Anfangsbedingungen bei DELPHIN 6.1

Heiko Fechner

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht **1**
2. Standardeinstellungen **1**
3. Individuelle Einstellungen **3**
4. Beispiel **6**
5. Hinweise **11**

1. Übersicht

Eine numerische Simulation wie DELPHIN benötigt Anfangsbedingungen für die berechneten Zustandsgrößen. Diese sind im Falle einer gekoppelten Wärme- und Feuchtetransportberechnung die Temperatur (genauer gesagt die innere Energie) und die Feuchtemasse. DELPHIN verwendet zwei Arten von Anfangsbedingungen:

1. Standardeinstellung für die gesamte Konstruktion
2. Individuelle Einstellungen

2. Standardeinstellungen

Die Standardwerte werden auf der Seite für die Simulationseinstellungen festgelegt (siehe Abbildung unten).

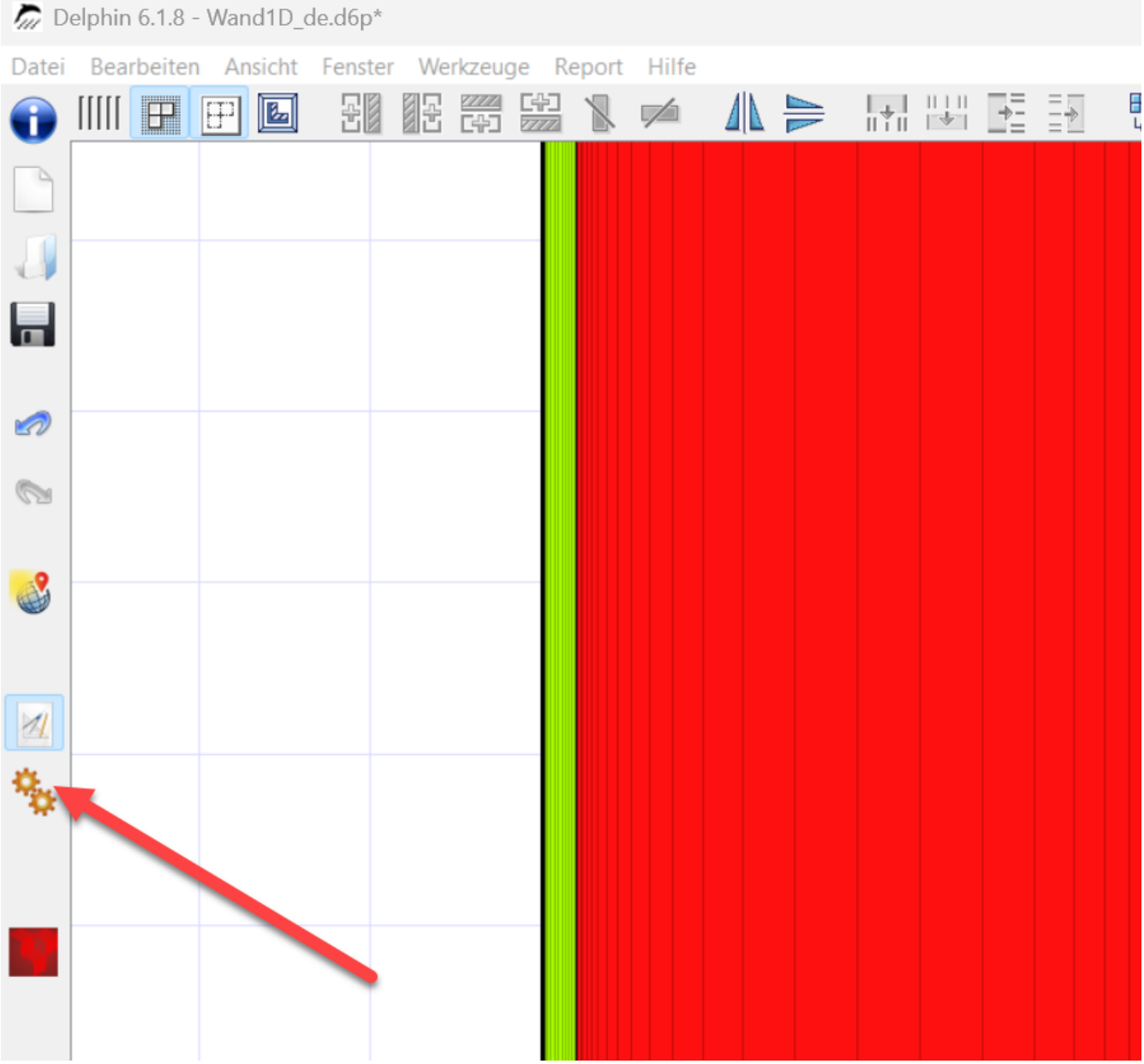

Abbildung 1. Schaltfläche zum Wechseln in die Simulationseinstellungen

Nach einem Klick auf die markierte Schaltfläche wird der Einstellungsdialog angezeigt. Der rote Pfeil zeigt auf die Anfangstemperatur und der blaue auf die anfängliche relative Luftfeuchtigkeit. Der Feuchtigkeitsgehalt selbst wird aus dieser relativen Luftfeuchtigkeit unter Verwendung der Feuchtigkeitsspeicherfunktion jedes Materials berechnet.

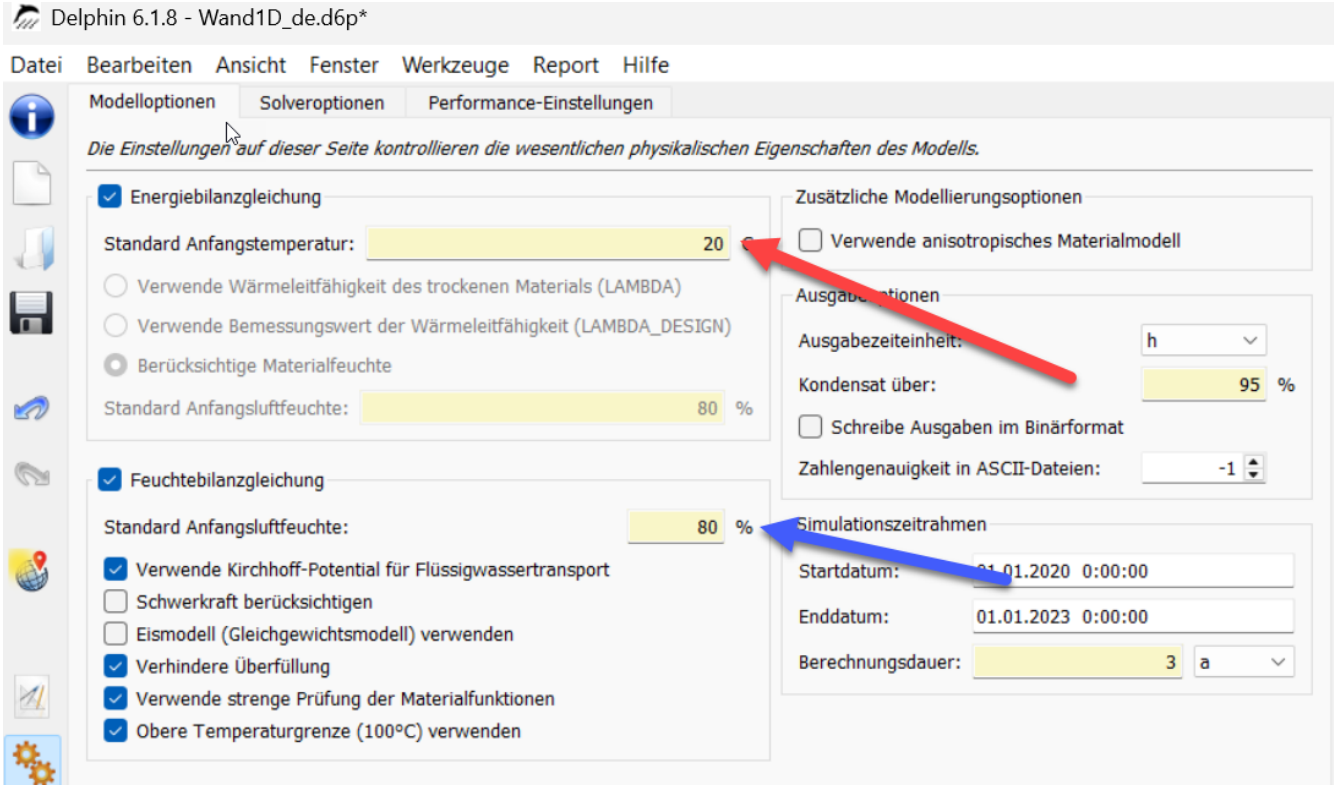

Abbildung 2. Standard-Anfangsbedingungen für die gesamte Konstruktion

Diese Werte gelten für die gesamte Konstruktion. Bei DELPHIN werden hier 20°C und 80%r.LF. als Standardwerte eingesetzt. Das sind auch die Bedingungen welche in der Norm ISO 15026 5.5 vorgeschlagen werden. Nur wenn garantiert werden kann, dass alle Baustoffe trocken geliefert und gelagert wurden, kann hier ein anderer Wert eingetragen werden. Die ISO 15026 schlägt hier 50%r.LF. vor (auch in DIN 4108-3).

3. Individuelle Einstellungen

Die individuellen Einstellungen ermöglichen es, für jedes Element eine eigene Anfangsbedingung festzulegen. Der Dialog befindet sich in der unteren rechten Ecke des Hauptfensters.

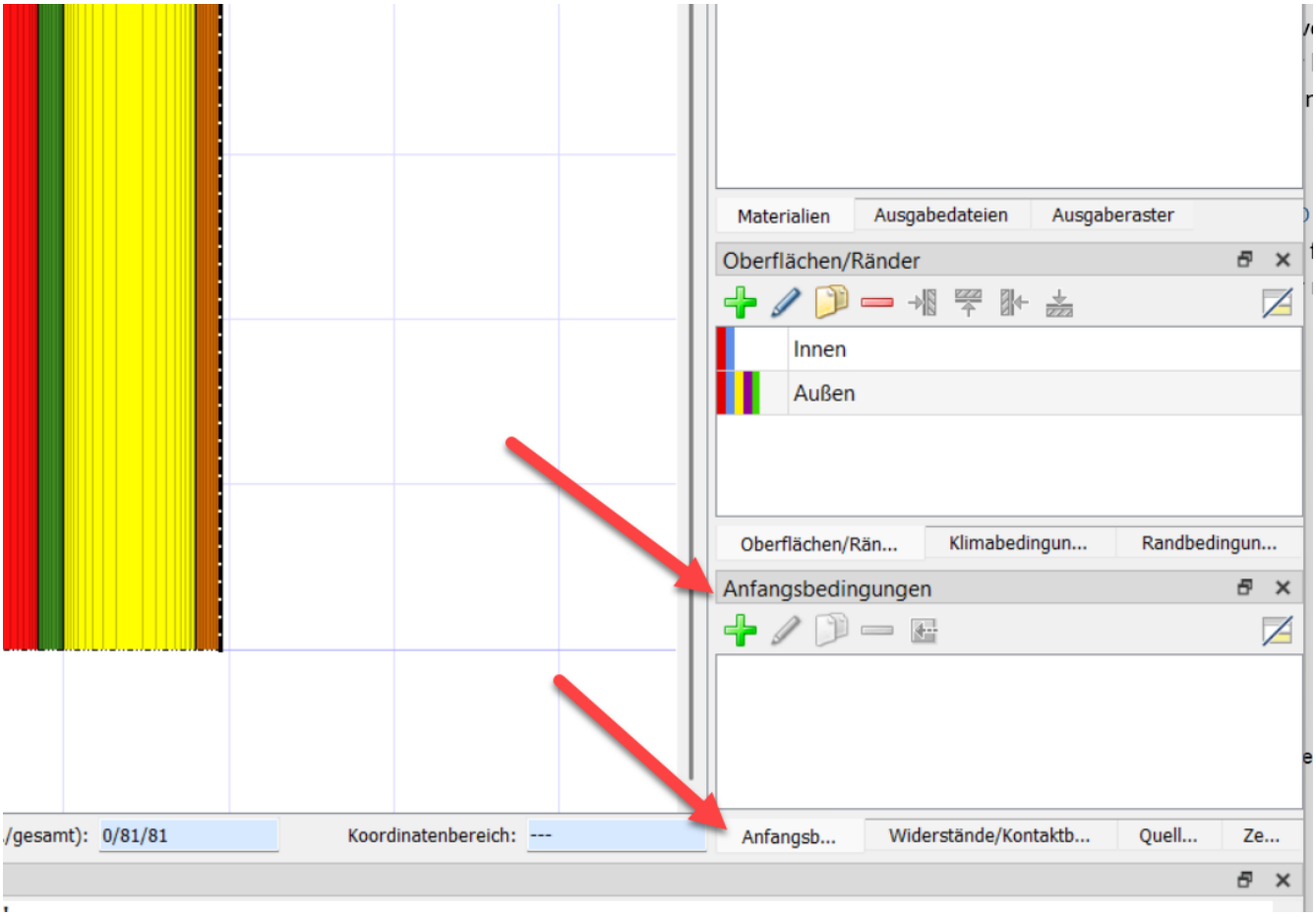

Abbildung 3. Bereich zum Setzen und Verändern von Anfangsbedingungen im Hauptfenster

Hier kann man durch Klicken auf die grüne Plus-Schaltfläche konkrete Anfangsbedingungen hinzufügen. Dadurch wird der folgende Dialog geöffnet.

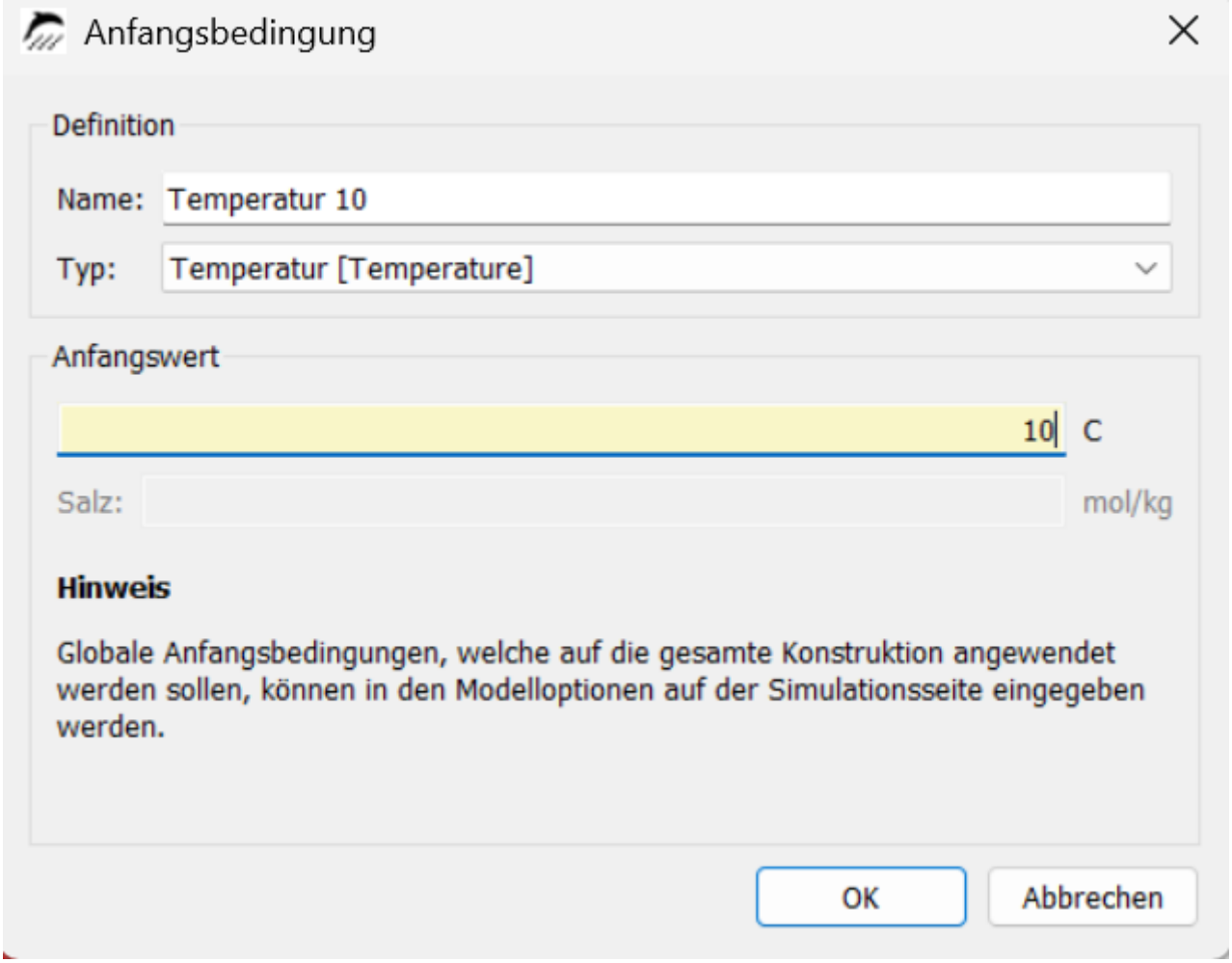

Abbildung 4. Dialog für eine Anfangsbedingung für Temperatur

Der Name muss vom Benutzer festgelegt werden und sollte die Verwendung dieser bestimmten Bedingung widerspiegeln.

Der Typ bestimmt, welche Größe mit welchem Wert festgelegt wird:

- Wärme
  - Temperatur in Grad C
- Feuchtigkeit
  - Volumetrischer Feuchtigkeitsgehalt in m3/m3
  - Feuchtigkeitsmassendichte in kg/m3
  - Massenbezogener Feuchtegehalt in kg/kg
  - Relative Luftfeuchtigkeit in %
  - Kapillardruck in Pa
- VOC
  - VOC-Massendichte in mg/m3

- Salz
  - Lösungsmassendichte in kg/m3 und mol/kg
  - Volumetrischer Lösungsgehalt in m3/m3 und mol/kg
  - Salzmassendichte in kg/m3 und Salzart

Für den Lufttransport ist die Anfangsbedingung auf den Normaldruck von 101325Pa festgelegt.

Für die Feuchte sind verschiedene Werte möglich. Die Feuchtemassendichte wird direkt verwendet. Die anderen Werte werden intern umgerechnet. Die relative Luftfeuchtigkeit und der Kapillardruck können mithilfe der Feuchtespeicherfunktion (Sorptionsisotherme oder Saugkurve) in eine Masse umgerechnet werden. Die Werte sollten den Sättigungsfeuchtegehalt des Materials (ThetaEff), für das die Bedingung festgelegt ist, nicht überschreiten.

4. Beispiel

Als Beispiel soll hier eine innen gedämmte Ziegelwand verwendet werden. Der Aufbau ist im folgenden Bild dargestellt.

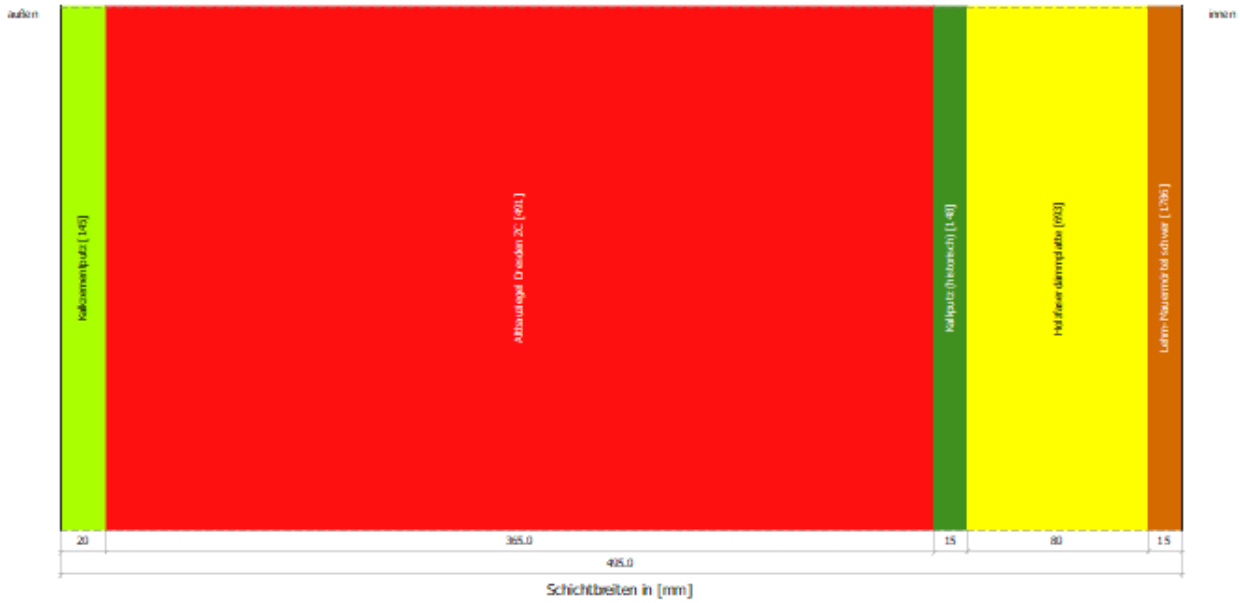

Abbildung 5. Konstruktion

Die Standard-Anfangsbedingung ist 20 °C und 80 % rF. Hier soll 10 °C als Temperatur für die Außenmaterialien (Ziegelwand und Außenputz) festlegt werden. Außerdem soll die Ziegelwand als bereits durchfeuchtet angesetzt werden. Damit kann dann das Austrocknungsverhalten einer bereits geschädigten Konstruktion untersucht werden. Sehen Sie sich zunächst die Materialeigenschaften des Ziegels an. Doppelklicken Sie dazu auf den Materialnamen in der Liste auf der rechten Seite von DELPHIN (1).

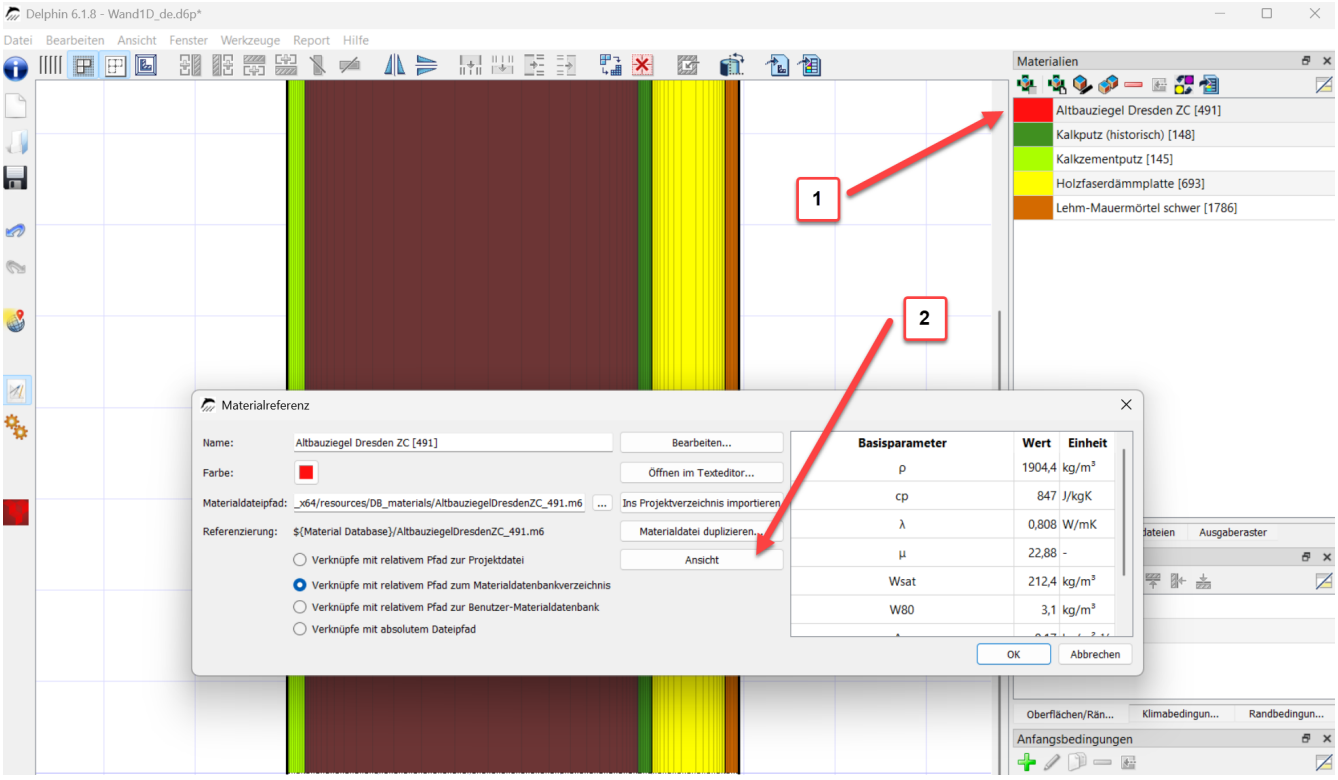

Abbildung 6. Hauptfenster mit Materialliste und geöffneten Materialdialog

Der Materialdatendialog wird angezeigt. Klicken Sie nun auf die Schaltfläche „Ansicht” (2). Dadurch wird der Eigenschaftendialog geöffnet. Man kann auch statt dessen auf "Bearbeiten" klicken. Das öffnet den gleichen Dialog. Der einzige Unterschied ist, dass bei Öffnen durch "Ansicht" die Materialeigenschaften nicht geändert werden können. Das vermeidet versehentliche Änderungen an den Materialeigenschaften.

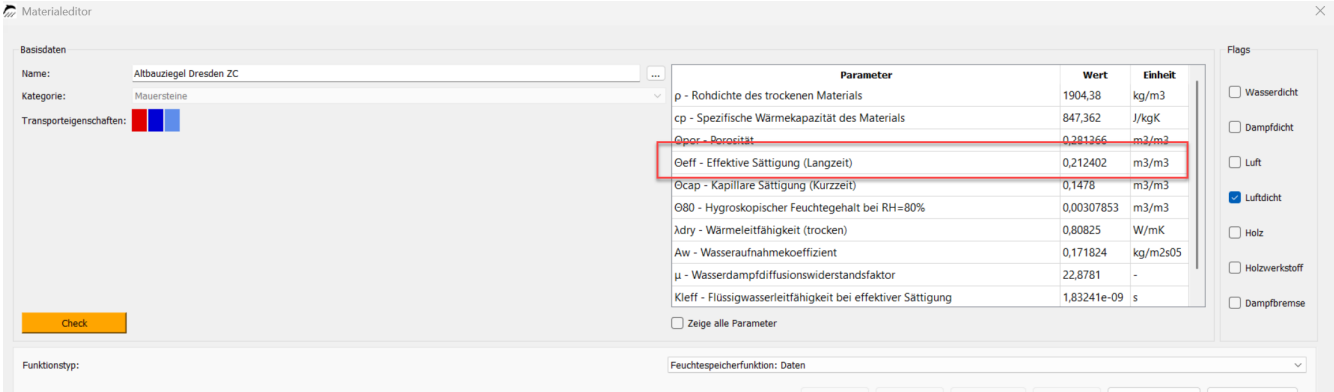

Abbildung 7. Ansicht der Materialeigenschaften

Wie man sehen kann, hat der Ziegel einen Sättigungswassergehalt (Theta effektiv) von 0,212m ^{3}/m^3. Dies ist der maximale Wert, den Sie als Anfangsbedingung einstellen können. Mit der Dichte von Wasser von 1000 kg/m^3 können Sie auch die entsprechende Wassermassen-Dichte von 212kg/m^3 berechnen. Sie können einen der beiden Werte als Anfangsbedingung verwenden.

Erstellen Sie nun eine neue Anfangsbedingung, indem Sie auf die grüne Plus-Schaltfläche

klicken, die im obigen Abschnitt beschrieben wurde. Zuerst erstellen wir die Temperaturbedingung.

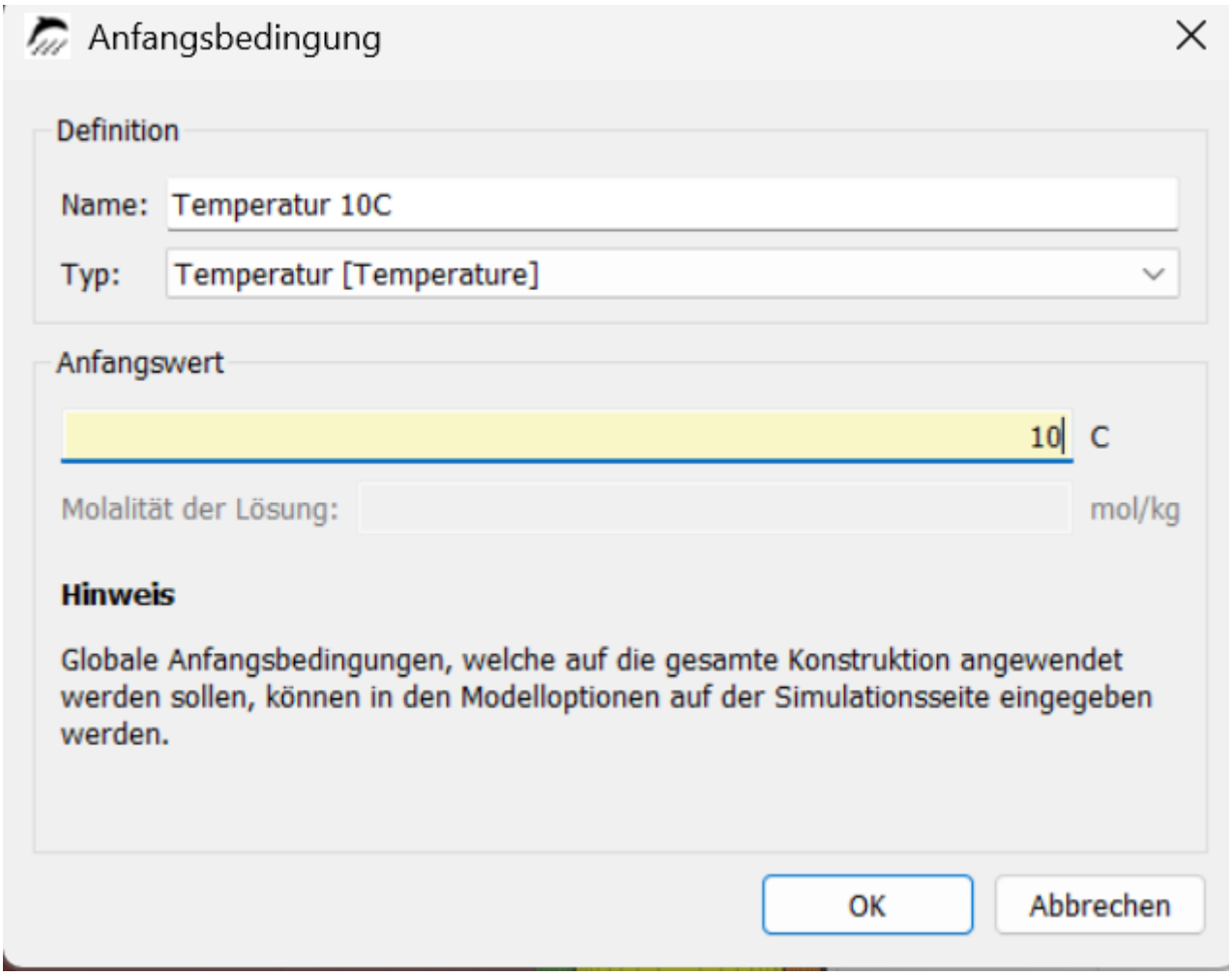

Abbildung 8. Anfangsbedingung für die Temperatur

Anschließend erstellen Sie die Bedingung für den Feuchtigkeitsgehalt.

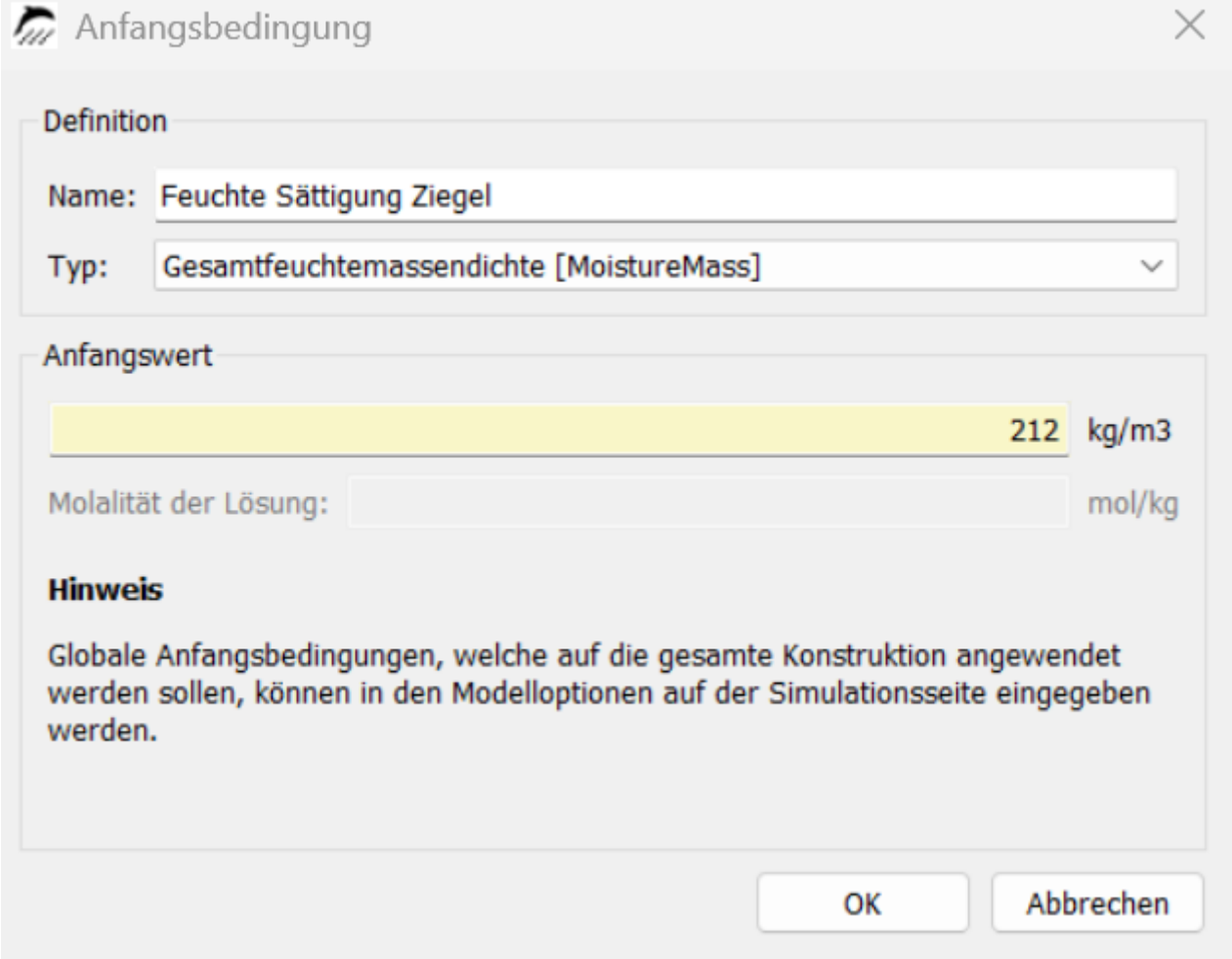

Abbildung 9. Anfangsbedingung Feuchte für den Ziegel (Sättigung)

Die obigen Bilder zeigen den Inhalt beider Dialoge. Die Namen der Bedingungen wurde auch passend gewählt, damit sie in der Liste leichter zu identifizieren sind. Am Ende werden beide neu erstellten Bedingungen im Dialogfeld „Bedingungsliste” angezeigt.

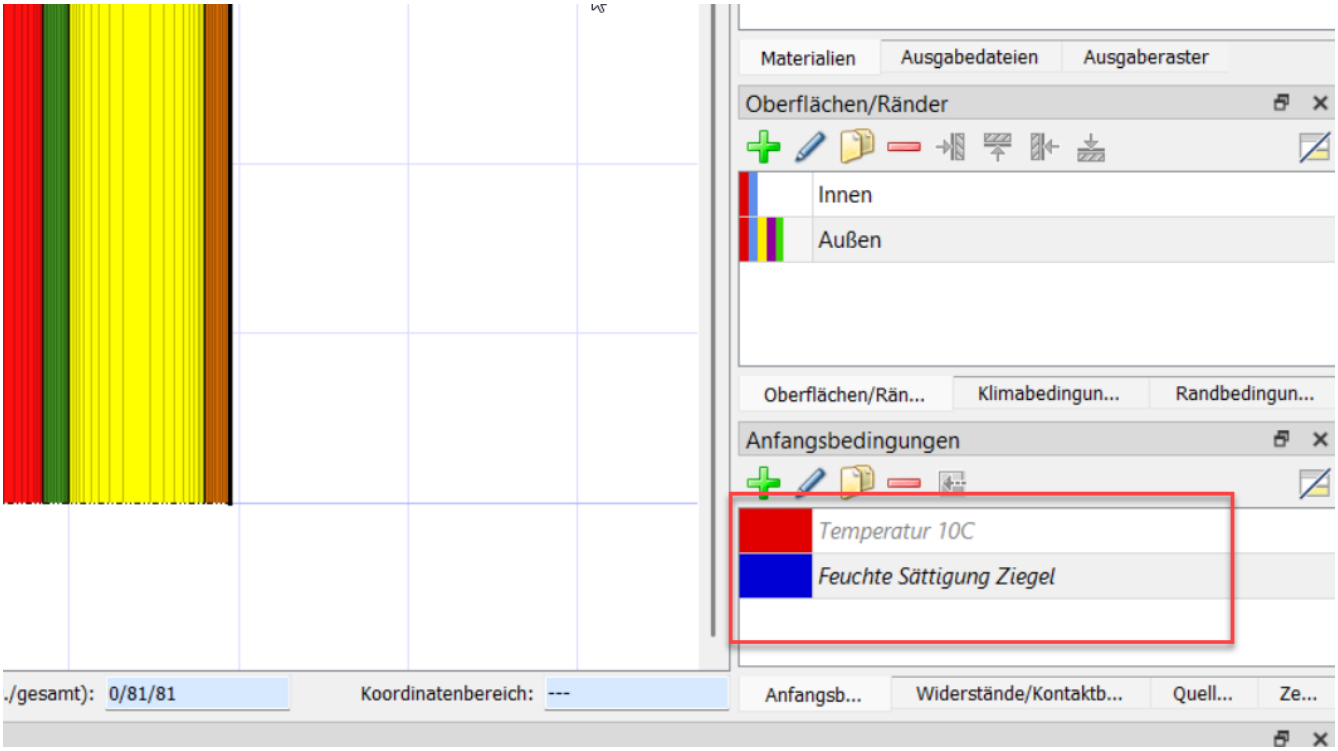

Abbildung 10. Liste mit den neu erstellten Anfangsbedingungen

Wie Schnittstellen und Materialien werden die Einträge grau und kursiv dargestellt, da beide Bedingungen noch nicht der Konstruktion zugewiesen sind. Dies ist der nächste Punkt. Wählen Sie dazu die Bedingung aus (1), wählen Sie dann den Bereich in der Konstruktion aus (2) und klicken Sie auf die grüne Zuweisungsschaltfläche (3).

Abbildung 11. Zuweisung zur Konstruktion

In diesem Beispiel soll die Temperatur dem Außenputz und der Ziegelschicht und der Feuchtegehalt nur der Ziegelschicht zugeordnet werden. Man kann die Positionen abschließend kontrollieren in dem man in der Zuweisungsliste auf eine Anfangsbedingung einmal klickt. Drr zugewiesene Bereich in der Konstruktion wird dann dunkel eingefärbt.

5. Hinweise

Falls mehrere Anfangsbedingungen dem gleichen Gebiet zugewiesen werden, wird nur die zuletzt zugewiesene Bedingung verwendet.

Wenn der Feuchtegehalt der Bedingung außerhalb des zulässigen Bereiches liegt, z.B. größer als die Sättigungsfeuchte (ThetaEff), dann wird erst beim Start der Simulation vom Solver eine Fehlermeldung ausgegeben und die Simulation startet nicht.

Um Feuchteverteilungen vorzugeben muss man aktuell noch viele einzelne Anfangsbedingungen erzeugen und zuweisen.