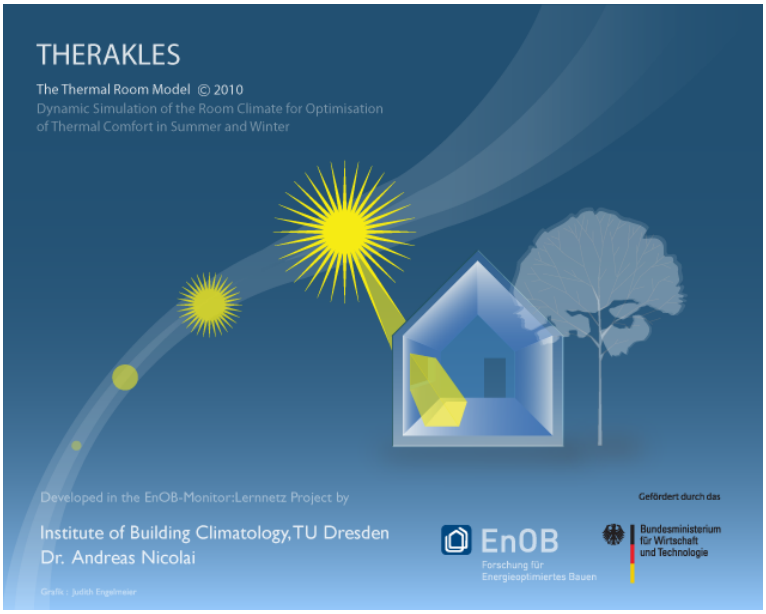
THERAKLES

Referenzhandbuch

Technische Universität Dresden

Institut für Bauklimatik

P. Freudenberg



Programmversion:	Therakles 2.0.11
Datum:	24.04.2013

Inhaltsverzeichnis

1 Struktur der Eingabe-, Datenbank- und Klimadateien 2

1.1 Allgemeines zum *.xml- Format . . . 2
1.2 Struktur der Eingabe- bzw. Projektdateien (*.rmxml) . . . 4
1.2.1 Rahmenstruktur der Projektdatei . . . 4
1.2.2 “Room”- Tag . . . 4
1.2.2.1 “Geometry”- Tag . . . 4
1.2.2.2 “ClimateLocation”- Tag . . . 6
1.2.2.3 “HeatingModel”- Tag . . . 6
1.2.2.4 “CoolingModel”- Tag . . . 8
1.2.2.5 “NaturalVentilationModel”- Tag . . . 10
1.2.2.6 “UserLoads”- Tag . . . 10
1.2.2.7 “ShadingControlModel”- Tag . . . 11
1.2.2.8 “SimulationParameters”- Tag . . . 12
1.2.3 “EmbeddedDataBase”- Tag . . . 13
1.2.3.1 “Materials”- Tag . . . 14
1.2.3.2 “ConstructionTypes”- Tag . . . 15
1.2.3.3 “WindowTypes”- Tag . . . 16
1.2.3.4 “ShadingTypes”- Tag . . . 16
1.3 Struktur der Klimadateien (*.ccd und *.xml) . . . 17
1.3.1 Standard- Klimadatenbank . . . 17
1.3.2 Eigene Klimadatensätze anlegen . . . 18
1.4 Datenbankobjekte (db_*.xml) . . . 20
1.4.1 Konstruktionsdatenbank (db_constructions.xml) . . . 20
1.4.2 Materialdatenbank (db_materials.xml) . . . 20
1.4.3 Verschattunssystemdatenbank (db_shadingTypes.xml) . . . 22
1.4.4 Fensterdatenbank (db_windows.xml) . . . 22

Was ist Therakles?

Die Software Therakles stellt ein leistungsfähiges Raumsimulationstool dar, welches im Rahmen des Forschungsprojektes "EnOB:MONITOR - Begleitforschung Energieoptimierte Gebäude" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie seit 2009 am Institut für Bauklimatik entwickelt wurde. Therakles ist als Software für die universitäre Ausbildung konzepiert und dient vorrangig der Vermittlung bauphysikalischer bzw. raumklimatischer Zusammenhänge.

Das vorliegende Referenzhandbuch erläutert die Struktur der Ein- und Ausgabedateien von Therakles in der Version 2.0. Eine Erläuterung der implementierten physikalischen Modelle enthält die Dokumentation ([Dokumentation 2013]), eine Erläuterung der Programmfunktionalität enthält die Nutzeroberflächenbeschreibung ([Handbuch 2013]).

1 Struktur der Eingabe-, Datenbank- und Klimadateien

1.1 Allgemeines zum *.xml- Format

Die Therakles- Projektdateien sind im *.xml- Format gehalten. Dieses Format ist ein vom World Wide Web Consortium (W3C) spezifiziertes Textdateiformat zur Abbildung hierarchisch strukturierter Daten. XML steht für Extensible Markup Language. [W3C-xml]

Jede *.xml- Datei besteht aus, gemäß ihrer Hierarchie, geschachtelten Elementen welche jeweils durch ein Start- (<Elementname>) und ein End- Tag (</Elementname>) gekennzeichnet sind. Kommentare werden in der Form <!– Kommentartext –> eingegeben. Jedes Element der *.xml- Datei kann Attribute zugewiesen bekommen. Diese werden innerhalb des Start- Tags in der Form: <Elementname Attribut="..." > platziert. Attribute können Werte unterschiedlicher Datentypen (z.B. String, Double) annehmen. Eine Element kann mehrere Attribute enthalten. Diese werden durch ein Leerzeichen getrennt aneinander gereiht.

Das äußerste Element des *.xml- Dokuments ist der so genannte Prolog (<?xml ...>). Er enthält die Versionskennung (version="...") und den verwendeten Zeichensatz (encoding="..."). Das darauf folgende Wurzelelement (<!DOCTYPE ...>) beschreibt das Hauptelement welches alle weiteren Elemente beinhaltet.

Ein einfaches Beispiel für eine *.xml- Datei könnte wie folgt aussehen:

```
1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?> <!DOCTYPE Raumeigenschaften>
2  <Raumeigenschaften>
3     <Raumgeometrie>
4        <GrundflaecheRechteckig Tiefe="2.0" Breite="5.0">
5           <!--Weitere Elemente ...-->
6        </GrundflaecheRechteckig>
7        <!--Weitere Elemente ...-->
8     </Raumgeometrie>
9     <!--Weitere Elemente ...-->
10 </Raumeigenschaften>
```

Therakles kennt als Anwendungsbereiche für das *.xml- Datenformat die Projekteingabedateien (*.rmxml), die Datenbankdateien (db_*.xml) und die Beschreibungsdateien der Klimadatensätze (*.xml).

1.2 Struktur der Eingabe- bzw. Projektdateien (*.rmxml)

1.2.1 Rahmenstruktur der Projektdatei

Die *Projektdatei* besteht neben dem Prolog und dem Wurzelelement “RoomModelProject” (mit dem alleinigen Attribut “Version”, welches den Wert ”1.6” haben muss) aus den beiden Hauptelementen bzw. Haupt- Tags “Room” und “EmbeddedDataBase”. “Room” enthält sämtliche Angaben zur Raumgeometrie (einschließlich Umfassungskonstruktionen), zum Standort (Klimadatensatz u.a.), zur Beheizung, Kühlung, Belüftung des Raumes, zu vorhandenen Nutzungswärmelasten, zur Verschattungssteuerung und den allgemeinen Simulationseinstellungen. “EmbeddedDataBase” beinhaltet alle in der Projektdatei verwendeten Datenbankeinträge (Materialien, Konstruktionen, Fensterkonstruktionen, Verschattungssysteme).

```
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?> <!DOCTYPE RoomModelProject>
2 <RoomModelProject Version="1.6">
3    <Room>
4       <!--Subelemente des "Room"- Tags-->
5    </Room>
6    <EmbeddedDataBase>
7       <!--Subelemente des "EmbeddedDataBase"- Tags-->
8    </EmbeddedDataBase>
9 </RoomModelProject>
```

1.2.2 “Room”- Tag

Das Element “Room” enthält folgende Subelemente.

```
1  ...
2  <Room>
3     <Geometry> <!--Raumgeometrie--> </Geometry>
4     <ClimateLocation> <!--Klimadatensatz--> </ClimateLocation>
5     <HeatingModel> <!--Heizung--> </HeatingModel>
6     <CoolingModel> <!--Kühlung--> </CoolingModel>
7     <NaturalVentilationModel> <!--Lüftung-->  </NaturalVentilationModel>
8     <UserLoads> <!--Wärmelasten--> </UserLoads>
9     <ShadingControlModel> <!--Verschattung--> </ShadingControlModel>
10    <SimulationParameters> <!--Sim.-Einstellungen--> </SimulationParameters>
11 </Room>
12 ...
```

1.2.2.1 “Geometry”- Tag

Das Subelement “Geometry” enthält seinerseits die in Tabelle 1.1 aufgeführten Sub- und Subsubelemente. Zur Beschreibung mehrerer Raumumschließungskonstruktionen

(“RoomConstruction”) innerhalb des “Construction”- Tags werden unter anderem die Angaben zur Orientierung der Konstruktion (“orientation”), und zum Neigungswinkel der Konstruktion (“inclination”) benötigt.

Des Weiteren sind die außen- (“R_ue”) und innenseitigen (“R_ui”) Wärmeübergangswiderstände, der außenseitige Absorptionskoeffizient für kurzwellige Strahlung (“ad”), die Temperatur der angrenzenden Zone (“ZoneT”), die Außenwandfläche einschließlich Fensterfläche (“AW”), die Fensterfläche einschließlich Rahmenbereich (“AF”) sowie die Identifikationsnummern der zugewiesenen Bauteilkonstruktion (“constructionID”), der Fensterkonstruktion (“windowID”), des Verschattungssystems (“shadingTypeID”) und die Art des Bauteils (“type”) angegeben.

Element	**Subelement**	**Subsubelement**	**Einheit**	**Wertebereich [Typ]**
Height	-	-	m	0.0 bis 1000.0 [D]
Area	-	-	m^2	0.0 bis 1000.0 [D]
Constructions	RoomConstruction	orientation	$^\circ$	0.0 bis 360.0 [D]
		inclination	$^\circ$	0.0 bis 360.0 [D]
		R_ue	$\frac{m^2K}{W}$	[D]
		R_ui	$\frac{m^2K}{W}$	[D]
		ad	-	[D]
		ZoneT	$^\circ C$	[D]
		AW	m^2	[D]
		AF	m^2	[D]
		constructionID	-	[I]
		windowID	-	[I]
		shadingTypeID	-	[I]
		type	-	Outside | Inside | Fixed Temperature [S]

Tab. 1.1: Untergeordnete Struktur des “Geometry”- Tags, die aufgeführte Dateneingabtypen sind: D - Double, I - (unsigned) Integer, S - String

Nachfolgend ist das “Geometry”- Tag für einen Raum aufgeführt welcher eine Grundfläche von 10 m² und eine Höhe von 3 m aufweist. Das erste Bauteil ist eine Außenwand mit einer Fläche von 9 m² einschließlich eines Fenster mit 2 m², danach können weitere “RoomConstruction” Tags folgen.

```
...
<Geometry>
   <Height>3</Height>
   <Area>10</Area>
   <Constructions>
      <RoomConstruction>
         <orientation>230.1</orientation>
         <inclination>90</inclination>
         <R_ue>0.04</R_ue>
         <R_ui>0.13</R_ui>
         <ad>0.7</ad>
         <zoneT>12</zoneT>
         <AW>7</AW>
         <AF>2</AF>
         <constructionId>2</constructionId>
         <windowId>11</windowId>
         <shadingTypeId>0</shadingTypeId>
         <type>Outside</type>
      </RoomConstruction>
      <RoomConstruction>
         ... nächste Definition einer Konstruktion ...
      </RoomConstruction>
   </Constructions>
</Geometry>
...
```

1.2.2.2 "ClimateLocation"- Tag

Dieses Element weist keine Attribute und Unterelemente auf. Es verweist auf die Bezeichnung eines im Programm- Installationsverzeichnisses vorhandenen Klimadatensatzes. Die Bezeichnung bezieht sich auf den entsprechenden Namen des Unterordners im Klimadatenordner ([Installationspfad] /resources / IBK / db_climate /...).

```
...
<ClimateLocation>
   munich
</ClimateLocation>
...
```

1.2.2.3 "HeatingModel"- Tag

Für das Heizungsmodell stehen mehrere Modell zur Verfügung. Die Art des Modells wird über das Attribut "modelType" angegeben. Daneben kann das Attribut "name" eine Bezeichnung des Heizungstyps mitführen. Es stehen folgende Einstellungen zur Verfügung.

1. Kein Heizungsmodell, modelType=”NONE”
2. Einfaches Heizungsmodell, , modelType=”SIMPLE”
3. Einfaches PID- Heizungsmodell, modelType=”SIMPLE_PID”

Für Modell 2 und 3 werden jeweils die maximale Heizleistung (“MaxPower”) und der zeitlicheVerlauf der Solltemperaturen (“ScheduleSetPoints”) angegeben. Für Modell 1 werden die Standardeinstellungen zwar ebenfalls in der *.xml- Datei aufgeführt aber ignoriert.

Element	**Attribut**	**Einheit**	**Wertebereich [Typ]**
MaxPower	-	*W*	0.0 bis 100000.0 [D]
ScheduleSetPoints	type	°C	0.0 bis 30.0
			(Subelemente)

Tab. 1.2: Untergeordnete Struktur des “HeatingModel”- Tags

Es gibt grundsätzlich vier Typen, der Plansteuerung im Heizungsmodell.

Der einfachste Typ “CONSTANT” beschränkt sich auf die Angabe einer über das Jahr hinweg konstant gehaltenen Solltemperatur. Dieser Typ enthält demensprechend ausschließlich ein Unterelement, die Solltemperatur der Heizung (“ConstantValue”).

Der zweite Typ “DAILY_SEASONAL” führt zwei typische Tagesprofile der Heiz-Solltemperatur in 24 Stundenwerten mit, von denen das erste Tagesprofil (“SummerSchedule”) vom “SummerStartDay” bis zum “WinterStartDay” und das zweite Profil (“WinterSchedule”) in der übrigen Zeit gilt.

Ähnlich verhält es sich mit dem dritten Plansteuerungstyp, “DAILY_WEEK”. In diesem Typ werden ebenfalls zwei Tagesprofile in 24 Stundenwerten angegeben, von denen das erste (“WeekDaySchedule”) an allen Tagen außer den unter “WeekEndDays” angegebenen Tagen gilt. Für letztere gilt das “WeekEndSchedule”- Tagesprofil.

Das vierte Steuerungsprofil (“ANNUAL”) enthält lediglich ein Subtag (“AnnualSchedule”) mit 8760 Teilwerten, welche den Studenwerten eines Jahres entsprechen.

type	**Subelement**	**Einheit**	**Wertanzahl**	**Wertebereich [Typ]**
CONSTANT	constantValue	$°C$	1	0.0 bis 30.0 [D]
DAILY_SEASONAL	SummerSchedule	$°C$	24	0.0 bis 30.0 [D]
	WinterSchedule	$°C$	24	0.0 bis 30.0 [D]
	SummerStartDay	d	1	0-365 [I]
	WinterStartDay	d	1	0-365 [I]
DAILY_WEEK	WeekDaySchedule	$°C$	24	0.0 bis 30.0 [D]
	WeekEndSchedule	$°C$	24	0.0 bis 30.0 [D]
	WeekEndDays	-	0-7	Mon &| Tue &| Wed &| Thu &| Fri &| Sat &| Sun [S]
ANNUAL	AnnualSchedule	°C	8760	0.0 bis 30.0 [D]

Tab. 1.3: Typen der Plansteuerung im Heizungsmodell

Nachfolgend ist das Beispiel einer einfachen Heizungsanlage mit einer maximalen Heizleistung von 2500 Watt und einer über das Jahr konstanten Solltemperatur von 20°C aufgeführt.

```
...
<HeatingModel name="" modelType="SIMPLE">
   <MaxPower>2500</MaxPower>
   <ScheduleSetPoints type="CONSTANT">
      <ConstantValue>20</ConstantValue>
   </ScheduleSetPoints>
</HeatingModel>
...
```

1.2.2.4 "CoolingModel"- Tag

Dieses Element kann unterschiedliche Modelle enthalten. Ebenso wie im Heizungsmodell wird die Modellart über das Attribut "modelType" übergeben. Es stehen folgende Möglichkeiten zur Auswahl:

1. Keine Kühlung und keine mechanische Lüftung, "NONE"
2. Einfache Kühlanlage, "SIMPLE"
3. Einfache mechanische Lüftungsanlage, "MECHANICAL_VENTILATION"

4. Förderstromgeregelte Klimaanlage, “MECHANICAL_VENTILATION_COOLING”

Unabhängig vom Modell werden die nachfolgenden Subelemente/Subtags übergeben. Die Standardwerte für diese Tags werden für Modell 1 vollständig ignoriert.

Modell 2, das einfache Kühlungsmodell, greift auf die definierte maximale Kühlungsleistung (“MaxPower”) und die über den Schedule definierten Solltemperaturen (“ScheduleSetPoints”) zu.

Modell 3, die mechanische Lüftungsanlage, benötigt die Angaben zur Effizienz der Wärmerückgewinnungsanlage (“HeatRecoveryEfficiency”), die Maximaltemperatur zur Aktivierung der Wärmerückgewinnungsanlage (“”HeatRecoverySetpoint”) und die zeitabhängigen Sollwerte des Förderstroms (“ScheduleVentilationRates”).

Modell 4, die förderstromgeregelte Kühlung, benötigt die Zulufttemperatur (“SupplyTemperature”), den maximalen Förderstrom (“MaxSupplyFlowRate”) und den über einen Plan gesteuerten Verlauf der Solltemperatur für die Kühlung (“ScheduleSetPoints”).

Element	**Attribut**	**Einheit**	**Wertebereich [Typ]**
MaxPower	-	W	0.0 bis 100000.0 [D]
SupplyTemperature	-	$°C$	0.0 bis 40.0 [D]
MaxSupplyFlowRate	-	$\frac{m^3}{h}$	0.0 bis 10000.0 [D]
HeatRecoveryEfficiency	-	%	0.0 bis 1.0 [D]
HeatRecoverySetpoint	-	$°C$	0.0 bis 100.0 [D]
ScheduleSetPoints	type	$°C$	0.0 bis 30.0 [D]
			(Subelemente)
ScheduleVentilationRates	type	$\frac{m^3}{h}$	0.0 bis 1000.0 [D]
			(Subelemente)

Tab. 1.4: Untergeordnete Struktur des “CoolingModel”- Tags

Die Plansteuerungstypen in den Subtags “SchedueSetPoints” und “ScheduleVentilationRates”) sind die selben wie im Heizungsmodell (“CONSTANT”, “DAILY_SEASONAL”, “DAILY_WEEK”, “ANNUAL”siehe Tabelle 1.3).

Ein Beispiel für eine einfache Kühlanlage mit einer maximalen Kühlleistung von 1200 Watt und einer konstanten Solltemperatur von 26°C ist nachfolgend aufgeführt.

```
1 ...
2 <CoolingModel name="" modelType="SIMPLE">
3    <MaxPower>1200</MaxPower>
4    <SupplyTemperature>16</SupplyTemperature>
```

```
5     <MaxSupplyFlowRate>40</MaxSupplyFlowRate>
6     <HeatRecoveryEfficiency>0</HeatRecoveryEfficiency>
7     <HeatRecoverySetpoint>22</HeatRecoverySetpoint>
8     <ScheduleSetPoints type="CONSTANT">
9        <ConstantValue>26</ConstantValue>
10    </ScheduleSetPoints>
11    <ScheduleVentilationRates type="CONSTANT">
12       <ConstantValue>0</ConstantValue>
13    </ScheduleVentilationRates>
14 </CoolingModel>
15 ...
```

1.2.2.5 "NaturalVentilationModel"- Tag

Dieses Element beschreibt den zeitlichen Verlauf des Luftwechsels (Einheit h^{-1}). Es enthält lediglich das Attribut "name" und einen von vier möglichen Plansteuerungstypen mit den Stundenwerten des Luftwechsels. Die zur Verfügung stehenden Plantypen entsprechen denen des Heizungs- und Kühlanlagen- Tags ("CONSTANT", "DAILY_SEASONAL", "DAILY_WEEK", "ANNUAL", siehe Tabelle 1.3).

```
1 ...
2 <NaturalVentilationModel name="">
3    <ScheduleAirChangeRates type="CONSTANT">
4       <ConstantValue>1</ConstantValue>
5    </ScheduleAirChangeRates>
6 </NaturalVentilationModel>
7 ...
```

1.2.2.6 "UserLoads"- Tag

Dieses Element beinhaltet Informationen über die nutzungsbedingten zusätzlichen Wärmelasten. Die ersten beiden Sub-Tags beschreiben die durch Personenanwesenheit verursachten Wärmelasten in Form einer durchschnittlichen Wärmeabgabe pro Person ("PersonLoad") und eines Steuerungsplans ("ScheduleOccupancy") zur Beschreibung der zeitabhängigen Personenanzahl. Das dritte Sub- Tag beinhaltet einen Steuerungsplan für die zeitabhängigen, nutzflächenbezogenen Wärmelasten ("ScheduleEquipmentLoad").

Element	Attribut	Einheit	Wertebereich [Typ]
PersonLoad	-	$\frac{W}{Pers}$	0.0 bis 3500.0 [D]
ScheduleOccupancy	type	$Pers$	0.0 bis 20.0 [D]
			(Subelemente)
ScheduleEquipmentLoad	type	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 500.0 [D]
			(Subelemente)

Tab. 1.5: Untergeordnete Struktur des “UserLoads”- Tags

Nachfolgend ist ein “UserLoads”- Element aufgeführt welches die Wärmeabgabe aus einer konstant anwesenden Person à 80 Watt und einer konstanten Flächenlast von 5 Watt pro Quadratmeter Nutzfläche beschreibt.

```
...
<UserLoads name="">
   <PersonLoad>80</PersonLoad>
   <ScheduleOccupancy type="CONSTANT">
      <ConstantValue>1</ConstantValue>
   </ScheduleOccupancy>
   <ScheduleEquipmentLoad type="CONSTANT">
      <ConstantValue>5</ConstantValue>
   </ScheduleEquipmentLoad>
</UserLoads>
...
```

1.2.2.7 “ShadingControlModel”- Tag

Das “ShadingControlModel”- Element enthält Angaben zur zeitabhängigen Steuerung des Sonnenschutzes. Das Element enthält zwei Attribute, einen Namen (“name”) und den Steuerungstyp (“modelType”). Als Modelltyp kommen folgende Varianten in Frage:

1. keine Steuerung der Verschattung, “CONSTANT”
2. Plansteuerung der Verschattung, “SCHEDULED”
3. Strahlungsintensitätsabhängige Verschattung, “INTENSITY_CONTROLLED”

Für alle Modelltypen stehen die nachfolgenden Unterelemente zur Verfügung.

Element	Attribut	Einheit	Wertebereich [Typ]
MaxRadiationIntensityHorizontal	-	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 10000.0 [D]
MaxRadiationIntensityWest	-	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 10000.0 [D]
MaxRadiationIntensitySouth	-	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 10000.0 [D]
MaxRadiationIntensityNorth	-	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 10000.0 [D]
MaxRadiationIntensityEast	-	$\frac{W}{m^2}$	0.0 bis 10000.0 [D]
ScheduleSchadingDegree	type	%	0.0 bis 1.0 [D] (Subelemente)

Tab. 1.6: Untergeordnete Struktur des “UserLoads”- Tags

Für Modell 1 (“CONSTANT”) werden diese Angaben vollständig ignoriert.

Modell 2 (“SCHEDULED”) greift auf die Angabe der Plansteuerung (“ScheduleShadingDegree”) zu. Darin sind, analog zur Definition der Plansteuerung für die Beheizung, Kühlung etc. die zeitabhängigen Werte der prozentualen Verschattung angegeben. Die zur Auswahl stehenden Plansteuerungsmodelle entsprechen den in Tabelle 1.3 aufgeführten.

Modell 3 bezieht sich auf die richtungsabhängig (Horizontal, West, Süd, Nord, Ost) definierten Grenzwerte der solaren Einstrahlungsleistung pro Flächeneinheit.

Nachfolgend ist das Modell für einen konstanten Verschattungsfaktor von 50% aufgeführt.

```
...
<ShadingControlModel name="" modelType="SCHEDULED">
   <MaxRadiationIntensityHorizontal>250</MaxRadiationIntensityHorizontal>
   <MaxRadiationIntensityWest>250</MaxRadiationIntensityWest>
   <MaxRadiationIntensitySouth>250</MaxRadiationIntensitySouth>
   <MaxRadiationIntensityNorth>250</MaxRadiationIntensityNorth>
   <MaxRadiationIntensityEast>250</MaxRadiationIntensityEast>
   <ScheduleShadingDegree type="CONSTANT">
      ConstantValue>0.5</ConstantValue>
   </ScheduleShadingDegree>
</ShadingControlModel>
...
```

1.2.2.8 “SimulationParameters”- Tag

Dieses Tag enthält die allgemeinen Simulationseinstellungen. Definiert werden können die Initialtemperatur der Raumluft und der Umschließungskonstruktionen (“TInitial”), die Albedo des Gebäudeumfeldes (“Albedo”), der konvektive Anteil der Nutzungswärmelasten (“GammaHC”) und der konvektive Anteil der Solarstrahlungslasten (“GammaRad”).

Zudem ist es möglich, zusätzliche speicherwirksame Massen anzugeben. Diese sind vollständig speicherfähig und werden über die Masse (“AdditionalMass”) und die spezifische Wärmespeicherkapazität (“AdditionalMassHeatCapacity”) definiert.

Element	**Attribut**	**Einheit**	**Wertebereich [Typ]**
TInitial	-	°C	0.0 bis 100.0 [D]
Albedo	-	%	0.0 bis 1.0 [D]
GammaHC	-	%	0.0 bis 1.0 [D]
GammaRad	-	%	0.0 bis 1.0 [D]
AdditionalMassHeatCapacity	-	$\frac{J}{kgK}$	0.0 bis 100000.0 [D]
AdditionalMass	-	kg	0.0 bis 100000.0 [D]

Tab. 1.7: Untergeordnete Struktur des “SimulationParameters”- Tags

Nachfolgend ist ein Beispiel für dieses Tag aufgeführt welches eine Ausgangstemperatur der Konstruktion und der Raumluft von 20°C, einen Reflexionsgrad des umgebenden Untergrunds (Albedo) von 20%, vollständig konvektiv anzusetzende innere Wärmelasten und Solarstrahlungslasten sowie eine zusätzliche speicherwirksame Masse von 20 kg mit einer spezifischen Speicherkapazität von 780 $\frac{J}{kgK}$ definiert.

```
...
<SimulationParameters>
   <TInitial>20</TInitial>
   <Albedo>0.2</Albedo>
   <GammaHC>1</GammaHC>
   <GammaRad>1</GammaRad>
   <AdditionalMassHeatCapacity>780</AdditionalMassHeatCapacity>
   <AdditionalMass>20</AdditionalMass>
</SimulationParameters>
...
```

1.2.3 “EmbeddedDataBase”- Tag

Das Element “EmbeddedDataBase” enthält sämtliche Datenbankobjekte welche zur Berechnung der Zone notwendig sind. Dabei kann es sich bei den Einträgen sowohl um Kopien aus den Einträgen der im Installationsordner gespeicherten Datenbankdateien (...Therakles/resources/IBK/db_[...].xml) als auch um neue, vom Nutzer angelegte Datenbankeinträge handeln.

Das “EmbeddedDataBase”- Objekt beinhaltet Materialien, Massivkonstruktionen, Fensterkonstruktionen und Verschattungssysteme. Für sämtliche Datenbankobjekte ist zu

beachten, dass sie eindeutige IDs innerhalb der Datenbank erhalten müssen. Der Wert Null ist nicht für IDs zuweisbar.

```
...
<EmbeddedDataBase>
   <Materials>
      <!-- alle verwendeten Materialien-->
   </Materials>
   <ConstructionTypes>
      <!-- alle verwendeten (Massiv-) Konstruktionen-->
   </ConstructionTypes>
   <WindowTypes>
      <!-- alle verwendeten Fensterkonstruktionen-->
   </WindowTypes>
   <ShadingTypes/>
      <!-- alle verwendeten Verschattungskonstruktionen-->
   <ShadingTypes/>
</EmbeddedDataBase>
...
```

1.2.3.1 "Materials"- Tag

Dieses Tag beinhaltet für jedes verwendete Material ein Material- Tag welches die jeweiligen Materialeigenschaften als Attribute mitführt. Diese Attribute sind der nachfolgenden Tabelle aufgelistet. Die Identifikationsnummer des Materials und die ID der Kategorie müssen eindeutig sein. 12 Kategorien sind voreingestellt. Ist keine Zuordnung möglich, kann "id=12" angegeben werden. Das entspricht, insofern die mitgelieferte Datenbank nicht verändert wurde, der Kategorie "Sonstige Baustoffe". Die Baustoffbezeichnungen sind frei wählbar und in Englisch "en:_" oder in Deutsch "de:_" definierbar. Als physikalische Baustoffeigenschaften sind immer die Wärmeleitfähigkeit ("lambda"), die Rohdichte ("rho") und die spezifische Wärmespeicherkapazität ("cT") anzugeben. Handelt es sich um Phasenwechselmaterialien (PCM), so müssen zusätzlich die Temperatur, ab welcher der Phasenwechsel eintritt, sowie die latente Wärme, welche beim Phasenwechsel freigesetzt wird, bekannt sein.

Element	Attribut	Einheit	Wertebereich [Typ]
Material	id	-	[I]
	category	-	[I]
	name	-	[S]
	lambda	$\frac{W}{mK}$	0.0 bis 1000.0 [D]
	rho	$\frac{kg}{m^3}$	0.0 bis 10000.0 [D]
	cT	$\frac{J}{kgK}$	0.0 bis 10000.0 [D]
	HPCM	$\frac{kJ}{kg}$	0.0 bis 100.0 [D]
	TPCMLow	°C	0.0 bis 100.0 [D]

Tab. 1.8: Untergeordnete Struktur des “Material”- Tags

Das nachfolgende Beispiel beinhaltet ein Material. Da es sich bei diesem Beispiel nicht um ein PCM handelt, wird als Phasenwechselwärme (“HPCM”) der Wert Null eingetragen.

```
...
<Materials>
   <Material id="147" category="2" name="de:Kalkzementputz|en:Cement␣Lime␣Plaster"
   lambda="0.89" rho="1800" cT="900" HPCM="0" TPCMLow="23"/>

   <!--weitere Materialien-->
</Materials>
...
```

1.2.3.2 “ConstructionTypes”- Tag

Die Konstruktionsdatenbank, d.h. das “ConstructionTypes”- Tag besteht aus mehreren “ConstructionType”- Subtags. Diese führen als Attribute die Bezeichnung der Konstruktion (“name”, optional zweisprachig) sowie die Identifikationsnummer (“id”) mit. Auch diese Identifikationsnummer muss eindeutig innerhalb der Datenbank vergeben sein. Jede Konstruktion enthält als Subtag die Auflistung aller enthaltenen Materialien (“Layers”). Darin sind für jedes Material (“Layer”) die Attribute “materialID” und Dicke “d” [m] angegeben.

```
...
<ConstructionTypes>
   <ConstructionType name="de:Muschelkalkwand,␣48␣cm|en:Shell␣limestone␣wall,␣48␣cm" id="1
      <Layers>
         <Layer materialId="500" d="0.48"/>
         <!--weitere Schichten-->
      </Layers>
```

```
8     </ConstructionType>
9
10    <!--weitere Konstruktionen-->
11 </ConstructionTypes>
12 ...
```

1.2.3.3 “WindowTypes”- Tag

Die Fensterdatenbank des jeweiligen Projektes enthält alle verwendeten Fensterkonstruktionen “WindowType” und gibt deren Eigenschaften über die Attribute dieses Tags an. Es werden ebenfalls eine Identifikationsnummer (“id”) und ein Name (“name”) sowie darüber hinaus ein Rahmenanteil des Fensters (“f”, Wertebereich 0 bis 1.0 [%]) , der Gesamtenergiedurchlassgrad bei senkrechtem Strahlungseinfall (“g”, Wertebereich 0-1.0 [%]) und der Wärmedurchgangskoeffizient der Fensterkonstruktion einschließlich Rahmen (“U”, Wertebereich 0.0 bis 10.0 $[\frac{W}{m^2\mathrm{K}}]$) angegeben.

```
1  ...
2  <WindowTypes>
3     <WindowType id="11" name="de:Einfachverglasung␣(VDI␣2078)|en:Single␣glazing␣(VDI␣2078)"
4     f="0.7" g="0.968" U="5.2"/>
5
6     <!--weitere Fensterkonstruktionen-->
7  </WindowTypes>
8  ...
```

1.2.3.4 “ShadingTypes”- Tag

Ebenso wie die übrigen Datenbankelemente enthält auch jedes Verschattungssystem im “ShadingTypes”- Tag über die Attribute “id” eine Identifikationsnummer und über “name”eine Bezeichnung. Für Verschattungssysteme ist zudem noch der mittlere Verschattungsgrad “z” (Wertebereich 0-1.0 [%]) erforderlich.

```
1  ...
2  <ShadingTypes>
3     <ShadingType id="4" name="de:Stoffmarkisen,␣oben␣und␣seitlich␣ventiliert␣(VDI␣2087)
4  ␣␣␣|en:Fabric␣blinds,␣ventilated␣on␣top␣and␣sides␣(VDI␣2087)" z="0.3"/>
5
6     <!--weitere Verschattungssysteme-->
7  </ShadingTypes>
8  ...
```

1.3 Struktur der Klimadateien (*.ccd und *.xml)

1.3.1 Standard- Klimadatenbank

Im Programm- Installtionsordner von Therakles sind mehrere Klimadatensätze abgelegt. Diese befinden sich im Unterordner ...Therakles/resources/IBK/DB_climate/. Für jeden vorhandenen Klimadatensatz existiert jeweils ein Ordner welcher zwei Dateien enthält. Eine Datei ist die Beschreibungsdatei des Standortes (*.xml). Die zweite Datei (*.ccdx) enthält die eigentlichen Klimadaten (Diffusstrahlung, Direktstrahlung, Außenlufttemperatur) als Stundenwerte. Diese sind im Binärformat abgespeichert.

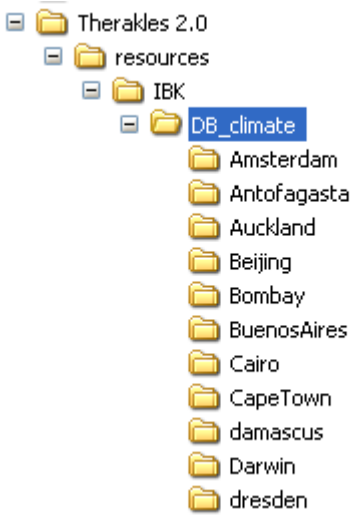


Abb. 1.1: Klimadatensätze im Installationsordner (Ausschnitt)

Die Beschreibungsdateien der Standorte (*.xml) sind einlesbar. Sie enthalten jeweils zwei Empty- Element Tags mit den Angaben zur Sommerphase (“SummerDesignDays”) und zum geografischen Standort (“Position”) sowie ein bzw. zwei Beschreibungs- Tags (“Description”, optional in deutsch und/oder englisch).

Die Sommerphase wird über die Attribute “start” und “duration” spezifiziert. Der erste Wert gibt an, an welchem Tag des Jahres (Wertbereich 0-365) die zu bemessende Sommerphase beginnt und der zweite Wert gibt die Dauer der Sommerphase in Tagen an.

Die geografische Lage wird über die Attribute “latitude”, den Breitengrad, und “longitude”, den Längengrad definiert.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <!DOCTYPE ClimateLocationDescription>
2    <ClimateDataLocation>
```

```
3       <SummerDesignDays start="201" duration="14"/>
4       <Position latitude="52.3" longitude="4.8"/>
5       <Description langid="en">Amsterdam, The Netherlands</Description>
6       <Description langid="de">Amsterdam, Niederlande</Description>
7    </ClimateDataLocation>
```

1.3.2 Eigene Klimadatensätze anlegen

Zur Definiton eigener Klimadatensätze ist es erforderlich, die Stundenwerte der Lufttemperatur, der Diffus- und der Direktstrahlung in einer festgelegten Formatierung (*.ccd) als einzelte Textdateien zu speichern. Folgende Dateien müssen in einem neuen Verzeichnis im Installationsordner (...Therakles/resources/IBK/DB_climate/..) vorhanden sein damit der Klimadatensatz anwendbar ist:

1. Beschreibungsdatei des Standortes als *.xml
2. Klimadatensatz mit den Stundenwerten der Diffusstrahlung als Textdatei mit der nachfolgend angegebenen Formatierung und mit der Benennung “DiffuseRadiation.ccd”
3. Klimadatensatz mit den Stundenwerten der Direktstrahlung als Textdatei mit der nachfolgend angegebenen Formatierung und mit der Benennung “DirectRadiation.ccd”
4. Klimadatensatz mit den Stundenwerten der Außenlufttemperatur als Textdatei mit der nachfolgend angegebenen Formatierung und mit der Benennung “Temperature.ccd”

Ein Beispiel für eine Diffusstrahlungs- Textdatei ist nachfolgend angegeben. Zeilen welche mit “#” (Raute) beginnen, sind Kommentarzeilen. Diese Zeilen werden, ebenso wie Leerzeilen, beim Einlesen der Datei ignoriert. Die Einleseroutine sucht die Klimadatei nach dem jeweiligen Kennwort durch und Beginnt an der entsprechenden Fundstelle mit dem Einlesen der Daten. Folgende Kennworte sind bekannt:

- “DIFRAD” für kurzwellige solare Diffusstrahlung mit der Einheit $\frac{W}{m^2}$
- “DIRRAD” für kurzwellige solare Direktstrahlung mit der Einheit $\frac{W}{m^2}$
- “TEMPER” für die Außenlufttemperatur in °C

In den nachfolgenden Zeilen müssen die Zeitwerte dieser Wetterelemente aufgeführt sein. Es werden maximal 8760 Zeitwerte eingelesen. Das entspricht den Stundenwerten eines Jahres, insofern es kein Schaltjahr ist. Sind weniger als 8760 Werte vorhanden, werden die fehlenden Stundenwerte mit dem vorhergehenden Stundenwert aufgefüllt. In diesem Fall wird auch eine Fehlermeldung ausgegeben.

Jede Datenzeile enthält drei durch Tabulatoren oder Leerzeichen getrennte Werte. Davon beschreiben die ersten beiden den Zeitpunkt und der letzte Wert den Zeitwert des Wetterlementes. Die Zeitpunkte müssen nachfolgend sein.

Der erste Wert einer Zeile gibt den Tag des Jahres als Ganzzahl an. Der mögliche Wertebereich beträgt 0 bis 365. Der Datensatz muss mit dem Tag 0 (Null) beginnen.

Der zweite Wert entspricht der Zeitangabe im Format "h:mm:ss" (h=Stunde [0-23], mm= Minute [00], ss=Sekunde [00]). Der Datensatz muss mit der Stunde 1 (Eins) beginnen. Die Zeitangaben sind ausschließlich für volle Stunden, d.h. im Format "h:00:00", einlesbar. Interpretationen von Minuten- und Sekundenwerten werden nicht unterstützt.

Der letzte Wert ist der Messwert des jeweiligen Wetterelementes. Dieser wird als Dezimalwert eingelesen.

```
1 # Middle Germany climatic zone
2 # Hourly values of diffuse short wave radiation on a horizontal area
3
4 DIFRAD    W/m2
5
6           0   1:00:00       0
7           0   2:00:00       0
8           0   3:00:00       0
9           0   4:00:00       0
```

1.4 Datenbankobjekte (db_*.xml)

Im Installtionsordner .../Therakles/resources/IBK/... sind folgende *.xml -Dateien zur Beschreibung von Standardkonstruktionen (1), -materialien (2), -verschattungen (3) und -fensterkonstruktionen (4) abgelegt:

1. db_constructions.xml
2. db_materials.xml
3. db_shadingTypes.xml
4. db_windows.xml

Diese Datenbankeinträge können nach Belieben ergänzt werden. Dabei ist zu beachten dass das vorgegebene Format korrekt umzusetzen ist und dass IDs eindeutig vergeben werden müssen. Die Ergänzung dieser Dateien ist vor allem dann empfehlenswert, wenn selbst angelegte Einträge in mehreren Projektdateien Anwendung finden sollen. Andernfalls würden diese ausschließlich im "EmbeddedObjects"- Tag der Projektdatei enthalten sein und damit nicht für andere Projekte zur Verfügung stehen.

1.4.1 Konstruktionsdatenbank (db_constructions.xml)

Die Konstruktionsdatenbank enthält sämtliche voreingestellte Konstruktionen mit aufsteigender ID. Die Rahmenstruktur der *.xml- Datei stellt sich wie folgt dar.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2    <ConstructionTypeList>
3       <!--voreingestellte Konstruktionen-->
4    </ConstructionTypeList>
```

Innerhalb des "ConstructionTypeList"- Tags sind die Konstruktions- Tags ("ConstructionType") mit ihren jeweiligen Schichtaufbauten ("Layers") als Subtags aufgeführt. Das Format der Konstruktionen entspricht dem in Abschnitt 1.2.3.2 erläuterten Aufbau.

1.4.2 Materialdatenbank (db_materials.xml)

In der Materialdatenbank sind neben den voreingestellten Materialien ("MaterialType") auch die Materialkategorien ("MaterialCategory"), ebenfalls geordnet nach aufsteigender ID, enthalten.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2    <projectDataFile version="1.7">
3       <header>
4          <dataClasses>
```

```
5              <materialData>
6                 <!--Liste der Materialkategorien: MaterialCategory-->
7                 <materialTypeList>
8                    <!--Liste der Materialien: Material Type-->
9                 </materialTypeList>
10             </materialData>
11             <layers/>
12             <components/>
13          </dataClasses>
14       </header>
15    </projectDataFile>
```

Das Materialkategorien werden als Empty-Tags geführt und enthalten die Attribute “id” und “name”. Die Identifikationsnummer muss eine eindeutige Ganzzahl sein, der Name kann ein selbst- gewählter Zeichensatz sein.

```
1  ...
2  <materialData>
3     <materialCategory id="1" name="Anstriche"/>
4        <!--weitere Materialkategorien-->
5     <materialTypeList> ... </materialTypeList>
6  </materialData>
7  ...
```

Die Materialtags unterscheiden sich von den in Abschnitt 1.2.3.1 erläuterten. Sie umfassen auch Kennwerte des Diffusions- und Kapilarwassertransportes. Für selbst angelegte Materialien können die feuchteschutztechnischen Kennwerte außer Acht gelassen werden. Hier bietet sich die Übernahme von Kennwerten ähnlicher Materialien an. Für die thermische Berechnung genügt die Angabe der Dichte (“rho”), der spezifischen Wärmespeicherkapazität (“cT”) und der Wärmeleitfähigkeit (“lambda”). Hierfür können die Angaben aus Abschnitt 1.2.3.1 hinzugezogen werden.

Nachfolgend ist das Beispiel des ersten Datenbankeintrags für das Material “Verbundmörtel” aufgeführt.

```
1  ...
2  <materialTypeList>
3     <materialType category="2" id="2" name="DE:␣Verbundmörtel|EN:␣Compound␣Mortar" organic=
4        <aw>0.0018</aw>
5        <w80>0.0098</w80>
6        <wsat>0.111</wsat>
7        <cT>850</cT>
8        <rho>1100</rho>
9        <mu1>500</mu1>
10       <mu2>500</mu2>
11       <plambda>0.7</plambda>
12       <nu>0</nu>
13       <eDyn>0</eDyn>
14       <e>0</e> <eta>0</eta>
```

```
15        <porosity>0.12</porosity>
16        <alpha>0 0 0 0 0 0 0</alpha>
17        <source>IBK-Labor</source>
18        <manufacturer>Remmers Baustofftechnik</manufacturer>
19        <description>Klebemörtel</description>
20     </materialType>
21
22     <!--weitere Materialien-->
23  </materialTypeList>
24  ...
```

1.4.3 Verschattunssystemdatenbank (db_shadingTypes.xml)

Diese Datei enthält, ebenfalls aufsteigend nach vergebener ID, die voreingestellten Verschattungselemente. Die Spezifikation der "ShadingType"- Tags entspricht der in Abschnitt 1.2.3.4 Erläuterten.

```
1  <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
2     <ShadingTypes>
3        <!--Verschattungselemente: ShadingType -->
4     <\ShadingTypes>
```

1.4.4 Fensterdatenbank (db_windows.xml)

Die Fensterkonstruktionsdatenbank enthält ebenfalls alle voreingestellten Konstruktionen. Die Spezifikation der dort aufgelisteten "WindowType"- Elemente ist in Abschnitt 1.2.3.3 erläutert.

```
1  <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
2     <WindowTypes>
3        <!--Fensterkonstruktionen: WindowType -->
4     <\WindowTypes>
```

Literaturverzeichnis

[Dokumentation 2013] A. Nicolai, Physikalische Grundlagen des thermischen Raummodells THERAKLES, Institut für Bauklimatik, Technische Universität Dresden, veröffentlicht über QUCOSA unter folgender URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-102112 (persistente URN: urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-102112) , veröffentlicht am 17.01.2013.

[Handbuch 2013] P. Freudenberg, THERAKLES - Nutzerhandbuch, Institut für Bauklimatik, Technische Universität Dresden, 2013.

[W3C-xml] Spezifikation des XML- Formats durch das World Wide Web Consortium: http://www.w3.org/XML/ , Stand 06.03.2013.