

Projekt Software Engineering Temperatureinstellung und Steuerung eines Backofens

Lukas Kraft

28. Mai 2025

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die funktionalen und sicherheitsrelevanten Anforderungen an die Steuerung und Temperatureinstellung eines elektrischen Haushaltsbackofens. Ziel ist es, eine benutzerfreundliche, sichere und zuverlässige Ofensteuerung zu realisieren.

1 Annahmen

Für die nachfolgenden Anforderungen gelten die folgenden Systemannahmen, auf denen das Design, die Funktion und die Umsetzung der Steuerung basieren:

- Das System verfügt über ein Display, das folgende Informationen anzeigen kann:
 - Aktuelle Temperatur im Garraum
 - Symbol für den Vorheizstatus
 - Aktuell ausgewählte Heizart
 - Uhrzeit bzw. Restlaufzeit eines Timers
 - Warnung bei automatischer Abschaltung des Heizvorgangs
- Zur Bedienung stehen zwei physische Drehregler zur Verfügung:
 - Ein Regler zur Auswahl der Betriebsart (Heizfunktion)
 - Ein Regler zur Einstellung der Temperatur
- Der Backofen verfügt über drei separat ansteuerbare Heizaggregate:
 - Oberer Heizkörper („Rohrhitzeaggregat“) mit einer Leistung von 3000 W
 - Unterer Heizkörper mit einer Leistung von 1500 W
 - Ringheizkörper an der Rückseite mit einer Leistung von 2000 W
- Ein Ventilator befindet sich an der Rückseite des Garraums und ist separat schaltbar (Ein/Aus).
- Ein Türkontaktsensor ist verbaut, der den Zustand der Backofentür (offen/geschlossen) erkennt.
- Ein Thermometer zur Messung der aktuellen Backofentemperatur ist vorhanden.
- Alle Heizaggregate sind ausschließlich binär schaltbar (Ein/Aus).
- Der Ventilator ist ebenfalls ausschließlich binär schaltbar (Ein/Aus).

2 Requirements Engineering

2.1 Funktionale Anforderungen

- 2.1.1** Das System muss es dem Benutzer ermöglichen, die Temperatur über einen Drehregler einzustellen.
- 2.1.2** Das System muss Temperatureinstellungen in 1 °C-Schritten zulassen.
- 2.1.3** Das System muss Temperatureinstellungen im Bereich von 50 °C bis 300 °C unterstützen.
- 2.1.4** Das System muss dem Benutzer erlauben, eine Betriebsart über einen separaten Drehregler auszuwählen.
- 2.1.5** Folgende Betriebsmodi müssen wählbar sein:
- Ober-/Unterhitze
 - Oberhitze
 - Unterhitze
 - Grillfunktion
 - Umluft
 - Heißluft
- 2.1.6** Das System muss die Heizaggregate entsprechend der gewählten Betriebsart automatisch aktivieren:
- Ober-/Unterhitze: Oberer und unterer Heizkörper
 - Oberhitze: Oberer Heizkörper
 - Unterhitze: Unterer Heizkörper
 - Grillfunktion: Oberer Heizkörper
 - Umluft: Oberer und unterer Heizkörper + Ventilator
 - Heißluft: Ringheizkörper hinten + Ventilator
- 2.1.7** Das System muss die Heizaggregate einzeln ansteuern können.
- 2.1.8** Das System muss die Temperaturregelung mit einer Abtastrate von 1 Hz durchführen.
- 2.1.9** Das System muss alle Heizaggregate deaktivieren, wenn die aktuelle Temperatur gleich oder größer der Solltemperatur ist.
- 2.1.10** Das System muss die gemäß Betriebsart definierten Heizaggregate aktivieren, wenn die aktuelle Temperatur unterhalb der Solltemperatur liegt.
- 2.1.11** Im Grillmodus muss das System die eingestellte Temperatur intern in vier Grillstufen umwandeln:
- Stufe 1: bis einschließlich 240 °C
 - Stufe 2: bis einschließlich 260 °C
 - Stufe 3: bis einschließlich 280 °C

- Stufe 4: bis einschließlich 300 °C

2.1.12 Das System muss dem Benutzer folgende Informationen über ein Display anzeigen:

- Aktuelle Temperatur im Garraum
- Aktuell gewählte Betriebsart
- Vorheizstatus (z. B. Symbol, wenn Solltemperatur erreicht)
- Restzeit eines eingestellten Timers
- Warnung bei automatischer Abschaltung

2.1.13 Das System muss die Heizfunktion automatisch deaktivieren, wenn ein Timer abgelaufen ist.

2.2 Sicherheitsanforderungen

2.2.1 Das System muss den Heizbetrieb automatisch abschalten, wenn die Temperatur 320 °C überschreitet.

2.2.2 Das System darf den Heizbetrieb nicht aktivieren, wenn die Backofentür geöffnet ist.

2.2.3 Das System muss eine Fehlfunktion eines Heizaggregats erkennen, wenn:

- die Temperatur innerhalb von 10 Sekunden (10 Abtastzyklen) um weniger als 1 °C steigt und
- gleichzeitig die Ist-Temperatur mehr als 10 % unter der Solltemperatur liegt.

In diesem Fall muss eine Warnung ausgegeben oder der Fehler im Systemprotokoll erfasst werden.

2.3 Nicht-funktionale Anforderungen

2.3.1 Das System muss in der Lage sein, die Solltemperatur von 200 °C innerhalb von maximal 10 Minuten zu erreichen.

2.3.2 Das Display muss Statusänderungen (z. B. Temperatur, Timer) innerhalb von 1 Sekunde anzeigen.

2.3.3 Das System muss alle sicherheitsrelevanten Zustandsänderungen und Fehlerereignisse mit Zeitstempel in einer Logdatei protokollieren.

3 Software Architektur

Im Folgenden werden alle Module des Systems beschrieben und deren jeweilige Funktionalität erläutert. Die strukturellen Abhängigkeiten zwischen den Modulen sind in Abbildung 1 visuell dargestellt.

Main

Das **Main**-Modul bildet den Einstiegspunkt des Programms. Es initialisiert das Gesamtsystem und erstellt eine Instanz des zentralen Steuerungsmoduls **OvenRunner**.

OvenRunner

Der **OvenRunner** ist die zentrale Steuereinheit der Anwendung. Er übernimmt die Koordination aller funktionalen Module innerhalb einer kontinuierlich laufenden Hauptschleife. Zu seinen Aufgaben gehören:

- Aufruf und Steuerung aller relevanten Module (z. B. **InputHandlerModule**, **ModeControlModule**, **OutputHandlerModule**)
- Initialisierung und Start des **SafetyModule** in einem separaten Thread
- Start eines Timers nach Empfang eines entsprechenden Signals vom **InputHandlerModule**

Der genaue Ablauf dieser Kontrollschleife ist in Abbildung 2 dargestellt.

SafetyModule

Das **SafetyModule** führt kontinuierlich Sicherheitsüberprüfungen durch (z. B. Temperaturüberschreitung, geöffnete Tür, Ausfall eines Heizaggregats). Es wird in einem eigenen Thread betrieben und läuft parallel zu den übrigen Modulen.

InputHandlerModule

Dieses Modul erfasst und verarbeitet sämtliche Benutzereingaben. Es liest die Drehregler für Temperatur und Betriebsmodus aus und erkennt, ob ein Timerwert eingestellt wurde. Die daraus resultierenden Informationen werden an den **OvenRunner** zurückgemeldet.

ModeControlModule

Das **ModeControlModule** interpretiert die übergebenen Eingabewerte und leitet basierend darauf die Steuerung der Heizaggregate ein. Die konkrete Aktivierung erfolgt über das **ThermalControlModule**.

ThermalControlModule

Im **ThermalControlModule** ist die Logik zur Steuerung aller Heizaggregate und des Ventilators implementiert. Es bildet die Schnittstelle zur Hardware und übernimmt das gezielte Aktivieren oder Deaktivieren der Komponenten gemäß dem gewählten Betriebsmodus.

OutputHandlerModule

Das `OutputHandlerModule` ist für die Darstellung aller relevanten Systeminformationen auf dem Display verantwortlich. Dazu zählen insbesondere:

- Aktuelle Temperatur
- Eingestellter Betriebsmodus
- Status des Timers
- Sicherheits- und Warnhinweise (z. B. automatische Abschaltung)

SensorModule

Das `SensorModule` stellt die Anbindung und Abfrage der physischen Sensoren des Backofens bereit. Es enthält unter anderem:

- einen `TemperatureSensor`, der die aktuelle Temperatur im Garraum liefert
- einen `DoorSensor`, der überprüft, ob die Backofentür geöffnet oder geschlossen ist

GlobalModels

Das `GlobalModels`-Modul kapselt zentrale Datenstrukturen, die zur systemweiten Kommunikation und Zustandshaltung verwendet werden. Dazu gehören unter anderem:

- `InputValues`: Enthält Temperatur, Modus und Timerinformationen aus der Benutzereingabe
- `CookingMode`: Definiert alle verfügbaren Betriebsmodi des Backofens (z. B. Grill, Umluft, Ober-/Unterhitze)
- `OvenState`: Hält den aktuellen Zustand des Backofens (z. B. `Idle`, `Preheating`, `Active`)

LoggingModule

Das `LoggingModule` verwaltet die zentrale Protokollierung aller sicherheitsrelevanten Ereignisse und Zustandsänderungen. Es wird von sämtlichen Modulen aufgerufen und speichert alle Einträge mit einem Zeitstempel. Üblicherweise ist dieses Modul als Singleton implementiert, um globalen Zugriff zu gewährleisten.

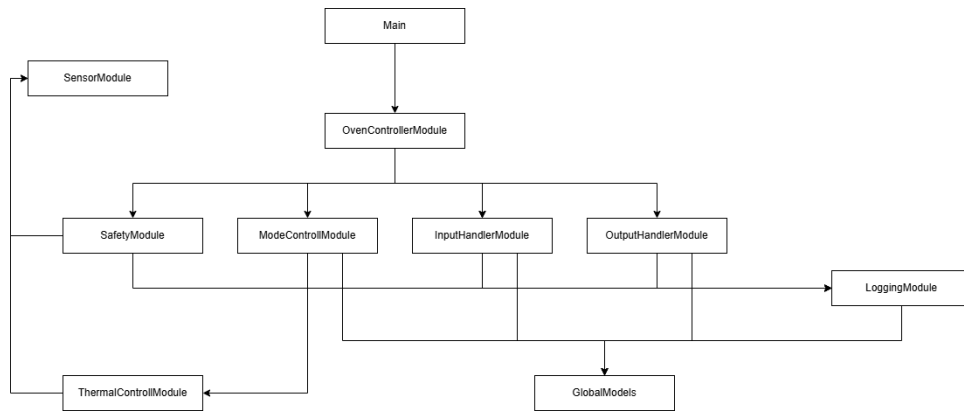


Abbildung 1: Modulübersicht des Systems

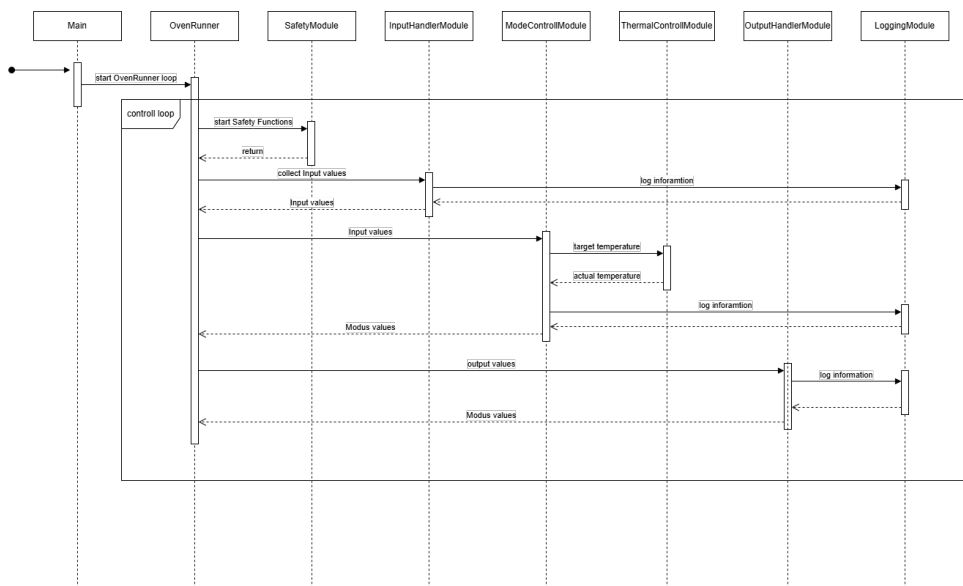


Abbildung 2: Kontrollschleife des OvenRunners

Quellen

Requirements Engineering

Die folgenden Onlinequellen wurden für die Erstellung der funktionalen und technischen Anforderungen herangezogen. Alle Links wurden zuletzt am **28.05.2025** auf ihren Inhalt überprüft (Zugriffsdatum).

- <https://www.hea.de/fachwissen/herde-backofen/elektroherde-aufbau-und-funktion>
- <https://www.schoener-wohnen.de/service/umluft-oder-heissluft-beim-backofen-13488.html>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Backofen#Haushaltsback%C3%B6fen>

Nutzung von Künstlicher Intelligenz als Unterstützung

Requirements Engineering

Für die Umsetzung dieses Projektes wurde ChatGPT4o als Unterstützung verwendet. Die folgenden Punkte zeigen, wo in welcher Form KI zum Einsatz kam.

- Beim Requirements Engineering wurde es zur Formulierung und Validierung eigener Ideen verwendet.
- Beim der Software-Architektur wurde es zur Formulierung, Benennung von Modulen und Validierung eigener Ideen verwendet.