Aufbau und Bedienung des EVIA-Tools „Luftvolumenströme durch In- und Exfiltration an Gebäuden“

Grundlagen

Die Basis für das Tool bildet ein physikalisches Berechnungsmodell, welches in der EN 16798-7 (früher EN 15242) mit dem Titel „Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden – Teil 7: Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäude einschließlich Infiltration“ beschrieben wird.

Die Berechnung der Gebäudedurchströmung im stationären Fall wird mit den vom Nutzer festgelegten konstanten Randbedingungen durchgeführt:

- Wind (Windrichtung und -geschwindigkeit, Hindernisse~~n~~ und Gebäudeform)
- Temperatur (innen und außen, Berücksichtigung vertikaler Strömungswiderstände)
- Raumlufttechnische Anlagen (Zu- und Abluftvolumenströme, Druckverlustkennlinien)
- Gebäude (Dichtheit der Gebäudehülle als n_{50}-Wert, Verteilung der Leckagen, Festlegung der Strömungswiderstände (Türen, Spalten, Fugen, Fenster, Außenluftdurchlässe))

Mit dem Tool werden letztendlich für einen vorgegebenen stationären Fall die Luftvolumenströme für alle Verbindungen nach außen (z.B. Fensterfugen oder Außenluftdurchlässe und zwischen den Räumen (z.B. Türfugen) unter Berücksichtigung des Winddrucks, des thermischen Auftriebs und ggf. vorhandener RLT-Anlagen berechnet.

Änderungen in Version 1.1:

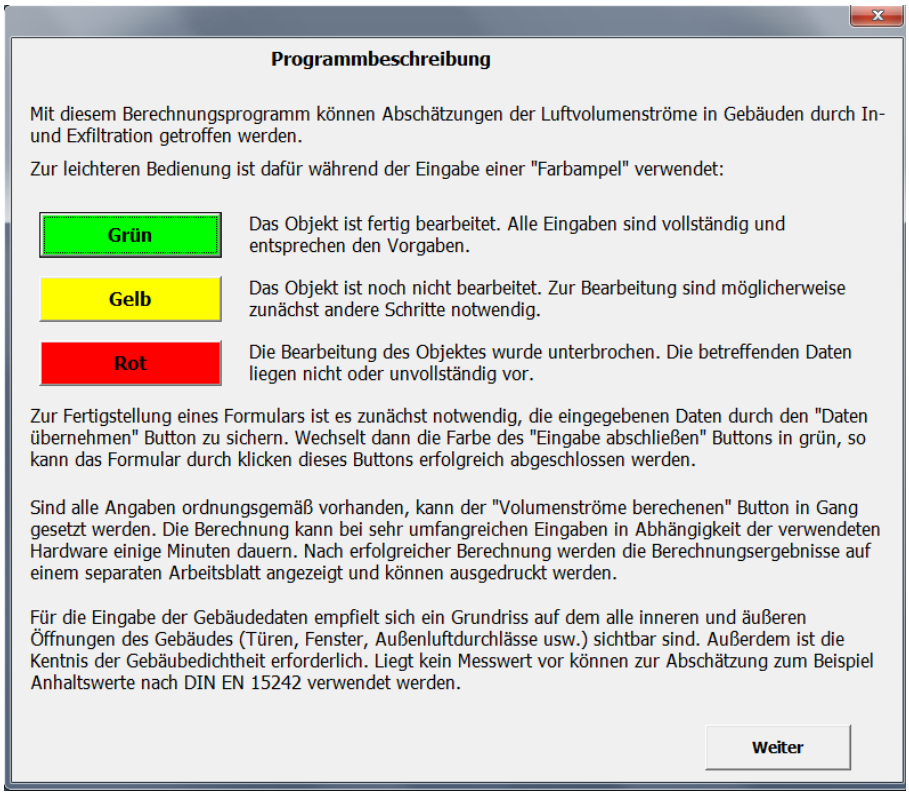
- Erweiterung der Cp-Werte für Gebäude mit einem Seitenverhältnis von 1:1 oder 2:1
- Betrachtung von Haupt- und Nebenwindrichtungen
- Automatische Optimierung der Rechengenauigkeit

Änderungen in Version 1.2:

- Integration von Gerätekennlinien für zentrale und dezentrale Lüftungsgeräte
- Betrachtung von Einzelraumlüftungsgeräten mit und ohne Wärmespeicher

Schritt 1: Start des Tools

Zum Starten des Berechnungstools muss im Tabellenblatt „Eingabe“ der Button „Eingabe starten“ aktiviert werden. Es erscheint das in Abbildung 1 gezeigte Fenster, indem das Programm in kurzer Form beschrieben wird. Mit der Betätigung des Buttons „Weiter“ gelangt man zum nächsten Schritt.



Programmbeschreibung

Mit diesem Berechnungsprogramm können Abschätzungen der Luftvolumenströme in Gebäuden durch In- und Exfiltration getroffen werden.

Zur leichteren Bedienung ist dafür während der Eingabe einer "Farbampel" verwendet:

Grün	Das Objekt ist fertig bearbeitet. Alle Eingaben sind vollständig und entsprechen den Vorgaben.
Gelb	Das Objekt ist noch nicht bearbeitet. Zur Bearbeitung sind möglicherweise zunächst andere Schritte notwendig.
Rot	Die Bearbeitung des Objektes wurde unterbrochen. Die betreffenden Daten liegen nicht oder unvollständig vor.

Zur Fertigstellung eines Formulars ist es zunächst notwendig, die eingegebenen Daten durch den "Daten übernehmen" Button zu sichern. Wechselt dann die Farbe des "Eingabe abschließen" Buttons in grün, so kann das Formular durch klicken dieses Buttons erfolgreich abgeschlossen werden.

Sind alle Angaben ordnungsgemäß vorhanden, kann der "Volumenströme berechenen" Button in Gang gesetzt werden. Die Berechnung kann bei sehr umfangreichen Eingaben in Abhängigkeit der verwendeten Hardware einige Minuten dauern. Nach erfolgreicher Berechnung werden die Berechnungsergebnisse auf einem separaten Arbeitsblatt angezeigt und können ausgedruckt werden.

Für die Eingabe der Gebäudedaten empfielt sich ein Grundriss auf dem alle inneren und äußeren Öffnungen des Gebäudes (Türen, Fenster, Außenluftdurchlässe usw.) sichtbar sind. Außerdem ist die Kentnis der Gebäubedichtheit erforderlich. Liegt kein Messwert vor können zur Abschätzung zum Beispiel Anhaltswerte nach DIN EN 15242 verwendet werden.

Weiter

Abbildung 1: Infofenster – Programmbeschreibung

Schritt 2: Allgemeine Projekt- und Objektdaten

In der Eingabemaske „Übersicht“ werden unter der Rubrik Projektangaben dem Nutzer Eingabefelder zum Planer, Datum und Bemerkungen zur Verfügung gestellt. Unter der Rubrik Objektdetails sind folgende Eingabefelder aufgeführt:

- Bezeichnung
- Straße
- Postleitzahl
- Ort
- Land.

Nach Wählen der geltenden Berechnungseinheit: m³/h, m³/s oder l/s werden die weiteren Eingabefelder frei gegeben, siehe Abbildung 2.

Abbildung 2: Eingabemaske "Übersicht" mit Freigabe der nächsten Eingabemasken

Schritt 3: Allgemeine Angaben zum Gebäude

Die Eingabemaske „Allgemeine Angaben zum Gebäude“ (Abbildung 3) teilt sich in drei Unteraspekte:

- Allgemeine Gebäudedaten
- Angaben zur betrachteten Wohnung
- Raumlufttechnische Anlagen

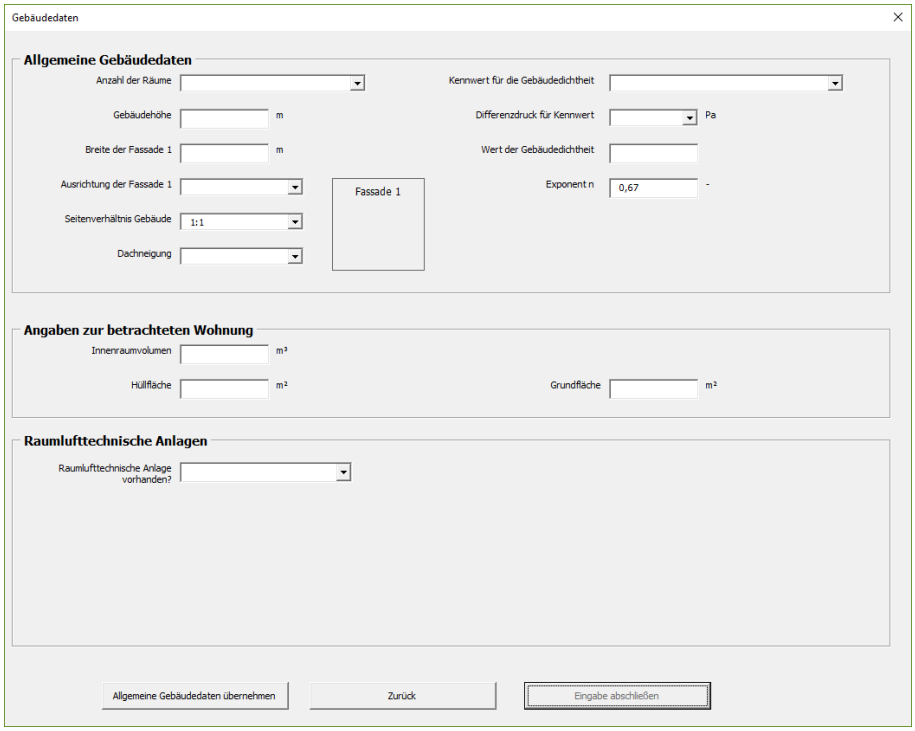


Abbildung 3: Eingabemaske "Allgemeine Angaben zum Gebäude"

Schritt 3.1: Allgemeine Gebäudedaten

In „Allgemeine Gebäudedaten“ werden folgende Angaben abgefragt:

- Anzahl der Räume (bis zu 20 Räume mögliche)
- Gebäudehöhe in m
- Breite der Fassade 1 in m
- Ausrichtung der Fassade 1
- Seitenverhältnis des Gebäudes
- Dachneigung in °
- Kennwerte für die Gebäudedichtheit
- Differenzdruck für Kennwert in Pa
- Wert der Gebäudedichtheit in $m^3/(h \cdot m^2)$
- Exponent n (eingetragener Standardwert von 0,67)

Schritt 3.2: Angaben zur betrachteten Wohnung

Im Aspekt „Angaben zur betrachteten Wohnung“ wird das für die Berechnung benötigte Eingabefeld je nach Auswahl des Kennwertes für die Gebäudedichtheit gelb hinterlegt. Die drei möglichen Eingabefelder sind:

- Innenraumvolumen in m^3 (bei n (bezogen auf das beheizte Nettovolumen))
- Hüllfläche in m^2 (bei q (bezogen auf die Gebäudehüllfläche))
- Grundfläche in m^2 (bei w (bezogen auf die Nettogrundfläche))

Schritt 3.3: Raumlufttechnische Anlagen

Angaben zur Lüftungsanlage werden im Aspekt „Raumlufttechnische Anlagen“ je nach Auswahl abgefragt:

- Vorhandensein einer raumlufttechnischen Anlage
- Anordnung des Systems (zentrales Gerät (feste Volumenströme), zentrales Gerät (mit Gerätekennlinie), raumweise Geräte)
- System (Zuluftsystem, Abluftsystem, Zu-/Abluftsystem)
- Zulufttemperatur (direkte Eingabe, Zulufttemperatur = Außenlufttemperatur oder Temperaturänderungsgrad)

Bei zentralem Gerät mit Gerätekennlinie und raumweisen Geräten werden zusätzliche Angaben zur Gerätekennlinie abgefragt. Die Angabe der Gerätekennlinie für raumweise Geräte erfolgt allerdings auf Raumebene.
Neben freien Eingaben kann auch aus hinterlegten Beispielkennlinien gewählt werden. Für die freien Eingaben sind mindestens drei Wertepaare (Volumenstrom mit dazugehöriger Gesamtdruckdifferenz) einzugeben (minimaler Volumenstrom, Nennvolumenstrom und maximaler Volumenstrom).

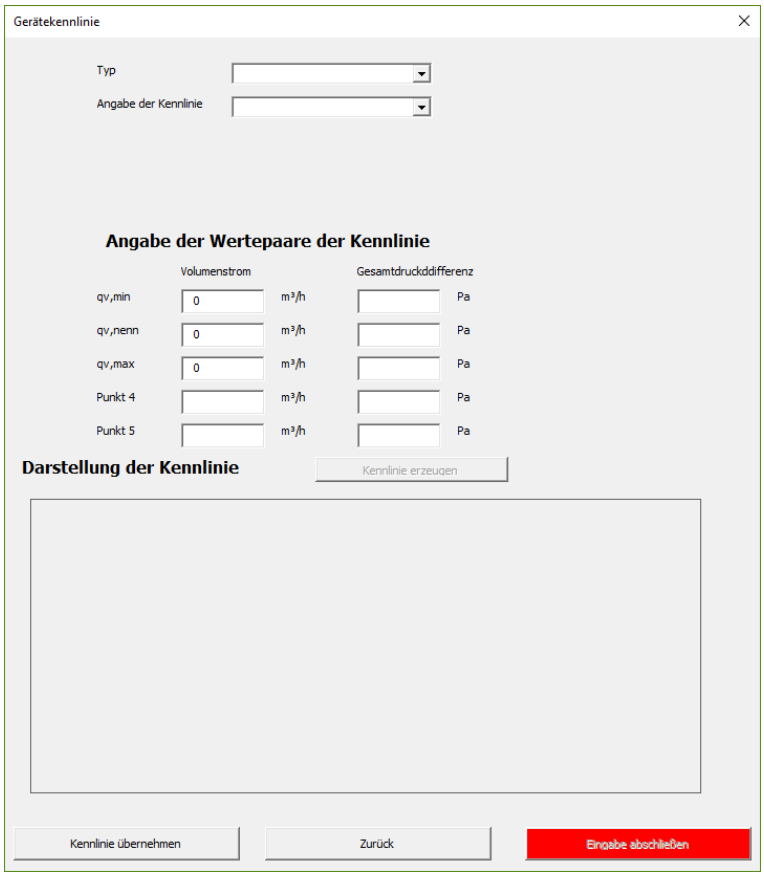


Abbildung 4: Eingabemaske „Gerätekennlinie“

Schritt 4: Klimadaten

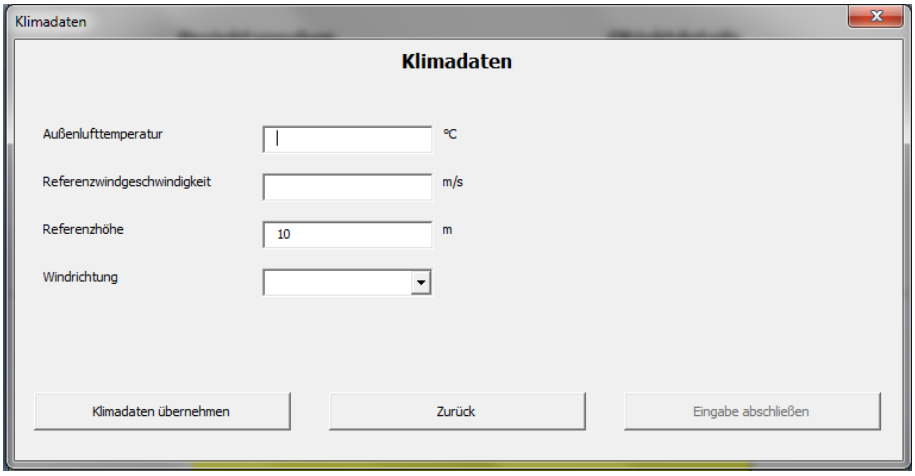


Abbildung 5: Eingabemaske "Klimadaten"

In der Eingabemaske „Klimadaten“ (Abbildung 5) werden Angaben zu folgenden Größen benötigt:

- Außenlufttemperatur in °C
- Referenzwindgeschwindigkeit in m/s
- Referenzhöhe in m (eingetragener Standardwert von 10 m)
- Windrichtung

Schritt 5: Angaben zur Gebäudeumgebung

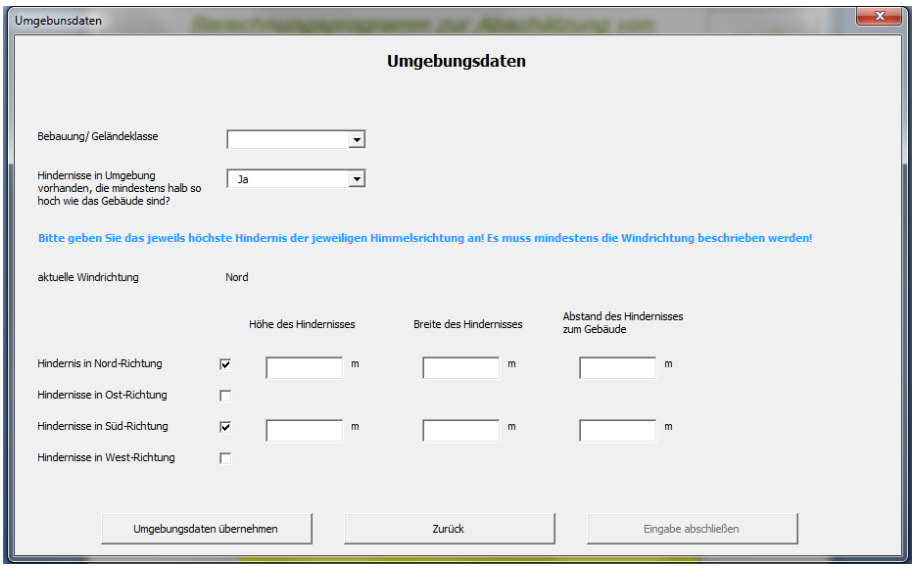


Abbildung 6: Eingabemaske "Angaben zur Gebäudeumgebung" bzw. "Umgebungsdaten"

In der Eingabemaske „Angaben zur Gebäudeumgebung“ bzw. „Umgebungsdaten“ (Abbildung 6) erfolgt je nach Auswahl die Eingabeaufforderung für:

- Bebauung/Geländeklasse
- Hindernisse in Umgebung vorhanden, die mindestens halb so hoch wie das Gebäude sind?
- Höhe des Hindernisses in m
- Breite des Hindernisses in m
- Abstand des Hindernisses zum Gebäude in m

Schritt 6: Angaben zur Gebäudestruktur

Bevor die Räume konfiguriert werden können (Abbildung 7), besteht die Möglichkeit die Räume zu benennen, um die Eingabe zu erleichtern. Wird diese Möglichkeit nicht genutzt, dann behalten die Räume die Bezeichnung „Raum 1“, „Raum 2“ usw. und die Konfigurierung der einzelnen Räume kann vorgenommen werden.

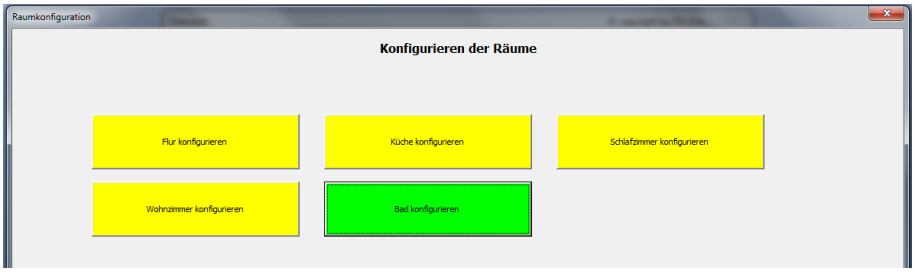


Abbildung 7: Eingabemaske "Konfigurieren der Räume"

Nach Auswahl des Raumes und der Betätigung des Buttons bspw. „Raum 5 konfigurieren“ bzw. „Bad konfigurieren“, erscheint die Eingabemaske „Raumdaten eingeben“.

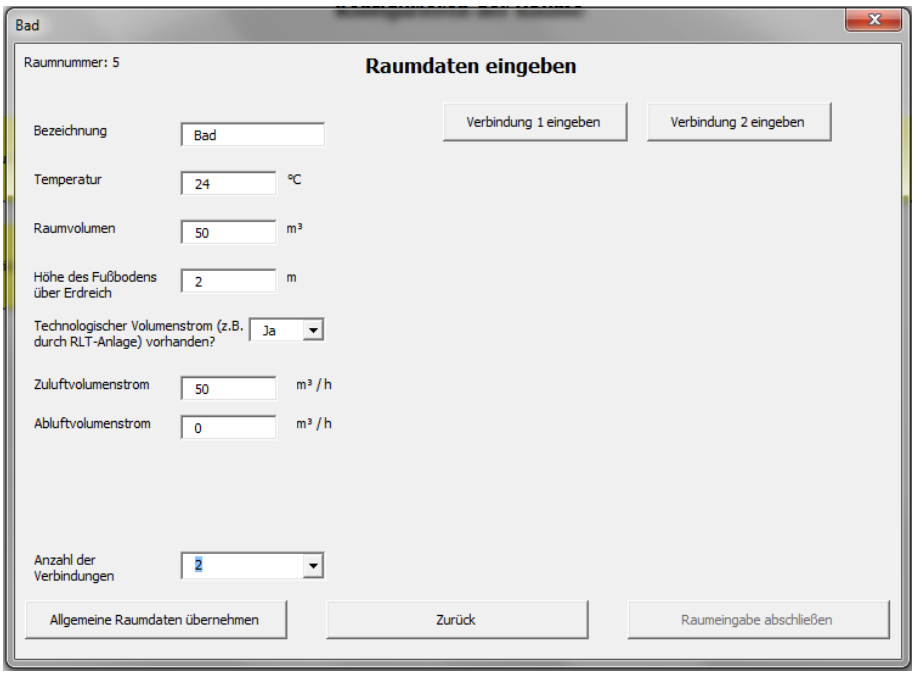


Abbildung 8: Eingabemaske "Raumdaten eingeben"

Die in dieser Eingabemaske (Abbildung 8) vorgenommenen Angaben beziehen sich jeweils auf den ausgewählten Raum und folgende Größen (je nach Auswahl):

- Temperatur in °C
- Raumvolumen in m³
- Höhe des Fußbodens über Erdreich in m
- Technologischer Volumenstrom (z.B. durch RLT-Anlage) vorhanden?
- Zuluft-/Abluftvolumenstrom in m³/h
- Anzahl der Verbindungen (bis zu 20 Verbindungen pro Raum möglich)

Mit dem Aktivieren des Buttons z.B. „Verbindung 1 eingeben“ öffnet sich die Eingabemaske „Eingeben der Verbindungen“, siehe Abbildung 9.

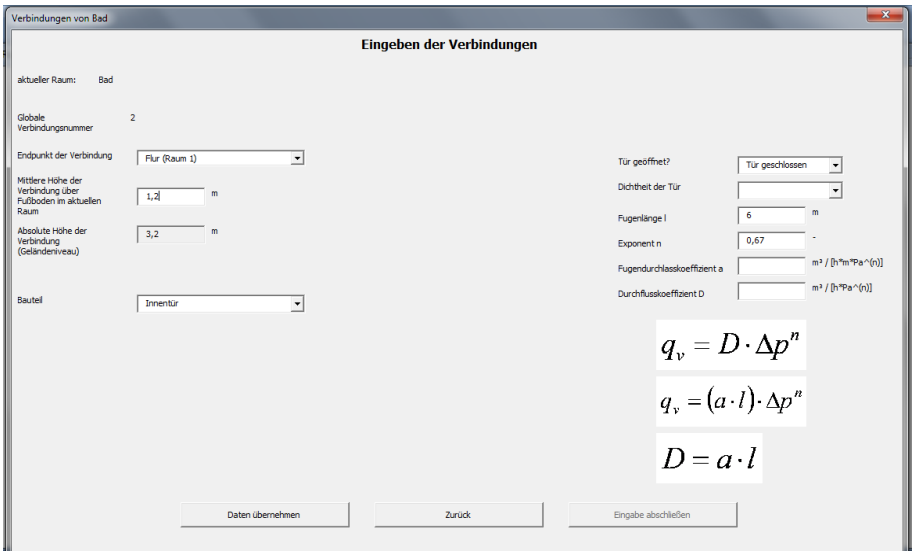


Abbildung 9: Eingabemaske "Eingeben der Verbindungen"

Neben den Informationen zum aktuellen Raum und der globalen Verbindungsnummer sind weitere Angaben je nach Auswahl in der Eingabemaske zu vervollständigen:

- Endpunkt der Verbindung
- Mittlere Höhe der Verbindung über Fußboden im aktuellen Raum in m
- Angaben zum Bauteil
- Tür geöffnet?
- Dichtheit der Tür
- Ausrichtung der Verbindung
- Verwendung C_P-Wert
- C_p-Wert der Verbindung
- Außenwandfläche in m²
- Anteil von Dichtheitskennwert
- Fester Anteil in %
- Eingabe der ALD-Kennwerte
- Differenzdruck in Pa
- Volumenstrom q_v in m³/h
- Exponent n
- Durchflusskoeffizient D in $\frac{m^3}{h \cdot Pa^n}$
- Soll-Luftvolumenstrom
- Ventilautorität
- Eingabe der Gerätekennlinie (bei Auswahl raumweise Geräte)

Sind die Dichtheitskennwerte aller Verbindungen nach Anteil der Außenwandfläche ermittelt worden, kann durch erneutes Aufrufen der Eingabemasken „Eingeben der Verbindungen“ hier der Anteil manuell bspw. verkleinert werden (Anteil der Undichtheit der Dachfläche steigt).

Sind alle Angaben zu den Verbindungen eines jeden Raumes vollständig und alle Räume konfiguriert, gelangt man wieder zur Eingabemaske „Übersicht“, siehe Abbildung 10.

Abbildung 10: Eingabemaske "Übersicht" nach Eingabe aller benötigten Angaben für die Berechnung der Volumenströme

Wird der Button „Berechnen der Volumenströme“ aktiviert, wird die Berechnung gestartet.

Es erscheint ein Hinweisfeld (siehe Abbildung 11) mit der Information, dass die automatische Optimierung der Rechengenauigkeit aktiviert ist und dies zu einer erhöhten Rechenzeit führen kann. Der Fortschritt der Berechnung kann diskontinuierlich in der Statuszeile von Excel verfolgt werden. Wird eine Berechnungszeit von 15 Minuten überschritten, dann stoppt der Algorithmus und der Nutzer erhält ebenfalls ein Hinweisfeld, siehe Abbildung 12.

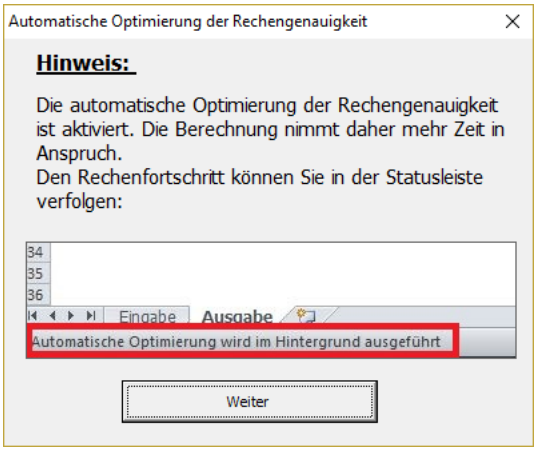


Abbildung 11: Hinweisfeld zur automatischen Optimierung der Rechengenauigkeit

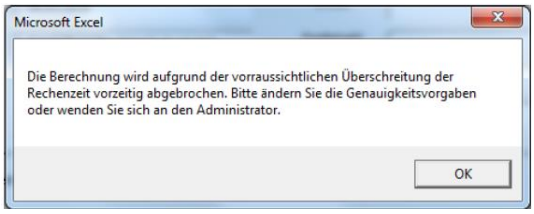


Abbildung 12: Hinweisfeld zum Abbruch des Algorithmus durch Zeitüberschreitung

Die Ergebnisse werden im Anschluss im Tabellenblatt „Ausgabe“ tabellarisch angezeigt, siehe Abbildung 13.

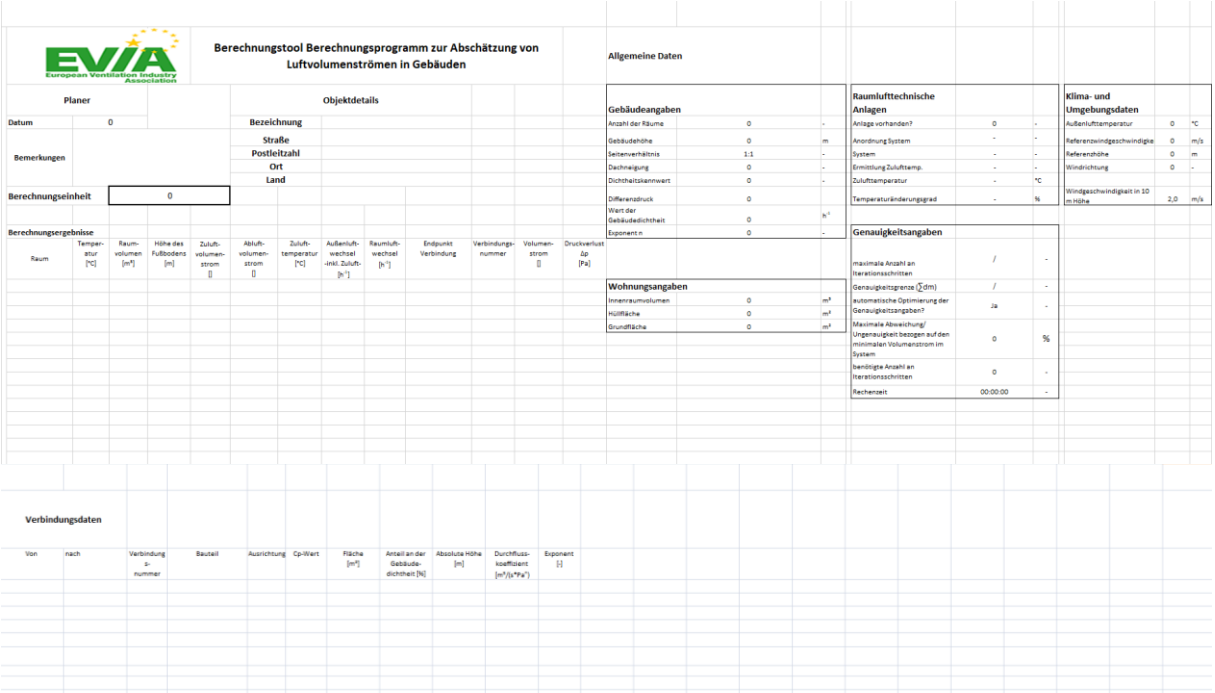


Abbildung 13: Ausgabe der Ergebnisse in Tabellenform

Änderungen der Eingaben/Variantenrechnungen

Das Tool ermöglicht dem Nutzer Variantenrechnungen einfach durchzuführen, indem die Randbedingungen (wie Windrichtung, Dichtheit der Gebäudehülle, Lüftungssysteme, usw.) in den entsprechenden Eingabemasken geändert werden, übernommen und die Eingabe abgeschlossen wird.

Sollen Eingaben verworfen oder Eingaben einer vorherigen Ebene geändert werden, kann dies über den Button „Zurück“ erfolgen, siehe Abbildung 14.

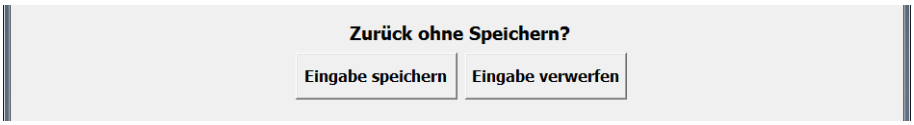


Abbildung 14: Abfrage-Fenster "Zurück ohne Speichern?"

Das Ändern der Raumanzahl (Einfügen zusätzlicher Räume oder Reduzierung der Räume), kann in der Eingabemaske „ Allgemeine Angaben zum Gebäude“ nur durchgeführt werden,

solange noch keine Eingabe der ersten Verbindung erfolgt ist. Nach Eingabe der ersten Verbindung ist die Änderung der Raumanzahl nicht mehr möglich und ein neues Projekt muss angelegt werden, Abbildung 15.

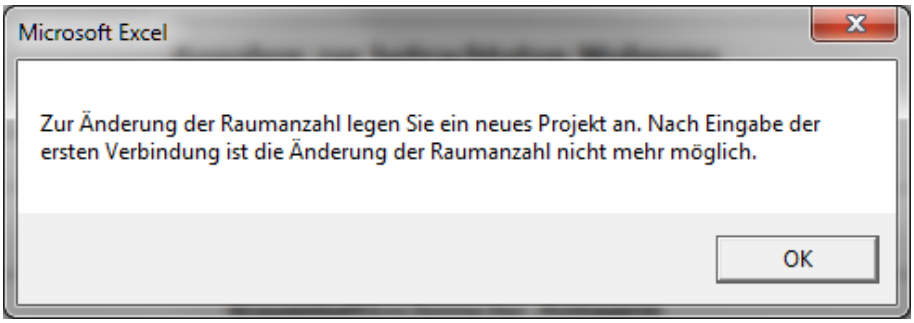


Abbildung 15: Hinweis-Fenster zum nachträglichen Ändern der Raumanzahl

Ist die Wahl zur Anordnung der Lüftungssystems (zentrales Gerät (feste Volumenströme), zentrales Gerät (mit Gerätekennlinien), raumweise Geräte) getroffen, kann diese nicht wieder innerhalb des Projektes geändert werden. Soll die Wahl der Anordnung des Lüftungssystems geändert werden, muss ein neues Projekt angelegt werden.

Änderungen der Verbindungen einzelner Räume wie Orientierung, Bauteiltyp oder Erhöhung der Anzahl können problemlos in den entsprechenden Fenstern „Raumdaten eingeben“ erfolgen, siehe Abbildung 16. Um die Anzahl der Verbindungen allerdings wieder zu reduzieren, muss ein neues Projekt angelegt werden oder auf eine entsprechend gespeicherte Version zurück gegriffen werden.

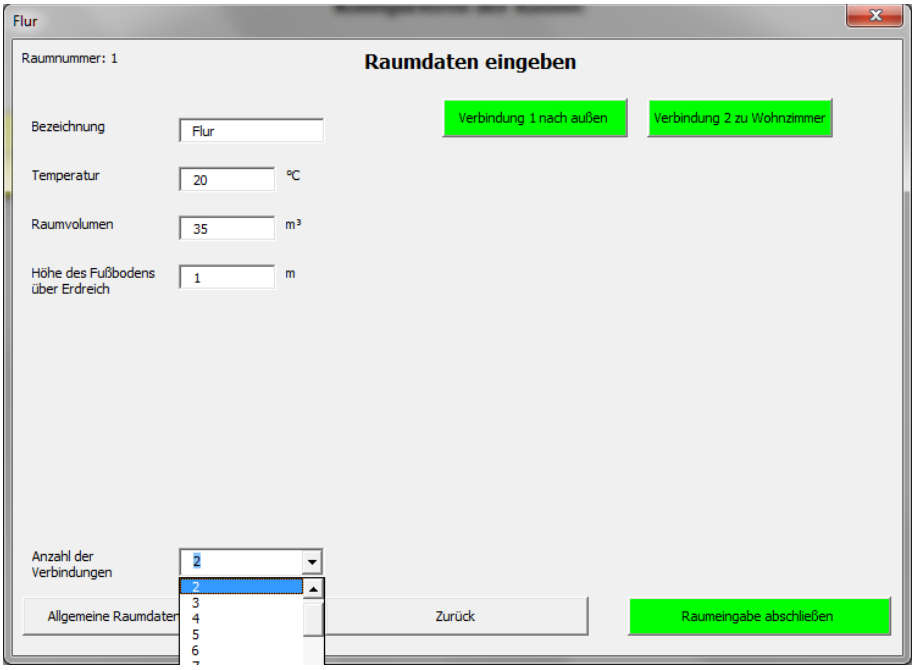


Abbildung 16: Eingabemaske "Raumdaten eingeben" zum Ändern der Anzahl der Verbindungen