Organizational Aspects

Project:	**SFB 501**
Subproject:	**Team 2**
Documenttype:	**Informelle Beschreibung**
Documentname:	**Komponentenarchitektur**
Responsible:	**Dellen, Kronenburg, Molter, Münch, Peper, Queins, Verlage**
User:	**Team2**
Description:	In diesem Bericht wird die Architektur der einzelnen Komponenten der Kontrollhierarchie beschrieben.

Version#	**Date**	**Creators**	**Remarks**
V1	19.01.96	Molter	Initiale Version
V1.1	15.02.96	Molter	Überarbeitung gem. Team 2-Sitzung vom 13.02.96
V1.2	05.03.96	Molter	Vereinheitlichung der Kontrollzellen-Beschreibungen
V1.3	19.03.96	Molter	Ergänzung fehlender Funktionalität (z.B. Betrachtung des unteren Fensterflügels)
V1.4	22.03.96	Molter	Einarbeitung der Review-Kommentare von M. Kronenburg

1 Einleitung

Aufbauend auf dem im Architektur-Dokument beschriebenen allgemeinen Architektur-Konzept enthält dieses Dokument eine Beschreibung der Komponenten, aus denen das Kontrollsystem aufgebaut wird. Betrachtet werden dabei die Kontrolleinheiten, die benötigt werden, um die in der eingeschränkten Version der Problembeschreibung enthaltene Funktionalität zu realisieren: Dies sind die Büroraum- und Klima-Kontrollgruppen und die Kontrollzellen für Temperatur, Lüftung und Safety.

2 Kontrollzellen und Kontrollgruppen

Dieser Abschnitt beschreibt die gemeinsamen Eigenschaften aller Kontrollgruppen bzw. Kontrollzellen; insbesondere wird der Beschreibungsrahmen erläutert, anhand dessen im folgenden Kapitel die einzelnen Kontrolleinheits-Klassen vorgestellt werden.

2.1 Funktion der Kontrollzellen

Die Kontrolleinheits-Instanzen erbringen in ihrer Gesamtheit die in der Problembeschreibung bzw. in der Anforderungsbeschreibung aufgelistete Funktionalität. Die folgende Tabelle beschreibt die Zuordnung zwischen Funktionen und Kontroll-Instanzen:

Table 1: Kontrollzellen <-> Funktionen

Kontrollzelle	Abkürzung	Funktionen aus der Problembeschreibung
Temperatur Büroraum	CC 1	1, 2, 3, 5, 7, 26
Lüftung Büroraum	CC 2	8
Safety Büroraum	CC 8	14

2.2 Allgemeiner Beschreibungsrahmen für Kontrollzellen

Die unterschiedlichen Typen von Kontrollzellen werden gemäß folgender Einteilung beschrieben. Dabei ist mit *Kontrollzelle* i.A. der Typ einer Kontrollzelle gemeint.

2.2.1 Name (name)

Der Name der Kontrollzelle.

2.2.2 gesteuerte Größe (quantity)

Die physikalische Größe, die von dieser Kontrollzelle beeinflußt wird.

2.2.3 Bereich (domain)

Der räumliche Bereich, in dem die jeweilige physikalische Größe gesteuert wird.

2.2.4 Aufgabe (task)

Eine kurze Beschreibung der Aufgabe der Zelle in Prosa-Form.

2.2.5 Vater (father)

Der Vaterknoten der aktuellen Kontrollzelle in der Kontrollhierarchie.

2.2.6 Historie (history)

Hier wird angegeben, welche Informationen die Kontrollzelle über einen längeren Zeitraum abspeichern muß. Dies können die letzten Ein- und Ausgaben sein.

2.2.7 Eingaben (input)

Alle möglichen Eingaben, die bei der Berechnung der Ausgaben berücksichtigt werden müssen. Diese werden wiederum in drei Gruppen eingeteilt:

- Sensorwerte:

  Dies sind alle Werte die durch die Sensorik erkannt werden können. Dabei ist darauf zu achten, daß dies nicht nur die physikalischen Sensoren betrifft. Vielmehr werden hier logische Sensoren referenziert, die z.B. aus den Werten zweier physikalischer Sensoren (Anwesenheit) oder aus internen Zuständen (Öffnung der Jalousien) die gewünschten Werte berechnen. Hier werden die Zuordnungen aus Table 3, “Logische Sensorwerte <-> Kontrolleinheiten” auf Seite 18 berücksichtigt.

- Benutzervorgaben:

  Dies sind Werte, die von Personen vorgegeben werden können. Darunter fallen z.B. eingestellte Temperaturen.

- (interne) Systemvorgaben:

  Diese Vorgaben resultieren aus der benötigten Konfliktlösung bei dem (logischen) Zugriff zweier Kontrollzellen auf einen Aktuator oder ergeben sich bei Störfällen. Sie können sich z.B. in der Einschränkung beim Zugriff auf einen Aktuator äußern. Hier werden die Zuordnungen aus Table 4, “Kontrollzellen <-> Aktuatoren” auf Seite 19 berücksichtigt.

2.2.8 Ausgaben (output)

Die Ausgaben lassen sich in ähnlicher Weise wie die Eingaben in drei Gruppen einteilen:

- Aktuatorausgaben:

  Dies betrifft die Ansteuerungen der Aktuatoren, die der jeweiligen Kontrollzelle logisch zugeordnet sind. Hier werden die Zuordnungen aus Table 4, ”Kontrollzellen <-> Aktuatoren” berücksichtigt.

- Benutzerausgaben:

  Hier sollen die möglichen Ausgaben angeführt werden, die an einen Benutzer gerichtet sind. Dies können z.B. Warnungen, Fehler oder allgemeine Nachrichten sein.

- (interne) Systemmeldungen:

  Ist ein Ergebnis einer Berechnung oder allgemein eine Ausgabe weder an einen Aktuator noch an einen Benutzer gerichtet, wird sie i.a. an den im Hierarchiebaum nächst höheren Knoten weitergeleitet. Dies können z.B. Statusmeldungen über den aktuellen Zustand betreffen.

2.2.9 Konfliktbeteiligung

Hier wird beschrieben, in welche Konfliktsituationen die Kontrollzelle involviert ist.

2.2.10 Zustandsgraphen (state machines)

Hier wird beschrieben, in welchen verschiedenen Steuerungszuständen die Kontrollzelle sich befinden kann. Der Zustandsgraph ist eine Spezialisierung des in 2.3 beschriebenen allgemeinen Betriebszustandsgraphen.

2.2.11 Funktionen (functions)

Die Darstellung der Funktionalität kann auf mehrere Arten geschehen. Eine Möglichkeit ist, die Funktionen aus der Problembeschreibung hier zu referenzieren. Dabei kann es vorkommen, daß die dort definierten Funktionen zerlegt werden müssen. Bei dieser Art der Funktionsbeschreibung werden die Funktionen aus der Problembeschreibung durch Angabe der eindeutigen Nummer referenziert (Bspl.: F10). Bei einer Zerlegung werden die Teilfunktionen fortlaufend numeriert (Bspl.: F10.1). Die Methodik zur Beschreibung der Funktionalität wird im Abschnitt “Beschreibung der Funktionalität” auf Seite 11 genauer dargestellt.

2.2.12 Bemerkungen (remarks)

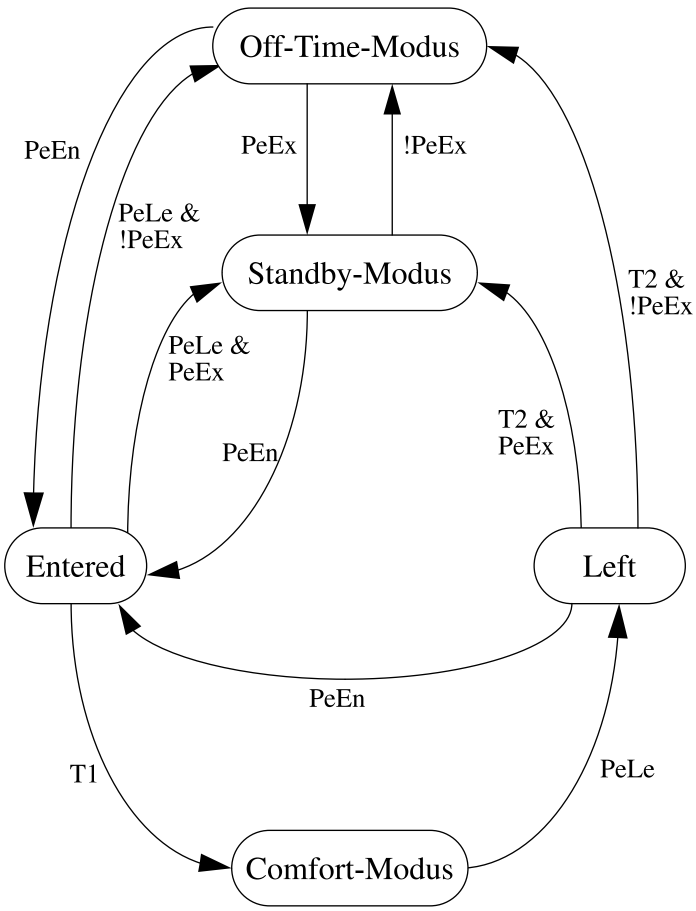
Hier können in Prosa-Form Kommentare zu der Zelle angegeben werden. Dies kann Funktionalitäten, die nicht oben aufgeführt wurden (nicht funktionale Eigenschaften), oder auch Punkte, die noch unklar sind und noch zur Diskussion ausstehen, betreffen.

2.3 Betriebszustandsgraph für Kontrollzellen

Die Problembeschreibung gibt eine Reihe von Modi an, in denen das Kontrollsystem unterschiedliche Dienstleistungen anbietet. Der hier angegebene Zustandsgraph versucht, die in der Problembeschreibung angegebenen Begriffe “Off-Time-Modus”, “Standby-Modus” und “Comfort-Modus” in Beziehung zueinander zu setzen.

Bei der Auswahl eines Zustandsübergangs werden nur die Anwesenheit, einige Zeitspannen und potentielle Benutzungszeiten (die Arbeitszeiten) referenziert. Daraus folgt, daß dieser Graph unabhängig von der Art der Kontrollzellen ist. Für eine bestimmte Kontrollzelle muß dieser Graph dann spezialisiert werden. Dies kann auf mehrere Arten geschehen:

- Zusammenfassen von Zuständen (z.B. wenn kein Unterschied zwischen Off-Time- und Standby-Modus besteht)
- Anpassen der Zeitspannen an die Anforderungen der Kontrollzelle



PeEx: Person Expected, angegebene Arbeitszeiten minus einer (spezifischen) Vorlaufzeit.

!PeEx: No Person Expected, außerhalb der angegebenen Arbeitszeiten (minus Vorlaufzeit).

PeEn: Person Enters, Person betritt den Raum, der Raum war vorher leer.

PeLe: Person Leaves, Person verläßt den Raum, der Raum ist jetzt leer.

T1: Die Zeitspanne, nach der angenommen wird, daß sich die Person länger im Raum aufhalten wird.

T2: Die Zeitspanne, nach der angenommen wird, daß die Person längere Zeit nicht zurückkehren wird.

Wenn im folgenden vom “Betreten/Verlassen des Raums von einer Person” die Rede ist, gilt, daß mit dieser Person die erste/letzte Person gemeint ist. Das heißt, daß der Raum vorher leer war bzw. danach leer ist. Dies kann aber bei den einzelnen Kontrollzellen anders behandelt werden.

Grundsätzlich kann man zwei Zustände (Off-Time-Modus, Standby-Modus) des Raums (abhängig davon, ob eine Person erwartet wird oder nicht) unterscheiden, wenn keine Person anwesend ist. Eine notwendige Bedingung für den Zustand “Comfort-Modus” des Systems ist die Anwesenheit einer Person.

Off-Time-Modus:

Es befindet sich keine Person im Raum, und es wird auch keine Person erwartet.

Standby-Modus:

In diesem Zustand befindet sich ebenfalls keine Person im Raum, aber es wird eine Person erwartet. Bspl.: Wenn als Arbeitszeit der Zeitraum von 8:00 bis 18:00 angegeben wurde, so ist der Raum z.B. von 7:30 bis 18:00 im Zustand “Standby-Modus” (falls keine Person anwesend ist). Die Zeitspanne (30 Minuten) hängt von der jeweiligen Kontrollzelle ab und kann aufgrund der Differenz Standby-Einstellung <-> Comfort-Einstellung bestimmt werden. Außerhalb dieser Zeit ist der Zustand “Off-Time-Modus” (wenn keine Person anwesend ist).

Comfort-Modus:

Es befindet sich eine Person im Raum. Dies ist der Zustand, in dem das System versucht, die eingestellten Werte zu erreichen.

Die beiden folgenden Zustände dienen in erster Linie dazu, möglichst viel Energie zu sparen. Es ist z.B. nicht sinnvoll, die eingestellte Raumtemperatur zu erreichen, sobald eine Person den Raum betritt. Deswegen dienen die beiden Zustände als eine Art von Verzögerung, in denen noch nicht entschieden ist, ob der Benutzer den Raum längere Zeit in Anspruch nimmt oder nicht bzw. ob der Benutzer den Raum nur für kurze Zeit verlassen hat.

Entered:

Betritt eine Person den Raum, und war der Raum vorher leer, so geht das System in diesen Zustand über. Erst wenn die Person eine gewisse Zeitspanne lang den Raum nicht verlassen hat, geht das System davon aus, daß sie den Raum längere Zeit benutzen möchte. Dadurch wird die Situation berücksichtigt, daß eine Person nur kurz den Raum betritt, und es nicht notwendig ist, die Comfort-Einstellungen schon zu erreichen. Grundsätzlich sollten die Einstellungen aus dem vorherigen Zustand nicht geändert werden.

Left:

Befindet sich die Kontrollzelle im Comfort-Modus und verläßt die letzte anwesende Person den Raum, so geht das System in diesen Zustand über. Erst wenn die Person eine gewisse Zeitspanne lang den Raum nicht wieder betreten hat, geht das System davon aus, daß sie den Raum längere Zeit nicht mehr benutzen möchte. Dadurch wird die Situation berücksichtigt, daß eine Person nur kurz den Raum verläßt, und es daher sinnvoll ist, die Comfort-Einstellungen beizubehalten.

In der folgenden Liste werden die einzelnen Übergänge beschrieben. In Klammern steht dabei der Start- bzw. Endzustand des Übergangs.

PeEx (Off-Time-Modus -> Standby-Modus):

Eine vom Benutzer angegebene Arbeitszeit beginnt. Das bedeutet für das System, daß in nächster Zeit eine Person erwartet wird.

!PeEx (Standby-Modus -> Off-Time-Modus):

Eine vom Benutzer angegebene Arbeitszeit endet. Das bedeutet für das System, daß in nächster Zeit keine Person erwartet wird.

PeEn (Off-Time-Modus -> Entered):

Eine Person betritt den vorher leeren Raum außerhalb der eingetragenen Arbeitszeit.

PeEn (Standby-Modus -> Entered):

Eine Person betritt den vorher leeren Raum innerhalb der eingetragenen Arbeitszeit.

PeLe & !PeEx (Entered -> Off-Time-Modus):

Kurz (< T1, siehe unten), nachdem eine Person den zuvor leeren Raum betreten hat, verläßt sie ihn wieder. Dies geschieht außerhalb der angegebenen Arbeitszeit.

PeLe & PeEx (Entered -> Standby-Modus):

Kurz (< T1, siehe unten), nachdem eine Person den zuvor leeren Raum betreten hat, verläßt sie ihn wieder. Dies geschieht innerhalb der angegebenen Arbeitszeit.

T1 (Entered -> Comfort-Modus):

Wenn eine Person länger als T1 Zeiteinheiten in einem Raum ist, ohne ihn zu verlassen, wechselt das System in den Zustand Comfort-Modus.

PeLe (Comfort-Modus -> Left):

Wenn die letzte Person den Raum verläßt, wechselt das System in den Zustand Left.

PeEn (Left -> Entered):

Eine Person betritt den Raum, kurz (< T2, siehe unten) nachdem er von der letzten Person verlassen wurde.

T2 & PeEx (Left -> Standby-Modus):

Der Raum ist für T2 Zeiteinheiten nicht mehr betreten worden. Dies geschieht innerhalb der angegebenen Arbeitszeit.

T2 & !PeEx (Left -> Off-Time-Modus):

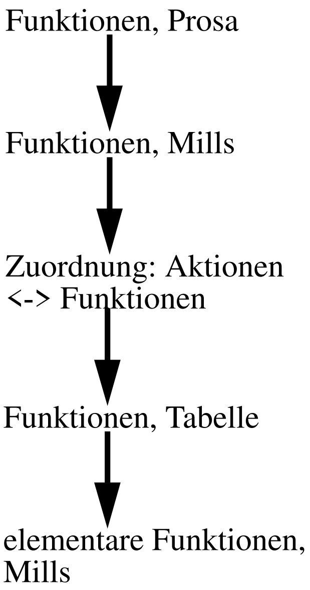
Der Raum ist für T2 Zeiteinheiten nicht mehr betreten worden. Dies geschieht außerhalb der angegebenen Arbeitszeit.

2.4 Beschreibung der Funktionalität

Ausgangspunkt für die Beschreibung der Funktionalität einer Kontrollzelle sind die Funktionen aus der Problembeschreibung. Diese Beschreibung ist unvollständig bezüglich der Funktionalität des Gesamtsystems. Aufgabe ist es also, die Funktionen den einzelnen Kontrolleinheiten zuzuordnen (siehe Table 1, “Kontrollzellen <-> Funktionen” auf Seite 6) und diese dann zu vervollständigen. Neben der Vervollständigung muß auch die Verfolgbarkeit beachtet werden. Durch die Verfolgbarkeit kann entschieden werden, wo eine Funktion aus der Problembeschreibung referenziert wird und dementsprechend bei Änderung dieser Funktion etwas geändert werden muß. Weiterhin muß die Möglichkeit gewährleistet werden, die Vollständigkeit der unterschiedlichen Beschreibungsformen gegeneinander zu überprüfen.

Im folgenden wird eine Möglichkeit beschrieben, wie die Beschreibung der Funktionalität unter Berücksichtigung der oben genannten Ziele durchgeführt werden kann. Dabei ist darauf zu achten, daß schon ein Teil der Funktionalität einer Kontrolleinheit durch den gemeinsamen Betriebszustandsgraphen (vgl. Abschnitt 2.3) beschrieben sein kann.

Die Beschreibung gliedert sich in mehrere Schritte, die jeweils verschiedene Beschreibungsformen nach sich ziehen.



Aktionen: Mit Aktion werden alle Eingriffe des Kontrollsystems in das gesteuerte System bezeichnet, ebenso das Ausgeben von Meldungen an den Benutzer.

Funktionen: Eine Funktion drückt aus, unter welchen Bedingungen welche Aktionen ausgeführt werden sollen. Funktionen haben die Form F_i: exp (B_1, ... B_n) -> A_1, A_2, ... A_n

Elementare Funktionen unterscheiden sich von den Funktionen dadurch, daß sie die Bedingungen für genau eine Aktion angeben. Sie haben die Form exp (B_1, ... B_n) -> A_i

Prosa: Beschreibungsform in natürlicher Sprache

Mills: Beschreibungsform nach Mills

Tabelle: Werte- oder Entscheidungstabelle, die alle Bedingungen in Beziehung zueinander setzt.

1. Schritt:

Der erste Schritt besteht in der Untersuchung der für eine Zelle relevanten Funktionen. Dies beinhaltet evtl. eine Aufspaltung der Funktionen, wenn in einer Prosa-Funktion die Funktionalität von mehr als einer Kontrollzelle angesprochen wird. Grundsätzlich sollte in der entstehenden Mills-Beschreibung der Funktionen so wenig zusätzliche Funktionalität wie möglich eingbracht werden, was die anschließende Vollständigkeitsüberprüfung erleichtert (siehe Vollständigkeit).

2. Schritt:

Im zweiten Schritt wird eine Zuordnung von Aktionen zu Funktionen vorgenommen. Dabei wird beschrieben, durch welche Aktionen die jeweilige Funktion realisiert werden kann. Dieser Zusammenhang kann durch eine Tabelle verdeutlicht werden, in der zunächst nur angegeben wird, ob eine Aktion A_j zur Realisierung einer Funktion F_i beiträgt. Später, in Schritt 3, können hier Referenzen auf Tabellen oder einzelne Zeilen in den Tabellen eingetragen werden (siehe Verfolgbarkeit).

3. Schritt:

In den Wertetabellen werden alle verschiedenen Eingaben in Beziehung zueinander gesetzt. Dies sind die in dem Punkt *Eingaben* angegebenen Sensorwerte. Um die Wertetabellen überschaubar zu halten, besteht zum einen die Möglichkeit, mit don't-care-Werten zu arbeiten. Zum anderen können die Tabellen an sinnvollen Stellen unterteilt werden. Dies muß dann jedoch klar ersichtlich gemacht werden, um die Vollständigkeit zu gewährleisten. In den rechten Spalten werden dann die Aktionen aufgelistet, die in der jeweiligen Situation zur Anwendung kommen. Durch diese Wertetabellen wird Vollständigkeit bezüglich der vorher festgelegten Eingabewerte gesichert.

4. Schritt:

In diesem Schritt werden elementare Funktionen aus den Tabellen hergeleitet, die angeben, wann die einzelnen Aktionen ausgeführt werden. Hier können als Bedingungen nun auch die Bedingungen der einzelnen Zustände des Betriebszustandsgraphen mit aufgenommen werden.

Verfolgbarkeit:

Mit Verfolgbarkeit wird das Ziel bezeichnet, nachvollziehen zu können, was nach Änderung einer Funktion in der Problembeschreibung an den Komponenten des Kontrollsystems geändert werden muß, z.B. welche Aktionsbeschreibungen sich ändern. Verfolgbarkeit kann auf zwei Arten gewährleistet werden. Während Schritt 3, des Aufstellens der Tabellen, kann die Tabelle aus Schritt 2 dadurch ergänzt werden, daß dort Referenzen auf die Wertetabellen bzw. auf Zeilen von Wertetabellen aufgenommen werden. Diese geben dann an, an welchen Stellen eine bestimmte Funktion als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl einer speziellen Aktion gedient hat. Wird nun eine Funktion aus der Problembeschreibung geändert, kann aufgrund dieser Referenzen ermittelt werden, welche Tabelleneinträge überprüft werden müssen. Eine andere Möglichkeit ist, die Referenzen auf einzelne Funktionen direkt in die Wertetabellen mit aufzunehmen. Dies bietet die gleichen Möglichkeiten, wie in der ersten Alternative beschrieben.

Vollständigkeit:

Die im 4. Schritt gefundenen Aktionsbeschreibungen müssen mit den Funktionen aus der Problembeschreibung verglichen werden. Dies kann auf den Vergleich mit den in dem 1. Schritt gefundenen Mills-Beschreibungen zurückgeführt werden, wenn in diesem Schritt keine zusätzliche Funktionalität hinzukam bzw. keine Funktionalität weggelassen wurde, d.h. die beiden Beschreibungen äquivalent zueinander sind. Der Abgleich wird unter Zuhilfenahme der in Schritt 2 gefundenen Zuordnungstabelle durchgeführt. Für jede Aktion wird entschieden, ob die in Schritt 4 gefundenen Bedingungen die Bedingungen der entsprechenden Funktion (ermittelt aus der Zuordnungstabelle) abdecken. Ist dies der Fall, erfüllt die Kontrollzelle die an sie gestellten Forderungen. Zu beachten ist, daß es zum Aufstellen der Bedingungen für die einzelnen Aktionen im allgemeinen Fall nicht ausreicht, nur die Bedingungen aus den entsprechenden Funktionen zu verknüpfen, da die Funktionen beispielsweise priorisiert sein können.

Kritik:

Dieses Verfahren funktioniert nur für die Funktionen, die sich in der Mills-Notation ausdrücken lassen. Nichtfunktionale Eigenschaften beispielsweise können dadurch nicht berücksichtigt werden. Außerdem muß gewährleistet werden, daß im Schritt 2, der Erstellung der Zuordnungstabelle, korrekt und vollständig gearbeitet wurde. Dies gilt ebenso bei der Ermittlung der für die jeweilige Kontrollzelle relevanten Eingabewerte.

Bei einer Automatisierung der Vollständigkeitsüberprüfung kann evtl. die Tatsache Probleme bereiten, daß für eine Aktion zwei unterschiedliche Bedingungen in zwei Funktionen auftreten, die dann für die Überprüfung in einem boole'schen Ausdruck zusammengefaßt werden müssen. Dabei kann z.B. eine Priorisierung einer Funktion eine Rolle spielen, so daß dieser Schritt nicht automatisch durchgeführt werden kann.

2.5 Allgemeiner Beschreibungsrahmen für Kontrollgruppen

Die unterschiedlichen Typen von Kontrollgruppen werden gemäß folgender Einteilung beschrieben. Dabei ist mit *Kontrollgruppe* i.a. der Typ einer Kontrollgruppe gemeint.

2.5.1 Name (name)

Der Name der Kontrollgruppe.

2.5.2 gesteuerte Größen (quantities)

Die physikalischen Größen, die von dieser Kontrollgruppe beeinflußt werden. Dies sind die von den Söhnen beeinflußten Größen.

2.5.3 Bereich (domain)

Der Bereich, in dem die jeweiligen physikalischen Größen gesteuert werden, bzw. der Bereich, der von der Kontrollgruppe kontrolliert wird.

2.5.4 Aufgabe (task)

Eine kurze Beschreibung der Aufgabe der Kontrollgruppe in Prosa-Form.

2.5.5 Vater (father)

Der Vaterknoten in der Kontrollhierarchie.

2.5.6 Söhne (sons)

Die Söhne (Kontrollzellen oder Kontrollgruppen) der aktuellen Kontrollgruppe in der Kontrollhierarchie.

2.5.7 Historie (history)

Unter diesem Punkt kann angegeben werden, welche Informationen die Kontrollgruppe über einen längeren Zeitraum abspeichern muß. Dies können die letzten Ein- und Ausgaben sein.

2.5.8 Eingaben (input)

Alle möglichen Eingaben, die bei der Berechnung der Ausgaben berücksichtigt werden müssen. Diese werden wiederum in drei Gruppen eingeteilt:

- Sensorwerte:

  Alle Werte die durch die Sensorik erkannt werden können. Dabei ist darauf zu achten, daß dies nicht nur die physikalischen Sensoren betrifft. Vielmehr werden hier logische Sensoren referenziert, die z.B. aus den Werten zweier physikalischer Sensoren (Anwesenheit) oder aus internen Zuständen (Öffnung der Jalousien) die gewünschten Werte berechnen.

- Benutzervorgaben:

  Dies sind Werte, die von Personen vorgegeben werden können. Darunter fallen z.B. Eingriffe in die Konfliktlösung.

- (interne) Systemvorgaben:

  Diese Vorgaben resultieren aus der benötigten Konfliktlösung bei dem (logischen) Zugriff zweier Kontrollzellen auf einen Aktuator oder ergeben sich bei Störfällen. Hier werden die Ausgaben der Kontrollzellen, die als Eingaben in die Kontrollgruppen dienen, aufgeführt.

2.5.9 Ausgaben (output)

Die Ausgaben lassen sich in ähnlicher Weise wie die Eingaben in Gruppen einteilen:

- Aktuatorausgaben:

  Hier werden die Aktuatoren aufgelistet, für die ein Konflikt in der aktuellen Gruppe gelöst wird und dementsprechend von hier angesteuert werden können.

- Benutzerausgaben:

Hier sollen die möglichen Ausgaben angeführt werden, die an einen Benutzer gerichtet sind. Dies können z.B. Warnungen, Fehler oder allgemeine Nachrichten sein.

- (interne) Systemmeldungen:

Ist ein Ergebnis einer Konfliktlösung oder allgemein eine Ausgabe an Kontrollzellen oder andere, untergeordnete Kontrollgruppen gerichtet, wird sie hier aufgeführt. Ebenfalls müssen hier die Ausgaben stehen, die an den Vater der aktuellen Kontrollgruppe geschickt werden. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn ein Konflikt erst in einer höher gelegenen Kontrollgruppe gelöst werden kann und dementsprechend die Eingaben z.B. nur weitergeleitet werden.

2.5.10 Gesteuerte Aktuatoren (controlled actuators)

Hier werden diejenigen Aktuatoren beschrieben, für die der Gruppencontroller dieser Kontrollgruppe im Falle einer Konfliktlösung die höchste Instanz ist. D.h. im Gruppencontroller der Kontrollgruppe wird letztendlich entschieden, wie der Aktuator gesteuert wird.

2.5.11 Konflikte (conflicts)

Hier wird beschrieben, welche verschiedenen Konflikte in der Kontrollgruppe betrachtet werden.

In diesem Punkt werden auch solche Konflikte aufgeführt, die nicht unbedingt in dieser Gruppe gelöst werden. Die Eingaben werden dann nur durchgereicht.

Für die Beschreibung der einzelnen Konflikte wird folgendes Schema verwendet:

a) Beteiligte Kontrolleinheiten:
Beschreibung der an einem Konflikt beteiligten Kontrolleinheiten

b) Benötigte Eingaben:
Hier werden die Einstellungswünsche der einzelnen Sohn-Kontrolleinheiten beschrieben.

c) Konfliktbehandlung:
Beschreibung, wie der Konflikt vom Gruppencontroller behandelt wird. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten wie z. B. das Durchreichen oder das lokale Lösen des Konflikts. Grundsätzlich müssen hier die Reaktionen auf die vier verschiedenen Nachrichtentypen (siehe Kapitel 4 des Dokumentes über die Systemarchitektur) beschrieben werden.

d) Produzierte Ausgaben:
Beschreibung der Ausgaben in Abhängigkeit von den eintreffenden Nachrichten und deren Typen.

2.5.12 Bemerkungen (remarks)

Hier können in Prosa-Form Kommentare zu der Gruppe angegeben werden. Dies kann Funktionalitäten, die nicht oben aufgeführt wurden (nicht funktionale Eigenschaften), oder auch Punkte, die noch unklar sind und noch zur Diskussion anstehen, betreffen.

3 Spezielle Kontrolleinheiten

Der eingeschränkte Problembereich, der in diesem Dokument betrachtet wird, enthält Funktionalität zur Steuerung von Temperatur und Lüftung und zur Sicherheitsüberwachung. Erbracht wird diese Funktionalität durch das Zusammenspiel einer Menge von Kontrolleinheits-Instanzen. Die zugehörigen Klassen von Kontrolleinheiten werden in diesem Abschnitt beschrieben:

- Kontrollgruppe Büro
- Kontrollgruppe Klima
- Kontrollzelle Temperatur (CC 1)
- Kontrollzelle Lüftung (CC 2)
- Kontrollzelle Safety (CC 8)

3.1 Konfliktlösungsstrategien

Bei der Erfüllung der Kontrollaufgaben können zwischen den einzelnen Kontrolleinheiten Konflikte auftreten. Zu ihrer Auflösung wird der in Kapitel 4 des Systemarchitektur-Dokumentes vorgestellte Ablauf ausgeführt. In diesem Abschnitt wird dagegen aus globaler Sicht die jeweilige Strategie beschrieben, mit der eine einzelne Konfliktsituation gelöst werden kann. Das dafür erforderliche Verhalten der beteiligten Kontrolleinheiten wird in der Beschreibung der jeweiligen CU festgelegt.

3.1.1 Konflikt bei der Einstellung des oberen Fensterflügels

Beteiligte Kontrolleinheiten:
Top-GC: GC Büro
Middle-GC: GC Klima
Kontrollzellen: CC Temperatur, CC Lüftung, CC Safety

Strategie:
- Wenn eine der Klima-Kontrollzellen einen Einstellungswunsch hat, sendet sie über die Klima-Kontrollgruppe eine Request-Nachricht an den Büro-Gruppencontroller. Der GC Büro macht auf Basis seiner gespeicherten Informationen einen Vorschlag für den Klima-Gruppencontroller, der darauf eine Abstimmungsrunde mit den beteiligten Kontrollzellen durchführt. Das Ergebnis wird in Form einer Wunschnachricht an den Büro-Gruppencontroller gemeldet, der eine endgültige Entscheidung trifft und dem Klima-Gruppencontroller in einer Vorgabenachricht mitteilt, die dieser an die Kontrollzellen weiterleitet.
- Forderungen der CC Safety haben Priorität gegenüber den Einstellungswünschen aller anderen Kontrollzellen. Trifft eine solche Forderungsnachricht beim Büro-Gruppencontroller ein, kann sie daher einfach an die untergeordneten Kontrolleinheiten weitergeleitet werden.

3.2 Kontrolleinheiten und Sensoren/Aktuatoren

3.2.1 Logische Sensorwerte

Die Beschreibung der Kontrolleinheiten ist von den tatsächlich im System vorhandenen Sensoren dadurch entkoppelt, daß sogenannte logische Sensorwerte verwendet werden. An dieser

Stelle werden keine Aussagen darüber gemacht, auf welche Art und Weise diese Werte gewonnen werden; sie werden den Komponenten der Kontrollhierarchie von den Sensoren zur Verfügung gestellt, die über die abstrakte Sensorschnittstelle angesprochen werden. Weiterhin werden bestimmte Zustände des Systems aus Sicht einer Kontrollgruppe als Sensorwerte betrachtet. Dies sind z.B. Aussagen darüber, ob und welche Einstellungen ein Benutzer von Hand vorgenommen hat.

Table 2: Logische Sensorwerte

Name	Beschreibung	Wertebereich
Außen - Temperatur	Die aktuelle Außentemperatur	-40C - +70C
erwartete Anwesenheit - Start	Zeitpunkt, zu dem mit dem nächsten Betreten des Raumes gerechnet wird (siehe F4)	Datum und Uhrzeit
erwartete Anwesenheit - Ende	Zeitpunkt, zu dem mit dem nächsten Verlassen des Raumes gerechnet wird (siehe F4)	Datum und Uhrzeit
manuelle Bedienung oberer Fensterflügel - Öffnung	Gibt an, ob die Öffnung manuell eingestellt wurde	0 oder 1
manuelle Einstellung oberer Fensterflügel - Öffnung	Gibt die vom Benutzer eingestellte Öffnung an	0% - 100%
Oberer Fensterflügel - Öffnung	Der aktuelle Öffnungswinkel des oberen Fensterflügels	0% - 100%
Personen - Anwesenheit	Gibt an, ob mindestens eine Person im Raum ist	0 oder 1
Personen - Anzahl	Gibt an, wieviele Personen im Raum sind	0 - n
Raum - Temperatur	Die aktuelle Raumtemperatur, gemittelt aus den zur Verfügung stehenden Sensoren	-40C - +70C
Regensensor	Prüft, ob und wie stark es regnet	
Unterer Fensterflügel - Öffnung	Der aktuelle Öffnungswinkel des unteren-Fensterflügels	0% - 100%
während der Heizperiode	Gibt an, ob man sich während der Heizperiode befindet, d.h., ob der Heizkörper zum Heizen eines Raumes verwendet werden kann	0 oder 1
Windstärke	Berechnet die Windstärke aus der aktuellen Windgeschwindigkeit und Windrichtung	0 - n

3.2.2 Logische Sensorwerte <-> Kontrolleinheiten

Logische Sensoren sind die Abstraktion an der Schnittstelle zwischen den Kontrolleinheiten

und den real existierenden Sensoren im zu steuernden System. Die folgende Tabelle stellt im Überblick dar, welche logischen Sensorwerte von welchen Kontrolleinheiten benötigt werden und wie darauf zugegriffen wird. Folgende Zugriffsmodi werden dabei unterschieden:
- **E**: ereignisgesteuerte Benachrichtigung. Jede Kontrolleinheit, die eine solche Benachrichtigung wünscht, registriert sich beim logischen Sensor und teilt ihm ein Prädikat mit, bei dessen Erfüllung eine Ereignisnachricht ausgesendet werden soll.
- **P**: periodische Benachrichtigung. Kontrolleinheiten, die periodisch über den Sensorwert informiert werden wollen, registrieren sich beim logischen Sensor unter Angabe der gewünschten Periode.
- **A**: explizites Abfragen. Hierbei sind keine weiteren Schnittstellenfunktionen erforderlich.

Table 3: Logische Sensorwerte <-> Kontrolleinheiten

Name	CC1	CC2	CC8
Außen - Temperatur	E, A		
erwartete Anwesenheit - Start	E, A		
erwartete Anwesenheit - Ende	E, A		
manuelle Bedienung oberer Fensterflügel - Öffnung	A	E,A	
manuelle Einstellung oberer Fensterflügel - Öffnung	A	E,A	
Oberer Fensterflügel - Öffnung	A	E,A	E,A
Personen - Anwesenheit	E, A	E,A	E
Personen - Anzahl			
Raum - Temperatur	E, A		
Regensensor			E
Unterer Fensterflügel - Öffnung		E,A	E
während der Heizperiode	A		
Windstärke			E

3.2.3 Aktuatoren <-> Kontrollzellen

Die folgende Tabelle gibt einen groben Überblick, auf welche Aktuatoren die Kontrollzellen zugreifen, um ihre Steuerungsaufgabe auszuführen.

Table 4: Kontrollzellen <-> Aktuatoren

	CC1	CC2	CC8
radiator-valve	x		
window-opener	x	x	x

3.3 Kontrollgruppe Büro

3.3.1 Name

Büroraum

3.3.2 gesteuerte Größen

Temperatur, Lüftung, Safety

3.3.3 Bereich

Büro

3.3.4 Aufgabe

In dieser Kontrollgruppe sind folgende Kontrolleinheiten zusammengefaßt: Kontrollgruppe Klima und Kontrollzelle Safety. Zentrale Aufgabe des Gruppencontrollers Büro ist es, Konflikte, die zwischen diesen Kontrolleinheiten auftreten, zu behandeln und aufzulösen.

3.3.5 Vater

keiner

3.3.6 Söhne

Kontrollzelle Safety Büroraum, Kontrollgruppe Klima Büroraum

3.3.7 Historie

Die letzten Einstellungswünsche der Söhne bez. der gesteuerten Größen.

3.3.8 Eingaben

- Sensorwerte:
  Ob Sensorwerte benötigt werden, hängt entscheidend von der Konfliktlösungsstrategie ab.
- Benutzervorgaben:
  längerfristig vorgegebene Einstellungen für die Konfliktlösung
- (interne) Systemvorgaben:
  Einstellungswünsche der untergeordneten Kontrolleinheiten:

  Safety(CC8):
  oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,safe}$, $OF_{max,safe}$, $OF_{antrag,safe}$

Klima (GC Klima):
oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,klima}$, $OF_{max,klima}$, $OF_{antrag,klima}$

3.3.9 Ausgaben

- Aktuatorausgaben
- Benutzerausgaben:
- (interne) Systemmeldungen:
Ergebnisse der Konfliktlösung, d.h. Vorgaben bzw. Vorschläge bez. Einstellung der Aktuatoren.

Vorschläge (als Intervalle):
oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,büro}$; $OF_{max,büro}$

Vorgabe (als Werte):
oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{büro}$

3.3.10 Gesteuerte Aktuatoren (controlled actuators):

oberer Fensterflügel

3.3.11 Konflikte

Einstellung des oberen Fensterflügels:

a) Beteiligte Kontrolleinheiten: CC Safety, GC Klima

b) Konfliktbehandlung: Der Gruppencontroller Büro ist die Top-CU dieses Konfliktes und löst Konflikte auf. Eine Konfliktsituation liegt dann vor, wenn sich die von den beiden Söhnen gewünschten Intervalle nicht überschneiden.
Zur Konfliktlösung wird die in Punkt e) vorgeschlagene Strategie verwendet.

c) Benötigte Eingaben: $OF_{min,safe}$, $OF_{max,safe}$; $OF_{min,klima}$, $OF_{max,klima}$, $OF_{antrag,safe}$, $OF_{antrag,klima}$

d) Produzierte Ausgaben:
$OF_{min,büro}$, $OF_{max,büro}$ bei Vorschlägen; $OF_{büro}$ bei Vorgaben.

e) Konfliktlösung bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels

(i) Der Gruppencontroller Büro veranlaßt selbst nie den Start eines Konfliktlösungsablaufes, d.h. $cond_{OF}$ = false

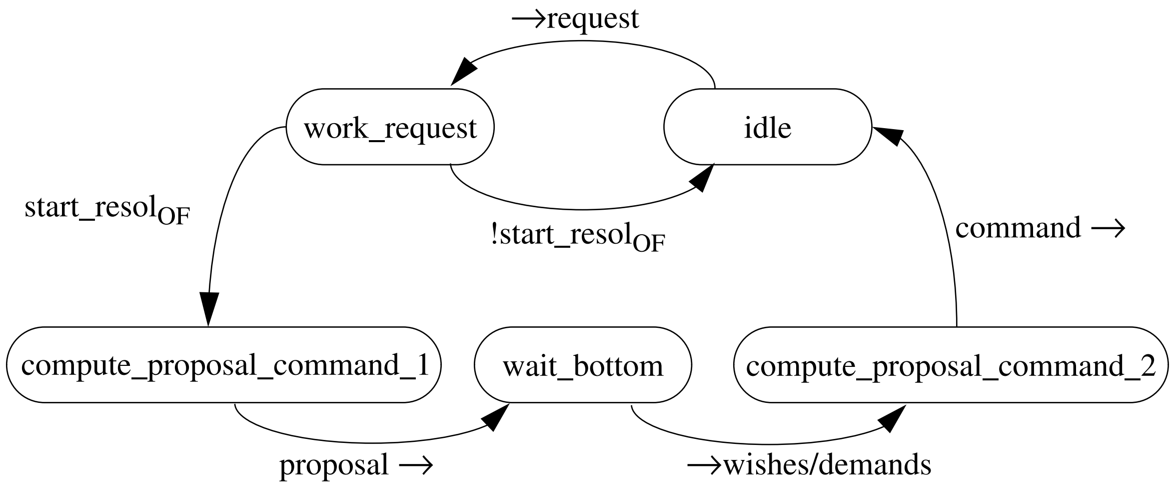
(ii) Verhalten des GC im Zustand work_request:
Anträge der CC-Safety bewirken stets den Start eines Konfliktlösungsablaufes, d.h. $start\_resol_{OF}$ = true.
Ansonsten wird bei einem Antrag $start\_resol_{OF}$ = true nur dann gesetzt, wenn die letzte Vorgabenachricht vor mehr als T_{OF} Zeiteinheiten gesendet wurde.

(iii) Verhalten des GC im Zustand compute_proposal_command_1:
Die aktuelle Einstellung wird als Vorschlag an die zwei am Konflikt beteiligten Söhne gesendet.

(iv) Verhalten des GC im Zustand compute_proposal_command_2:
Ein Wunsch der CC-Safety bewirkt, daß der Gruppencontroller einen Wert aus

dem Intervall $OF_{min,safe}$, $OF_{max,safe}$ bestimmt und diesen als Vorgabe an seine zwei am Konflikt beteiligten Söhne sendet.
Ansonsten bestimmt er, nachdem er alle Wünsche seiner Söhne empfangen hat, einen Kompromiß und sendet das Ergebnis als Vorgabe an die zwei am Konflikt beteiligten Söhne.
Der GC veranlaßt, daß der entsprechende Wert eingestellt wird. Der Konflikt ist damit gelöst.

Damit ergibt sich folgender Zustandsgraph:



3.3.12 Bemerkungen (Remarks)

- Es wird angenommen, daß die CC Safety (CC8) gegenüber den anderen CC und GC Priorität hat.

3.4 Kontrollgruppe Klima Büro

3.4.1 Name

Klima Büroraum

3.4.2 gesteuerte Größen

Temperatur, Lüftung

3.4.3 Bereich

Büro

3.4.4 Aufgabe

In dieser Kontrollgruppe sind die Kontrollzellen Temperatur und Lüftung mit dem übergeordneten Gruppencontroller Klima zusammengefaßt. Zentrale Aufgabe des Gruppencontrollers Klima ist es, Konflikte, die zwischen den Kontrollzellen auftreten, zu behandeln und eine lokale Konfliktlösung zu erstellen. Konflikte, die auch Kontrollzellen außerhalb der Kontrollgruppe Klima betreffen, werden nach erfolgter lokaler

Konfliktlösung an die Kontrollgruppe Büro weitergegeben.

3.4.5 Vater

Kontrollgruppe Büroraum

3.4.6 Söhne

Kontrollzelle Temperatur Büroraum, Kontrollzelle Lüftung Büroraum

3.4.7 Historie

- Einstellungswünsche der Kontrollzellen der Kontrollgruppe Klima
- Derzeit gültige Temperaturvorgabe

3.4.8 Eingaben

- Sensorwerte:
  Ob Sensorwerte benötigt werden, hängt entscheidend von der Konfliktlösungsstrategie ab. Basiert die Lösungsstrategie auf Mittelwertbildung oder Prioritäten, so werden in dem Gruppencontroller wohl keine Sensorwerte benötigt.

- Benutzervorgaben:
  längerfristig vorgegebene Einstellungen für die Konfliktlösung

- (interne) Systemvorgaben:
  a) Einstellungswünsche der untergeordneten Kontrollzellen
  CC Temperatur:
  oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,\ temp}$, $OF_{max,\ temp}$
  CC Lüftung:
  oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,\ lüft}$, $OF_{max,\ lüft}$
  b) Vorgaben der Kontrollgruppe Büro:
  oberer Fensterflügel-Öffnung (von CC Safety): $OF_{min,\ Büro}$, $OF_{max,\ Büro}$

3.4.9 Ausgaben

- Aktuatorausgaben:
  Der GC Klima steuert keinen Aktuator direkt.

- Benutzerausgaben:

- (interne) Systemmeldungen:
  a) Ergebnisse der Konfliktlösung, d.h. Einstellung der Aktuatoren zur Information der Kontrollzellen
  oberer Fensterflügel-Öffnung: OF_{Klima}
  b) Meldungen an die CG Büro im Rahmen des Konfliktlösungsprozesses:
  oberer Fensterflügel-Öffnung: $OF_{min,\ Klima}$, $OF_{max,\ Klima}$

3.4.10 Gesteuerte Aktuatoren

Der GC Klima steuert keinen Aktuator direkt.

3.4.11 Konflikte

Die zwei beteiligten Kontrollzellen können auf gemeinsame Aktuatoren zugreifen. Daher kann es zu Konflikten bzgl. der Aktuatoreinstellung kommen, wenn verschiedene Kontrollzellen die Aktuatoren unterschiedlich einstellen möchten. Die einzelnen Konfliktsituationen werden im folgenden beschrieben.

Einstellung des oberen Fensterflügels:

a) Beteiligte Kontrolleinheiten:
Top-GC: GC Büroraum
Middle-GCs: GC Klima
Kontrollzellen: CC Temperatur, CC Lüftung

b) Konfliktbehandlung: Der Konflikt zwischen Temperatur- und Lüftungssteuerung wird im Gruppencontroller Klima lokal gelöst; die lokale Konfliktlösung wird an die Kontrollgruppe Büro weitergereicht
Eine Konfliktsituation liegt dann vor, wenn sich die von den Kontrollzellen gewünschten Intervalle nicht überschneiden. Ein Vorschlag zur Konfliktlösung wird im folgenden vorgestellt.

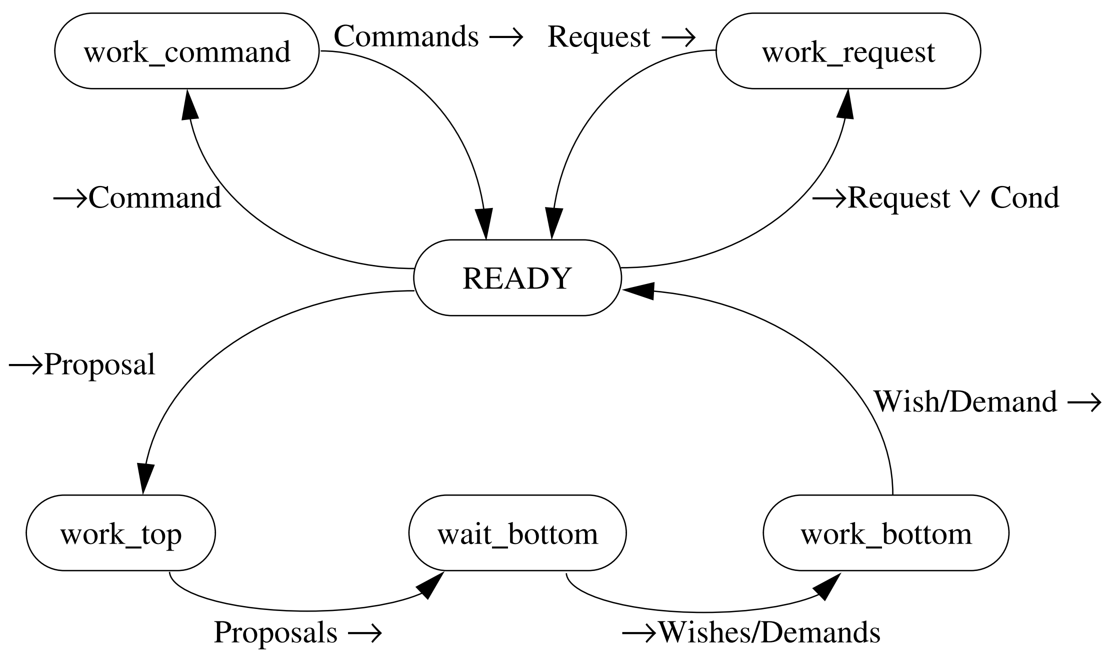
c) Benötigte Eingaben:

- Einstellungswunsch der Kontrollzelle Temperatur
- Einstellungswunsch der Kontrollzelle Lüftung

d) Produzierte Ausgaben:
- lokale Konfliktlösung an die Kontrollgruppe Büro
- Weiterleiten der Konfliktlösung der Kontrollgruppe Büro an die Kontrollzellen

e) Konfliktlösung bzgl. der Einstellung des oberen Fensterflügels

Zustandsmodell:



Beschreibung der Zustände:
- work_command: Der Gruppencontroller hat eine Command-Nachricht von der Vater-Kontrolleinheit empfangen und gibt sie an die Sohn-Kontrollzellen weiter.
- work_request: Der Gruppencontroller hat von einer Sohn-Kontrolleinheit einen Request empfangen, eine Konfliktlösung zu starten, oder eine GC-interne Bedingung ist erfüllt,

die eine neue Konfliktlösung erfordert. Es wird eine Request-Nachricht an die Vater-Kontrolleinheit geschickt.

- work_top: Aus dem Vorschlag der Vater-Kontrolleinheit und den in der Historie gespeicherten Einstellungswünschen wird ein Kompromißvorschlag berechnet und an die Sohn-Kontrolleinheiten geschickt.
- wait_bottom: Die Wunscheinstellungen aller Sohn-Kontrolleinheiten werden abgewartet und in die Historie eingetragen. Liegen alle Wünsche vor, kann der Übergang in den Zustand work_bottom erfolgen.
- work_bottom: Nachdem die Einstellungswünsche aller Sohn-Kontrolleinheiten bekannt sind, wird ein neuer Kompromiß berechnet und als Wunschnachricht an den Büro-Gruppencontroller gesendet.

Möglichkeiten zur Bestimmung des Vorschlags-Intervalls im Zustand work_top:

Die Einstellungswünsche der Kontrollzellen liegen als Intervalle vor:

CC Temperatur: $[OF_{min,\, temp}, OF_{max,\, temp}]$
CC Lüftung: $[OF_{min.\, lüft}, OF_{max,\, lüft}]$

Die Kontrollgruppe Klima meldet entsprechend an die Kontrollgruppe Büroraum das Intervall

$[OF_{min,\, Klima}, OF_{max,\, Klima}]$

Vorschläge zur Bestimmung von $OF_{min,\, Klima}$ und $OF_{max,\, Klima}$:

(i) Falls die Schnittmenge der angegebenen Intervalle nicht leer ist (ist die Einstellung eines Aktuators ohne Belang für eine Kontrollzelle, so gibt sie als Einstellungswunsch das Intervall [0,100] zurück), so wird diese Schnittmenge an die Kontrollgruppe Büroraum gemeldet.
Auf diese Weise werden die Wünsche aller Kontrollzellen berücksichtigt.

(ii)Für den Fall, daß die Schnittmenge leer ist, sollen hier zwei Vorschläge zur Berechnung von $[OF_{min,\, Klima}, OF_{max,\, Klima}]$ und damit zur Lösung des Konflikts vorgestellt werden:

1. Als $OF_{min,\, Klima}$ wird der größte Wert der angegebenen unteren Intervallgrenzen verwendet, der kleiner gleich aller gegebenen oberen Intervallgrenzen ist.
Als $OF_{max,\, Klima}$ wird der kleinste Wert der angegebenen oberen Intervallgrenzen verwendet, der größer gleich aller gegebenen unteren Intervallgrenzen ist.
Auf diese Weise wird das kleinste Intervall angegeben, das mit den gegebenen Intervallgrenzen gebildet werden kann und dessen Schnittmenge mit keinem der gegebenen Intervallen leer ist.

2. Die Entscheidung fällt unter Berücksichtigung von Prioritäten unter den Kontrollzellen. Diese Prioritäten sollten jedoch nicht starr sein, sondern sich an der aktuellen Situation und vorangegangenen Entscheidungen orientieren. Als Standardeinstellungen der Prioritäten könnte man wählen: Temperatur > Lüftung. Auf diese Weise kann während der Heizperiode stets Energie gespart werden. Der Lüftung könnte zum Beispiel zu bestimmten Zeiten (morgens 30 Minuten bevor eine Person erwartet wird, in der Mittagspause, nachts) kurzzeitig (für 5-10 Minuten) die höchste Priorität gegeben werden. Eine kurzfristige Änderung der Prioritäten könnte auch erfolgen, wenn die Wünsche einer bestimmten Kontrollzelle n-mal oder seit x Zeiteinheiten nicht mehr berücksichtigt wurden.
Die Kontrollzelle, die augenblicklich die höchste Priorität besitzt, setzt sich mit ihrem Wunsch bzgl. der Einstellung des oberen Fensters durch.
Beim Aufstellen der Prioritäten müssen Vorgaben des Benutzers hinsichtlich des Auf-

stellens von Prioritäten bzw. des Auflösens von Konflikten berücksichtigt werden.

3.4.12 Bemerkungen

- Da manuelle Einstellungen eines Benutzers bereits auf der Ebene der Kontrollzellen berücksichtigt werden, ist es nicht notwendig, dies auch auf der Ebene der Kontrollgruppe, d.h. bei der Lösung von Konflikten zu tun.
- Zur Zeit ist für den Gruppencontroller der Kontrollgruppe Klima keine weitere Funktionalität als die der Konfliktlösung vorgesehen. Bemerkenswerterweise gibt es aber keine Situation, in der der Klimagruppencontroller nach Eingang eines Wunsches einer der Kontrollzellen eine Entscheidung selbständig treffen kann, ohne den GC Büroraum zu Rate zu ziehen!!!

3.5 Kontrollzelle Temperatur Büroraum

3.5.1 Name

Temperatur Büroraum

3.5.2 gesteuerte Größe

Temperatur

3.5.3 Bereich

Büroraum

3.5.4 Aufgabe

Diese Kontrollzelle steuert und regelt die Temperatur in einem Büroraum. In Abhängigkeit von dem Betriebszustand, in dem sich die Kontrollzelle befindet, wird ein Intervall vorgegeben, in dem sich die Temperatur bewegen darf. Um dieses Intervall einzuhalten, steuert diese Kontrollzelle den oberen Fensterflügel und das Heizkörperventil.

3.5.5 Vater

Kontrollgruppe Klima

3.5.6 Historie

3.5.7 Eingaben

- logische Sensorwerte und Zugriffsmodi::
  - Außen - Temperatur T_A: E, A
  - erwartete Anwesenheit - Start PeEx_global_start: E, A
  - erwartete Anwesenheit - Ende PeEx_global_end: E, A
  - manuelle Bedienung oberer Fensterflügel - Öffnung: A
  - manuelle Einstellung oberer Fensterflügel - Öffnung: A
  - oberer Fensterflügel - Öffnung: A
  - Personen - Anwesenheit: E, A
  - Raum - Temperatur akt_temp: E, A

während_der_Heizperiode: A

- Benutzervorgaben:
  maximal erlaubte Temperatur: min (durch den Hausmeister)
  minimal erlaubte Temperatur: max (durch den Hausmeister)
  Komforttemperatur: komf_temp (durch den Raumverantwortlichen)
  maximale Abweichung von dieser Komforttemperatur: temp_delta (durch den Raumverantwortlichen)
  aktuelle Wunschtemperatur: akt_wunschtemp (durch den aktuellen Benutzer)
  maximale Dauer der Aufheizphase: t_heiz_max (durch den Raumverantwortlichen)

- (interne) Systemvorgaben:
  aktuelle Temperaturvorgabe
  aktuelle Vorgabe für die Einstellung des oberen Fensterflügels

3.5.8 Ausgaben

- Aktuatorausgaben:
  Soll-Temperatur T_{akt} für Temperatur-Regelkreis
  Auswahlinformation für Solltemperatur-Multiplexer im Temperatur-Regelkreis

- Benutzerausgaben:
  Warnung an den aktuellen Raumbenutzer, wenn aufgrund von Benutzervorgaben (zum Beispiel: manuell geöffnete Fenster) das vorgegebene Temperaturintervall nicht eingehalten werden kann.
  Warnung an den aktuellen Raumbenutzer, wenn aufgrund von Benutzervorgaben (zum Beispiel: manuell geöffnete Fenster) das vorgegebene Temperaturintervall nur mit erhöhtem Energieaufwand eingehalten werden kann.
  Warnung an den aktuellen Raumbenutzer, wenn das vorgegebene Temperaturintervall nicht eingehalten werden kann.

- (interne) Systemmeldungen
  Antrag bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels
  Wunsch/Forderung bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels

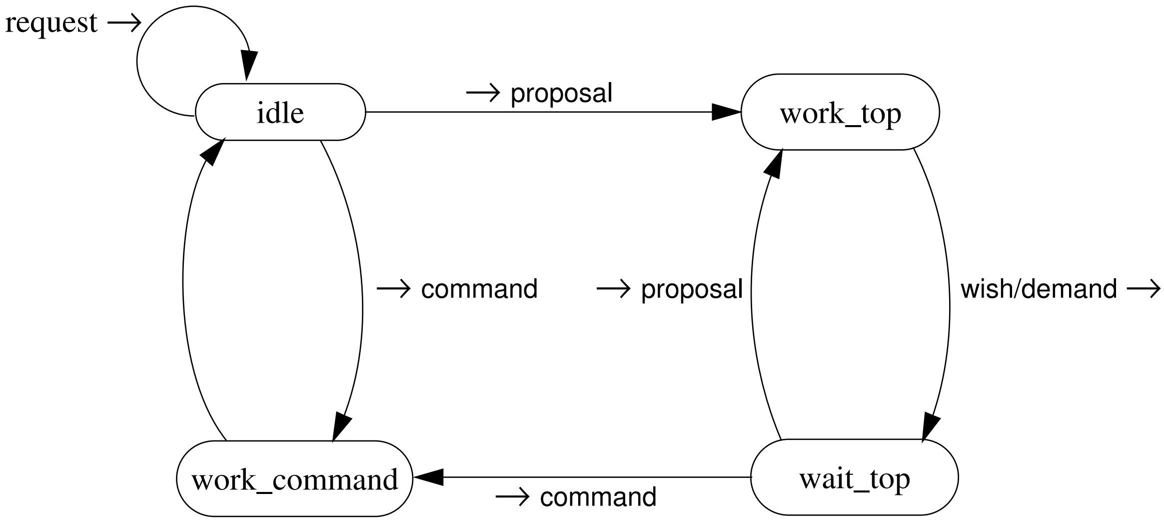
3.5.9 Konfliktbeteiligung

- Aktuatorkonflikt oberer Fensterflügel

3.5.10 Zustandsgraphen

a) Konfliktlösungszustand

Aktuatorkonflikt oberer Fensterflügel



Zusätzlich zu der allgemeinen Beschreibung dieses Zustandsgraphen (vgl. Systemarchitektur-Dokument, Kap. 4.2) gilt:

a) Verhalten im Zustand idle:

Ob und wann ein Antrag gesendet wird, ist von folgenden Aspekten abhängig:
- Liegt eine Benutzervorgabe für die Einstellung des oberen Fensterflügels vor?
- Wann wurde der letzte Antrag bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels an den Vater gesendet?
- Wann wurde die letzte Vorgabe bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels empfangen?
- In welchem Regelungszustand befindet sich die CC? In den Zuständen „Temperatur zu niedrig“ und „Temperatur zu hoch“ sollte ein Antrag häufiger gesendet werden, als im Zustand „Temperatur ok“ ; im Zustand „Temperatur ok“ zum Beispiel nur, wenn eine Energieeinsparung möglich ist.
- Aktuelle Einstellungsänderungen anderer Aktuatoren, die voraussichtlich zu einer Temperaturänderung führen werden.

Wann genau ein Antrag an die Vater-Kontrollgruppe gesendet wird, muß anhand dieser Faktoren entschieden werden. Wie dies genau geschieht, muß in einem nächsten Schritt noch beschrieben werden.

b) Verhalten im Zustand work_top (wie wird ein Wunsch oder eine Forderung berechnet):

Ensprechend dem aktuellen Regelungszustand und den logischen Sensorwerten wird mit Hilfe der in 3.5.11 beschriebenen Tabellen ein Einstellungswunsch in Form eines Intervalls berechnet. Wenn eine Einstellung notwendig ist, um die Temperaturvorgabe beizubehalten oder zu erreichen, so wird das Intervall als Forderung gesendet, sonst als Wunsch.

c) Verhalten im Zustand work_command (wie wird auf eine Vorgabe reagiert):

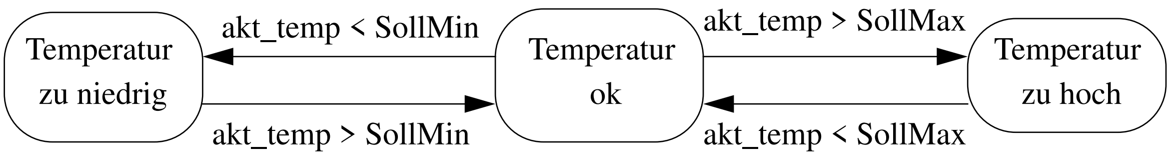
Die empfangene Vorgabe und der Zeitpunkt, zu dem diese Vorgabe eingetroffen ist, werden gespeichert.

b) Betriebszustand

Das Betriebszustandsmodell entspricht dem allgemeinen Zustandsmodell einer Kontrollzelle, vgl. Abschnitt 2.3 auf Seite 8. Die Betriebszustände geben dabei für die Regelung durch die Kontrollzelle vor, in welchem Intervall [SollMin; SollMax] die aktuelle Temperatur liegen darf (siehe unten).

c) Regelzustand

Der Regelzustand beschreibt das Verhältnis des aktuellen Temperatur-Meßwertes gegenüber dem derzeit gültigen Temperatur-Vorgabeintervall; davon sind die von der Temperatur-Kontrollzelle ergriffenen Regelungsmaßnahmen abhängig.



d) Zusammenhang zwischen den einzelnen Zustandsgraphen

- Der Betriebszustandsgraph ist unabhängig von den beiden anderen Zustandsgraphen der Temperatur-Kontrollzelle; d.h. der Regelzustandsgraph und der Konfliktlösungszustandsgraph haben keinen Einfluß auf den Betriebszustandsgraphen.
- Der Betriebszustandsgraph hat direkten Einfluß auf den Regelzustandsgraphen: Die Betriebszustände geben vor, in welchem Intervall [SollMin; SollMax] die aktuelle Temperatur liegen darf.
- Auf den Konfliktlösungszustandsgraphen hat der Betriebszustandsgraph keinen unmittelbaren Einfluß.
- Der Zustand im Regelzustandsgraphen legt fest, welche Teile der Tabellen während eines Konfliktlösungsablaufes, d.h. im Zustand work_top oder evtl. vorausschauend bereits im Zustand wait_top, betrachtet werden müssen.Weiterhin hat der jeweilige Regelzustand Einfluß darauf, ob im Konfliktlösungszuständen idle ein Antrag gesendet wird oder nicht.
- Der Konfliktlösungszustandsgraph hat keinen Einfluß auf den Regelzustandsgraphen.

Folglich beschreibt der Konfliktlösungszustandsgraph das Verhalten einer Kontrollzelle auf oberster Ebene. Der Regelzustandsgraph liefert Informationen, die im Konfliktlösungszustandsgraphen benötigt werden, und der Betriebszustandsgraph liefert Informationen, die im Regelzustandsgraphen benötigt werden.

3.5.11 Funktionen

a) Funktionen aus der Problembeschreibung, die für den Betriebszustand relevant sind

In diesem Teil werden die Funktionen aus der Problembeschreibung aufgelistet, die für den Wechsel des Betriebszustandes oder für das Ermitteln des Temperaturintervalls, das in einem Betriebszustand einzuhalten ist (also WAS einzuhalten ist), von Bedeutung sind.

- F2.1: Im Standby-Modus: Stelle die Raumtemperatur so ein, daß das Aufheizen auf Komforttemperatur in einer vorgegebenen Zeit (t_heiz_max) möglich ist.
- F2.2: Im Standby-Modus: Das Garantieren der Möglichkeit, den Raum in t_heiz_max auf Komforttemperatur aufheizen zu können, muß ein Minimum an Energie verbrauchen.
- F3.1: Bestimme die zum Aufheizen bzw. Abkühlen auf Komforttemperatur benötigte

Zeit.
- F3.2: Wähle den Übergang vom Off-Time- in den Standby-Modus so, daß ab dem Zeitpunkt, an dem eine Person erwartet wird, die Komforttemperatur in einer vorgegebenen Zeit (t_heiz_max) erreicht werden kann.
- F3.3: Wähle den Zeitpunkt für den Übergang vom Off-Time- in den Standby-Modus so, daß das Aufheizen bzw. Abkühlen im Standby-Modus ein Minimum an Energie verbraucht.
- F26.1: Im Zustand Off-Time-Modus: Halte die Raumtemperatur im Intervall [min, max].

b) Formalere Beschreibung der Aktionen, die für den Betriebszustand relevant sind

Wie oben bereits angedeutet, kann man die Funktionen, die für den Betriebszustand relevant sind, in zwei Klassen aufteilen:

b.1) Funktionen, die festlegen, welches Temperaturintervall in dem jeweiligen Betriebszustand eingehalten werden soll

b.2) Funktionen, die festlegen, wann der Übergang in einen anderen Betriebszustand erfolgen soll

Mit Ausnahme des Übergangs vom Off-Time-Modus in den Standby-Modus kann man diese Funktionen getrennt voneinander betrachten. (Wenn durch eine der folgenden Aktionen eine oben erwähnte Funktion realisiert wird, wird dies in Klammern angegeben.)

zu b.1) Die Einstellung des Intervalls [SollMin, SollMax] erfolgt stets beim Übergang in einen neuen Betriebszustand.

Off-Time-Modus oder Standby-Modus oder Left ⇒ Entered :
()

Comfort-Modus ⇒ Left:
()

Standby-Modus oder Entered oder Left ⇒ Off-Time-Modus : (*F 26.1)*
(SollMin := min, SollMax := max)

Entered ⇒ Comfort-Modus:
(aktuelle Wunschtemperatur gesetzt →
(SollMin := akt_wunschtemp - temp_delta,
SollMax := akt_wunschtemp + temp_delta) |
(SollMin := komf_temp - temp_delta,
SollMax := komf_temp + temp_delta))

Um die Einstellung des Temperaturintervalls bei den Übergängen aus den Zuständen Left bzw. Entered zu beschreiben, benötigt man folgende Größen:
Sei T eine Temperatur und time eine Zeit, so ist reach(T,time) = [T_min, T_max] das Temperaturintervall, das ausgehend von T in time Zeiteinheiten erreicht werden kann.
Seien T_int_1 und T_int_2 Temperaturintervalle, so ist energy_1(T_int_1,T_int_2,time) die benötigte Energie, um von einer Temperatur aus dem Intervall T_int_1 eine Temperatur aus dem Intervall T_int_2 in der Zeit time zu erreichen (dieser Wert muß in geeigneter Weise, z.B. durch Mittelwertbildung, berechnet werden).
energy_2(T_int_1) ist die benötigte Energie, um die aktuelle Raumtemperatur in dem Temperaturintervall T_int_1 zu halten; dabei sollten bestimmte Standardrahmenbedingungen zugrundegelegt werden.

[T_CF_min,T_CF_max] sei das Temperaturintervall, das im Zustand Comfort-Modus gelten soll.
Damit läßt sich die Temperatureinstellung bei den beiden Übergängen wie folgt beschreiben:
Entered oder Left ⇒ Standby-Modus:(*F2.1,F2.2)*
(Bestimme SollMin und SollMax so, daß gilt:
(i) Für alle T ∈ [SollMin,SollMax] gilt [T_CF_min,T_CF_max] ⊆ reach(T,t_heiz_max)
(ii) [SollMin,SollMax] ist minimal bzgl.
energy_1([SollMin,SollMax],[T_CF_min,T_CF_max], t_heiz_max) +
energy_2([SollMin,SollMax]))

zu b.2) Die Bedingungen, die in dem Betriebszustandsgraphen angegeben sind, legen eindeutig fest, wann ein Wechsel eines Betriebszustandes erfolgen muß.
Die Werte für T1 und T2 sind vom System vorgegeben; der Wert von PeEn kann über einen logischen Sensor (Personen - Anwesenheit) abgefragt werden.
Lokal in der Kontrollzelle Temperatur erfolgt die Berechnung des Wertes von PeEx. Dazu benötigt man folgende Größen:

- das durch die Funktion *F4* global für einen Büroraum berechnete Intervall [PeEx_global_start,PeEx_global_end], das den Zeitraum angibt, in dem die Anwesenheit einer Person in dem Raum erwartet wird.
- eine Zeitangabe act_time, die die aktuelle Zeit enthält

(Betriebszustand == Standby_Modus ∨ Betriebszustand == Entered ∨ Betriebszustand == Left ∨ Betriebszustand == Comfort-Modus ∧ PeEx ∧ act_time > PeEx_global_end →
PeEx = false)
(Betriebszustand == Standby_Modus ∨ Betriebszustand == Entered ∨ Betriebszustand == Left ∨ Betriebszustand == Comfort-Modus ∧ !PeEx ∧ act_time > PeEx_global_start →
PeEx = true)

Zum Übergang Off-Time-Modus ⇒ Standby-Modus :
Wann der Übergang stattfindet, d.h. wann PeEx = true gesetzt wird, und wie die Temperatur eingestellt wird, muß zusammen betrachtet werden.

Aktionen im Zustand Off-Time-Modus: (*F2.1,F2.2,F3.1,F3.2,F3.3,F4)*
(Bestimme SollMin_SB, SollMax_SB und delta_time so, daß gilt:
(i) Für alle T∈[SollMin_SB,SollMax_SB] gilt [T_CF_min,T_CF_max] ⊆ reach(T,t_heiz_max)
(ii)[SollMin_SB,SollMax_SB] ist minimal bzgl.
energy_1([SollMin_SB,SollMax_SB],[T_CF_min,T_CF_max], t_heiz_max) +
energy_1([act_temp,act_temp],[SollMin_SB,SollMax_SB], delta_time) +
energy_2([SollMin_SB,SollMax_SB])
mit delta_time ∈ [0,PeEx_global_start - act_time])

Diese Berechnung muß, wenn sich der Wert der aktuellen Raumtemperatur ändert, erneut durchgeführt werden.
delta_time gibt also die Zeitspanne an, die die Temperaturkontrollzelle im Vergleich zum erwarteten Betreten eines Raumes (PeEx_global_start) schon vorher in den Standby-Modus wechseln muß.

(act_time > PeEx_global_start - delta_time → PeEx = true)

Aktionen beim Übergang Off-Time-Modus ⇒ Standby-Modus :

(SollMin := SollMin_SB, SollMax := SollMax_SB)

c) Funktionen aus der Problembeschreibung, die für die Regelung der Temperatur relevant sind

In diesem Teil werden die Funktionen aus der Problembeschreibung aufgelistet, die beschreiben, WIE das durch den Betriebszustand vorgegebene Temperaturintervall eingehalten werden soll.

- F1.1: Im Zustand Comfort-Modus und im Zustand Left: während der Heizperiode: Garantiere, daß die Komforttemperatur (bzw. die aktuelle Wunschtemperatur) durch Einstellen der Heizkörperventile und des oberen Fensters eingehalten wird (nur kleine Abweichungen sind erlaubt).
- F1.2: Im Zustand Comfort-Modus und im Zustand Left: außerhalb der Heizperiode: Halte die Komforttemperatur (bzw. aktuelle Wunschtemperatur) durch Steuern des oberen Fensters ein (größere Abweichungen sind erlaubt).
- F5.1: Versuche stets, zum Heizen eines Raumes die Speicherkapazität des Gebäudes durch Schließen der Fenster und Türen zu benutzen.
- F 7.1: Versuche stets, zum Heizen eines Raumes die Außentemperatur durch das Öffnen des oberen Fensters sowie die Speicherkapazität des Gebäudes durch Schließen der Fenster und Türen zu benutzen.
- F7.2: Verhindere mit Hilfe des oberen Fensters, daß die Komforttemperatur aufgrund einer zu hohen Außentemperatur überschritten wird.
- F5.3, F7.3: Falls das Überschreiten der Komforttemperatur während der Heizperiode droht, drehe zunächst das Heizkörperventil zurück.
- F26.2: Verbrauche zum Einhalten des Temperaturintervalls im Off-Time-Modus möglichst wenig Energie.

d) Sonstige Needs oder Funktionen aus der Problembeschreibung

- C10: Das Zufrieren von Wasserleitungen muß auf jeden Fall verhindert werden.

e) Definition von Regelungsaktionen und Zuordnung zu Funktionen

Unabhängig vom vorliegenden Betriebszustand regelt die Kontrollzelle die Temperatur so, daß die Temperatur im vorgegebenen Intervall [SollMin,SollMax] liegt. Diese Gesamtfunktionalität ist in drei Funktionskomplexe unterteilt:

a) Eigentliche Regelung der Raumtemperatur durch einen geschlossenen Regelkreis, der die Heizkörperventile benutzt, um die über die Temperatursensoren rückgekoppelte Raumtemperatur zu beeinflussen. Diese Funktionalität wird nicht durch die Kontrollzelle selbst erbracht und wird daher im folgenden nicht mehr näher beschrieben.

b) Setzen der Solltemperatur für den Temperatur-Regelkreis in Abhängigkeit vom Betriebszustand und von den Informationen, die die anderen Sensoren im Raum liefern. Beispielsweise kann die Temperaturvorgabe für den Temperatur-Regelkreis auf die Frostschutztemperatur gesenkt werden, wenn der Raumbenutzer den unteren Fensterflügel öffnet.

   Für diesen Funktionskomplex werden die folgenden Regelungsaktionen definiert:

   Benutze_Regelung: Die Kontrollzelle gibt für den Temperatur-Regelkreis eine

Temperatur vor, die größer als die Frostschutztemperatur ist.

Regelung_aus: Die Kontrollzelle gibt dem Temperatur-Regelkreis die Frostschutztemperatur als Solltemperatur vor.

c) Steuerung der anderen verfügbaren Aktuatoren, um die Nebenbedingungen, unter denen die eigentliche Temperaturregelung abläuft, energieoptimal zu halten. Dies umfaßt beispielsweise das Schließen des oberen Fensterflügels, wenn der Raum geheizt werden muß.

Für diesen Funktionskomplex werden die folgenden Regelungsaktionen definiert:

oberes_Fenster_öffnen, oberes_Fenster_schließen: Berechne die Stellung des Fensters so, daß die Temperatur, die nach Einstellung des Fensters zu erwarten ist, möglichst nahe bei dem vorgegebenen Temperaturintervall liegt.

Die Kontrollzelle kann eine Reihe von Warnmeldungen an den Benutzer ausgeben, die im folgenden beschrieben werden:

Warnung_Energie: Warnung an den aktuellen Benutzer, daß aufgrund von Benutzereinstellungen mehr Energie verbraucht wird, um möglichst nahe an das Temperaturintervall heranzukommen.

Warnung_man_unerreichbar: Warnung an den aktuellen Benutzer, daß aufgrund von Benutzereinstellungen das vorgegebene Temperaturintervall nicht eingehalten werden kann.

Warnung_unerreichbar: Warnung an den aktuellen Benutzer, daß das vorgegebene Temperaturintervall nicht eingehalten werden kann.

Die folgende Tabelle stellt eine Zuordnung zwischen den in c) aufgeführten Funktionen aus der Problembeschreibung und den von der Kontrollzelle auszuführenden Aktionen her. Eine Markierung im Feld F_i/A_j bedeutet dabei, daß Aktion A_j zur Realisierung der Funktion F_i beiträgt.

Anhand der Tabelle kann ermittelt werden, welche Aktionen von der Änderung einer Funktion betroffen sind. Außerdem kann die Tabelle bei der Überprüfung der Vollständigkeit der formaleren Beschreibung gegenüber der Prosa-Formulierung der Funktionen als Hilfsmittel dienen.

Table 5: Zuordnung Funktionen <-> Aktionen

Funktionen	Benutze_Regelung	Regelung_aus	oberes Fenster öffnen	oberes Fenster schließen
F1.1	x	x	x	x
F1.2			x	x
F5.1				x
F5.3		x		
F7.1			x	x
F7.2				x
F7.3		x		
F26.2		x	x	x

f) Beschreibung der Regelungsfunktionalität durch Wertetabellen

Um sicherzustellen, daß alle denkbaren Fälle betrachtet werden, wird die Reaktion der Kontrollzelle auf alle möglichen Eingabeereignisse zunächst mit Hilfe von Tabellen beschrieben. Die Überschriften der Tabellen geben an, welche Rahmenbedingungen innerhalb des betrachteten Regelzustands für die jeweilige Tabelle gelten. Die Tabellen enthalten aus Übersichtlichkeitsgründen Don't-care-Terme (*); in der letzten Spalte sind jeweils die Funktionen aufgeführt, zu deren Realisierung die jeweilige Zeile beiträgt. Anschließend werden für jede Tabelle die durch Zusammenfassen nach Aktionen und Minimierung erhaltenen elementaren Funktionen angegeben. Dabei werden die Bedingungen, die in der Überschrift der Tabelle stehen, nicht mit aufgeführt.

Die verwendeten Prädikate haben die folgende Bedeutung

oberes_Fenster_zu = 1 gdw das obere Fenster ist vollständig geschlossen

unteres_Fenster_zu = 1 gdw das untere Fenster ist vollständig geschlossen

oberes_Fenster_manuell = 1 gdw das obere Fenster wurde manuell eingestellt

Regelung_aktiv = 1 gdw die Kontrollzelle gibt für die Regelung eine Solltemperatur vor, die größer als die Frostschutztemperatur ist

Wenn in einer Zeile mehrere Aktionen angegeben sind, so können sie beliebig kombiniert werden, um die Temperatur einzustellen; die Temperaturregelung über den Regelkreis erfolgt unabhängig davon.

Wenn mehrere Warnungen angegeben sind, so werden stets alle an den aktuellen Benutzer weitergeleitet.

Wenn eine Aktion und eine Warnung angegeben sind, so wird die Aktion ausgeführt und die Warnung an den aktuellen Benutzer weitergeleitet.

e.1) Regelzustand = Temperatur ok:
keine Aktion

e.2) Regelzustand = Temperatur zu niedrig:

Table 6: Während der Heizperiode, oberes Fenster manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0		1.1
0	0	1	Regelung_aus	1.1
0	1	0		1.1
0	1	1	Regelung_aus	
1	0	0		
1	0	1	Regelung_aus	

Table 6: Während der Heizperiode, oberes Fenster manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
1	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
1	1	1	Regelung_aus, Warnung_man_unerreichbar	

In dieser Situation können beide Fensterflügel nicht durch die Kontrollzelle gesteuert werden; gleichzeitig reicht es aus, wenn einer der Flügel offen ist, um die Temperatur im Sinne des Regelungszieles zu beeinflussen.

(unteres_Fenster_zu $\wedge$ oberes_Fenster_zu $\rightarrow$ Warnung_man_unerreichbar)

(Regelung_aktiv $\rightarrow$ Regelung_aus)

Table 7: Während der Heizperiode, oberes Fenster manuell eingestellt, Außentemperatur < akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes Fenster zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0	Warnung_man_unerreichbar	1.1
0	0	1	Regelung_aus Warnung_man_unerreichbar	
0	1	0	Warnung_man_unerreichbar	1.1
0	1	1	Regelung_aus Warnung_man_unerreichbar	
1	0	0	Warnung_man_unerreichbar	
1	0	1	Regelung_aus, Warnung_man_unerreichbar	
1	1	0	Benutze_Regelung	
1	1	1		

Weder oberer noch unterer Fensterflügel können durch die Kontrollzelle gesteuert werden. Sobald einer der Fensterflügel offen ist, muß daher aus Energieeinsparungs-Gründen die Vorgabetemperatur für den Regelkreis auf die Frostschutztemperatur gesetzt werden; nur wenn beide Flügel geschlossen sind, kann eine höhere Solltemperatur gesetzt werden.

((!oberes_Fenster_zu $\vee$!unteres_Fenster_zu) $\wedge$ Regelung_aktiv $\rightarrow$ Regelung_aus)

(!oberes_Fenster_zu $\vee$!unteres_Fenster_zu $\rightarrow$ Warnung_man_unerreichbar)

(oberes_Fenster_zu $\wedge$ unteres_Fenster_zu $\wedge$!Regelung_aktiv $\rightarrow$Benutze_Regelung)

Table 8: Während der Heizperiode, oberes Fenster nicht manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

oberes_ Fenster_zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0		1.1,7.1, 26.2
0	1	Regelung_aus	
1	0	oberes_Fenster_öffnen	1.1
1	1	oberes_Fenster_öffnen, Regelung_aus	

In diesem Fall ist die Stellung des unteren Fensterflügels nicht von Bedeutung: Ist er offen, wird die Steuerungs-Tendenz der Kontrollzelle unterstützt; ist er geschlossen, wird die Regelungs-Aktivität der Kontrollzelle nicht behindert.

(oberes_Fenster_zu → oberes_Fenster_öffnen)

(Regelung_aktiv → Regelung_aus)

Table 9: Während der Heizperiode, oberes Fenster nicht manuell eingestellt, Außentemperatur < akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes Fenster zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0	oberes_Fenster_schließen	
0	0	1	oberes_Fenster_schließen, Regelung_aus	
0	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	1	Regelung_aus, Warnung_man_unerreichbar	
1	0	0	oberes_Fenster_schließen, Benutze_Regelung	1.1,7.1, 26.2
1	0	1	oberes_Fenster_schließen	
1	1	0	Benutze_Regelung	1.1
1	1	1		

Wenn das obere Fenster offen ist, kann es durch die Kontrollzelle geschlossen werden; ist das untere Fenster geöffnet, muß die Kontrollzelle aus Energieeinsparungs-Gründen die Vorgabetemperatur für den Regelkreis auf die Frostschutztemperatur setzen.

(!oberes_Fenster_zu → oberes_Fenster_schließen)

(!unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu → Warnung_man_unerreichbar)

(!unteres_Fenster_zu ∧ Regelung_aktiv → Regelung_aus) (unteres_Fenster_zu $\wedge$!Regelung_aktiv) $\rightarrow$ Benutze_Regelung)

Table 10: Außerhalb der Heizperiode, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	oberes_Fenster_manuell	Aktionen	Funktionen
0	0	*		
0	1	0	oberes_Fenster_öffnen	
0	1	1		
1	0	*		
1	1	0	oberes_Fenster_öffnen	
1	1	1	Warnung_man_unerreichbar	

Das Regelungsziel kann durch Öffnen jedes der beiden Fensterflügel angesteuert werden. Nur wenn beide Fensterflügel geschlossen sind und der obere Flügel nicht durch das Kontrollsystem gesteuert werden kann, muß eine Warnung ausgegeben werden.

(oberes_Fenster_zu $\wedge$!oberes_Fenster_manuell $\rightarrow$ oberes_Fenster_öffnen)

(unteres_Fenster_zu $\wedge$ oberes_zu $\wedge$ oberes_Fenster_manuell $\rightarrow$
Warnung_man_unerreichbar)

Table 11: Außerhalb der Heizperiode, Außentemperatur < akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	oberes_Fenster manuell	Aktionen	Funktionen
0	0	0	oberes_Fenster_schließen	
0	0	1	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	1	Warnung_man_unerreichbar	
1	0	0	oberes_Fenster_schließen	1.2, 7.1
1	0	1	Warnung_man_unerreichbar	
1	1	*	Warnung_unerreichbar	

Die einzige sinnvolle Regelungsaktion, die die Kontrollzelle hier unternehmen kann, besteht darin, das obere Fenster zu schließen, sofern es nicht manuell gesteuert ist. Ansonsten können nur entsprechende Warnmeldungen ausgegeben werden.

(!oberes_Fenster_zu $\wedge$!oberes_Fenster_manuell $\rightarrow$ oberes_Fenster_schließen)

(!unteres_Fenster_zu $\vee$ (!oberes_Fenster_zu $\wedge$ oberes_Fenster_manuell) $\rightarrow$
Warnung_man_unerreichbar)

(unteres_Fenster_zu $\wedge$ oberes_Fenster_zu $\rightarrow$ Warnung_unerreichbar)

Table 12: Außentemperatur = akt_temp, d.h. die Stellung der Fensterflügel spielt keine Rolle

während Heiz-per.	Regelung_aktiv	Aktionen	Funk-tionen
0	*	Warnung_unerreichbar	
1	0	Benutze_Regelung	1.1
1	1		

(während_der_Heizperiode ∧ !Regelung_aktiv → Benutze_Regelung)

(!während_der_Heizperiode → Warnung_unerreichbar)

e.3) Regelzustand = Temperatur zu hoch:

Table 13: Während der Heizperiode, oberes Fenster manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fen-ster_zu	oberes Fenster zu	Regelung_ak-tiv	Aktionen	Funk-tionen
0	0	0	Warnung_man_unerreichbar	
0	0	1	Regelung_aus	
0	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	1	Regelung_aus	
1	0	0	Warnung_man_unerreichbar	
1	0	1	Regelung_aus	
1	1	0	Warnung_unerreichbar	
1	1	1	Regelung_aus	1.1,5.3, 7.3,26.2

Aus Energieeinsparungs-Gründen wird die Vorgabetemperatur für den Regelkreis auf die Frostschutztemperatur gesetzt, sofern die Regelung noch aktiv ist. Es besteht darüber hinaus für die Kontrollzelle keine Möglichkeit, ihre Zieltemperatur zu erreichen.

(Regelung_aktiv → Regelung_aus)

(((!unteres_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv) ∨
(unteres_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv ∧ !oberes_Fenster_zu)) →
Warnung_man_unerreichbar)

(unteres_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv ∧ oberes_Fenster_zu → Warnung_unerreichbar)

Table 14: Während der Heizperiode, oberes Fenster manuell eingestellt, Außentemperatur < akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0		
0	0	1	Regelung_aus	
0	1	0		
0	1	1	Regelung_aus	
1	0	0		1.1,5.3, 7.3,26.2
1	0	1	Regelung_aus	1.1,5.3, 7.3,26.2
1	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
1	1	1	Regelung_aus	

Die Raumtemperatur kann nur dadurch gesenkt werden, daß einer der beiden Fensterflügel geöffnet ist; in der vorliegenden Situation hat die Kontrollzelle den oberen Flügel jedoch nicht unter ihrer Kontrolle, so daß eine entsprechende Warnung ausgegeben werden muß, wenn kein Fensterflügel geöffnet ist. In jedem Fall kann die Vorgabetemperatur für die Regelung auf die Frostschutztemperatur gesetzt werden, falls die Regelung noch aktiv ist.

(unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv → Warnung_man_unerreichbar)

(Regelung_aktiv → Regelung_aus)

Table 15: Während der Heizperiode, oberes Fenster nicht manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes Fenster zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0	oberes_Fenster_schließen	
0	0	1	oberes_Fenster_schließen, Regelung_aus	
0	1	0	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	1	Regelung_aus	
1	0	0	oberes_Fenster_schließen	1.1,5.3, 7.3
1	0	1	oberes_Fenster_schließen, Regelung_aus	1.1,7.2
1	1	0	Warnung_unerreichbar	1.1,5.3, 7.3

Table 15: Während der Heizperiode, oberes Fenster nicht manuell eingestellt, Außentemperatur > akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes Fenster zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
1	1	1	Regelung_aus	

Die Temperaturkontrollzelle kann in dieser Situation lediglich den oberen Fensterflügel schließen bzw. die Vorgabetemperatur für die Regelung auf die Frostschutztemperatur setzen, falls die Regelung noch aktiv ist. In den anderen Fällen wird eine entsprechende Warnmeldung ausgegeben.

(Regelung_aktiv → Regelung_aus)

(!oberes_Fenster_zu → oberes_Fenster_schließen)

(unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv → Warnung_unerreichbar)

(!unteres_Fenster_zu ∧ !Regelung_aktiv ∧ oberes_Fenster_zu → Warnung_man_unerreichbar)

Table 16: Während der Heizperiode, oberes Fenster nicht manuell eingestellt, Außentemperatur < akt_temp

unteres_Fenster_zu	oberes_Fenster_zu	Regelung_aktiv	Aktionen	Funktionen
0	0	0		
0	0	1	Regelung_aus	
0	1	0	oberes_Fenster_öffnen	
0	1	1	Regelung_aus, oberes_Fenster_öffnen	
1	0	0		1.1,5.3, 7.3,26.2
1	0	1	Regelung_aus	
1	1	0	oberes_Fenster_öffnen	1.1,5.3, 7.3,26.2
1	1	1	Regelung_aus, oberes_Fenster_öffnen	1.1,7.2

Die Stellung des unteren Fensterflügels ist hier nicht von Bedeutung, da sie der gewünschten Regelungstendenz auf keinen Fall entgegenwirkt. Falls die Temperaturregelung noch aktiv ist, kann die Vorgabetemperatur auf die Frostschutztemperatur gesetzt werden.

(Regelung_aktiv → Regelung_aus)

(oberes_Fenster_zu → oberes_Fenster_öffnen)

Table 17: Außerhalb der Heizperiode, Außentemperatur > akt_temp

unteres_ Fenster_zu	oberes Fen-ster zu	ob. Fenster manuell	Aktionen	Funk-tionen
0	0	0	oberes_Fenster_schließen	
0	0	1	Warnung_man_unerreichbar	
0	1	*	Warnung_man_unerreichbar	
1	0	0	oberes_Fenster_schließen	1.2,7.2
1	0	1	Warnung_man_unerreichbar	
1	1	*	Warnung_unerreichbar	

Die Temperaturkontrollzelle kann lediglich den oberen Fensterflügel schließen, falls er nicht manuell bedient wird; in allen anderen Situationen muß eine entsprechende Warnung ausgegeben werden.

((!oberes_Fenster_zu ∧ !oberes_Fenster_manuell) → oberes_Fenster_schließen)

(((!oberes_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_manuell) ∨ (!unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu))
→ Warnung_man_unerreichbar)

((unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu) → Warnung_unerreichbar)

Table 18: Außerhalb der Heizperiode, Außentemperatur < akt_temp

unteres_ Fenster_zu	oberes_ Fenster_zu	ob_Fenster_ manuell	Aktionen	Funk-tionen
0	0	*		
0	1	0	oberes_Fenster_öffnen	
0	1	1		
1	0	*		1.2,7.2
1	1	0	oberes_Fenster_öffnen	
1	1	1	Warnung_man_unerreichbar	

Um das Regelungsziel zu erreichen, muß wenigstens einer der Fensterflügel offen sein. Ist der obere Fensterflügel nicht manuell bedient, kann er geöffnet werden; wird er manuell bedient und sind beide Fensterflügel geschlossen, kann die Kontrollzelle lediglich eine Warnung ausgeben.

((oberes_Fenster_zu ∧ !oberes_Fenster_manuell) → oberes_Fenster_öffnen)

((unteres_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_zu ∧ oberes_Fenster_manuell) →
Warnung_man_unerreichbar)

Table 19: Außentemperatur = akt_temp, d.h. die Stellung der Fensterflügel spielt keine Rolle

während Heiz-per.	Regelung_aktiv	Aktionen	Funk-tionen
0	*	Warnung_unerreichbar	
1	0	Warnung_unerreichbar	1.2,5.3, 7.3,26.2
1	1	Regelung_aus	

(während_der_Heizperiode $\wedge$ Regelung_aktiv $\rightarrow$ Regelung_aus)

(((während_der_Heizperiode $\wedge$!Regelung_aktiv) $\vee$!während_der_Heizperiode) $\rightarrow$
Warnung_unerreichbar)

3.5.12 Bemerkungen

- Da in der eingeschränkten Problembeschreibung nur ein Raum betrachtet wird, ist die Temperatur-Kontrollzelle in dieser Fassung nicht darauf ausgelegt, die Situation in angrenzenden Räumen beim Fällen von Entscheidungen zu berücksichtigen.

- Die Einhaltung von C10 (Verhindern des Zufrierens von Wasserleitungen) wird dadurch garantiert, daß bei Ausführung der Aktion Regelung_aus dem Temperatur-Regelkreis die Frostschutztemperatur als Sollvorgabe gesetzt wird. Unter der Annahme, daß die Frostschutz-Funktionalität nur während der Heizperiode benötigt wird, ist C10 damit erfüllt.

- Die folgenden Funktionen werden in der obigen Beschreibung berücksichtigt und zwar wie folgt:
  - F3.x durch die Berechnung des logischen Sensorwertes PeEx
  - F1.1 durch die Tabellen, die die Situation während der Heizperiode betrachten (siehe dort)
  - F1.2 durch die Tabellen, die die Situation außerhalb der Heizperiode betrachten (siehe dort)
  - F2.1, F2.2, F26.1 durch die Beschreibung der Aktionen bei den Übergängen im Betriebszustandsgraphen (vgl. Abschnitt 2.3 auf Seite 8)
  - F5.x, F7.x, F 26.2 dadurch, daß in den Tabellen die geforderten Aktionen angegeben werden und daß stets die Regelung deaktiviert wird, wenn durch ein gleichzeitig offenes Fenster Energie verschwendet würde (siehe Tabellen)

  Faßt man für jede dieser Funktion die Zeilen der Tabellen zusammen, in denen sie aufgeführt ist, so erhält man eine vollständige Beschreibung der jeweiligen Funktion; denn die Tabellen decken alle in der Realität vorkommenden Fälle ab.

- Das Ausgeben von Warnmeldungen ist eine Erweiterung der in der Problembeschreibung angegebenen Funktionalität.

- Die Temperatur-Kontrollzelle realisiert keine “vorausschauende” Temperaturregelung, sondern reagiert erst, wenn sich ihr Zustand ändert, d.h. von einem Sensor ein relevantes Ereignis gemeldet wird. Dies schließt allerdings nicht aus, daß der Temperatur-Regelkreis Maßnahmen ergreift, schon bevor ein Toleranzintervall um den Sollwert verlassen wird.

- Die Zeiten T1 und T2 aus dem Betriebszustandsgraphen sollten in Abhängigkeit davon, ob PeEx oder !PeEx gilt, verschieden Werte annehmen können.
- Ist das Einhalten des vorgegebenen Intervalls aus anderen Gründen nicht möglich (z.B. weil der Heizkörper defekt ist), so sollte ebenfalls eine entsprechende Warnung erfolgen.
- Bei der Tabellenbeschreibung des Verhaltens der Kontrollzelle sind noch keine Zeitaspekte berücksichtigt. Es ist beispielsweise noch nichts darüber ausgesagt, auf welche Art und Weise eine Neubewertung der Situation erfolgen soll, wenn keine Information von außen eintrifft, die einen Zustandsübergang herbeiführt (soll z.B. ein periodisches Neubewerten erfolgen? Wenn ja, wie oft?).
- Wenn die Kontrollzelle Steuerungsaktionen ausgeführt hat (z.B. das Fenster geöffnet, um die Raumtemperatur zu senken), muß nach einem bestimmten Zeitintervall (siehe dazu auch vorige Bemerkung) die Wirkung dieser Steuerungsaktion überprüft werden. Ist kein Effekt festzustellen, kann z.B. eine “Warnung_unerreichbar” ausgegeben werden.

3.6 Kontrollzelle Lüftung Büroraum

3.6.1 Name

Lüftung Büroraum

3.6.2 gesteuerte Größe

Lüftung

3.6.3 Bereich

Büroraum

3.6.4 Aufgabe

Diese Kontrollzelle steuert über den oberen Fensterflügel die Lüftung im Büroraum, so daß sie der Norm DIN 1946 T.2 entspricht.

3.6.5 Vater

CG Klima Büroraum

3.6.6 Historie

3.6.7 Eingaben

- Sensorwerte:
  oberer Fensterflügel-Öffnung in Grad a_{ist}: E, A
  manuelle Bedienung oberer Fensterflügel-Öffnung: E, A
  manuelle Einstellung oberer Fensterflügel-Öffnung: E, A

unterer Fensterflügel-Öffnung: E, A
Personen-Anwesenheit: E, A

- Benutzervorgaben:
  - Durchschnittl. Anzahl der sich im Raum befindenden Personen
  - Frischluftaustausch in Abweichung von der DIN-Norm
- (interne) Systemvorgaben:
  aktuelle Vorgabe für die Einstellung des oberen Fensterflügels

3.6.8 Ausgaben

- Aktuatorausgaben:
  Stellung des oberen Fensterflügels (window-opener)
- Benutzerausgaben:
  Warnung: Lüftungssteuerung aufgrund manueller Fensterbedienung inaktiv
- Systemmeldungen:
  Antrag bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels
  Wunsch/Forderung bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels

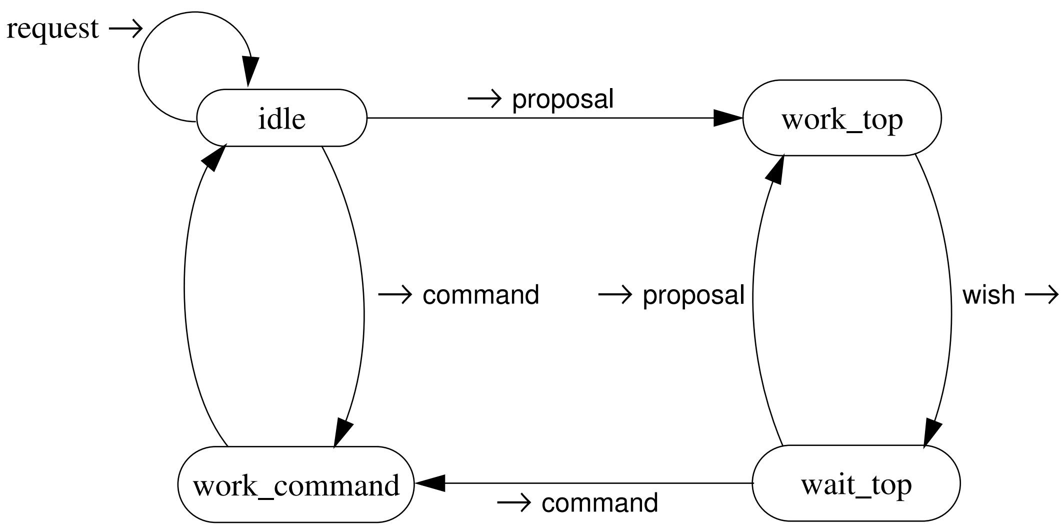
3.6.9 Konfliktbeteiligung

- Konflikt oberer Fensterflügel-Öffnung

3.6.10 Zustandsgraphen

a) Konfliktlösungszustand

Aktuatorkonflikt oberer Fensterflügel



- Zustände:
  - work_top: Gemäß dem aktuellen Regelungszustand, den Sensorwerten und der History-Information und aus dem Vorschlag wird ein neuer Einstellungswunsch berechnet.

- work_command: Speichern der neuen Aktuatoreinstellung in der History

b) Betriebszustand:

Identisch mit dem allgemeinen Zustandsmodell, vgl. Abschnitt 2.3 auf Seite 8

c) Regelungszustand

3.6.11 Funktionen

a) Needs:

- G2: Ventilation in the room has to be in accordance DIN 1946 T.2, according to usage (duration and number of persons in the room). The actual user can override the automatic ventilation.

b) Funktionen aus der Problembeschreibung:

- F8: Ahead and during comfort times control ventilation to guarantee sufficient fresh air depending on number and period of persons present.
  - F8.1: Lüftung erfolgt durch Betätigung des oberen Fensterflügels; ist er manuell bedient, wird eine Warnung ausgegeben, daß die Vorgaben für eine Mindestlüftung nicht eingehalten werden können.
  - F8.5: Befindet sich der Raum im Off-Time-Modus, so ist die Lüftungskontrolle abgeschaltet, kann daher auch nicht in Konflikt mit einer anderen Kontrollzelle oder Kontrollgruppe geraten.

c) Definition von Regelungsaktionen und Zuordnung zu Funktionen

Um die Regelungsfunktionalität zu erbringen, müssen von der Lüftungs-Kontrollzelle die folgenden Aktionen ausgeführt werden:

- oberes_Fenster_öffnen: Berechne den geeigneten Öffnungsgrad für den oberen Fensterflügel und steuere entsprechend.
- Warnung_Manuell: Ausgabe am Bedienungspanel und am Terminal, daß die Lüftungssteuerung wegen manueller Fensterbedienung inaktiv ist.

Die folgende Tabelle stellt eine Zuordnung zwischen den in b) aufgeführten Funktionen aus der Problembeschreibung und den von der Kontrollzelle auszuführenden Aktionen her. Eine Markierung im Feld F_i/A_j bedeutet dabei, daß Aktion A_j zur Realisierung der Funktion F_i beiträgt.
Anhand der Tabelle ist ersichtlich, welche Aktionen bei der Änderung einer Funktion betroffen sind. Außerdem kann die Tabelle bei der Überprüfung der Vollständigkeit der formaleren

Beschreibung gegenüber der Prosa-Formulierung der Funktionen als Hilfsmittel dienen.

Table 20: Zuordnung von Funktionen und Aktionen

		Aktionen	
		oberes_Fenster_öffnen	Warnung_Manuell
Funktionen	F8	*	*
	F8.1	*	*
	F8.5		

d) Beschreibung der Funktionalität des Regelalgorithmus durch eine Wertetabelle

Die verwendeten Prädikate und Symbole haben die folgende Bedeutung:

Lüften_erforderlich = 1 gdw aufgrund der Zeitspanne, während der sich Personen im Raum befunden haben, angenommen wird, daß ein Luftaustausch vorgenommen werden muß. Dies wird mit Hilfe der erwarteten durchschnittlichen Anzahl von Personen im Raum und der Vorgaben der DIN-Norm berechnet. Weiterhin gehen der aktuelle Öffnungswinkel und die Öffnungsdauer des oberen Fensterflügels in die Berechnung ein. Die Funktion F8.5 (Lüftungskontrolle im Off-Time-Modus inaktiv) geht ebenfalls in die Berchnung dieses Prädikates mit ein.

a_{soll}: Von der Lüftungs-Kontrollzelle berechneter Zielwert für die Einstellung des oberen Fensterflügels, wenn Lüften_erforderlich = 1.

oberes_Fenster_manuell = 1 gdw das obere Fenster wurde manuell eingestellt

unteres_Fenster_zu = 1 gdw das untere Fenster ist vollständig geschlossen

Die Bedingung $a_{ist} < a_{soll}$ ist von Bedeutung, wenn der obere Fensterflügel manuell bedient wird. Sie beschreibt, ob der vom Benutzer eingestellte Öffnungswinkel ausreichend ist, um die Lüftungsvorgaben der Kontrollzelle einzuhalten.

Table 21: Wertetabelle Lüftungsregelung

Lüften_erforderlich	oberes_Fenster_manuell	$a_{ist} < a_{soll}$	unteres_Fenster_zu	Aktionen	Funktionen
0	*	*	*		

Table 21: Wertetabelle Lüftungsregelung

Lüften_erforderlich	oberes_Fenster_manuell	$a_{ist} < a_{soll}$	unteres_Fenster_zu	Aktionen	Funktionen
1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	*	oberes_Fenster_öffnen	F8.1
1	1	0	0		
1	1	0	1		
1	1	1	0		
1	1	1	1	Warnung_Manuell	F8.1

e) Zusammenfassung der Wertetabelle nach Aktionen:

((Lüften_erforderlich $\wedge$!oberes_Fenster_manuell $\wedge$ $a_{ist} < a_{soll}$) $\longrightarrow$ oberes_Fenster_öffnen)

((Lüften_erforderlich $\wedge$ oberes_Fenster_manuell $\wedge$ $a_{ist} < a_{soll}$ $\wedge$ unteres_Fenster_zu)
$\longrightarrow$ Warnung_Manuell)

3.6.12 Bemerkungen:

- Um Energie zu sparen, wird versucht, einen Luftaustausch durch kurzes Öffnen des oberen Fensterflügels zu erreichen, anstatt das Fenster für längere Zeit weniger weit zu öffnen.
- Die Kontrollzelle Lüftung hat nur eine Mindest-Lüftung sicherzustellen. Damit kann das Schließen des oberen Fensterflügels (und damit das Sicherstellen der Energieminimierungs-Forderung bzw. der Safety-Anforderungen) anderen Kontrolleinheiten überlassen werden.

3.7 Kontrollzelle Safety Büroraum

3.7.1 Name:

Room-Safety *CC8*

3.7.2 gesteuerte Größe

Safety

3.7.3 Bereich

Büroraum

3.7.4 Aufgabe

Vermeidung von wetterbedingten Schäden in den Büroräumen (im Gebäude) und den Fenstern.

3.7.5 Vater

CG-Büroraum

3.7.6 Historie

3.7.7 Eingaben

- Sensorwerte:
  Windstärke**:** E
  Oberer Fensterflügel-Öffnung**:** E, A
  Unterer Fensterflügel-Öffnung**:** E
  Regensensor**:** E
  Personen-Anwesenheit**:** E
- Benutzervorgaben:
- (interne) Systemvorgaben:
  aktuelle Vorgabe für Einstellung des oberen Fensterflügels

3.7.8 Ausgaben

- Aktuatorausgaben:
- Benutzerausgaben:
  Warnung an im Raum befindliche oder andere Personen, daß der untere Fensterflügel geschlossen werden muß
- (interne) Systemmeldungen:
  Antrag bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels
  Forderung bez. der Einstellung des oberen Fensterflügels

3.7.9 Konfliktbeteiligung

- Aktuatorkonflikt oberer Fensterflügel

3.7.10 Zustandsgraph

Für die Funktion der Safety-Kontrollzelle müssen keine Betriebszustände wie bei den anderen Kontrollzellen unterschieden werden.

3.7.11 Funktionen

a) Needs

- G5: In the case of hazardous conditions the windows have to be closed to secure the member's and group's possessions.
- O5: Avoidance of damage to windows in regard to weather conditions

b) Funktionen aus der Problembeschreibung

- F14: Close automatic windows or warn nearest person in case of possible wind or water damage because of open windows or attempts to open windows
  - F14.1: Der obere Fensterflügel wird bei starkem Wind oder Regen automatisch geschlossen, sofern er nicht manuell bedient wird; ansonsten wird eine Meldung an die nächste Person ausgegeben.

- F14.2: Für das Schließen des unteren Fensterflügels wird eine Meldung an die nächste Person ausgegeben.

c) Definition von Regelungsaktionen und Zuordnung zu Funktionen

Um die Regelungsfunktionalität zu erbringen, führt die Safety-Kontrollzelle die folgenden Aktionen aus:

- oberes_Fenster_schließen: Starte Maßnahmen, um den oberen Fensterflügel zu schließen. Dazu muß ein Konfliktlösungsablauf für diesen Aktuator gestartet werden, indem eine Request-Nachricht an die Vater-Kontrollgruppe gesendet wird.
- Warnung_Safety: Es wird eine Warnung an die nächste Person ausgegeben, daß in diesem Raum noch ein Fenster offen ist.

Table 22: Zuordnung von Funktionen und Aktionen

		Aktionen	
		oberes_Fenster_schließen	Warnung_Safety
Funktionen	F14	*	*
	F14.1	*	*
	F14.2		*

d) Beschreibung der Funktionalität der Regelung durch eine Wertetabelle

Die verwendeten Prädikate und Symbole haben folgende Bedeutung:

hazardous_condition = 1 gdw es regnet stark (d.h., der Zuwachs der gemessenen Regenmenge übersteigt einen bestimten Schwellwert) oder die Windgeschwindigkeit übersteigt einen bestimmten Schwellwert

oberes_Fenster_zu = 1 gdw das obere Fenster ist vollständig geschlossen

unteres_Fenster_zu = 1 gdw das untere Fenster ist vollständig geschlossen

oberes_Fenster_manuell = 1 gdw das obere Fenster wurde manuell eingestellt

Table 23: Safety

hazardous_ condition	oberes_ Fenster_zu	unteres_ Fenster_zu	oberes_Fen- ster_manuell	Aktion	Funktionen
0	*	*	*		
1	0	0	0	oberes_Fenster_ schließen, Warnung_Safety	F14.1, F14.2
1	0	0	1	Warnung_Safety	F14.1, F14.2
1	0	1	0	oberes_Fenster_ schließen	F14.1
1	0	1	1	Warnung_Safety	F14.1
1	1	0	*	Warnung_Safety	F14.2
1	1	1	*		

e) Zusammenfassung der Wertetabelle nach Aktionen

(hazardous_condition $\wedge$ (!unteres_Fenster_zu $\vee$ (!oberes_Fenster_zu $\wedge$ oberes_Fenster_manuell)) $\rightarrow$ Warnung_Safety)

(hazardous_condition $\wedge$!oberes_Fenster_zu $\wedge$!oberes_Fenster_manuell $\rightarrow$ oberes_Fenster_schließen)

3.7.12 Bemerkungen

- Beim Ausgeben der Safety-Warnung können die Ausgabeeinheiten entscheiden, ob die Warnung an eine im Raum befindliche Person ausgegeben werden kann oder weitergeleitet werden muß. Siehe hierzu auch Abschnitt 7.1 im Systemarchitektur-Dokument.