

RWTH AACHEN

# CES Softwareentwicklungspraktikum

Analyse- und Entwurfsdokument - Wärmeleitung

Christian BILAS  
 christian.bilas@rwth-aachen.de, Matrikelnummer: 334829

Robin Tim BROESKE  
 robin.tim.broeske@rwth-aachen.de, Matrikelnummer: 334031

Konstantin KEY  
 konstantin.key@rwth-aachen.de, Matrikelnummer: 332523

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>1 Vorwort</b>	<b>2</b>
1.1 Aufgabenstellung und Struktur des Dokument . . . . .	2
1.2 Projektmanagement . . . . .	2
1.3 Lob und Kritik . . . . .	2
<b>2 Analyse</b>	<b>3</b>
2.1 Anforderungsanalyse . . . . .	3
2.1.1 Benutzeranforderungen . . . . .	3
2.1.2 Anwendungsfallanalyse . . . . .	3
2.1.2.1 Anwendungsfalldiagramm . . . . .	3
2.1.2.2 Beschreibungen der Anwendungsfälle . . . . .	4
2.1.2.3 Aktivitätsdiagramme . . . . .	7
2.1.2.4 Systemanforderungen . . . . .	11
2.2 Begriffsanalyse . . . . .	12
2.2.1 Klassenkandidaten . . . . .	12
2.2.2 Begriffsnetz . . . . .	12
<b>3 Entwurf</b>	<b>14</b>
3.1 Pakete . . . . .	14
3.2 Abstrakte Datentypen . . . . .	14
3.3 Klassen . . . . .	14
3.3.1 Paket algorithms . . . . .	14
3.3.1.1 IntMethod . . . . .	15
3.3.1.2 IterativeSolver . . . . .	17
3.3.2 Paket model . . . . .	18
3.3.2.1 model . . . . .	19
3.3.3 Paket presentation . . . . .	24
3.3.3.1 UI . . . . .	25
3.3.3.2 Controller . . . . .	29
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>39</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>40</b>

# **Kapitel 1**

## **Vorwort**

**1.1 Aufgabenstellung und Struktur des Dokument**

**1.2 Projektmanagement**

**1.3 Lob und Kritik**

# Kapitel 2

## Analyse

### 2.1 Anforderungsanalyse

#### 2.1.1 Benutzeranforderungen

Es soll eine Software zur Simulation der zeitlichen Entwicklung einer Temperaturverteilung in Metallplatten entwickelt werden. Diese sollen die Abmessungen 1 Meter x 1 Meter besitzen. Diese können weiterhin inhomogen sein und somit beliebig ortsabhängige Temperaturleitkoeffizienten besitzen. Außerdem ist es dem Benutzer möglich, sowohl die Start- und Randbedingungen des Wärmeleitungsproblems als auch den Endzeitpunkt der Simulation vorzugeben. Des Weiteren ist es dem Benutzer möglich Wärmequellen und deren Intensität ein- sowie weiterhin die Simulationsparameter der Ortsbeziehungsweise Zeitdiskretisierung vorzugeben. Jegliche Benutzereingaben erfolgen über eine grafische Oberfläche. Nach Abschluss der Berechnung wird das Ergebnis visualisiert und die zeitliche Entwicklung der Temperaturverteilung kann in Form eines Videos untersucht werden.

#### 2.1.2 Anwendungsfallanalyse

##### 2.1.2.1 Anwendungsfalldiagramm

Das Anwendungsfalldiagramm zeigt die Abbildung 2.1.

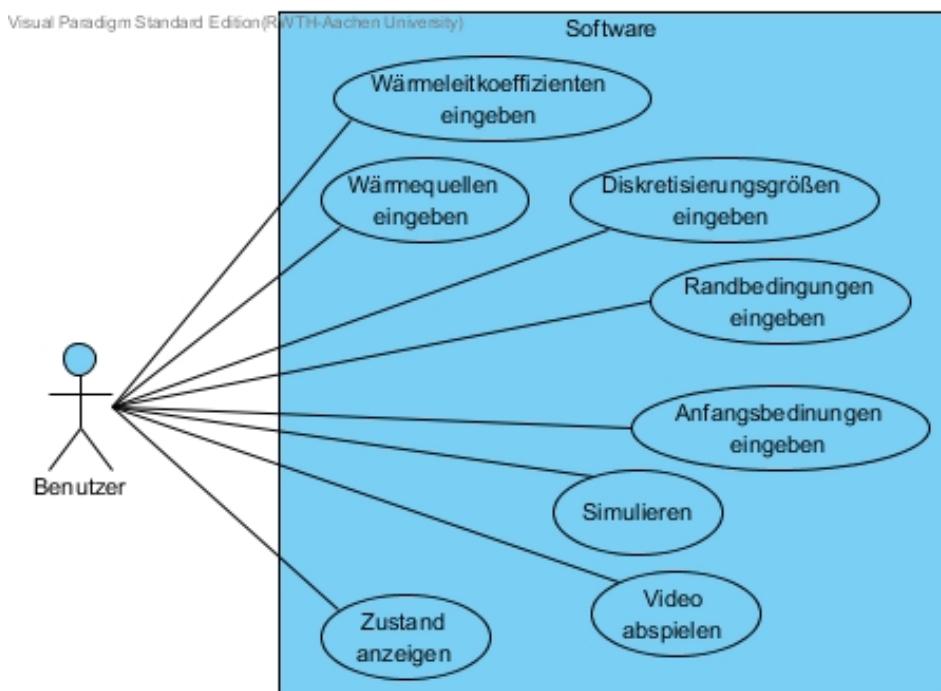


Abbildung 2.1: Anwendungsfalldiagramm

### 2.1.2.2 Beschreibungen der Anwendungsfälle

Die folgenden Tabellen (Tab. 2.1 - 2.8) zeigen die Beschreibungen der Anwendungsfälle.

<b>Name</b>	Anfangsbedingungen eingeben	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte Anfangsbedingungen vorgeben.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Anfangsbedingungen wurden vorgegeben und gespeichert.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Anfangsbedingungen wurden nicht geändert und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte Anfangsbedingungen vorgeben.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Anfangsbedingungen</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer gibt die Anfangsbedingungen vor.
	4	Die Software prüft die eingegebenen Anfangsbedingungen.
	5	Die Software speichert die Anfangsbedingungen.
<b>Nebenfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
<b>Anfangsbedingungen nicht akzeptiert</b>	5a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	5a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	5a.3	→ Schritt 4

Tabelle 2.1: Beschreibung Use Case Anfangsbedingungen eingeben

<b>Name</b>	Diskretisierungsgrößen eingeben	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte Diskretisierungsgrößen eingeben.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Diskretisierungsgrößen wurden vorgegeben und gespeichert.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Diskretisierungsgrößen wurden nicht geändert und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte Diskretisierungsgrößen eingeben.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Diskretisierungsgrößen</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer gibt die Stützstellenzahl der Ortsdiskretisierung $n$ ein.
	4	Der Benutzer gibt die Stützstellenzahl der Zeitdiskretisierung $m$ ein.
	5	Der Benutzer gibt den Endzeitpunkt $T$ ein.
	6	Die Software prüft die eingegebenen Größen.
	7	Die Software speichert die eingegebenen Größen.
<b>Nebenfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
<b>Eingegebene Größen nicht akzeptiert</b>	7a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	7a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	7a.3	→ Schritt 6

Tabelle 2.2: Beschreibung Use Case Diskretisierungsgrößen eingeben

<b>Name</b>	Randbedingungen eingeben	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte Randbedingungen vorgeben.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Randbedingungen wurden vorgegeben und gespeichert.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Randbedingungen wurden nicht geändert und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte Randbedingungen vorgeben.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Randbedingungen</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer gibt die Randbedingungen vor.
	4	Die Software prüft die eingegebenen Randbedingungen.
	5	Die Software speichert die Randbedingungen.
<b>Nebenfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
Randbedingungen nicht akzeptiert	5a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	5a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	5a.3	→ Schritt 4

Tabelle 2.3: Beschreibung Use Case Randbedingungen eingeben

<b>Name</b>	Simulieren	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte simulieren.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Simulation wurde ausgeführt.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Simulation wurden nicht ausgeführt und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte die Simulation starten.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Simulieren</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer drückt den Knopf <i>Simulieren</i> .
	4	Die Software simuliert.
	5	Die Software wechselt zu dem Menü <i>Visualisierung</i> .
	6	Die Software stellt den Endzustand dar.

Tabelle 2.4: Beschreibung Use Case Simulieren

<b>Name</b>	Video abspielen	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte die zeitliche Entwicklung der Temperaturverteilung untersuchen.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt und es wurde eine Simulation erfolgreich durchgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Das Video wird abgespielt.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Das Video wurde nicht abgespielt und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte die zeitliche Entwicklung der Temperaturverteilung untersuchen.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Visualisierung</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer startet das Video.
	4	Die Software spielt das Video ab.

Tabelle 2.5: Beschreibung Use Case Video abspielen

<b>Name</b>	Wärmeleitkoeffizienten eingeben	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte Wärmeleitkoeffizienten eingeben.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Wärmeleitkoeffizienten wurden eingegeben und gespeichert.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Wärmeleitkoeffizienten wurden nicht geändert und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte Wärmeleitkoeffizienten eingeben.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Wärmeleitkoeffizienten</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer wählt auf der Darstellung der Platte die gewünschten Gebiete.
	4	Die Software prüft die eingegebenen Gebiete.
	5	Der Benutzer wählt die Werte für die einzelnen Gebiete.
	6	Die Software prüft die eingegebenen Werte.
	7	Die Software speichert die Gebiete und die Werte.
<b>Nebenfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
Gebiet nicht akzeptiert	5a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	5a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	5a.3	→ Schritt 4
Werte nicht akzeptiert	7a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	7a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	7a.3	→ Schritt 6

Tabelle 2.6: Beschreibung Use Case Wärmeleitkoeffizienten eingeben

<b>Name</b>	Wärmequellen eingeben	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte Wärmequellen eingeben.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Die Wärmequellen wurden eingegeben und gespeichert.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Die Wärmequellen wurden nicht geändert und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte Wärmequellen eingeben.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Wärmequellen</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer wählt auf der Darstellung der Platte die gewünschten Gebiete.
	4	Die Software prüft die eingegebenen Gebiete.
	5	Der Benutzer wählt die Werte für die einzelnen Gebiete.
	6	Die Software prüft die eingegebenen Werte.
	7	Die Software speichert die Gebiete sowie die Werte.
<b>Nebenfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
Gebiet nicht akzeptiert	5a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	5a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	5a.3	→ Schritt 4
Werte nicht akzeptiert	7a.1	Eine Fehlermeldung wird angezeigt.
	7a.2	Der Benutzer korrigiert seine Eingabe.
	7a.3	→ Schritt 6

Tabelle 2.7: Beschreibung Use Case Wärmequellen eingeben

<b>Name</b>	Zustand anzeigen	
<b>Ziel</b>	Der Benutzer möchte ein Zustand anzeigen lassen.	
<b>Einordnung</b>	Hauptfunktion	
<b>Vorbedingung</b>	Die Software wird korrekt ausgeführt und es wurde eine Simulation erfolgreich durchgeführt.	
<b>Nachbedingung</b>	Der Zustand wird angezeigt.	
<b>Nachbedingung im Fehlerfall</b>	Der Zustand wurde nicht angezeigt und entsprechende Fehlermeldungen wurden ausgegeben.	
<b>Haupt-Neben-Akteur</b>	Benutzer	
<b>Auslöser</b>	Der Benutzer möchte ein Zustand anzeigen lassen.	
<b>Standardfluss</b>	<b>Schritt</b>	<b>Aktion</b>
	1	Der Benutzer wählt den Menüpunkt <i>Visualisierung</i> aus.
	2	Die Software wechselt zu dem entsprechenden Menü.
	3	Der Benutzer wählt per Maus den Zeitpunkt des Zustands, den er betrachten möchte, aus.
	4	Die Software zeigt den Zustand an.

Tabelle 2.8: Beschreibung Use Case Zustand anzeigen

### 2.1.2.3 Aktivitätsdiagramme

Die folgenden Abbildungen (Abb. 2.2 - 2.9) zeigen die Aktivitätsdiagramme der Anwendungsfälle.

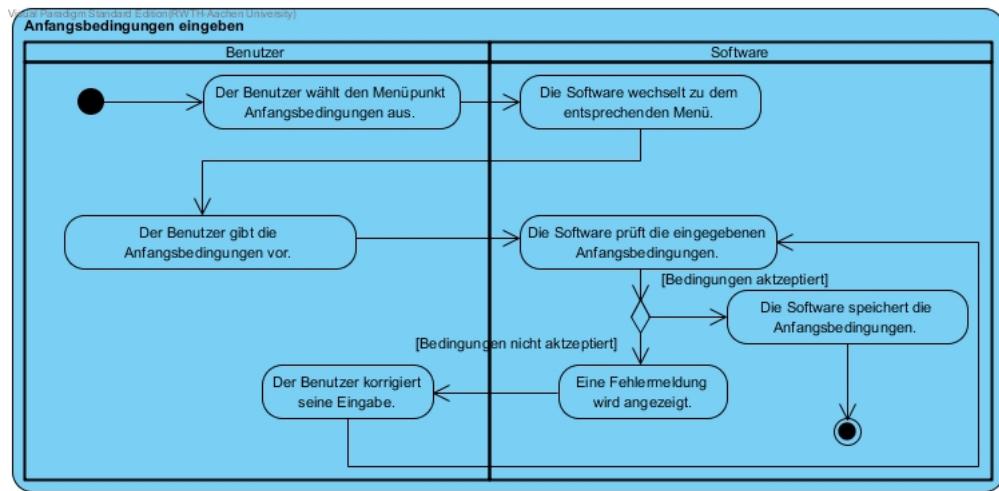


Abbildung 2.2: Aktivitätsdiagramm Use Case Anfangsbedingungen eingeben

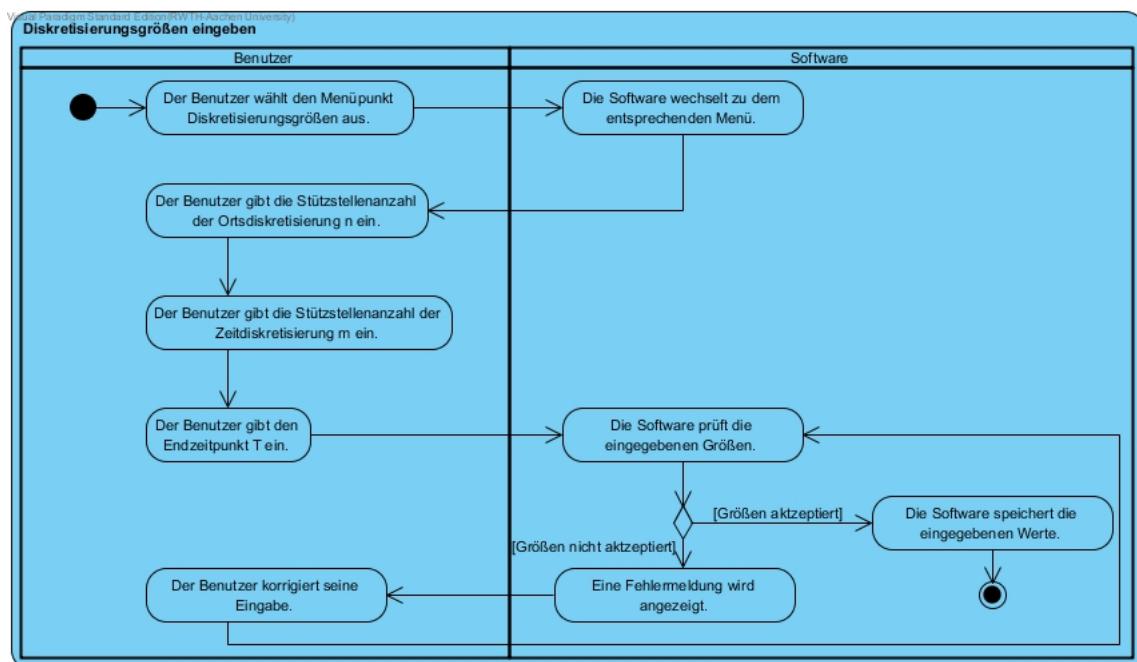


Abbildung 2.3: Aktivitätsdiagramm Use Case Diskretisierungsgrößen eingeben

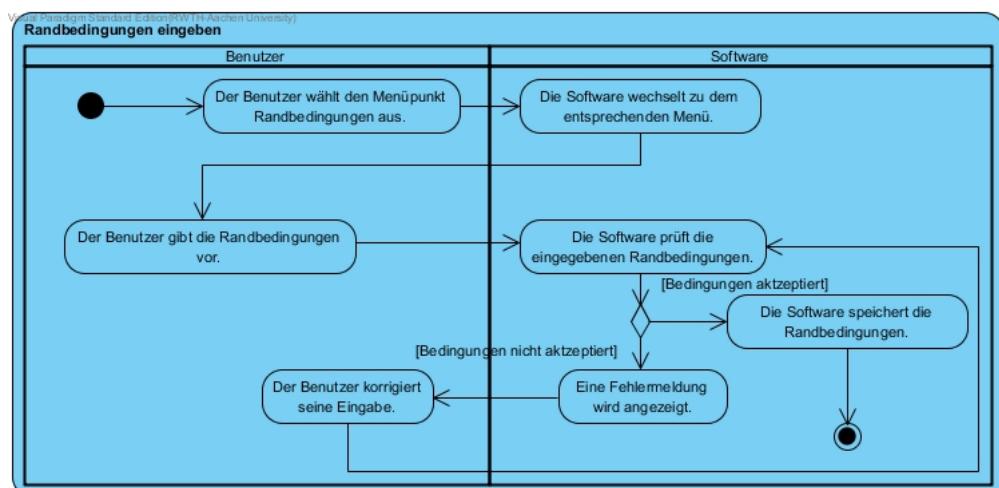


Abbildung 2.4: Aktivitätsdiagramm Use Case Randbedingungen eingeben

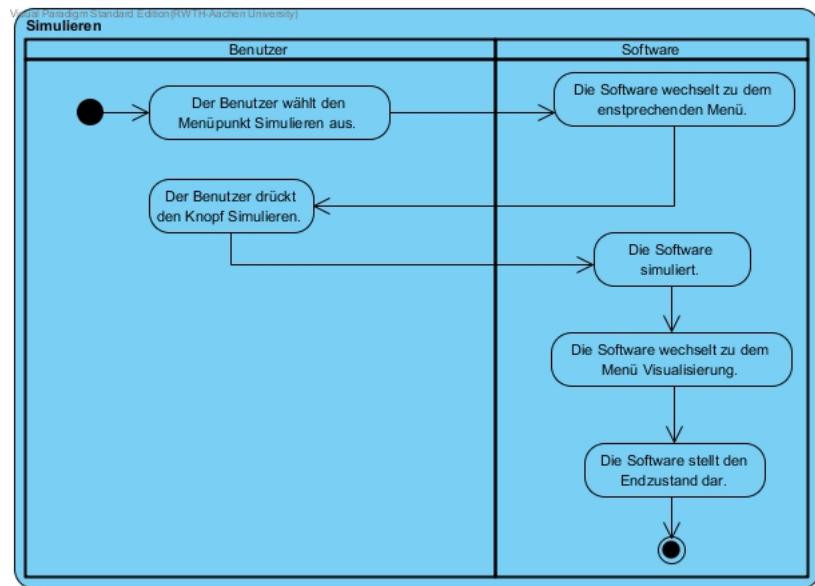


Abbildung 2.5: Aktivitätsdiagramm Use Case Simulieren

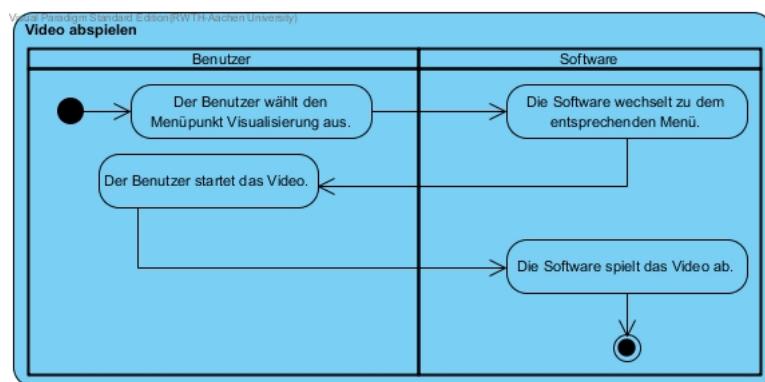


Abbildung 2.6: Aktivitätsdiagramm Use Case Video abspielen

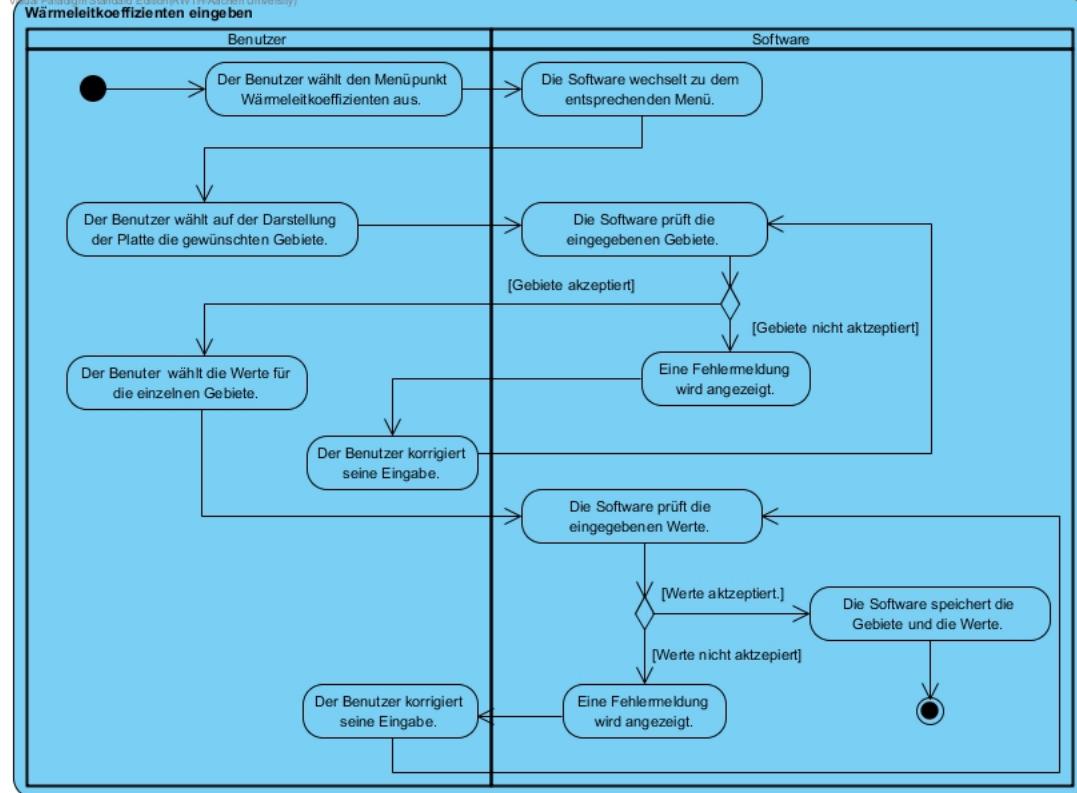


Abbildung 2.7: Aktivitätsdiagramm Use Case Wärmeleitkoeffizienten eingeben

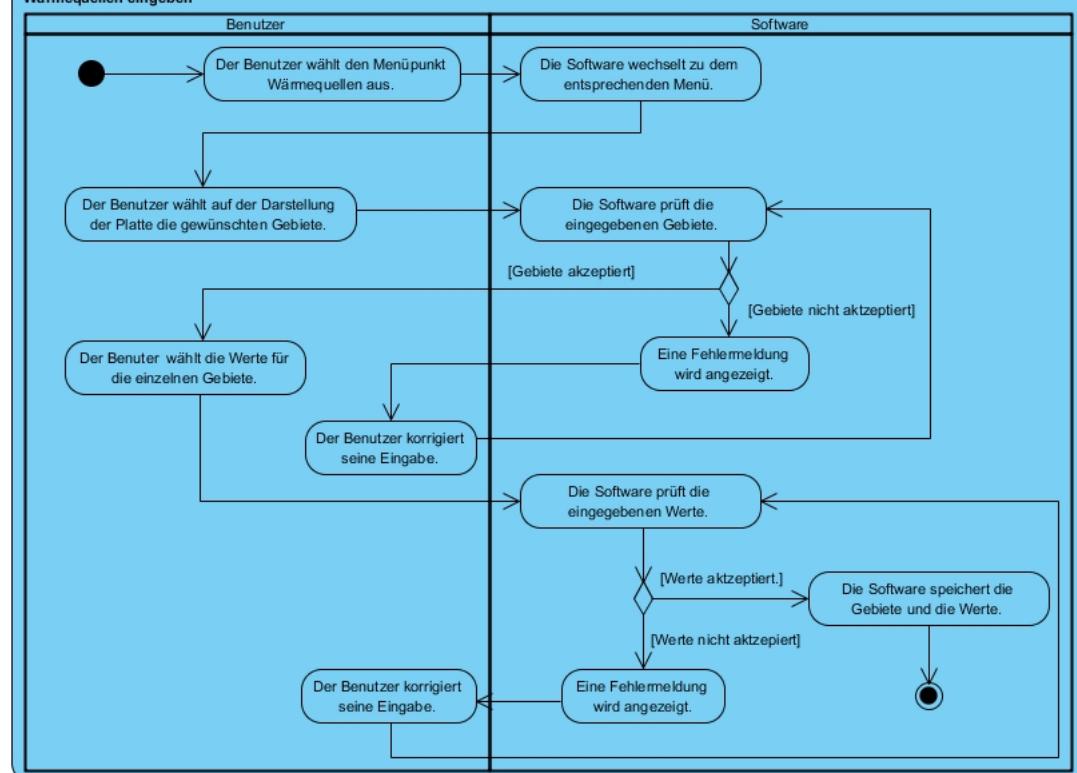


Abbildung 2.8: Aktivitätsdiagramm Use Case Wärmequellen eingeben

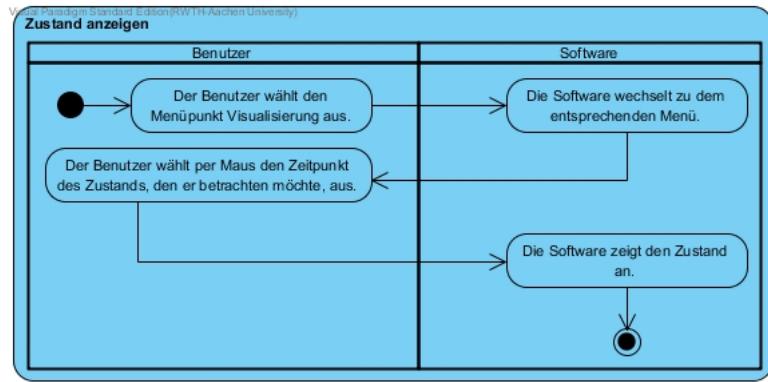


Abbildung 2.9: Aktivitätsdiagramm Use Case Zustand anzeigen

### 2.1.2.4 Systemanforderungen

#### Funktionale Anforderungen

1. Der Benutzer kann mit linken Mausklicks Gebiete der Wärmeleitkoeffizienten eingeben und deren Werte per Tastatur festlegen.
2. Der Benutzer kann mit linken Mausklicks Wärmequellen eingeben und deren Werte per Tastatur festlegen.
3. Um das Problem zu spezifizieren, kann der Benutzer Funktionen für die Anfangs- und Randbedingungen vorgeben.
4. Die Diskretisierungsparameter (Stützstellenzahlen der Orts- beziehungsweise Zeitdiskretisierungen sowie den Endzeitpunkt der Simulation) & Simulationsparameter (Integrationsverfahren) können durch den Benutzer festgelegt werden.
5. Die Simulation kann per Knopfdruck durch den Benutzer gestartet werden.
6. Der Benutzer kann sich die zeitliche Entwicklung der Temperaturverteilung als Video oder einen Zustand als Standbild anzeigen lassen.
7. Die Software kann durch den Benutzer per Knopfdruck auf den Ausgangszustand zurückgesetzt werden.
8. Der Benutzer kann sich eine Hilfe zur Benutzung der Software anzeigen lassen.

#### Nicht-funktionale Anforderungen

1. Dokumentation der Implementierung mittels Doxygen
2. Grafische Oberfläche mit Qt
3. Einfache Erweiterbarkeit um weitere Simulationsmethoden
4. Lauffähig unter Windows und Linux (insbesondere auf dem RWTH Aachen Cluster)
5. Grafische Oberfläche skaliert korrekt bei Veränderung der Fenstergröße
6. Die Berechnung im Laufe der Simulation soll innerhalb von maximal 45 Sekunden abgeschlossen sein.

## 2.2 Begriffsanalyse

### 2.2.1 Klassenkandidaten

- Platte → Gitter
- Temperaturverteilung
- Temperaturkoeffizient (→ durch *Area* implementiert)
- Wärmequellen (→ durch *Area* implementiert)
- **Function**
  - Startbedingung (→ durch *Function* implementiert)
  - Randbedingung (→ durch *Function* implementiert)
  - Endzeitpunkt, Stützstellenzahl (Ort- & Zeitdiskretisierung)
  - Simulation
- Problem + Ergebnis → **Model**
- Zustand/Video
- Fehlermeldung (→ durch GUI implementiert)
- **Area**
- **IntMethod** → **ImpEuler**, ...
- **IterativeSolver** → **Jacobi**, ...

### 2.2.2 Begriffsnetz

Abbildung 2.10 zeigt das Begriffsnetz.

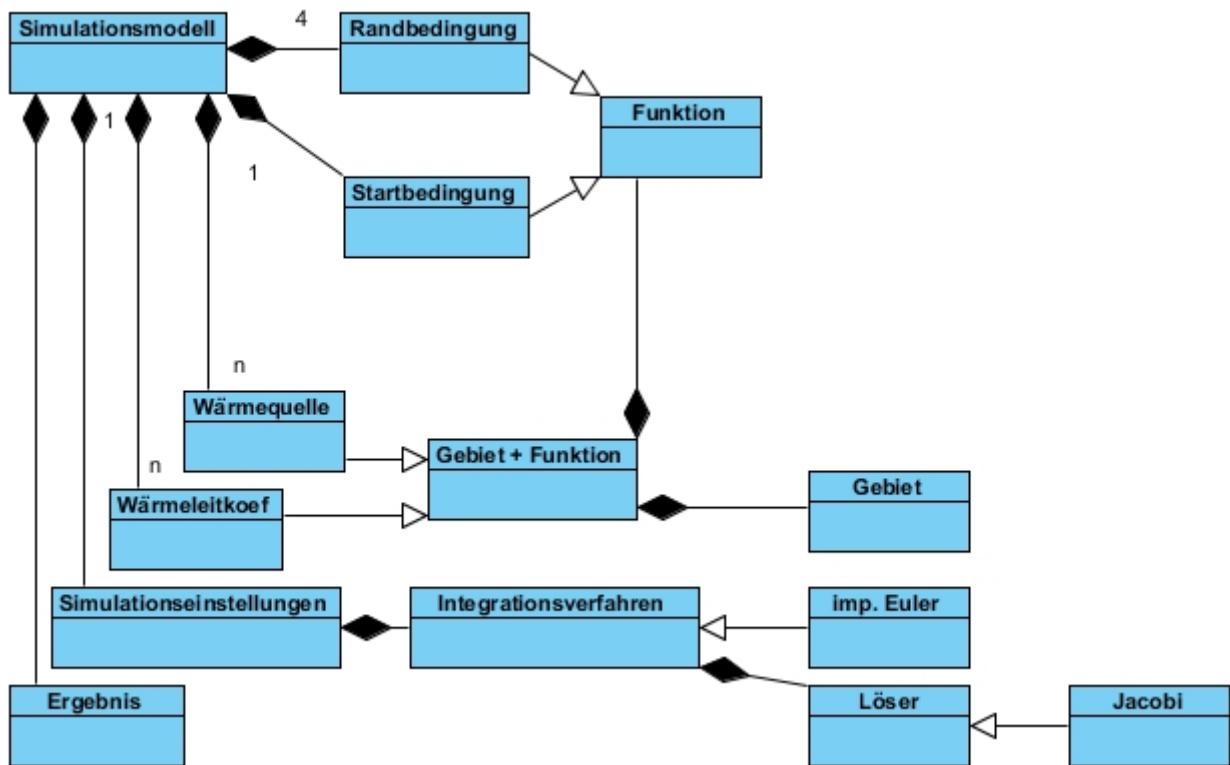


Abbildung 2.10: Begriffsnetz

# Kapitel 3

## Entwurf

### 3.1 Pakete

Unsere Software gliedert sich in drei Pakete, deren Struktur in Abbildung 3.1 dargestellt ist.

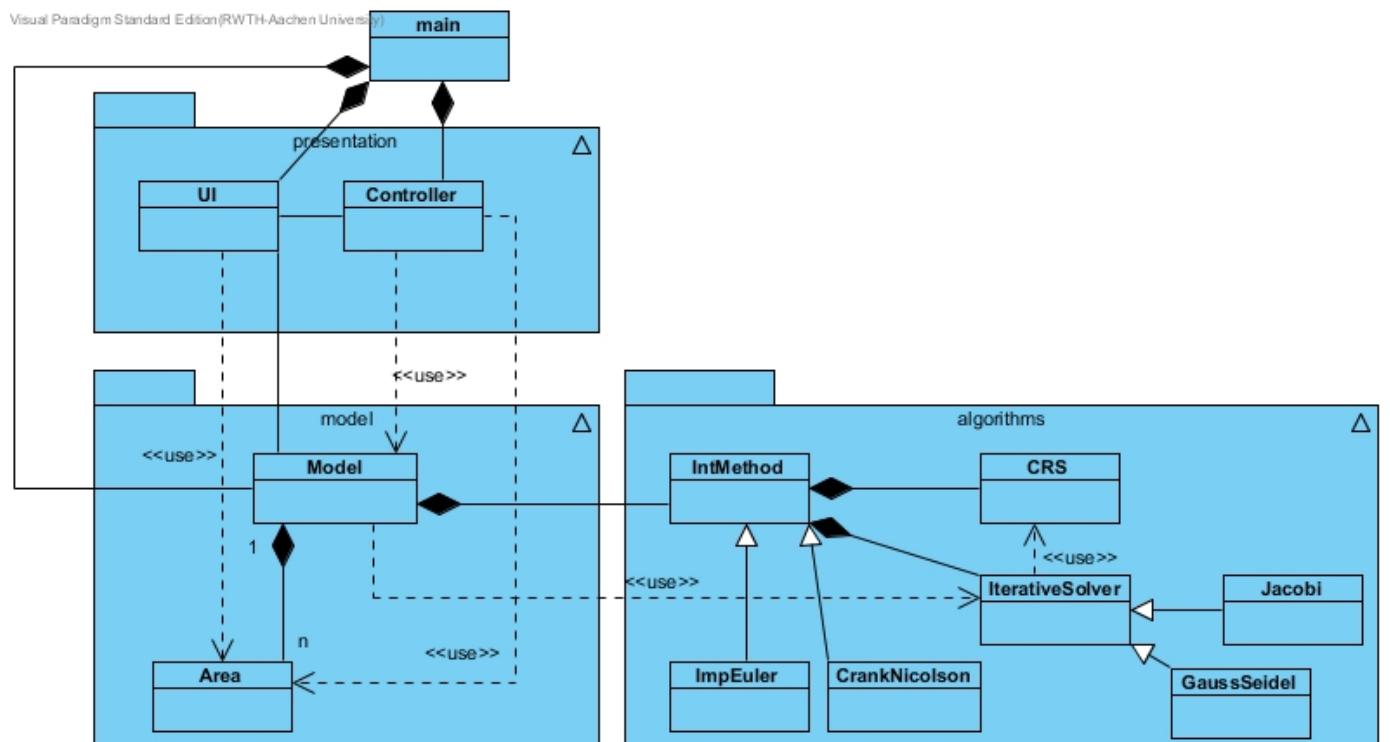


Abbildung 3.1: Paketstruktur

### 3.2 Abstrakte Datentypen

### 3.3 Klassen

Nachfolgend sind die Klassen-/Sequenzdiagramme nach Paketen sortiert aufgelistet.

Dabei werden keine Sequenzdiagramme gezeigt, falls es sich um Methoden ohne Kommunikation mit anderen Objekten handelt, insbesondere auch getter-Funktionen, Funktionen die Algorithmen implementieren.

#### 3.3.1 Paket algorithms

Das Klassendiagramm in Abbildung 3.2 zeigt alle im Paket *algorithms* enthaltene Klassen.

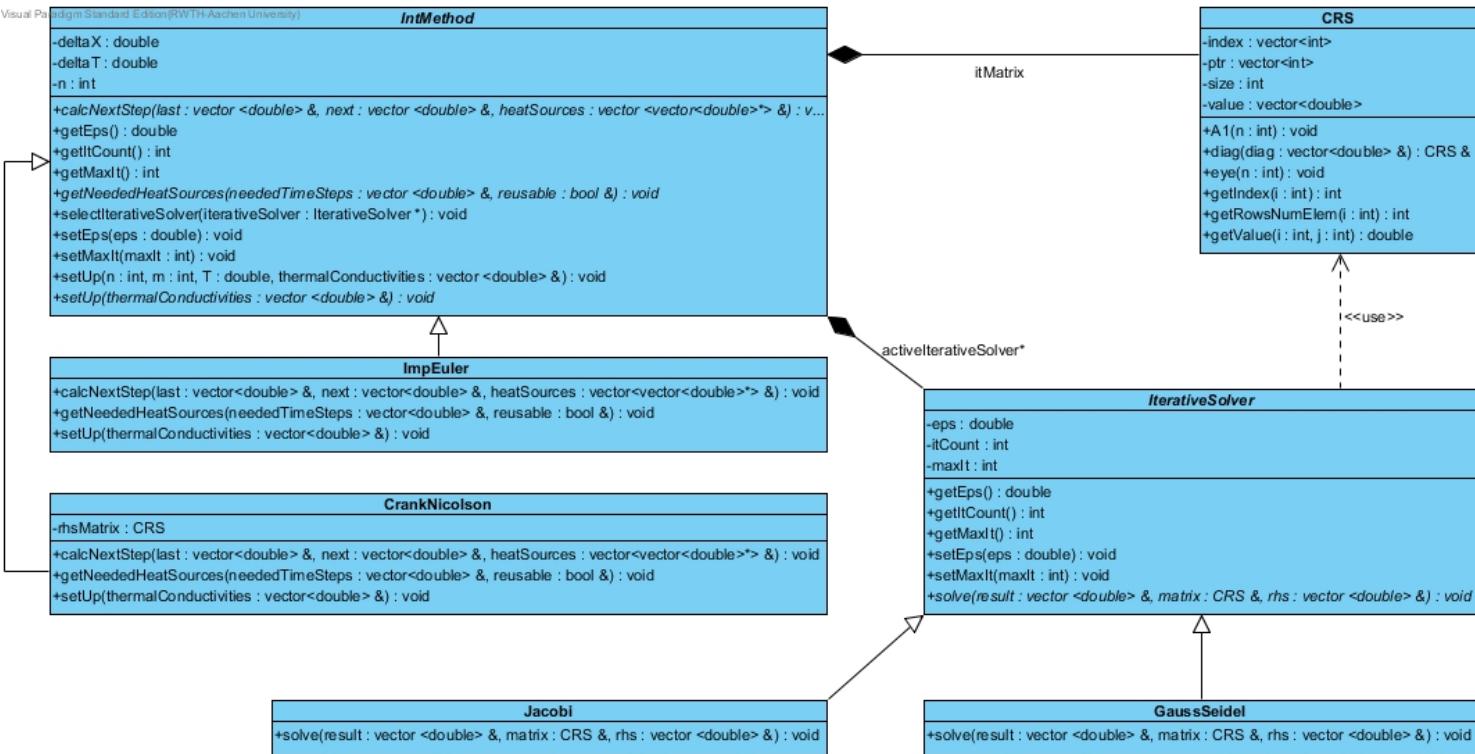


Abbildung 3.2: Klassendiagramm algorithms

### 3.3.1.1 IntMethod

#### calcNextStep

Das Sequenzdiagramm für *calcNextStep* ist in 3.3 dargestellt. *calcNextStep* berechnet die Approximation der Temperaturverteilung zum nächsten Zeitpunkt unter Verwendung der aktuellen Verteilung sowie der eingegebenen Wärmeleitkoeffizienten und Wärmequellen.

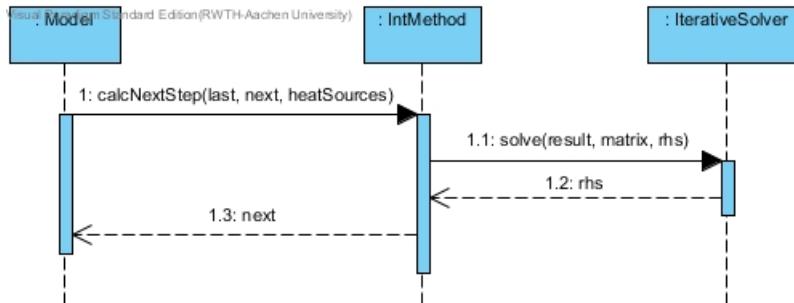


Abbildung 3.3: Sequenzdiagramm calcNextStep

#### selectIterativeSolver

Das Sequenzdiagramm für *selectIterativeSolver* ist in 3.4 dargestellt. *selectIterativeSolver* setzt den gewählten iterativen Löser.

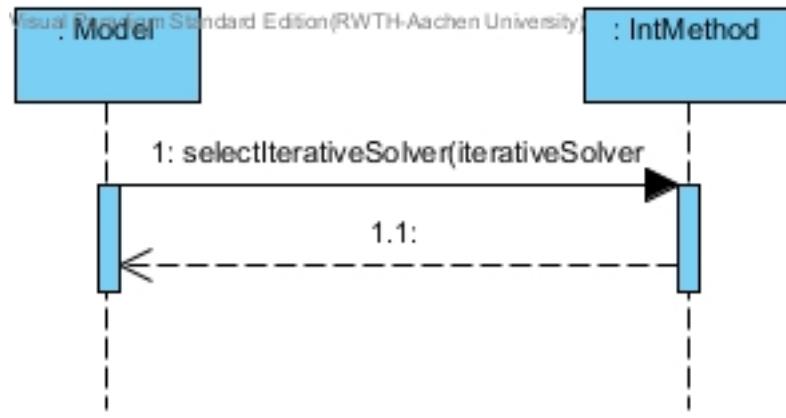


Abbildung 3.4: Sequenzdiagramm `selectIterativeSolver`

### `setEps`

Das Sequenzdiagramm für `setEps` ist in 3.5 dargestellt. `setEps` setzt die gewählte relative Fehlerschranke für den Löser.

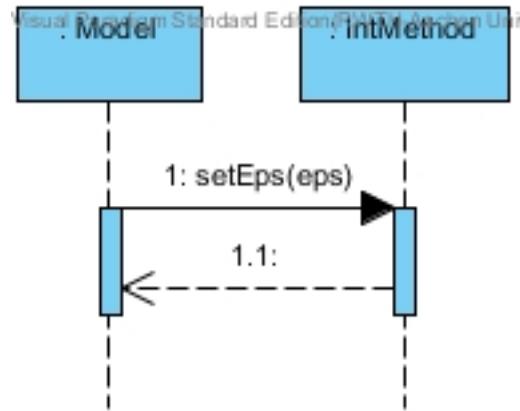


Abbildung 3.5: Sequenzdiagramm `setEps`

### `setMaxIt`

Das Sequenzdiagramm für `setMaxIt` ist in 3.6 dargestellt. `setMaxIts` setzt die gewählte maximale Iterationsanzahl für den Löser.

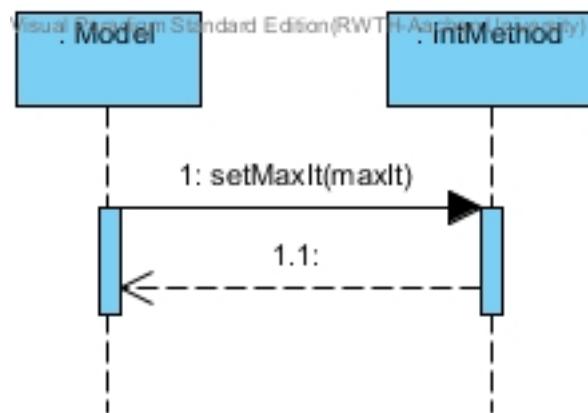


Abbildung 3.6: Sequenzdiagramm `setMaxIt`

### `setUp`

Das Sequenzdiagramm für `setUp` ist in 3.7 dargestellt. `setUp` bereitet die Simulationsberechnung vor.

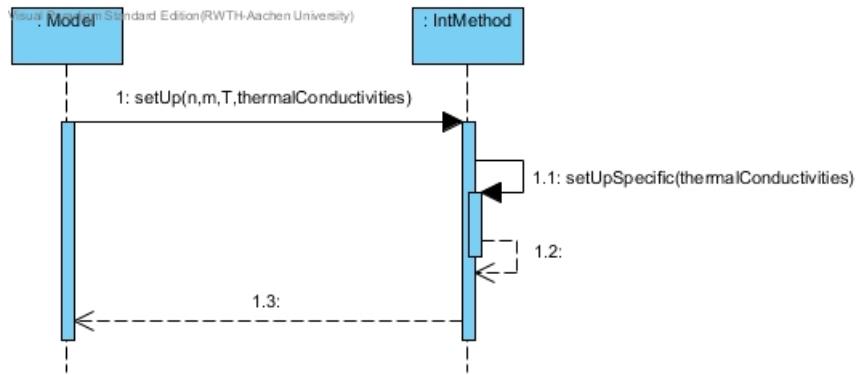


Abbildung 3.7: Sequenzdiagramm `setUp`

### `setUpSpecific`

Das Sequenzdiagramm für `setUpSpecific` ist in Abbildung 3.8 dargestellt. `setUpSpecific` trifft für die gewählte Integrationsmethode spezifische Vorbereitungen.

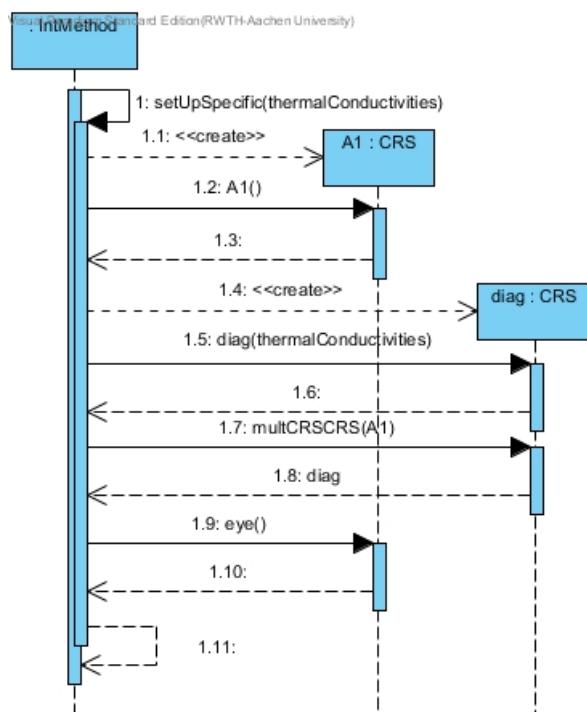


Abbildung 3.8: Sequenzdiagramm `setUpSpecific`

#### 3.3.1.2 IterativeSolver

##### `setEps`

Das Sequenzdiagramm für `setEps` ist in Abbildung 3.9 dargestellt. `setEps` setzt die gewählte relative Genauigkeit.

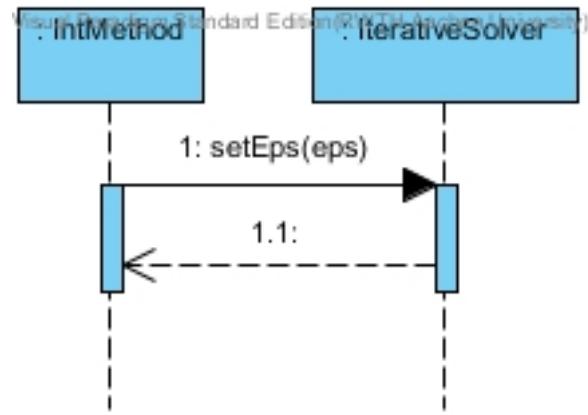


Abbildung 3.9: Sequenzdiagramm `setEps`

### `setMaxIt`

Das Sequenzdiagramm für `setMaxIt` ist in Abbildung 3.10 dargestellt. `setMaxIt` setzt die gewählte maximale Iterationsanzahl.

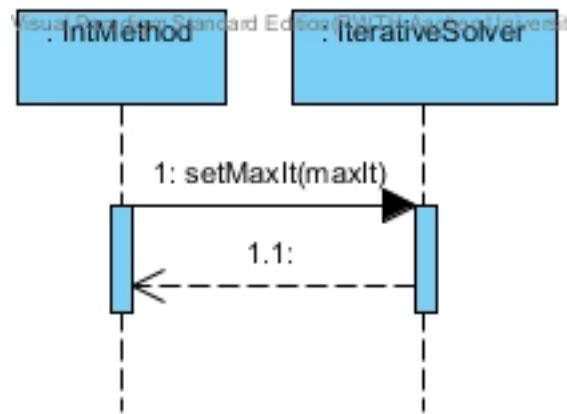


Abbildung 3.10: Sequenzdiagramm `setMaxIt`

### 3.3.2 Paket `model`

Das Klassendiagramm in Abbildung 3.11 zeigt alle im Paket `model` enthaltene Klassen.

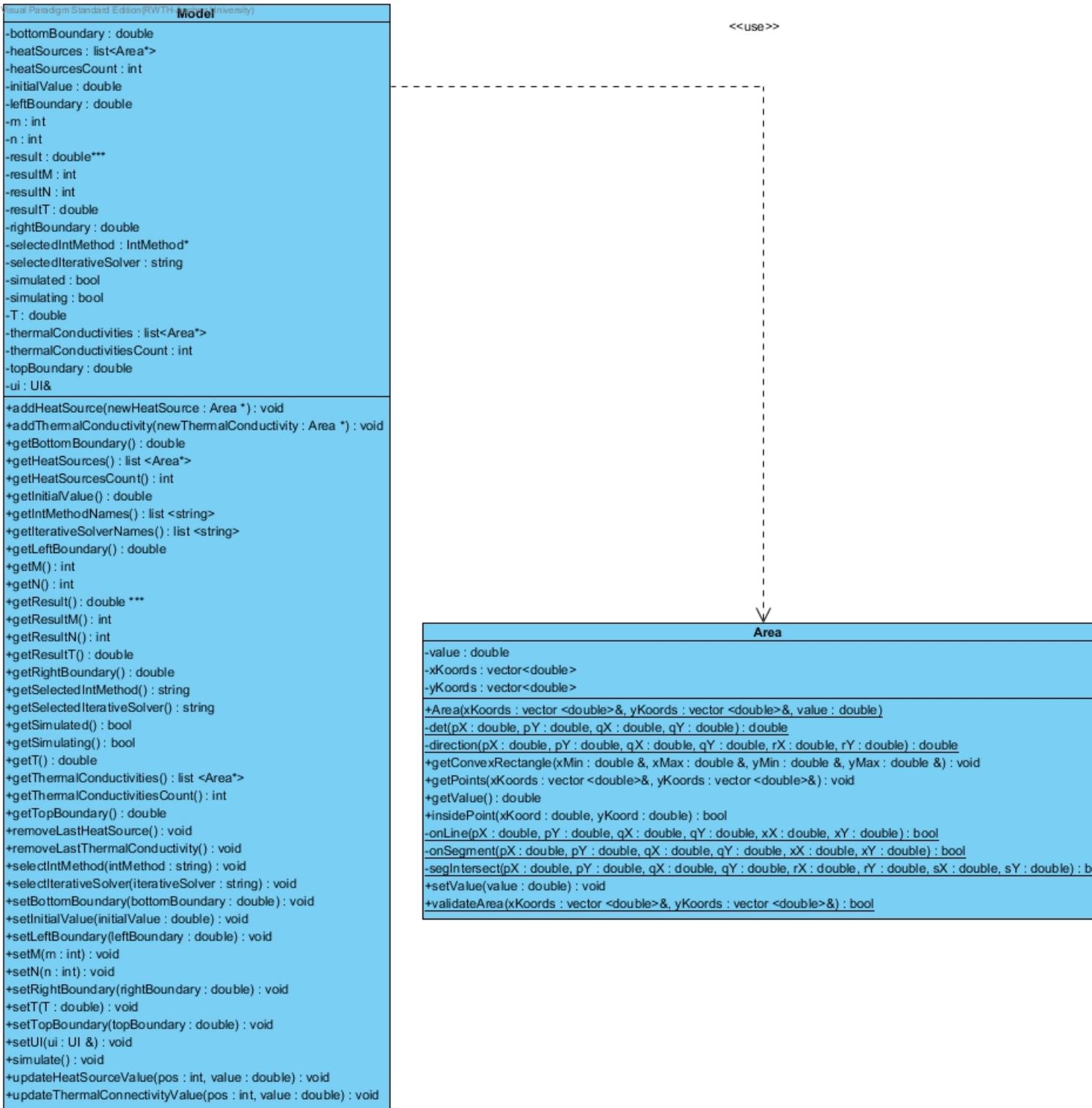


Abbildung 3.11: Klassendiagramm model

### 3.3.2.1 model

#### addHeatSource

Das Sequenzdiagramm für *addHeatSource* ist in 3.12 dargestellt. *addHeatSource* fügt eine weitere Wärmequelle hinzu.

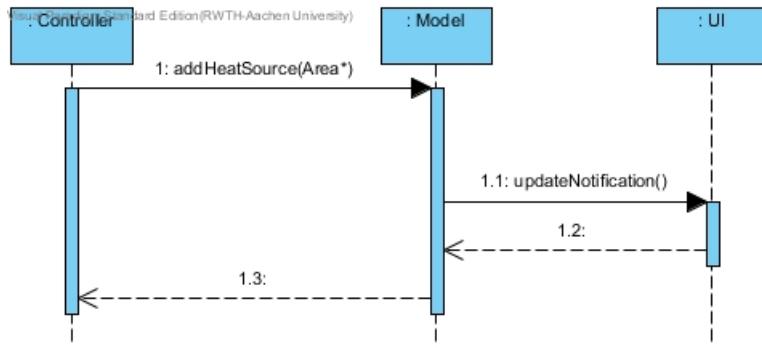


Abbildung 3.12: Sequenzdiagramm addHeatSource

### **addThermalConductivity**

Das Sequenzdiagramm für `addThermalConductivity` ist in 3.13 dargestellt. `addThermalConductivity` fügt ein durch den Nutzer gewähltes Gebiet mit zugehörigem Wärmeleitkoeffizienten hinzu.

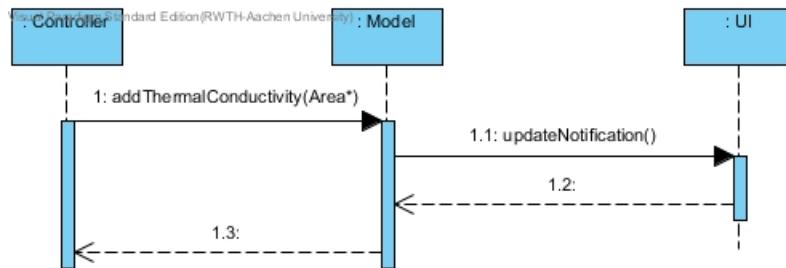


Abbildung 3.13: Sequenzdiagramm addThermalConductivity

### **removeLastHeatSource**

Das Sequenzdiagramm für `removeLastHeatSource` ist in 3.14 dargestellt.

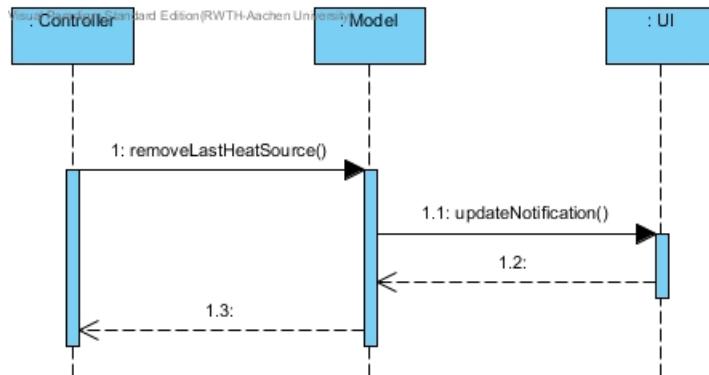


Abbildung 3.14: Sequenzdiagramm removeLastHeatSource

### **removeLastThermalConductivity**

Das Sequenzdiagramm für `removeLastThermalConductivity` ist in 3.15 dargestellt.

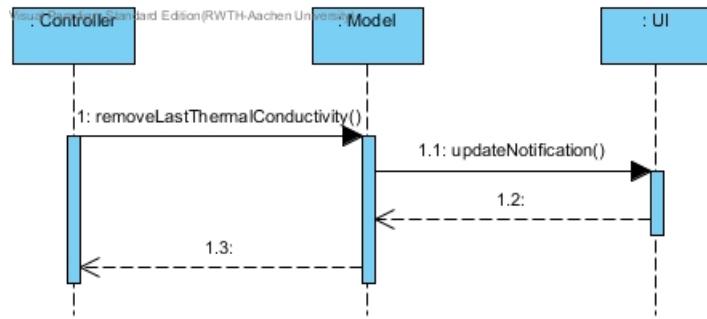


Abbildung 3.15: Sequenzdiagramm `removeLastThermalConductivity`

### **selectIntMethod**

Das Sequenzdiagramm für `selectIntMethod` ist in 3.16 dargestellt.

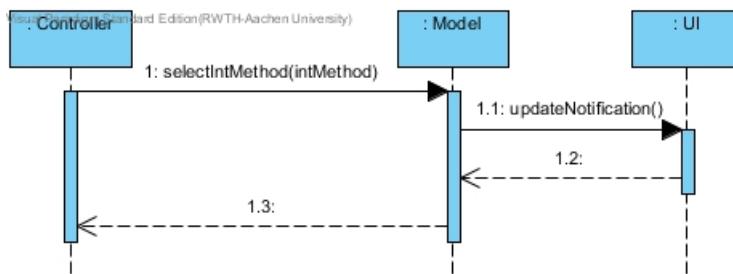


Abbildung 3.16: Sequenzdiagramm `selectIntMethod`

### **selectIterativeSolver**

Das Sequenzdiagramm für `selectIterativeSolver` ist in 3.17 dargestellt.

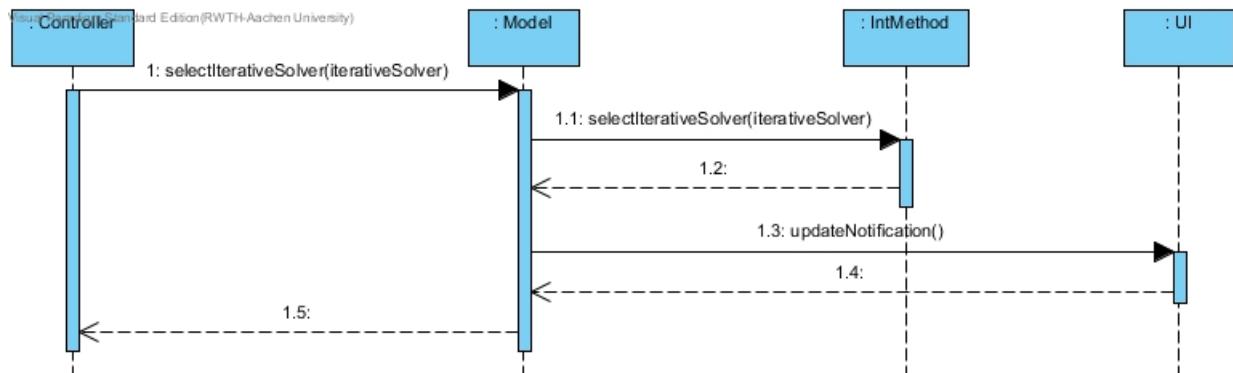


Abbildung 3.17: Sequenzdiagramm `selectIterativeSolver`

### **setBottomBoundary**

Das Sequenzdiagramm für `setBottomBoundary` ist in 3.18 dargestellt.

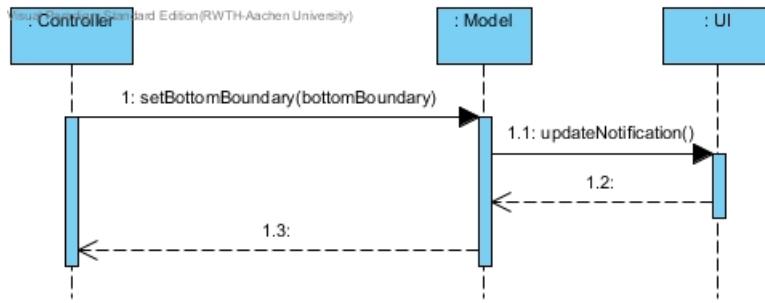


Abbildung 3.18: Sequenzdiagramm `setBottomBoundary`

### `setInitialValue`

Das Sequenzdiagramm für `setInitialValue` ist in 3.19 dargestellt.

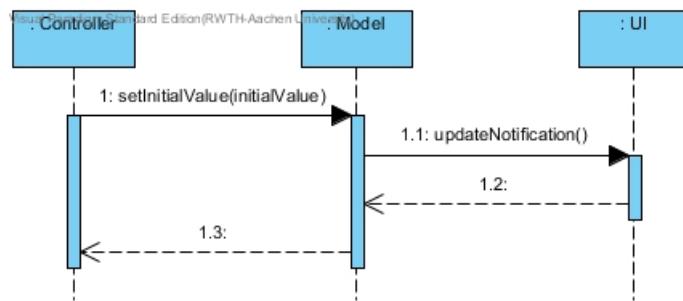


Abbildung 3.19: Sequenzdiagramm `setInitialValue`

### `setLeftBoundary`

Das Sequenzdiagramm für `setLeftBoundary` ist in 3.20 dargestellt.

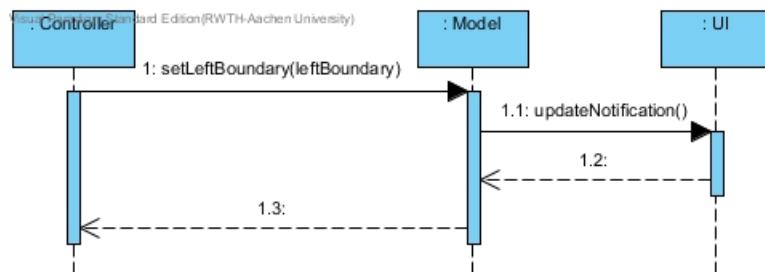


Abbildung 3.20: Sequenzdiagramm `setLeftBoundary`

### `setM`

Das Sequenzdiagramm für `setM` ist in 3.21 dargestellt.

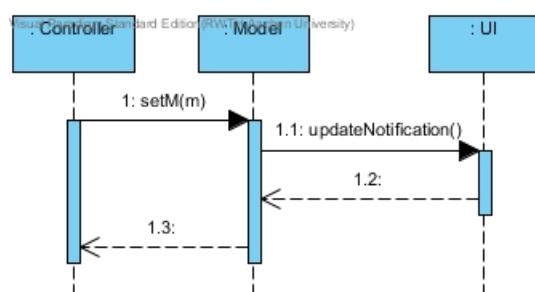


Abbildung 3.21: Sequenzdiagramm `setM`

## setN

Das Sequenzdiagramm für *setN* ist in 3.22 dargestellt.

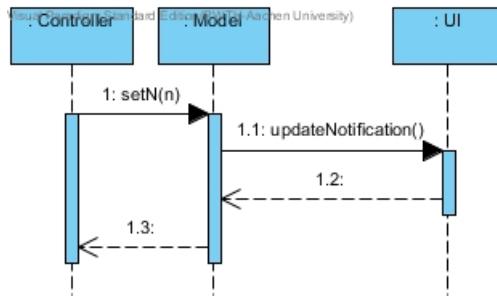


Abbildung 3.22: Sequenzdiagramm setN

## setRightBoundary

Das Sequenzdiagramm für *setRightBoundary* ist in 3.23 dargestellt.

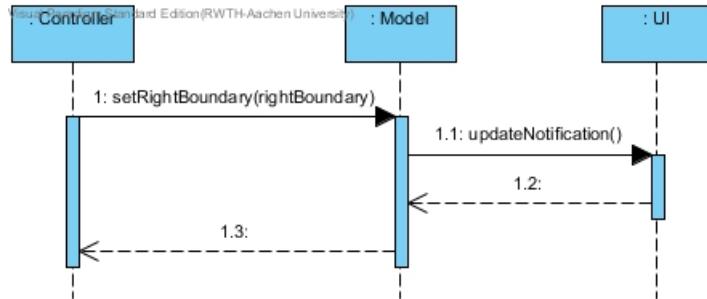


Abbildung 3.23: Sequenzdiagramm setRightBoundary

## setT

Das Sequenzdiagramm für *setT* ist in 3.24 dargestellt.

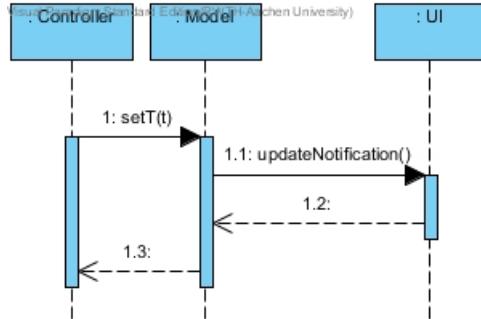


Abbildung 3.24: Sequenzdiagramm setT

## setTopBoundary

Das Sequenzdiagramm für *setTopBoundary* ist in 3.25 dargestellt.

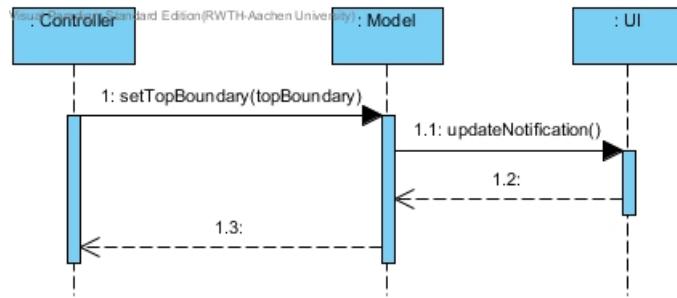


Abbildung 3.25: Sequenzdiagramm setTopBoundary

## simulate

Das Sequenzdiagramm für *simulate* ist in 3.26 dargestellt.

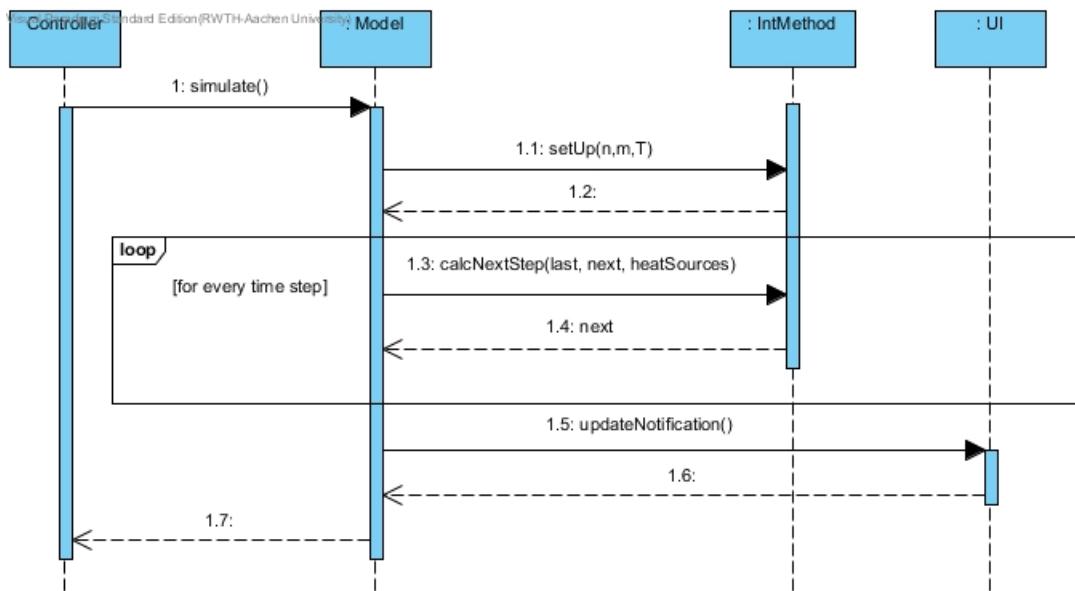


Abbildung 3.26: Sequenzdiagramm simulate

### 3.3.3 Paket presentation

Das Klassendiagramm in Abbildung 3.27 zeigt alle im Paket *presentation* enthaltene Klassen.

```

- activeTab : int
- model : Model&
- result : double*** &
- resultM : int&
- resultN : int&
- resultT : double&

+drawPartialHeatSource(partialAreaX : vector <double>&, partialAreaY : vector <double>&) : void
+drawPartialThermalConductivity(partialAreaX : vector <double>&, partialAreaY : vector <double>&) : void
+testFocusChange(old : QWidget *) : bool
+getInitialFrame() : int
+getNewHeatSourceValue(row : int) : double
+getNewThermalConductivityValue(row : int) : double
+heatSourcePixelToCoords(mouseX : double, mouseY : double, x : double &, y : double &) : void
+revertFocusChange(old : QWidget *, now : QWidget *) : void
+setActiveTab(tab : int) : void
+setController(controller : Controller &) : void
+setModel(model : Model &) : void
+thermalConductivityPixelToCoords(mouseX : double, mouseY : double, x : double &, y : double &) : void
-updateHeatSources() : void
-updateIBVs() : void
+updateNotification() : void
-updateSimulating() : void
-updateThermalConductivities() : void
-updateVisualization() : void
-visualizeHeatSourceArea(area : Area *) : void
+visualizeState(frame : int) : void
-visualizeThermalConductivityArea(area : Area *) : void

```

```

- model : mo
- partialArea
- partialArea
- startedNew
- startedNew
+ focusChan
+ heatSource
+ heatSource
+ newBottom
+ newInitialV
+ newLeftBo
+ newMSlot(
+ newNSlot(
+ newRightB
+ newTopBo
+ newTSlot(r
+ playVideoS
+ selectIntM
+ selectIterat
+ setModel(r
+ setUI(ui : U
+ simulateSk
+ testPartial
+ testPartial
+ thermalCon
+ thermalCon
+ undoHeatS
+ undoTherm
+ visualize St

```

Abbildung 3.27: Klassendiagramm presentation

### 3.3.3.1 UI

Es werden lediglich die Sequenzdiagramme der Update-Methoden dargestellt.

#### updateHeatSources

Das Sequenzdiagramm für *updateHeatSources* ist in 3.28 dargestellt.

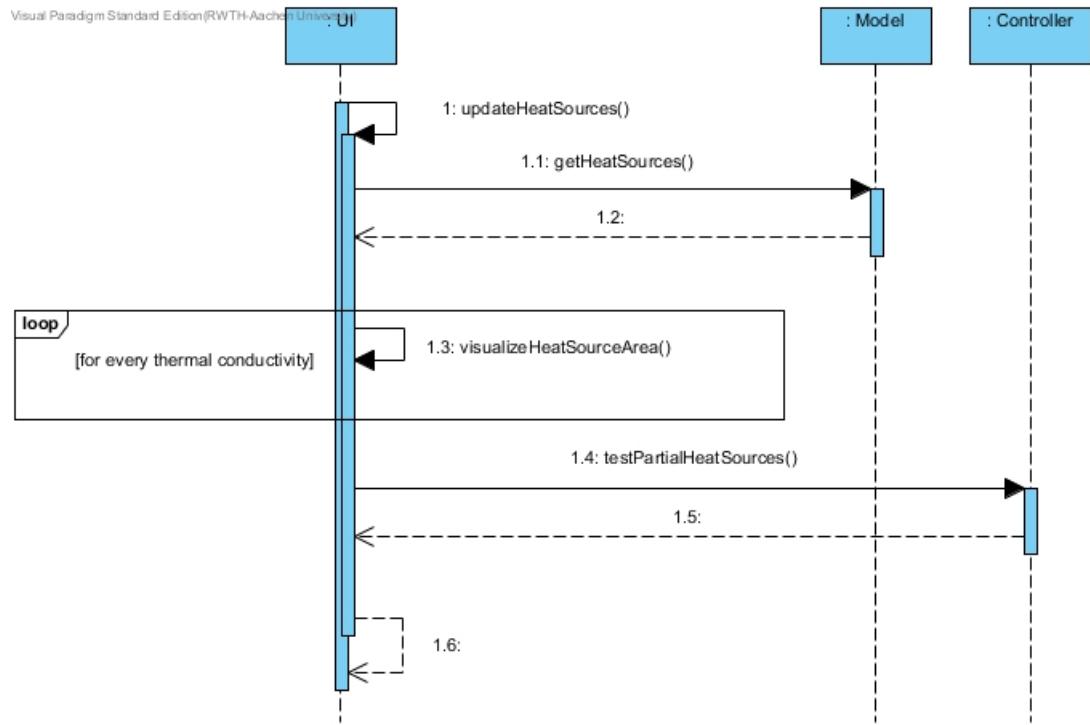


Abbildung 3.28: Sequenzdiagramm updateHeatSources

## updateIBVs

Das Sequenzdiagramm für *updateIBVs* ist in 3.29 dargestellt.

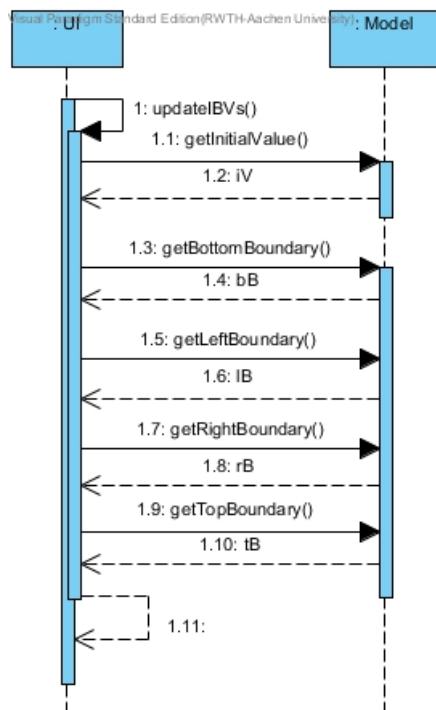


Abbildung 3.29: Sequenzdiagramm updateIBVs

## updateNotification

Das Sequenzdiagramm für *updateNotification* ist in 3.30 dargestellt.

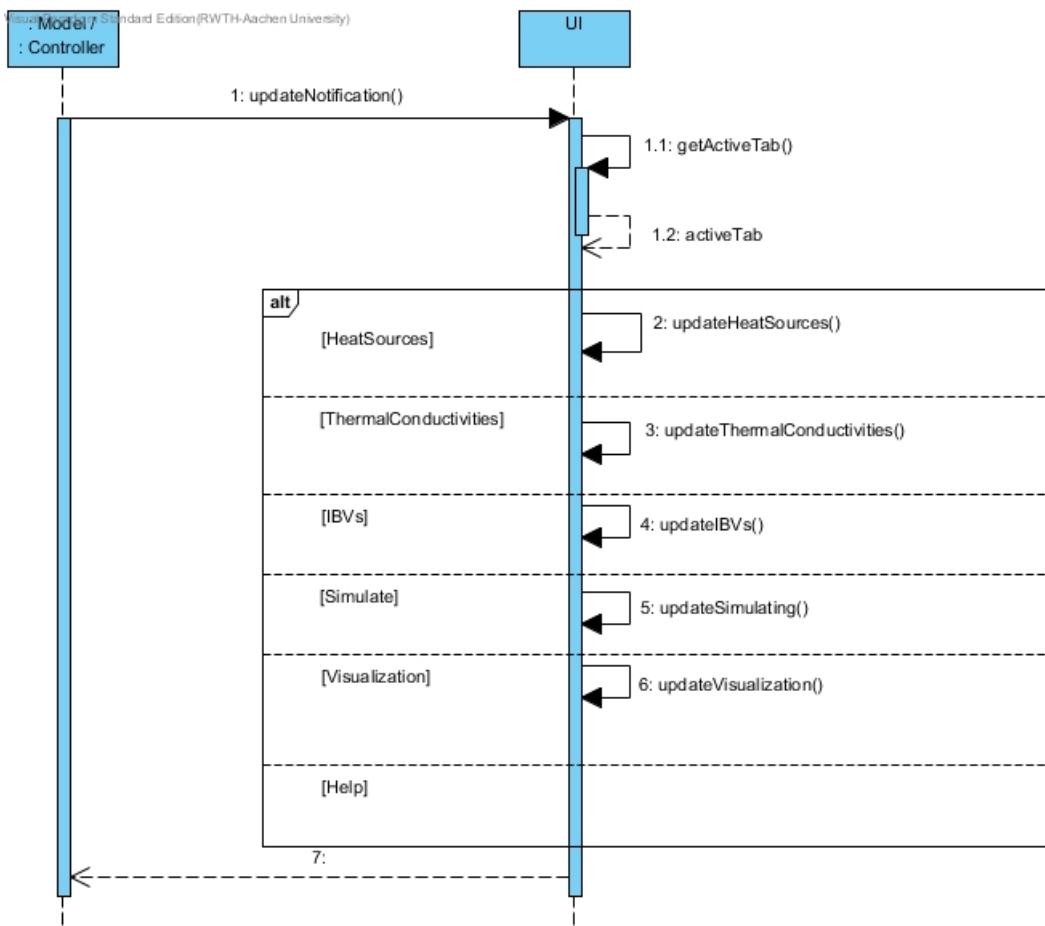


Abbildung 3.30: Sequenzdiagramm updateNotification

### updateSimulating

Das Sequenzdiagramm für *updateSimulating* ist in 3.31 dargestellt.

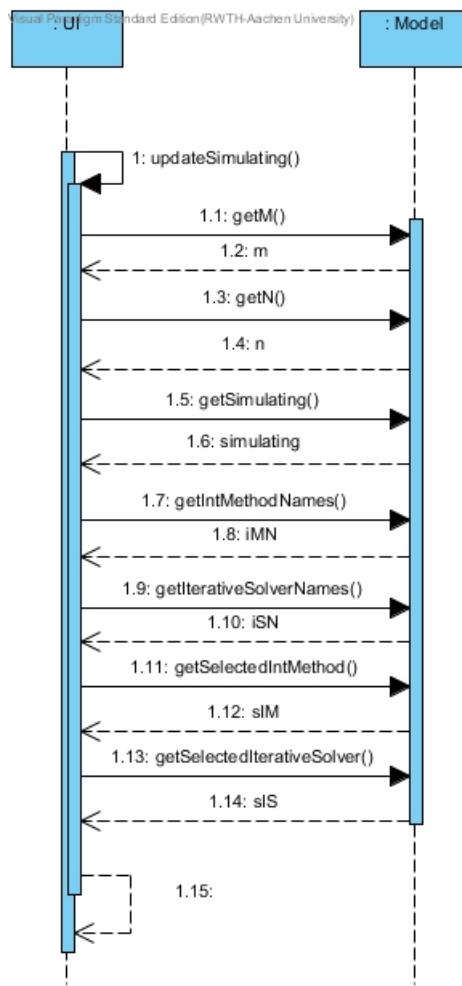


Abbildung 3.31: Sequenzdiagramm `updateSimulating`

### updateThermalConductivities

Das Sequenzdiagramm für `updateThermalConductivities` ist in 3.32 dargestellt.

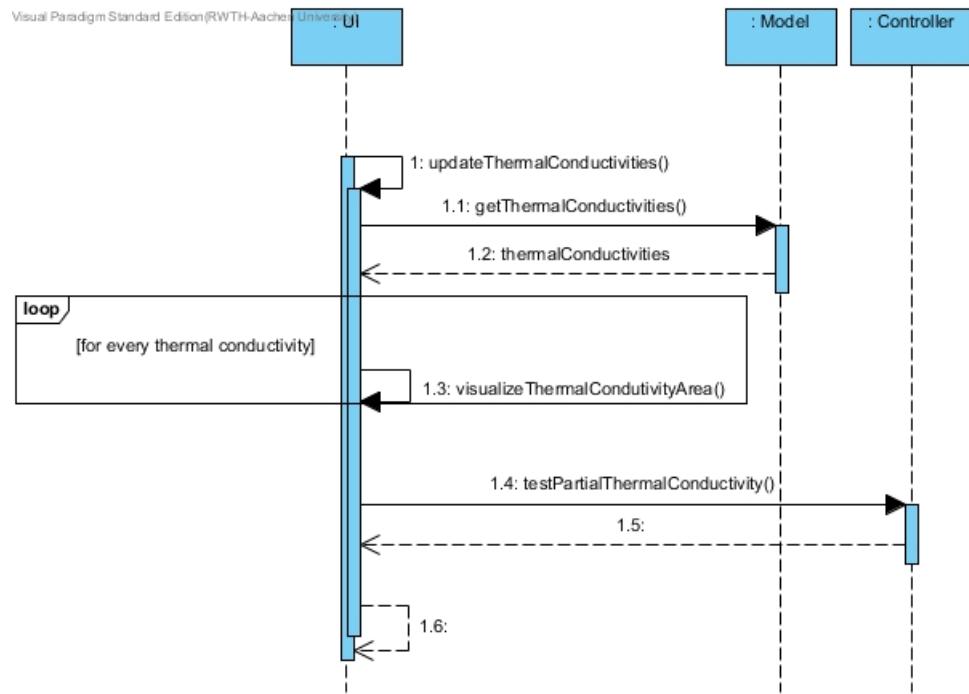


Abbildung 3.32: Sequenzdiagramm `updateThermalConductivities`

## updateVisualization

Das Sequenzdiagramm für *updateVisualization* ist in 3.33 dargestellt.

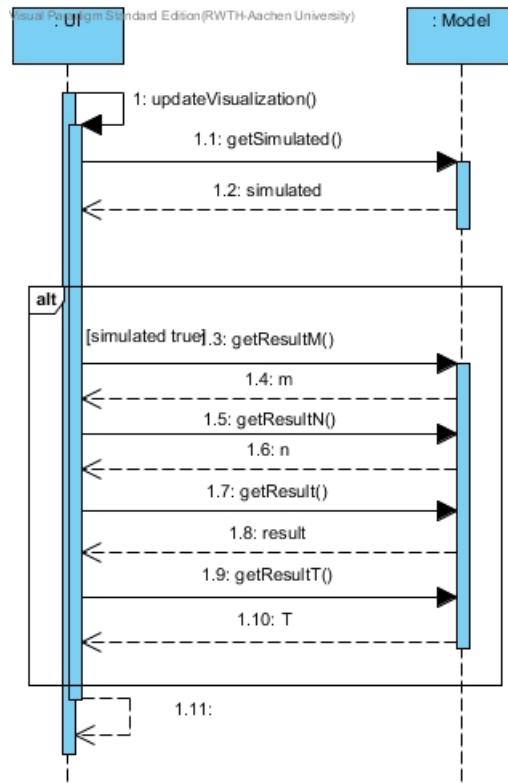


Abbildung 3.33: Sequenzdiagramm updateVisualization

### 3.3.3.2 Controller

#### focusChangedSlot

Das Sequenzdiagramm für *focusChangedSlot* ist in 3.34 dargestellt.

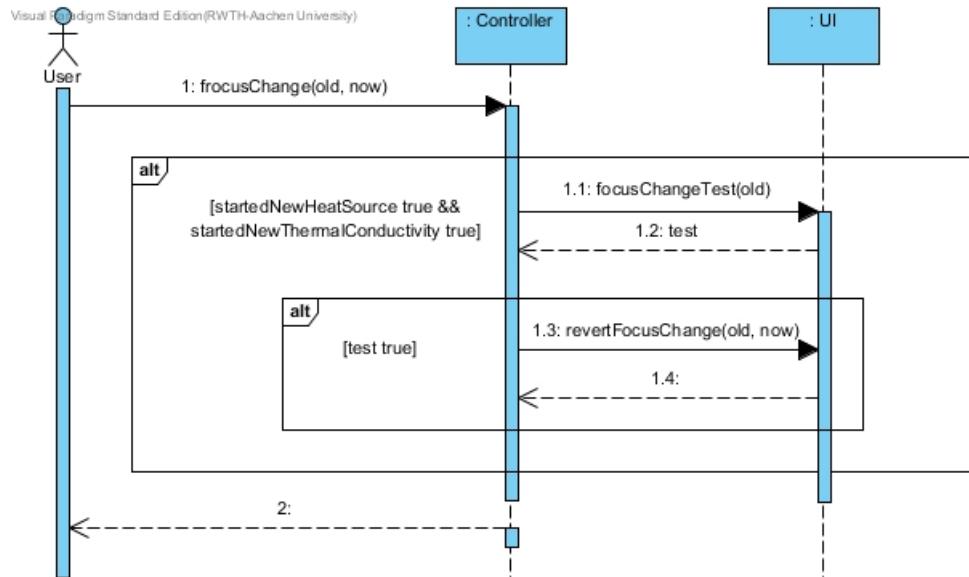


Abbildung 3.34: Sequenzdiagramm focusChangedSlot

#### heatSourceClickSlot

Das Sequenzdiagramm für *heatSourceClickSlot* ist in ?? dargestellt.

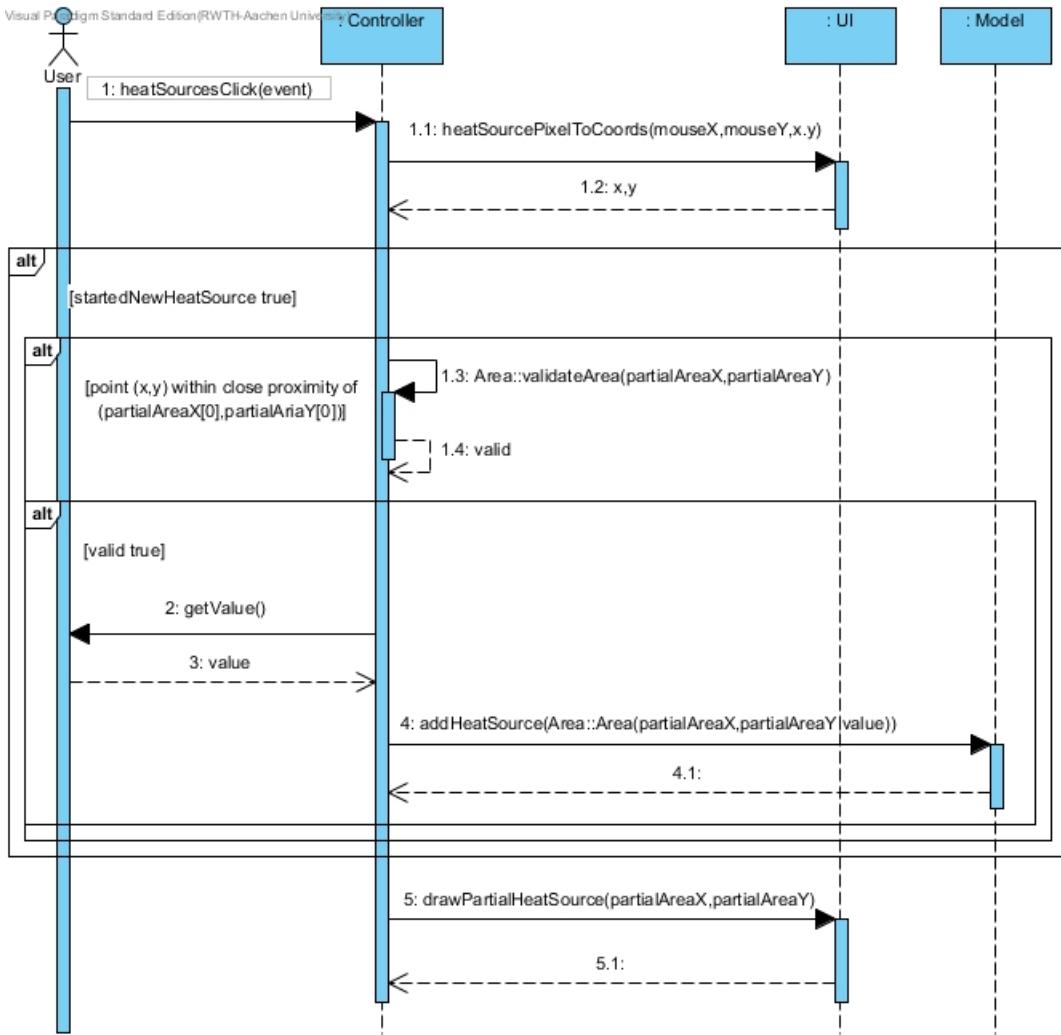


Abbildung 3.35: Sequenzdiagramm heatSourceClickSlot

### newBottomBoundarySlot

Das Sequenzdiagramm für *newBottomBoundarySlot* ist in ?? dargestellt.

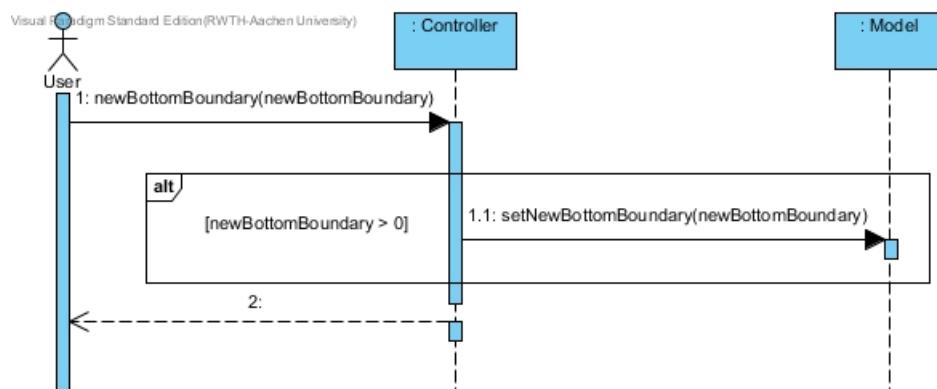


Abbildung 3.36: Sequenzdiagramm newBottomBoundarySlot

### newInitialValueSlot

Das Sequenzdiagramm für *newInitialValueSlot* ist in ?? dargestellt.

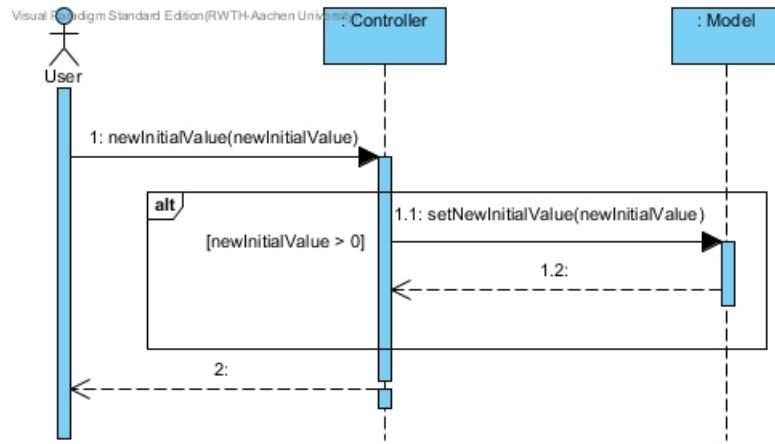


Abbildung 3.37: Sequenzdiagramm newInitialValueSlot

### newInitialValueSlot

Das Sequenzdiagramm für *newInitialValueSlot* ist in ?? dargestellt.

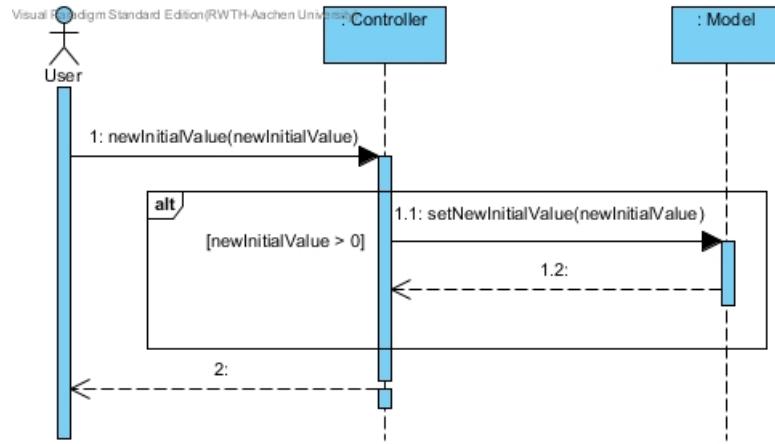


Abbildung 3.38: Sequenzdiagramm newInitialValueSlot

### newLeftBoundarySlot

Das Sequenzdiagramm für *newLeftBoundarySlot* ist in ?? dargestellt.

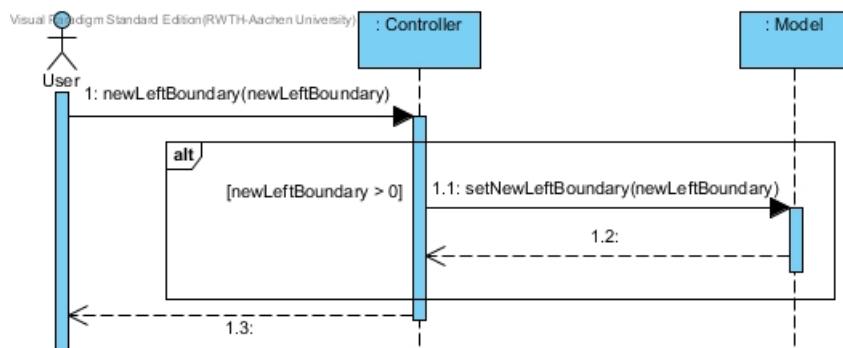


Abbildung 3.39: Sequenzdiagramm newLeftBoundarySlot

### newMSlot

Das Sequenzdiagramm für *newMSlot* ist in ?? dargestellt.

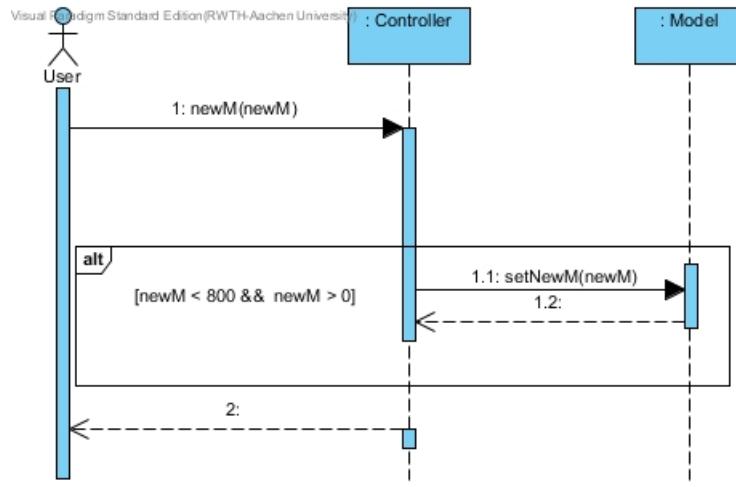


Abbildung 3.40: Sequenzdiagramm *newMSlot*

### newNSlot

Das Sequenzdiagramm für *newNSlot* ist in ?? dargestellt.

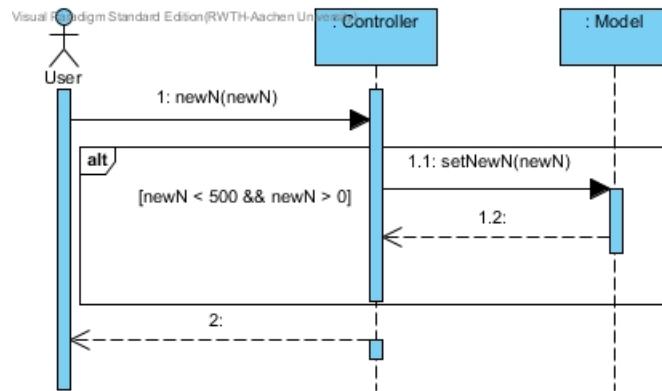


Abbildung 3.41: Sequenzdiagramm *newNSlot*

### newRightBoundarySlot

Das Sequenzdiagramm für *newRightBoundarySlot* ist in ?? dargestellt.

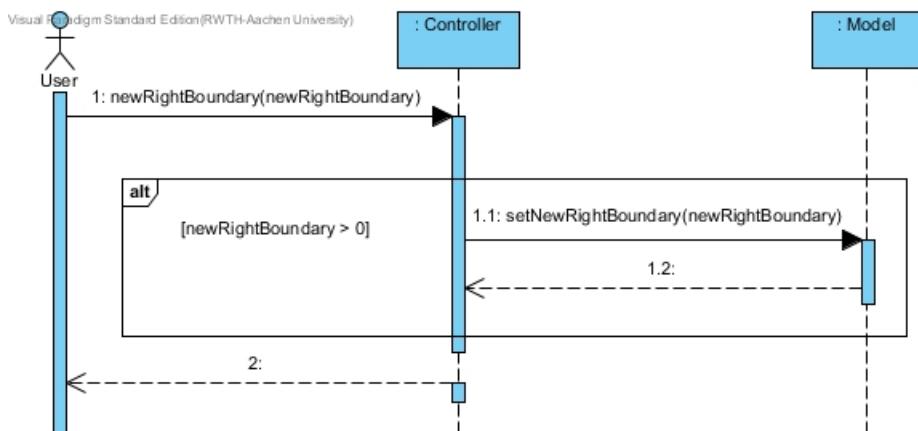


Abbildung 3.42: Sequenzdiagramm *newRightBoundarySlot*

### newTopBoundarySlot

Das Sequenzdiagramm für *newTopBoundarySlot* ist in ?? dargestellt.

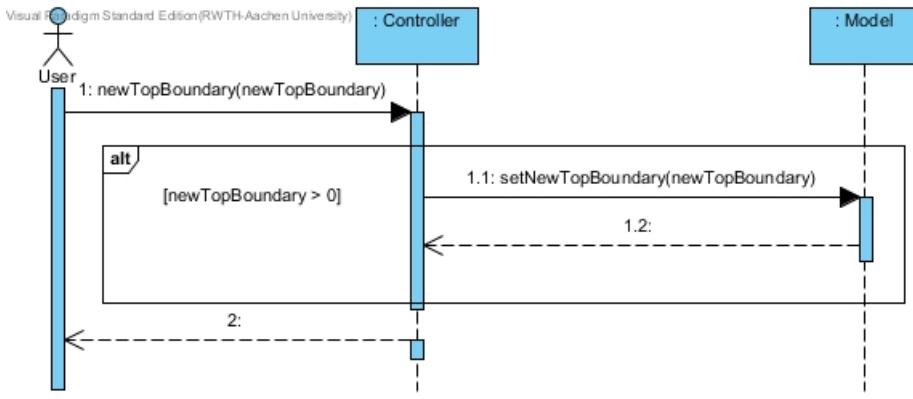


Abbildung 3.43: Sequenzdiagramm *newTopBoundarySlot*

### **newTSlot**

Das Sequenzdiagramm für *newTSlot* ist in ?? dargestellt.

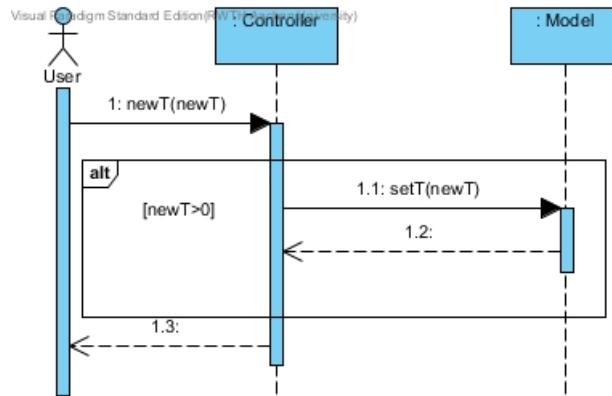


Abbildung 3.44: Sequenzdiagramm *newTSlot*

### **newTSlot**

Das Sequenzdiagramm für *newTSlot* ist in ?? dargestellt.

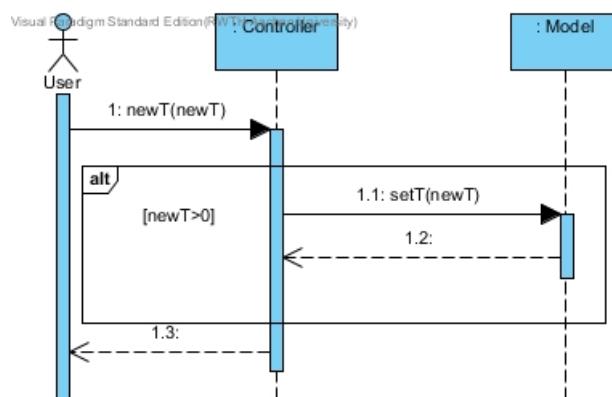


Abbildung 3.45: Sequenzdiagramm *newTSlot*

### **playVideoSlot**

Das Sequenzdiagramm für *playVideoSlot* ist in ?? dargestellt.

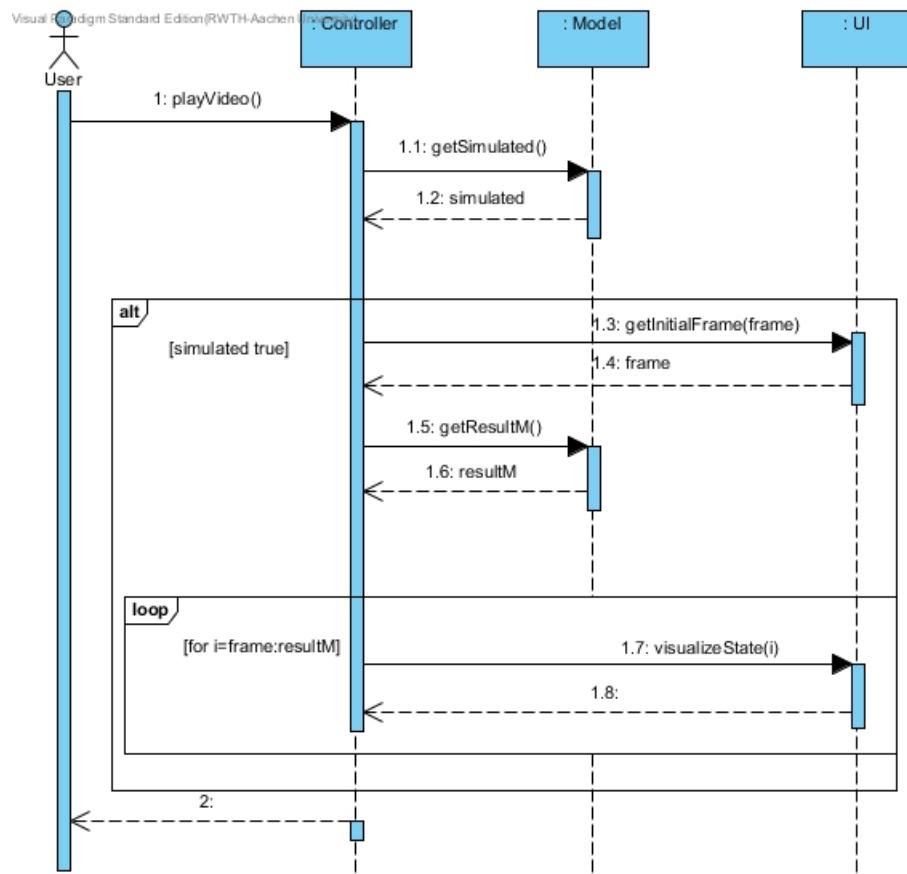


Abbildung 3.46: Sequenzdiagramm playVideoSlot

### selectIntMethodSlot

Das Sequenzdiagramm für *selectIntMethodSlot* ist in ?? dargestellt.

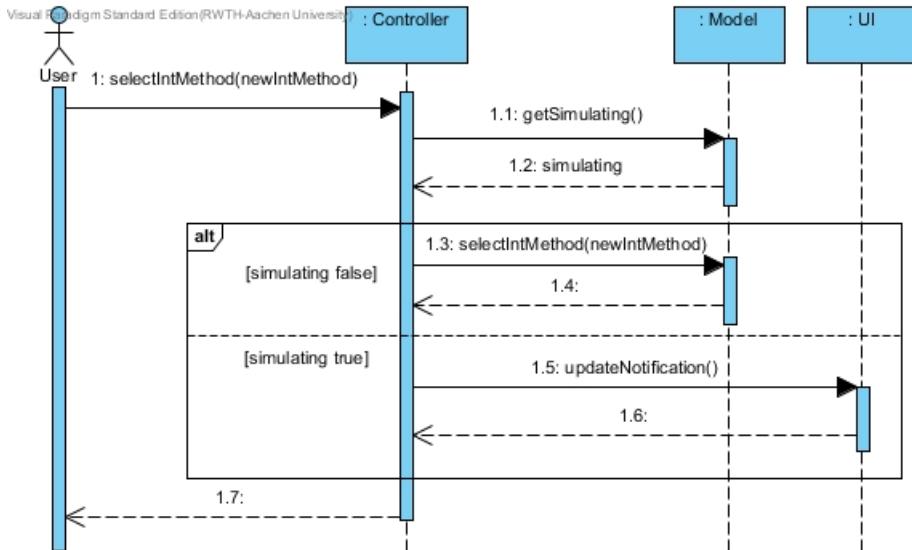


Abbildung 3.47: Sequenzdiagramm selectIntMethodSlot

### selectIterativeSolverSlot

Das Sequenzdiagramm für *selectIterativeSolverSlot* ist in ?? dargestellt.

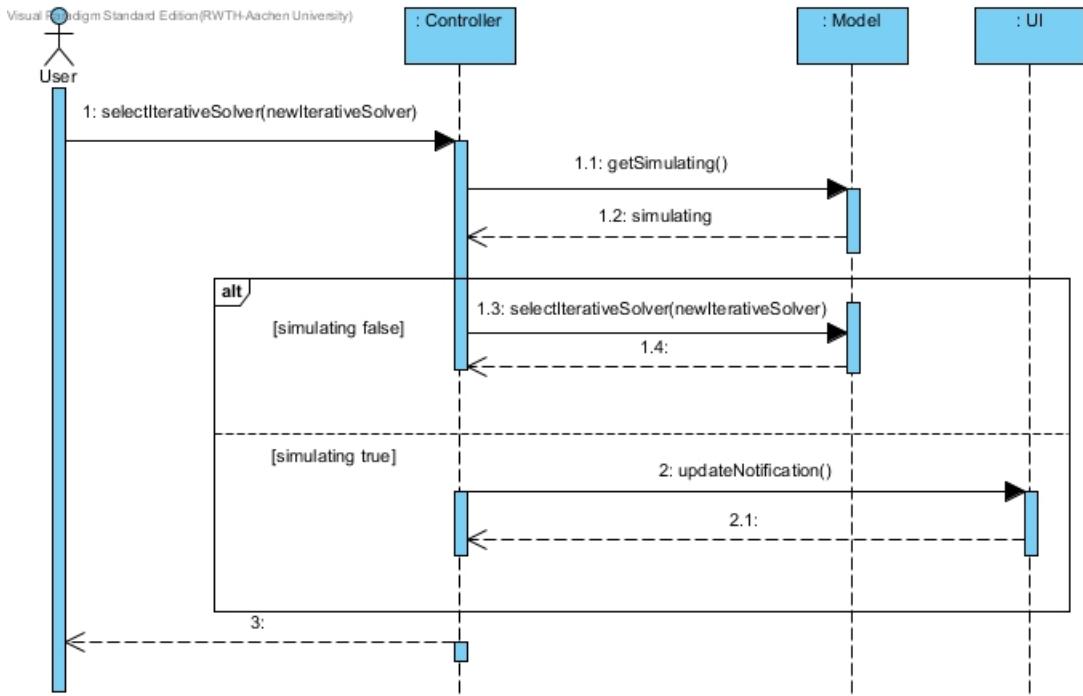


Abbildung 3.48: Sequenzdiagramm selectIterativeSolverSlot

### simulateSlot

Das Sequenzdiagramm für *simulateSlot* ist in ?? dargestellt.

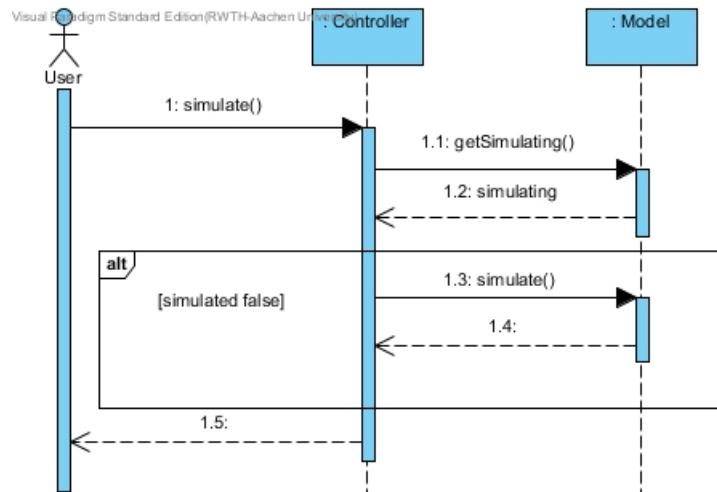


Abbildung 3.49: Sequenzdiagramm simulateSlot

### thermalConductivitiesClickSlot

Das Sequenzdiagramm für *thermalConductivitiesClickSlot* ist in ?? dargestellt.

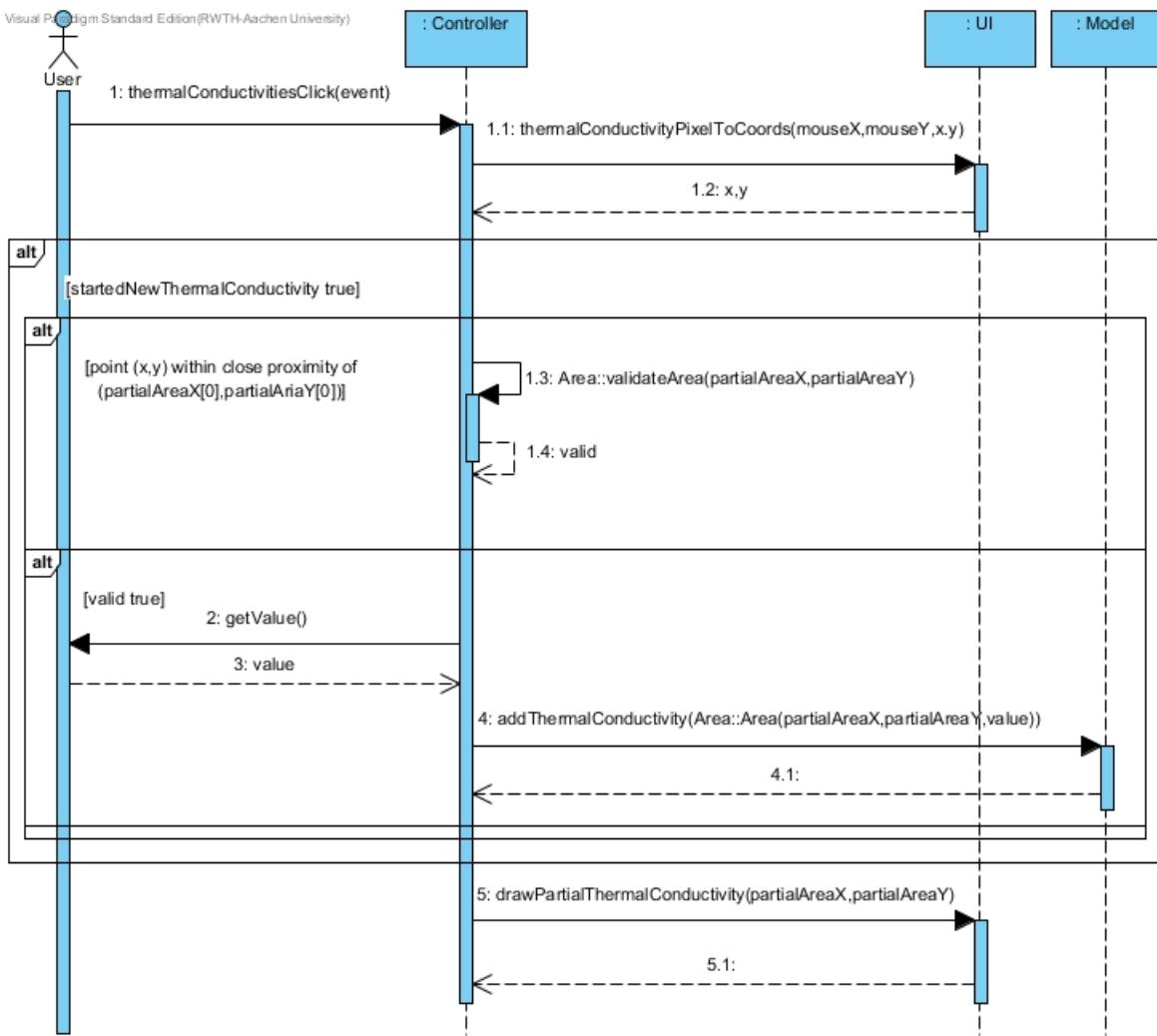


Abbildung 3.50: Sequenzdiagramm thermalConductivitiesClickSlot

### undoHeatSourceSlot

Das Sequenzdiagramm für *undoHeatSourceSlot* ist in ?? dargestellt.

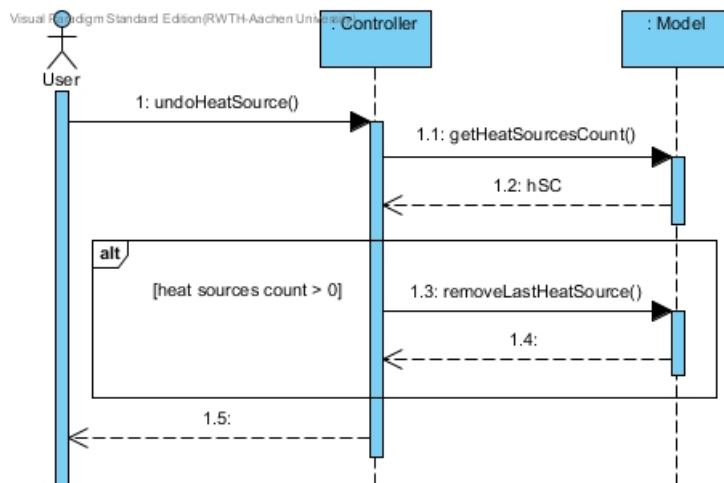


Abbildung 3.51: Sequenzdiagramm undoHeatSourceSlot

### undoThermalConductivitySlot

Das Sequenzdiagramm für *undoThermalConductivitySlot* ist in ?? dargestellt.

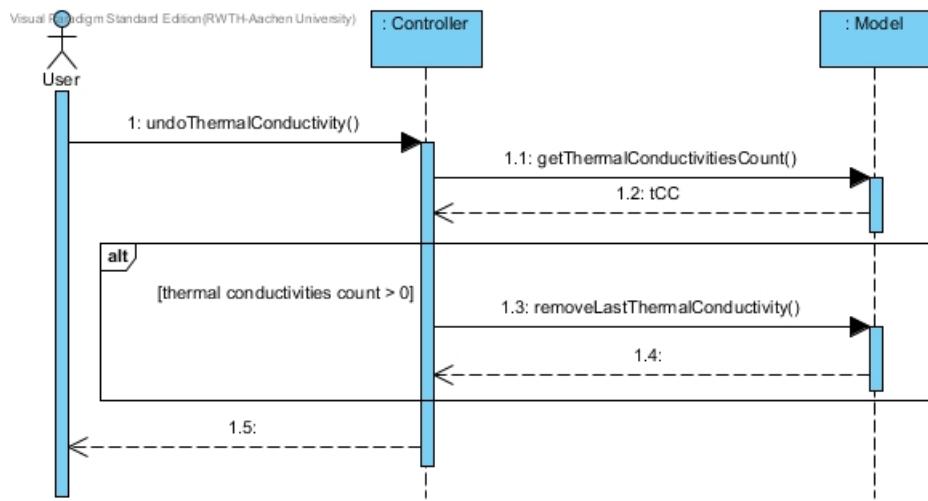


Abbildung 3.52: Sequenzdiagramm `undoThermalConductivitySlot`

### visualizeStateSlot

Das Sequenzdiagramm für `visualizeStateSlot` ist in ?? dargestellt.

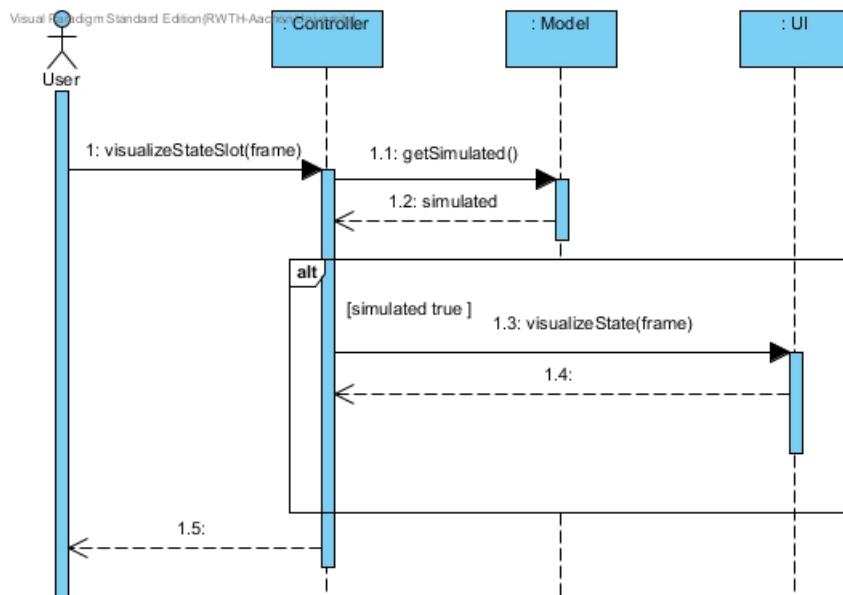


Abbildung 3.53: Sequenzdiagramm `visualizeStateSlot`

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Anwendungsfalldiagramm	3
2.2	Aktivitätsdiagramm Use Case Anfangsbedingungen eingeben	8
2.3	Aktivitätsdiagramm Use Case Diskretisierungsgrößen eingeben	8
2.4	Aktivitätsdiagramm Use Case Randbedingungen eingeben	8
2.5	Aktivitätsdiagramm Use Case Simulieren	9
2.6	Aktivitätsdiagramm Use Case Video abspielen	9
2.7	Aktivitätsdiagramm Use Case Wärmeleitkoeffizienten eingeben	10
2.8	Aktivitätsdiagramm Use Case Wärmequellen eingeben	10
2.9	Aktivitätsdiagramm Use Case Zustand anzeigen	11
2.10	Begriffsnetz	13
3.1	Paketstruktur	14
3.2	Klassendiagramm algorithms	15
3.3	Sequenzdiagramm calcNextStep	15
3.4	Sequenzdiagramm selectIterativeSolver	16
3.5	Sequenzdiagramm setEps	16
3.6	Sequenzdiagramm setMaxIt	16
3.7	Sequenzdiagramm setUp	17
3.8	Sequenzdiagramm setUpSpecific	17
3.9	Sequenzdiagramm setEps	18
3.10	Sequenzdiagramm setMaxIt	18
3.11	Klassendiagramm model	19
3.12	Sequenzdiagramm addHeatSource	20
3.13	Sequenzdiagramm addThermalConductivity	20
3.14	Sequenzdiagramm removeLastHeatSource	20
3.15	Sequenzdiagramm removeLastThermalConductivity	21
3.16	Sequenzdiagramm selectIntMethod	21
3.17	Sequenzdiagramm selectIterativeSolver	21
3.18	Sequenzdiagramm setBottomBoundary	22
3.19	Sequenzdiagramm setInitialValue	22
3.20	Sequenzdiagramm setLeftBoundary	22
3.21	Sequenzdiagramm setM	22
3.22	Sequenzdiagramm setN	23
3.23	Sequenzdiagramm setRightBoundary	23
3.24	Sequenzdiagramm setT	23
3.25	Sequenzdiagramm setTopBoundary	24
3.26	Sequenzdiagramm simulate	24
3.27	Klassendiagramm presentation	25
3.28	Sequenzdiagramm updateHeatSources	26
3.29	Sequenzdiagramm updateIBVs	26
3.30	Sequenzdiagramm updateNotification	27
3.31	Sequenzdiagramm updateSimulating	28
3.32	Sequenzdiagramm updateThermalConductivities	28

3.33	Sequenzdiagramm updateVisualization . . . . .	29
3.34	Sequenzdiagramm focusChangedSlot . . . . .	29
3.35	Sequenzdiagramm heatSourceClickSlot . . . . .	30
3.36	Sequenzdiagramm newBottomBoundarySlot . . . . .	30
3.37	Sequenzdiagramm newInitialValueSlot . . . . .	31
3.38	Sequenzdiagramm newInitialValueSlot . . . . .	31
3.39	Sequenzdiagramm newLeftBoundarySlot . . . . .	31
3.40	Sequenzdiagramm newMSlot . . . . .	32
3.41	Sequenzdiagramm newNSlot . . . . .	32
3.42	Sequenzdiagramm newRightBoundarySlot . . . . .	32
3.43	Sequenzdiagramm newTopBoundarySlot . . . . .	33
3.44	Sequenzdiagramm newTSlot . . . . .	33
3.45	Sequenzdiagramm newTSlot . . . . .	33
3.46	Sequenzdiagramm playVideoSlot . . . . .	34
3.47	Sequenzdiagramm selectIntMethodSlot . . . . .	34
3.48	Sequenzdiagramm selectIterativeSolverSlot . . . . .	35
3.49	Sequenzdiagramm simulateSlot . . . . .	35
3.50	Sequenzdiagramm thermalConductivitiesClickSlot . . . . .	36
3.51	Sequenzdiagramm undoHeatSourceSlot . . . . .	36
3.52	Sequenzdiagramm undoThermalConductivitySlot . . . . .	37
3.53	Sequenzdiagramm visualizeStateSlot . . . . .	37

# Tabellenverzeichnis

2.1	Beschreibung Use Case Anfangsbedingungen eingeben . . . . .	4
2.2	Beschreibung Use Case Diskretisierungsgrößen eingeben . . . . .	4
2.3	Beschreibung Use Case Randbedingungen eingeben . . . . .	5
2.4	Beschreibung Use Case Simulieren . . . . .	5
2.5	Beschreibung Use Case Video abspielen . . . . .	6
2.6	Beschreibung Use Case Wärmeleitkoeffizienten eingeben . . . . .	6
2.7	Beschreibung Use Case Wärmequellen eingeben . . . . .	7
2.8	Beschreibung Use Case Zustand anzeigen . . . . .	7