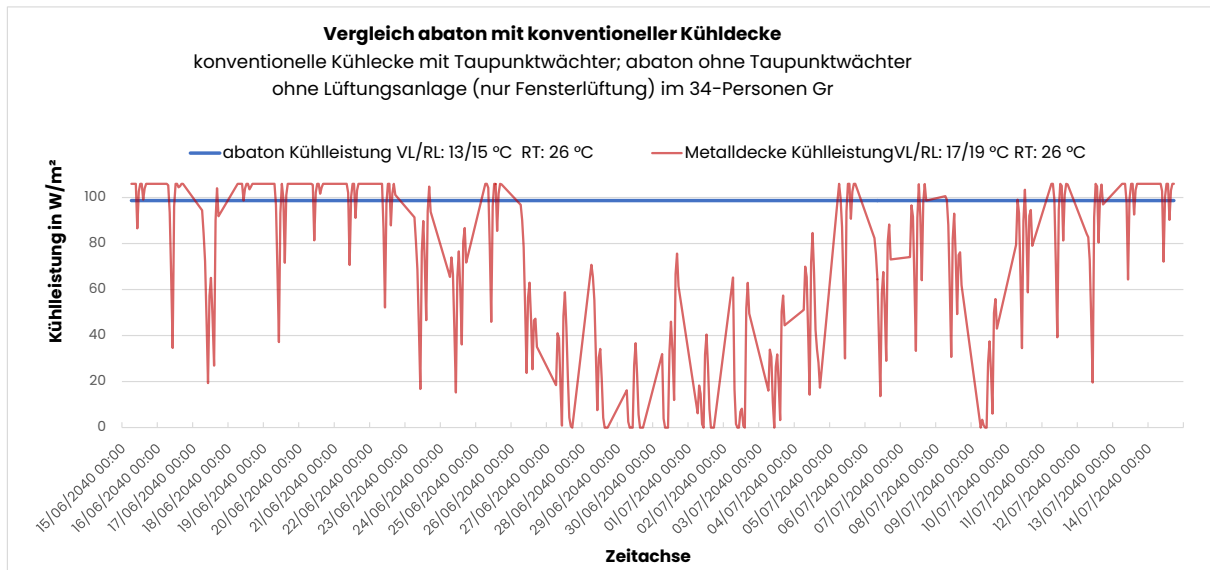
Auch bei Lüftungsanlagen die kein Nachheizregister haben, und somit die Zuluft nicht auf die gewünschte Zuluftfeuchte entfeuchtet werden kann, wird es für herkömmliche Flächenkühlungen mit zukünftigen Klimaszenarien unmöglich ausfallfrei zu kühlen.

Da abaton unter der Taupunkttemperatur kühlen kann, ist es auch in solchen Fällen möglich, ausfallfrei zu kühlen.

Falls die Paneele mit Fensterlüftung laut Simulation doch zu viel Feuchtigkeit aufnehmen würden, kann eine außentaupunktabhängige Regelung vorgesehen werden. Diese beschränkt die Vorlauftemperatur und somit die Kühlleistung nur dann, wenn die Außenluftfeuchte besonders hoch ist. Im direkten Vergleich zu einer herkömmlichen Kühldecke und den selben Randbedingungen kann abaton auch mit dieser Regelung an wesentlich mehr Stunden die erforderliche Kühlleistung erbringen.

Nachfolgend wird die Kühlleistung in einem Großraumbüro von abaton und einer Referenzkühldecke angegeben. Dabei gibt es keine Lüftungsanlage sondern nur Frischluft über die offenbaren Fenster. Während abaton ausfallfrei kühlt, reduziert der Taupunktwärter an 52 % der Betriebsstunden die Leistung der Metallkühldecke unter die Kühlleistung der abaton-Kühldecke.

**Kühlstunden mit reduzierter Leistung durch den nötigen Taupunktwärter einer herkömmlichen Kühldecke**



**Alle Ergebnisse der Simulation werden in übersichtlichen Diagrammen dargestellt, welche den Vergleich zwischen den ausgewählten Varianten zeigen. Diese Diagramme werden dann entweder in einem Bericht oder in einer Präsentation der Kundin oder dem Kunde zur Verfügung gestellt.**

**Auswertung der Ergebnisse anhand anschaulicher Diagramme**

Mithilfe dieser Simulation können Diagramme wie die Energieeinsparung und die Ausfallssicherheit (wie oben abgebildet) zur Verfügung gestellt werden. Diese Diagramme, wichtige Werte und zusätzliche Erklärungen werden anschließend zusammengefasst und dem Kunden präsentiert und/oder übermittelt.

Somit können die Vorteile von abaton visuell dargestellt und verständlich kommuniziert werden.