

Feuchtequelle Leckagen nach WTA 6.2 mit DELPHIN 6.1.3

Heiko Fechner

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht	1
2. Einsatz einer Quelle in DELPHIN	2
2.1. Erzeugen der Quelle	3
2.2. Zuordnung der Quelle	7
2.3. Ausgaben zur Quelle	9

1. Übersicht

Durch Luftkonvektion kann mehr Feuchtigkeit in Bauteilen transportiert werden als durch Dampfdiffusion. Normalerweise gibt es in allen Bauteilen Leckagen die zu einer Luftdurchströmung führen können. Besondere Berücksichtigung findet dieser Effekt bei Leichtbaukonstruktionen. Aus diesem Grund wird z.B. in der DIN 68800-2 für Holzkonstruktionen eine Trocknungsreserve gefordert, welche in der Lage sein soll, diese konvektiv eingetragenen Feuchtemengen wieder auszutrocknen. Hier bezieht man sich allerdings auf das vereinfachte Diffusionsschema (Glaser-Verfahren). Um diesen Effekt auch bei hygrothermischen Simulationen abbilden zu können, gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

- Einbeziehung der Luftströmung durch die Konstruktion
- Einsatz eines vereinfachten Quellmodelles

Die aktuellen Standards favorisieren hierbei das Quellmodell. Die physikalischen Grundlagen dazu kann man z.B. im WTA Merkblatt 6.2 Kap. 5.2 nachlesen. Das Modell hat folgende Eigenschaften:

- es wird ein Kondensationsbereich in der Konstruktion festgelegt in dem Feuchtigkeit infolge Luftdurchströmung wahrscheinlich kondensieren würde
- die Menge der Kondensation ergibt sich aus:
 - Dichtheit der Konstruktion
 - Druckdifferenz zwischen Innen und Außen
 - Dampfgehalt der Innenluft
 - Temperatur im Kondensationsbereich
- die Strömungsrichtung ist immer von Innen nach Außen
- eine evtl. Trocknung durch diese Luftströmung wird nicht berücksichtigt

Der Kondensationsbereich muss vom Nutzer selbst festgelegt werden. Dieser befindet sich meist auf der kalten Seite der verwendeten Dämmstoffe. Z.B. kann man bei einem unbelüfteten Flachdach einen 1cm hohen Bereich an die Oberseite der Dämmschicht direkt unter der Abdeckplatte wählen.

Die Dichtheit der Konstruktion wird in der DIN 4108-3 wie folgt definiert:

- ohne Luftdichtheitsprüfung: $0,007 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ hPa})$
- mit Luftdichtheitsprüfung und $q_{50} \leq 3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$: $0,004 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ hPa})$

Eine Druckdifferenz zwischen Innen und Außen kann durch zwei Effekte erzeugt werden:

1. Auftrieb berechnet aus Innen- und Außenlufttemperatur
2. aufgeprägt mittels mechanischer Lüftungsanlage

Der Dampfgehalt der Innenluft ergibt sich aus den Innenklimabedingungen. Die Temperatur im Berechnungsgebiet wird vom Simulationsprogramm berechnet. DELPHIN verwendet hier das Minimum der Temperatur im Kondensationsbereich.

2. Einsatz einer Quelle in DELPHIN

Im Folgenden wird die Erzeugung und der Einsatz einer solchen Feuchtequelle am Beispiel eines unbelüfteten Flachdaches gezeigt. Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau und die Maße.

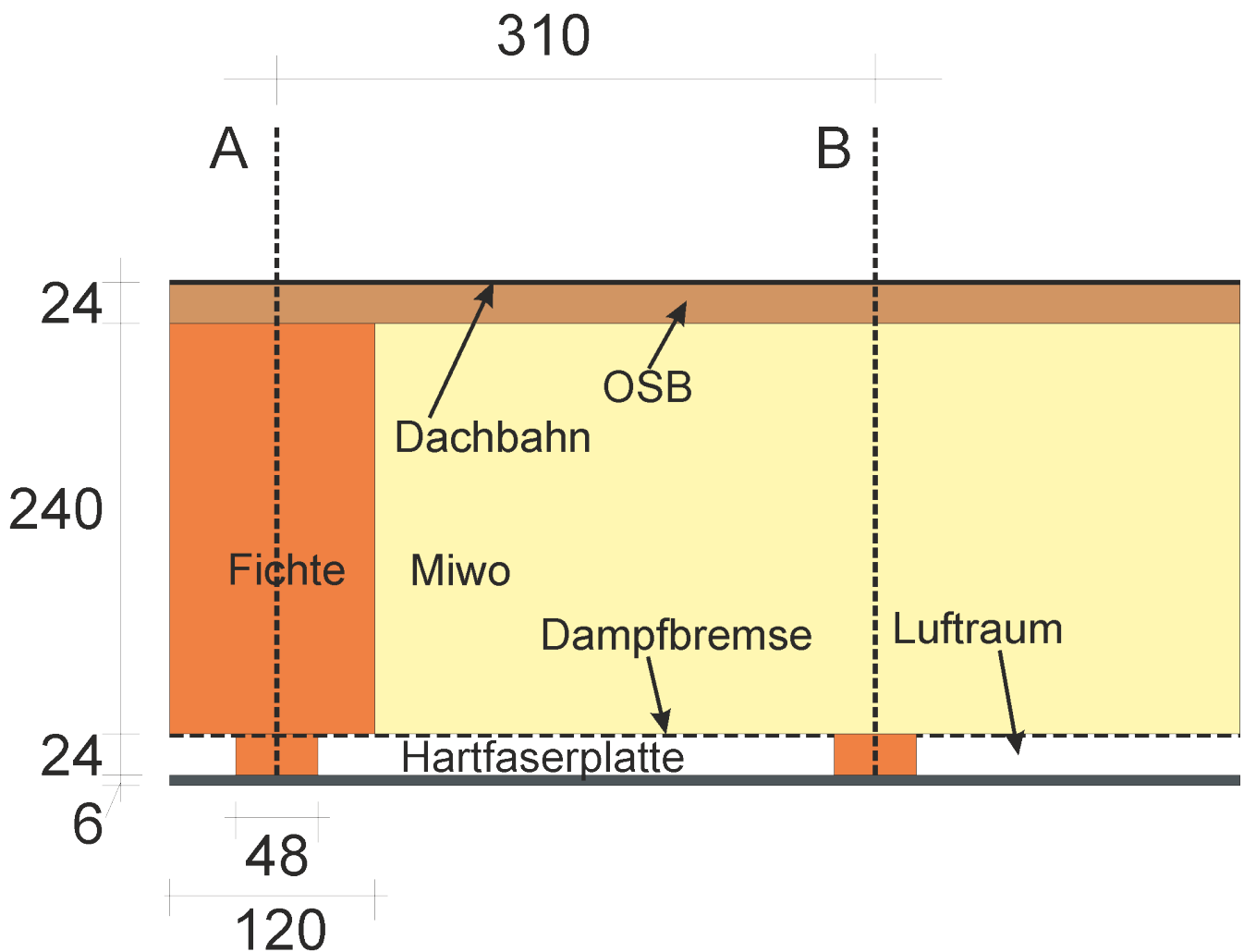


Abbildung 1. Flachdach Aufbau

Für die Berechnung wird nur der Bereich zwischen den Schnittebenen A und B verwendet. Als möglicher Kondensationsbereich wird die obere Seite der Mineralwollendämmung direkt unter der OSB-Platte betrachtet.

2.1. Erzeugen der Quelle

Zuerst muss die Quelle in DELPHIN definiert werden. Hierbei ist es erforderlich, dass das Innen- und Außenklima (Oberflächen) bereits festgelegt sind. Dann erzeugt man eine Quelle durch Klick auf die grüne Plus-Schaltfläche im Quellen/Senken-Bereich.

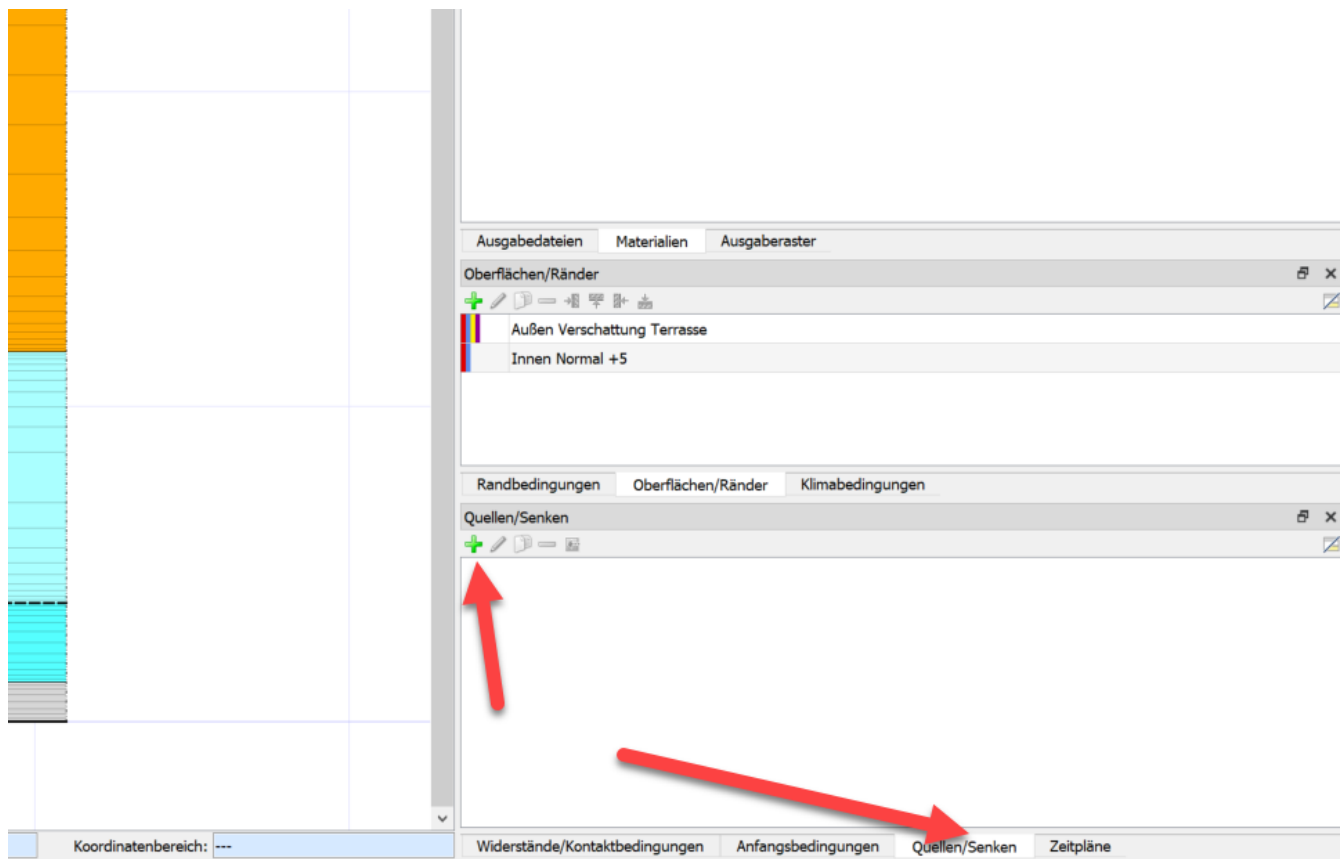


Abbildung 2. Neue Quelle hinzufügen

Dann erscheint ein Dialog zur Definition der Eigenschaften. Als Typ wählt man '*Feuchtequelle durch Luftströmung infolge Luftundichtigkeit nach WTA 6.2*'. Den Namen kann man beliebig wählen. Dann müssen noch die Klimadaten (grüner Rahmen) und die Parameter (roter Rahmen) festgelegt werden.

Quelle/Senke (Feldbedingung)

Definition

Name:

Typ: →

Zeitplan: Neu erstellen...

Klimadaten

Lufttemperatur innen Neu erstellen...

Relative Luftfeuchtigkeit innen Neu erstellen...

Lufttemperatur außen Neu erstellen...

Parameter

Luftpermeabilität der betrachteten Komponente [m3/m2hPa]:

Höhe des zusammenhängenden Luftraums [m]:

Druckdifferenz aufgrund von mechanischen Lüftungsanlagen [Pa]:

Luftströmungsrichtung ☒ X-Richtung ☐ Y-Richtung ☐ Z-Richtung

OK Abbrechen

Abbildung 3. Einstelldialog für die Quelle

Bei den Klimadaten müssen Temperatur und Luftfeuchte für Innen und die Außenlufttemperatur gewählt werden. Was hier ausgewählt werden kann hängt von den verwendeten Klimadaten ab. Als Beispiel wird hier der einfache Fall von je einer Oberfläche für Außen und Innen mit dem einfachen Modell gewählt (siehe folgende Abbildungen).

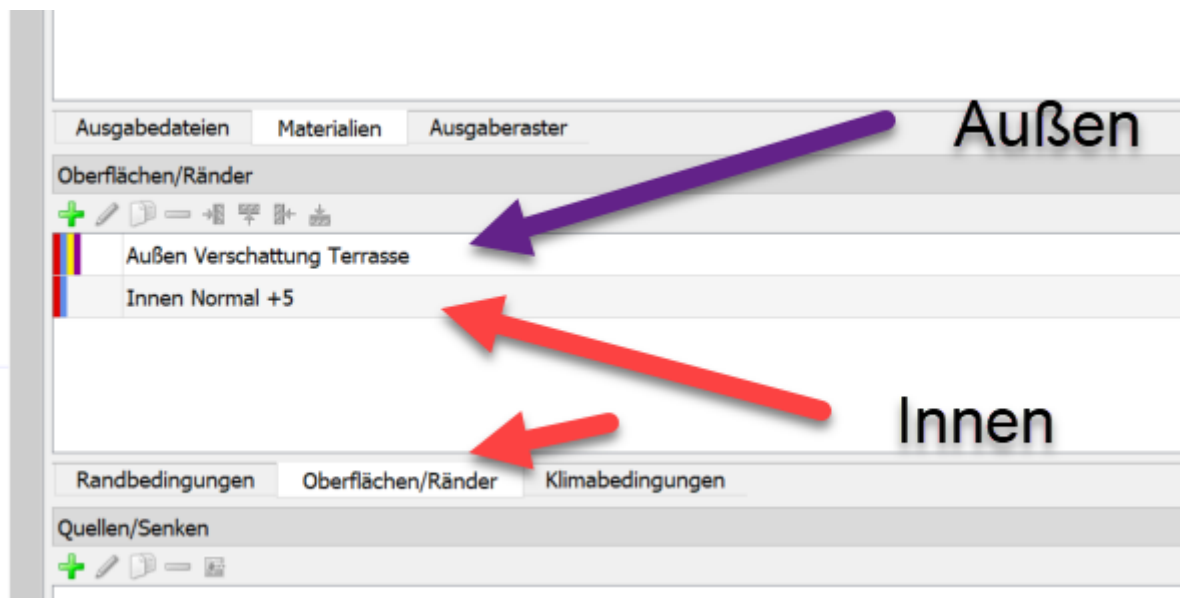


Abbildung 4. Liste der definierten Oberflächen für Innen und Außen

Die Abbildung oben zeigt die Oberflächenliste mit den aktuell definierten Oberflächen. Die

nächste Abbildung zeigt den Dialog mit den Einstellungen für die Oberfläche Außen. Es ist das einfache Modell gewählt. Die Klimadaten werden vom eingestellten Klimastandort bezogen.

Abbildung 5. Oberfläche für Außenrandbedingung

Die nächste Abbildung zeigt das Innenklima.

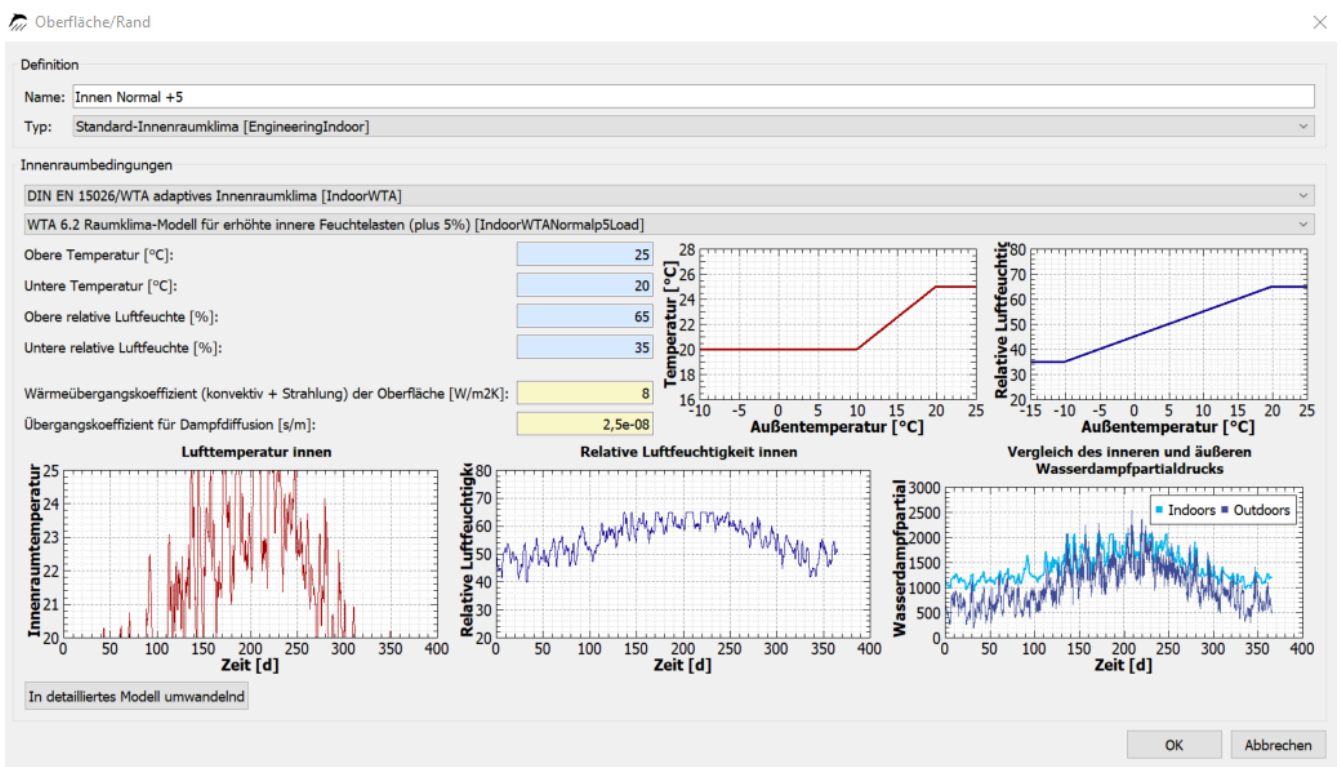


Abbildung 6. Oberfläche für die Innenrandbedingung

Beim Innenklima wurde das adaptive Klima nach WTA 6.2 gewählt. Das bedeutet, dass Temperatur und Luftfeuchte mittels des gewählten Modells aus der Außenlufttemperatur

berechnet werden. Das bedeutet auch, dass diese Daten nicht als externe Datei oder Klimabedingung zur Verfügung stehen. Seit DELPHIN Version 6.1.3 besteht aber die Möglichkeit die Klimadaten über den Namen der verwendenden Oberfläche zu verwenden. Die aktuell gewählte Oberfläche für Innen heißt '*InnenNormal +5*'.

Quelle/Senke (Feldbedingung)

Definition

Name: WTA Quelle 1

Typ: Feuchtequelle durch Luftströmung infolge Luftundichtigkeit nach WTA 6.2 [ConvectiveSource]

Zeitplan: <kein Zeitplan/immer aktiviert> Neu erstellen...

Klimadaten

Lufttemperatur innen Innen Normal +5:IndoorTemperatureWTA Neu erstellen...

Relative Luftfeuchtigkeit innen Innen Normal +5:IndoorRelativeHumidityWTA Neu erstellen...

Lufttemperatur außen [Aktueller Standort]::Temperatur Neu erstellen...

Parameter

Luftpermeabilität der betrachteten Komponente [m3/m2hPa]: 0,007

Höhe des zusammenhängenden Luftraums [m]: 3

Druckdifferenz aufgrund von mechanischen Lüftungsanlagen [Pa]: 0

Luftströmungsrichtung ☒ X-Richtung ☐ Y-Richtung ☐ Z-Richtung

OK Abbrechen

Abbildung 7. Quelldialog mit Klimadaten

In der Abbildung oben sind alle Klimadaten gewählt. Beim Innenklima setzt sich der Name aus dem Namen der erzeugenden Oberfläche und einem intern gewählten Bezeichner zusammen, welcher die Art der Klimakomponente und der Oberfläche wiedergibt. Bei der Temperatur heißt das Klima also: '*Innen Normal +5:IndoorTemperatureWTA*'. Für die Außenlufttemperatur können wir direkt die Daten vom Klimastandort wählen. Diese sind an der vorangestellten Bezeichnung '*[Aktueller Standort]*' zu erkennen.

Weiterhin sind noch die Parameter für die Luftdichtigkeit der Konstruktion, der Höhe des Luftraumes, evtl. einer zusätzlichen Luftdruckdifferenz und der Strömungsrichtung zu wählen. In diesem Fall beträgt die Luftpermeabilität $0,007 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{hPa})$ was einer Konstruktion ohne Dichtheitsprüfung entspricht. Die Höhe des größten zusammenhängendem Luftraumes im Gebäude wird für die Auftriebsberechnung benötigt. Hier ist meist die Gebäudehöhe zu wählen, weil sich über die Treppenhäuser eine Luftsäule dieser Höhe bilden kann. Im vorliegenden Fall beträgt die Höhe 3m. Es handelt sich um ein eingeschossiges Gebäude. Da keine mechanische Lüftungsanlage eingebaut ist, wurde die zusätzliche Druckdifferenz auf 0 gesetzt. Hier ist nur ein Wert einzutragen falls eine vorhandene mechanische Lüftungsanlage einen Überdruck im Raum erzeugt. Zuletzt muss noch die Luftströmungsrichtung eingetragen

werden, um die Breite des Kondensationsgebietes bestimmen zu können. Bei 1D Konstruktionen ist das immer die Diskretisierungsrichtung. Bei 2D Konstruktionen muss man die Richtung selbst festlegen. Falls z.B. ein Dach wie im Bild unten eingegeben wurde ergibt sich als Richtung **Y**.

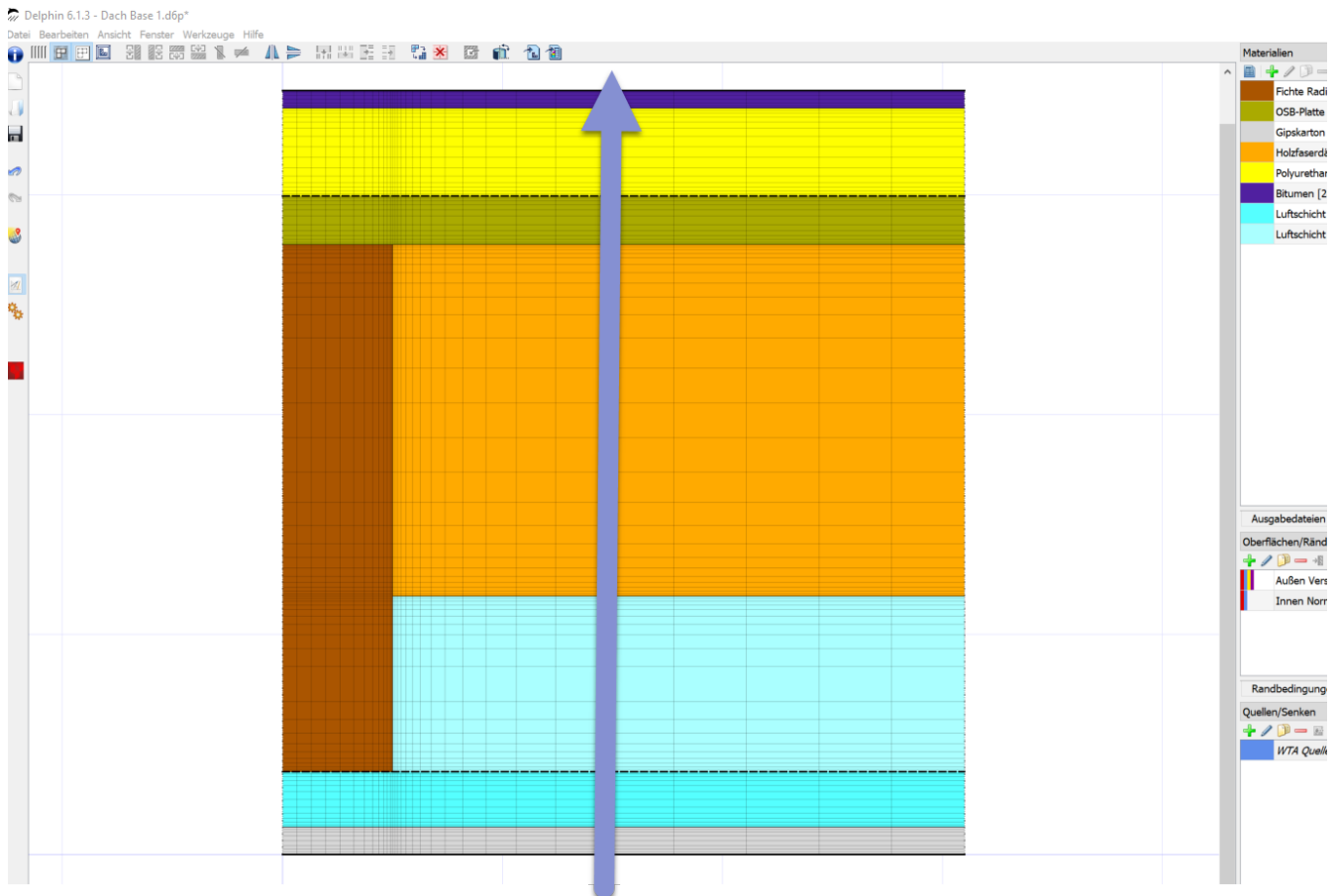


Abbildung 8. Eingegebene Dachkonstruktion

2.2. Zuordnung der Quelle

Nachdem die Quelldefinition erzeugt wurde, muss sie zur Konstruktion zugewiesen werden. Wie oben bereits erläutert sollte dies an der oberen Seite der Mineralwolle, direkt unter der OSB Platte erfolgen. Dazu wählte man einen ca. 1cm hohen Streifen aus und weist die Quelle dort zu. Um das Zuweisen zu erleichtern empfiehlt es sich die Konstruktionsdarstellung vorher in den äquidistanten Modus zu schalten. Das Bild unten zeigt die Zuweisung mit Markierung der Umschaltfläche für den äquidistanten Modus.

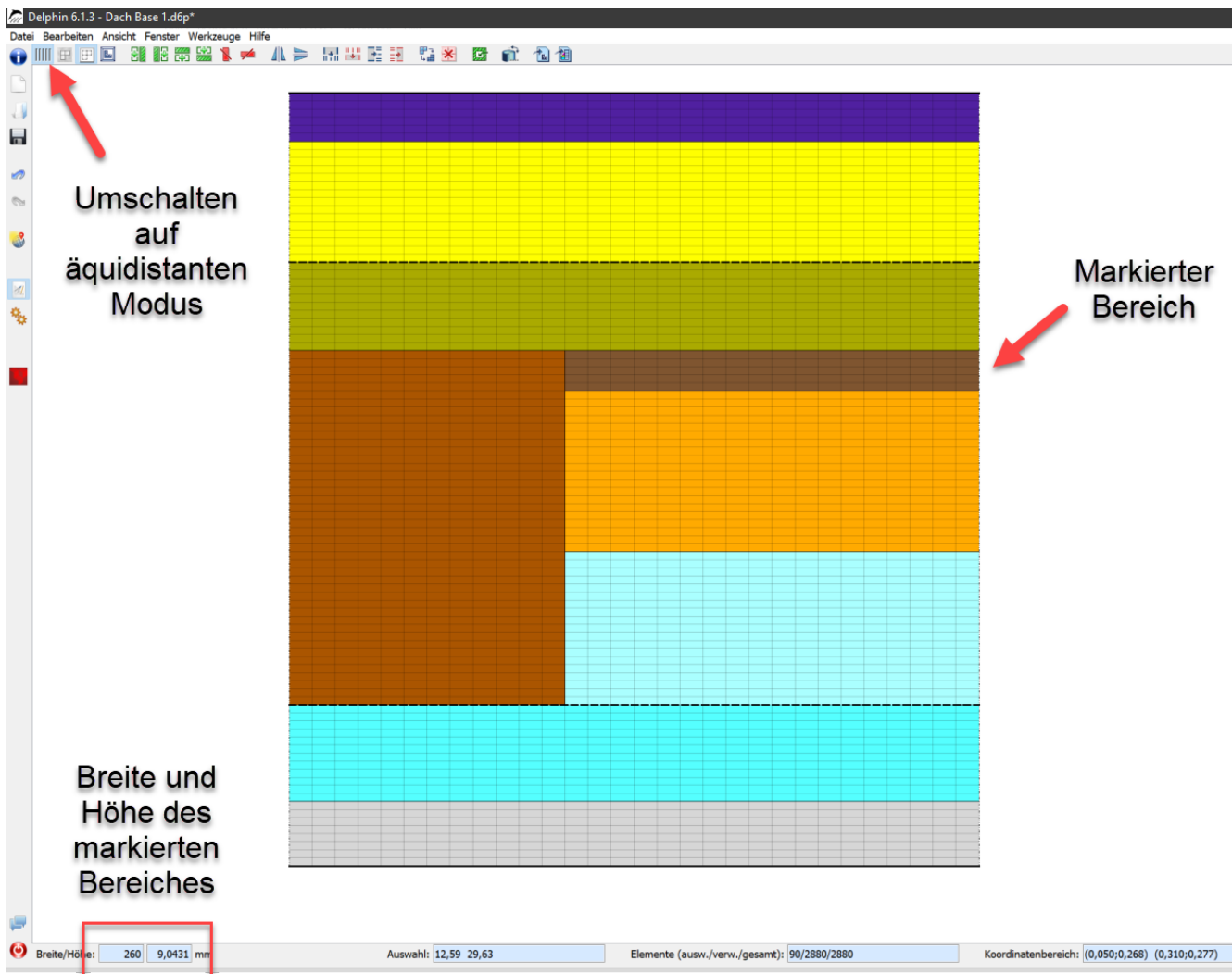


Abbildung 9. Konstruktion in äquidistanter Darstellung mit markierten Bereich

Nachdem der Bereich markiert wurde kann er durch Klick auf die grüne Zuweisen-Schaltfläche zugewiesen werden.



Abbildung 10. Zuweisen der Quelle

Wenn die Zuweisung erfolgreich war, wird der Name der Quelle in der Liste statt grau und kursiv jetzt in normaler Schrift angezeigt. Eine Quelle darf immer nur einmal zugewiesen werden. Falls mehrere Quellen erforderlich sind müssen diese auch in entsprechender Anzahl erstellt werden.

2.3. Ausgaben zur Quelle

Zur Kontrolle der Ergebnisse ist es nützlich die Quellstärke ausgeben zu lassen. Zu jeder Quelle in Delphin lassen sich bestimmte Ausgaben definieren. Mehr dazu finden sie hier: [DELPHIN Online Hilfe Ausgaben](#)

Zuerst müssen die Ausgaben definiert werden. Dazu erzeugt man eine neue Ausgabe und wählt als Größe 'MoistureLoadWTAConvection'.

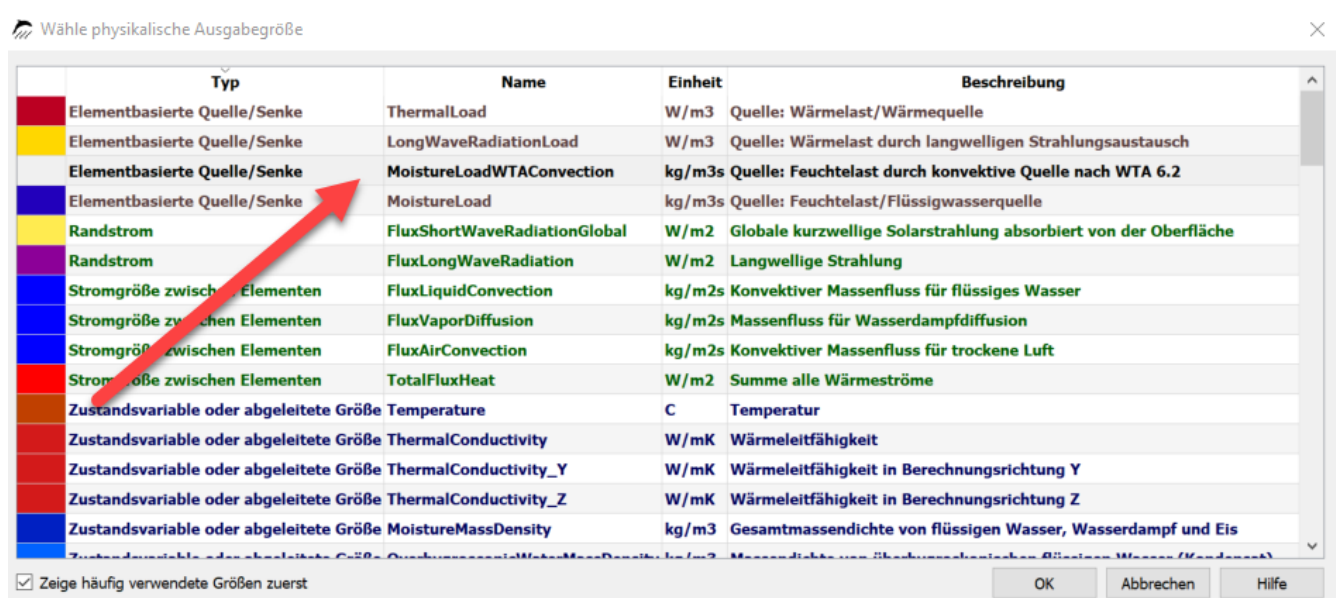


Abbildung 11. Auswahl der Ausgabengröße für die Quelle

Damit die Ausgabe mit den Richtwerten der DIN 68800-2 vergleichbar ist, sollte man für den Raum 'Volumenintegral' und für die Zeit 'Werte in der Zeit integrieren' wählen. Dann wird die Feuchtemenge in kg für den gesamten Bereich und für den gesamten Zeitraum ausgegeben. Diese Ausgabe muss dann dem gleichen bereich zugewiesen werden wie die Quelle.

Ausgabe

Definition

Dateiname (ohne Pfad): WTA Quelle

Auswahl der physikalischen Größe

Physikalische Größe: MoistureLoadWTACvection

Konvertierungs-/Berechnungsoptionen

Werte in ausgewählten Elementen/Seiten mitteln oder integrieren, oder alle individuelle Zahlenwerte speichern?

Volumen-/Flächengewichtetes Integral [Integral]

Zeitliche Integration/Mittlung?

Werte in der Zeit integrieren [Integral]

Ausgabefrequenz

Ausgaberaster: Einzelwerte (1 h)

kg

Bearbeiten...

OK Abbrechen Hilfe

Abbildung 12. Format der Ausgabe

Um die Quellmenge für ein Jahr zu bestimmen, muss man dann nur noch die Differenz der Werte vom Ende und Anfang des jeweiligen Jahres bilden. Dazu kann man gut die Tabellenansicht von PostProc 2 verwenden.