

Pflichtenheft

Beste Gruppe

27. November 2016

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Produktübersicht | 6 |
| 1.1 | Die Sprache zur Angabe der formalen Eigenschaften | 7 |
| 2 | Zielbestimmung | 8 |
| 2.1 | Musskriterien | 8 |
| 2.2 | Sollkriterien | 9 |
| 2.3 | Wunschkriterien | 9 |
| 2.4 | Abgrenzungskriterien | 9 |
| 3 | Produkteinsatz | 10 |
| 3.1 | Anwendungsbereiche | 10 |
| 3.2 | Zielgruppen | 10 |
| 3.3 | Betriebsbedingungen | 10 |
| 4 | Produktumgebung | 11 |
| 4.1 | Software | 11 |
| 4.2 | Hardware | 11 |
| 4.3 | Produkt-Schnittstellen | 11 |
| 5 | Funktionale Anforderungen | 12 |
| 5.1 | Allgemein | 12 |
| 5.2 | C-Code Editor für Wahlverfahren | 12 |
| 5.2.1 | Muss-Kriterien | 12 |
| 5.2.2 | Soll-Kriterien | 12 |
| 5.2.3 | Kann-Kriterien | 13 |
| 5.3 | Editor für formale Eigenschaften | 14 |
| 5.3.1 | Muss-Kriterien | 14 |
| 5.3.2 | Soll-Kriterien | 15 |
| 5.3.3 | Kann-Kriterien | 15 |
| 5.4 | Editor für Eingabeparameter | 15 |
| 5.5 | Ausgabe der Analyseergebnisse | 15 |
| 6 | Produktdaten | 16 |
| 6.1 | Code-Editor Wahlverfahren | 16 |
| 6.2 | Editor von formalen Eigenschaften | 16 |
| 6.3 | Parameter | 16 |
| 6.4 | Produktdaten | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 7 Nichtfunktionale Anforderungen | 17 |
| 8 Globale Testfälle | 18 |
| 8.1 Laden von Wahlverfahren | 18 |
| 9 Systemmodelle | 21 |
| 9.1 Szenarien | 21 |
| 9.2 Anwendungsfälle | 21 |
| 10 GUI | 22 |
| 10.1 C-Editor | 22 |
| 10.2 Eigenschaften-Liste | 27 |
| 10.3 Eigenschaften Editor | 29 |
| 10.4 Parameter Editor | 30 |
| 11 Phasenverantwortliche | 32 |
| 11.1 Pflichtenheft | 32 |
| 11.2 Entwurf | 32 |
| 11.3 Implementierung | 32 |
| 11.4 Qualitätssicherung | 32 |
| 11.5 Abschlusspräsentation | 32 |
| 12 Glossar | 33 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 10.1 Der C Editor ohne Code | 24 |
| 10.2 Der C Editor mit Code und Anzeige der Wahlart | 25 |
| 10.3 Fehleranzeige bei syntaktischem Fehler ohne Maus Hover (Kann-Kriterium) | 25 |
| 10.4 Fehleranzeige bei syntaktischem Fehler mit Maus Hover (Kann-Kriterium) | 26 |
| 10.5 Fehleranzeige nach statischer Analyse | 27 |
| 10.6 Liste nach Überprüfung | 28 |
| 10.7 Anzeige des Gegenbeispiels | 28 |
| 10.8 Eigenschaften-Editor ohne Code mit symbolischen Variablen | 29 |
| 10.9 Eigenschaften-Editor mit Beispielhafter Eigenschaft Anonymität und bei- spielhaft dargestelltem Syntax-Highlighting (Kann-Kriterium) | 30 |
| 10.10Der Parameter Editor. PERS steht für Professional Election Rigging System | 31 |

Abkürzungsverzeichnis

CBMC C Bounded Model Checker

BMC Bounded Model Checking

GUI Graphical User Interface

1 Produktübersicht

Wahlverfahren bilden den Grundstein unserer Demokratie. Dabei werden viele Anforderungen an sie gestellt, welche unsere intuitiven Ideen über Gerechtigkeit formalisieren: Proportionalität, Anonymität, etc. Moderne Wahlverfahren sind oft so komplex, dass sie viele überraschende und teils unerwünschte Eigenschaften haben. Nachweisen deren Abwesenheit ist absolut nicht trivial. So wurde beispielsweise 2008 das Bundestagswahlrecht vom BVerfG für verfassungswidrig erklärt, da es unter anderem Gleichheit der Wirkung verschiedener Stimmen verletzte. Auf der anderen Seite ist es auch sehr schwer, Wahlverfahren auf die Anwesenheit erwünschter Eigenschaften zu untersuchen.

Bounded Model Checking (BMC) Wird normalerweise dazu verwendet zu überprüfen ob ein gegebenes Programm gegebene Eigenschaften erfüllt. Da dieses Problem im Allgemeinen unentscheidbar ist, werden nur endliche Codepfade überprüft. Dadurch wird der Zustandsraum endlich und das Problem entscheidbar. Um dies zu bewerkstelligen, werden potentiell unendliche Codepfade - also Schleifen - bis zu einer vom Benutzer bestimmten Grenze aufgerollt. Danach wird eine SAT-Formel erstellt, die erfüllbar ist genau dann wenn das Programm einen Zustand einnehmen kann welcher die gegebene Eigenschaft nicht erfüllt. Dies ist vollautomatisch und gibt bei Nichterfüllung das Gegenbeispiel zurück.

In unserem Fall kann BMC konkret dazu verwendet werden, ein C-Programm darauf zu untersuchen ob es im Falle gegebener Vorbedingungen gegebene Nachbedingungen erfüllt. Dies wird dazu verwendet, obige Problemstellung zu lösen: so kann ein in C beschriebenes Wahlverfahren wie z.B. die einfache Mehrheitswahl darauf geprüft werden, ob es bestimmte Eigenschaften erfüllt. Allerdings ist es kompliziert, dies direkt zu tun.

Unser Programm ist im Wesentlichen eine sehr umfangreiche Schnittstelle um mit C Bounded Model Checker (CBMC) zu kommunizieren. Es bietet dem Benutzer über eine Graphical User Interface (GUI) die Möglichkeiten, formale Eigenschaften für Wahlverfahren sowie diese Wahlverfahren selbst anzugeben und zu editieren. Weiterhin liefert es Möglichkeiten die Interaktion mit CBMC zu gestalten: Für wie viele Wähler, Plätze etc die Eigenschaft überprüft werden soll. Nach erfolgreicher Überprüfung durch CBMC bekommt der Benutzer schließlich eine Antwort des Programms, in der er bei Nichterfüllung der Eigenschaft ein Gegenbeispiel angezeigt bekommt. Wird kein Gegenbeispiel gefunden so wird eine Erfolgsmeldung ausgegeben. All dies wird graphisch über die GUI aufbereitet.

Die GUI ist nach Funktionalität in vier Teilen angeordnet:

1. „Runtime“: Code-Editor für Wahlverfahren in Programmiersprache C.
2. Eigenschaften-Liste/Listenansicht aller Eigenschaften, die für dieses Wahlverfahren untersucht werden sollen

3. „Eigenschaften-Editor“: Editor für Spezifikation formaler Eigenschaften als boolsche Ausdrücke in eigens dafür vorgesehener Grammatik
4. „Params“: Eingabe von Parametern einer zu analysierenden Wahl mit Anzahl der Wähler, Kandidaten und Sitzen. s

1.1 Die Sprache zur Angabe der formalen Eigenschaften

In diesem Abschnitt wird ein grober Überblick über die Sprache welche der Eigenschaften-Editor verwendet gegeben. Es handelt sich um ein Subset der C-Sprache mit einigen Additionen. Diese werden im Folgenden erläutert.

Formale Eigenschaften werden in Vor- und Nachbedingungen unterteilt. Diese wiederum werden vom User als eine Liste boolscher Ausdrücke angegeben. Die Sprache erlaubt folgende Konstrukte zur Darstellung boolscher Ausdrücke:

- Das logische Und ($\&\&$), Oder ($\&\&$), Implikation (\implies), Äquivalenz (\iff), Gleichheit (==), Ungleichheit (!=), kleiner als ($<$), kleiner gleich (\leq), größer als ($>$) und größer gleich (\geq)
- Symbolische Variablen vom Typ Wähler, Kandidat oder Sitz. Für deren Benennung gelten dieselben Regeln wie für die Benennung von Variablen in C
- Quantoren für Wähler, Kandidaten und Sitze in der Form von Makros. Ein bisher ungenutzter Variablenname wird als Argument erwartet. Dieser kann in dem darauf folgenden Ausdruck als symbolische Variable entsprechenden Typs verwendet werden
- Ausgabe der Anzahl Stimmen für einen Kandidaten in der Form eines Makros
- Sei v symbolische Variable vom Typ Wähler: Ausgabe der Stimmen bzw. des Ergebnisses verschiedener Wahlen ($\text{Votes1}(v)$, $\text{Votes2}(v)$ bzw Elect1 , Elect2). Ersteres lässt sich nur in Vorbedingungen, letzteres nur in Nachbedingungen verwenden
- Folgende Konstanten: Anzahl Wähler (V), Anzahl Kandidaten (C) und Anzahl Sitze (S)

Beendet wird ein boolscher Ausdruck mit einem Semikolon. Es folgen Beispiele für boolsche Ausdrücke, welche die Sprache erlauben würde.

- Wir wollen dass zumindest ein Wähler für den Gewinner gewählt hat
`EXISTS_ONE_VOTER(v) : VOTES1(v) == ELECT1;`
- Alle Wähler welche zuerst Kandidat c wählen, wählen ihn erneut
`FOR_ALL_VOTERS(v) : (VOTES1(v) == c) ==> (VOTES2(v) == c);`
- Hat ein Kandidat mehr als die Hälfte aller Stimmen, so gewinnt er
`FOR_ALL_CANDIDATES(c) : VOTE_SUM_FOR_CANDIDATE(c) > V/2 ==> ELECT1 == c;`

2 Zielbestimmung

Ziel des Programmes ist es eine Lösung zur Untersuchung formaler Eigenschaften von Wahlverfahren zu präsentieren, welche auch von Nicht-Informatikern mit minimalem Aufwand erlernt und eingesetzt werden kann. Es soll Folgendes bereitstellen:

- Eine Möglichkeit zur Beschreibung diverser Wahlverfahren in C-Code
- Eine Möglichkeit zur Beschreibung der formalen Eigenschaften, welche das Wahlverfahren erfüllen soll, in abgespeckter C Syntax
- Eine Möglichkeit zum Angeben der Parameter (Anzahl Wähler, Anzahl Kandidaten, Anzahl Sitze)
- Eine Ausgabe des Ergebnisses der Überprüfung: eine Erfolgsmeldung bei Erfolg und Präsentation eines Gegenbeispiels bei Nichterfolg

Die Überprüfung der gegebenen Eigenschaften wird durch den CBMC geschehen. Aufgabe des Programmes wird es sein, die gegebenen Eingaben für den CBMC aufzubereiten sowie dessen Ausgabe zu interpretieren und präsentieren.

All diese Aufgaben ließen sich theoretisch auch schon jetzt, ohne Verwendung unseres Programms erledigen. Allerdings wäre der damit verbundene Lern- und Einarbeitungsaufwand sehr hoch, vor allem bei der Angabe der formalen Eigenschaften. Weiterhin ist damit viel, sich jedes Mal wiederholender Aufwand verbunden welcher sich gut automatisieren lässt. Daher ist ein enorm wichtiger Schwerpunkt unseres Programmes einfache Benutzung, auch und besonders für Nicht-Informatiker. Dies soll erreicht werden über eine GUI welche oft benötigte Funktionalität bereitstellt. Einfache syntaktische Fehler im Code sollen während des Editierens erkannt werden. Dadurch soll das Untersuchen von Wahlverfahren deutlich leichter und schneller werden, was den Mehrwert unseres Programmes ausmacht.

2.1 Musskriterien

- Das Programm kann auf aktuellen 32-Bit Versionen von Windows und Linux-Betriebssystemen betrieben werden
- Alle Abhängigkeiten werden mit dem Programm ausgeliefert
- Das Programm bietet einen Code-Editor für das zu prüfende Wahlverfahren
 - Der Code kann abgespeichert und geladen werden
 - Der Code-Editor zeigt Fehler im eingegebenen Code an

- Aktionen können widerrufen und wiederhergestellt werden
- Es können formale Eigenschaften zur Prüfung des Wahlverfahrens eingegeben werden
 - Eine formale Eigenschaft kann abgespeichert und geladen werden
 - Fehler in der Eingabe werden angezeigt
- Die Parameter der Wahl (Anzahl von Wählern, Kandidaten und Sitzen) können festgelegt werden
- Das Ergebnis der Überprüfung wird vom Programm angezeigt. Im Fall der Verletzung einer formalen Eigenschaft wird ein Gegenbeispiel vom Programm angezeigt

2.2 Sollkriterien

- Die Parameter der Wahl können in Intervallen angegeben werden.
- Der Code-Editor bietet folgendes:
 - Syntax-Highlighting
 - Automatisches Einrücken
 - Tastatur-Shortcuts
 - Codevorlagen
- Es gibt Code completion bei der Eingabe der formalen Eigenschaften
- Die Analyse des Wahlverfahrens kann abgebrochen werden.

2.3 Wunschkriterien

- Das Programm kann auf einem Mac betrieben werden
- Der Code-Editor bietet folgendes:
 - Code completion
 - Warnung vor nicht unterstützten Elementen der Programmiersprache
- Es kann festgelegt werden, wie lange die Analyse des Wahlverfahrens maximal dauern soll
- Eine Wahl kann eingegeben werden. Das Ergebnis wird angezeigt.

2.4 Abgrenzungskriterien

- Das Programm kann keine Angabe darüber machen, wie lange die Überprüfung einer Eigenschaft dauern wird

3 Produkteinsatz

Das Programm überprüft Wahlverfahren auf ihre formalen Eigenschaften. Es richtet sich an Kunden, die ein Interesse an der Erforschung oder Entwicklung solcher Verfahren haben. Grundsätzlich sollte das Programm aber auch für Nicht-Informatikern verständlich sein. Für die Bedienung des Programms ist jedoch Kenntnis der Programmiersprache C und der Aussagen- und Prädikatenlogik.

3.1 Anwendungsbereiche

- Universitärer Bereich
- Forschung

3.2 Zielgruppen

- Wahlforscher
- Softwareentwickler
- Hobbyisten

3.3 Betriebsbedingungen

Das Produkt kommt in einer Büroumgebung zum Einsatz. Es wird auf einem aktuellen Computer mit aktuellen Werten für Arbeitsspeicher und Rechengeschwindigkeit betrieben.

4 Produktumgebung

4.1 Software

- Das Betriebssystem ist entweder Microsoft Windows (7 oder moderner) oder eine der Linux-Distributionen Arch oder Ubuntu

4.2 Hardware

- PC mit Tastatur und Maus

4.3 Produkt-Schnittstellen

Über das Produkt wird CBMC angesteuert.

5 Funktionale Anforderungen

5.1 Allgemein

/F10/ Bereitstellen von Editoren zur Beschreibung des Wahlverfahrens sowie zur Beschreibung zu erfüllender formaler Eigenschaften

/F20/ Kommunikation und Überprüfung dieser Eigenschaften via CBMC

/F30/ Bereitstellen von Kommunikationsschnittstellen mit CBMC sowohl für Eingabe von Parametern als auch Ausgabe der Ergebnisse, welche auch für Nicht-Informatiker verständlich ist

/F40/ Möglichkeit des Speicherns von Code, formaler Anforderungen und Eingabeparametern als ein Projekt

/F50/ Möglichkeit des Öffnens der Projekte aus /F40/

5.2 C-Code Editor für Wahlverfahren

5.2.1 Muss-Kriterien

/FM10/ Darstellung aller für das Programmieren in C benötigten Charaktere

/FM20/ Veränderung des dargestellten Textes durch Eingabe anderer Charaktere über die Tastatur wie in Notepad

/FM30/ Speichern von erstelltem Code als Datei auf der Festplatte an vom User angegebenen Ort

/FM40/ Laden und Darstellen von Dateien korrekten Formats

/FM50/ Anzeigen syntaktischer Fehler in dem Fehler Fenster (siehe 10.5)

5.2.2 Soll-Kriterien

/FS10/ Überprüfen des Formats beim Ladevorgang. Falls falsches Format: Ausgabe einer Fehlermeldung

/FS20/ Syntax-Highlighting: Darstellung diverser Schlüsselwörter in anderen Farben als den Rest des Codes. Dies beinhaltet, ist jedoch nicht beschränkt auf:

- Typendeklaration (int, float, ...)
- Kontrollflow-Konstrukte (if, else, while...)
- Variablennamen
- Kommentare

/FS30/ Anzeigen der Zeilennummern am linken Zeilenrand

/FS40/ Anzeigen von Syntaktischen Fehlern im Code, welche durch einen Lexer oder Parser erkannt werden können:

- Verwendung von Schlüsselwörtern als Variablennamen
- Vergessene Semikolons am Ende von Anweisungen
- Nicht geschlossene Klammern und Anführungszeichen
- Andere Konstrukte, welche der Grammatik der C-Sprache widersprechen

/FS50/ Reaktion auf typische Tastenkürzel

Tabelle 5.1: Hotkeys und verbundene Operationen

| Kürzel | Operation |
|-------------|---|
| Strg + c | Kopieren |
| Strg + x | Auschneiden |
| Strg + v | Einfügen |
| Strg + z | Zuletzt ausgeführte Aktion rückgängig machen |
| Strg + r | Zuletzt rückgängig gemachte Aktion erneut ausführen |
| Strg + s | Speichern |
| Strg + o | Öffnen |
| Strg + Leer | Anzeigen der Code-Completion Vorschläge |

/FS60/ Bereitstellen von Wahl-Templates

- Jeder Wähler wählt genau einen Kandidaten
- Jeder Wähler ordnet Kandidaten nach Präferenz in absteigender Reihenfolge
- Jeder Wähler ordnet Kandidaten eine Nummer zwischen MAX (maximale Zustimmung) und MIN (maximale Abneigung) zu. MAX und MIN sind dabei vom User konfigurierbar.

5.2.3 Kann-Kriterien

/FK10/ Automatisches Einrücken des Codes in Schleifen und if-Statements

/FK20/ Code-Completion

- Automatisches Schließen von Klammern und Anführungszeichen
- Primitiv: Vorschlagen bereits im Code vorgekommener Wörter
- Intelligent: Durch Analysieren eines ASTs nur Vorschlagen der Wörter welche im Kontext Sinn ergeben.

/FK30/ Durch den User konfigurierbares Verhalten:

- Festlegen der Farben, welche beim Syntax-Highlighting verwendet werden
- Festlegen des verwendeten Fonts
- An- und Ausschalten der angezeigten Zeilennummern
- Festlegen wie vielen Leerzeichen ein Tab entspricht

5.3 Editor für formale Eigenschaften

5.3.1 Muss-Kriterien

/FM10/ Darstellung aller für das Programmieren in C benötigten Charaktere

/FM20/ Veränderung des dargestellten Textes durch Eingabe anderer Charaktere über die Tastatur wie in Notepad

/FM21/ Beschreibung formaler Eigenschaften als Vor- und Nachbedingung als boolsche Ausdrücke (siehe 1.1)

/FM30/ Bereitstellung von Makros zur Beschreibung der Eigenschaften (siehe 5.2)

Tabelle 5.2: Makros zur Beschreibung formaler Eigenschaften

| Makro | Effekt |
|---------------------------|---|
| FOR_ALL_VOTERS(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für alle Wähler gilt |
| FOR_ALL_CANDIDATES(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für alle Kandidaten gilt |
| FOR_ALL_SEATS(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für alle Sitze gilt |
| EXISTS_ONE_VOTER(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für mindesten einen Wähler gilt |
| EXISTS_ONE_CANDIDATE(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für mindesten einen Kandidaten gilt |
| EXISTS_ONE_SEAT(i) | In der darauf folgenden Eigenschaft kann i als symbolische Variable verwendet werden. Gesamtausdruck ist wahr falls sie für mindesten einen Sitz gilt |
| VOTE_SUM_FOR_CANDIDATE(c) | Gibt die Anzahl Stimmen für Kandidaten c zurück |

/FM40/ Bereitstellen symbolischer Variablen für Wähler, Kandidaten und Sitze
/FM50/ Bereitstellen von Operatoren für Implikation und Äquivalenz
/FM51/ Bereitstellen von Operatoren für logisches UND, ODER, GLEICH und NICHT
GLEICH
/FM52/ Bereitstellen von Vergleichen: Kleiner, Kleiner gleich, größer, größer gleich
/FM60/ Beliebige tiefe, lediglich von Hardware begrenzte, Schachtelung dieser Konstrukte

5.3.2 Soll-Kriterien

/FS10/ Syntax-Highlighting
/FS20/ Anzeigen von Syntaktischen Fehlern im Code

5.3.3 Kann-Kriterien

/FK10/ Code-Completion

- Auto-Vervollständigung der Makros
- Analyse des Codes und Anzeigen relevanter, bereits definierter Eigenschaften und symbolischer Variablen

5.4 Editor für Eingabeparameter

/F10/ Möglichkeit zur Angabe der zu analysierenden Anzahl von Wählern, Kandidaten und Sitzen
/F20/ Möglichkeit zum Eingeben einer Zeitspanne nach welcher die Berechnung abgebrochen wird

5.5 Ausgabe der Analyseergebnisse

/F10/ Ausgabe einer Erfolgsmeldung bei Erfolg
/F20/ Darstellung eines Gegenbeispiels bei Misserfolg

6 Produktdaten

6.1 Code-Editor Wahlverfahren

/D10/ Das Wahlverfahren ist als Methode „unsigned int voting(params)“ einer C-Headerdatei definiert und wird mit der Endung .h gespeichert.

6.2 Editor von formalen Eigenschaften

/D20/ Die formale Eigenschaft, derer das Wahlverfahren genügen muss, ist als C-Datei definiert, die einmal die Methode voting(params) aus einer Headerdatei aufruft, und wird mit der Endung .c gespeichert.

6.3 Parameter

/D30/ Angegebene Parameter für Wahlen werden in einer Textdatei gespeichert.

6.4 Projektdaten

/D40/ Ein Projekt wird als Liste von Dateien in einer Textdatei gespeichert.

7 Nichtfunktionale Anforderungen

/F10/ Nicht mehr als 0,5 Sekunden Verzögerung bei Erfragen der Code-Completion

8 Globale Testfälle

8.1 Laden von Wahlverfahren

- 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Aktion. Der Nutzer will ein Wahlverfahren laden.
Aktion: Der Nutzer betätigt mit der Maus einen Button mit einem Ladeicon innerhalb der GUI für Wahlverfahren.
Reaktion: Das Programm öffnet einen Dateibrowser.

- 2. Stand: Der Dateibrowser ist geöffnet.
Aktion: Der Nutzer wählt eine zu ladende C-Datei aus und bestätigt diese durch den Tastendruck
Enter oder durch einen Klick auf den Ladebutton mit der Maus Reaktion: Falls die Änderungen im vorherigen Wahlverfahren nicht gespeichert wurden öffnet ein neues Pop-up-Fenster. (2.1) Sonst folgt (2.2)

2.1 Je nachdem wie sich der Nutzer entscheidet werden entweder Punkt 2.1.1 Punkt 2.1.2, oder Punkt 2.1.2 ausgeführt.

- 2.1.1 Stand: Der Nutzer will die Änderungen verwerfen.
Aktion: Der Nutzer betätigt den Button Verwerfen des Pop-Ups
Reaktion: Das neue C-Programm wird in den Wahlverfahreneditor geladen. Das zuvor geladene C-Programm wird verworfen. Das Pop-up sowie der Dateibrowser schließen sich
- 2.1.2 Stand: Der Nutzer will das Laden abbrechen
Aktion: Der Nutzer betätigt den Button abbrechen des Pop-Ups
Reaktion: Pop-up sowie Dateibrowser schließen sich
- 2.1.3 Stand: Der Nutzer will die Änderungen an seinem alten C-Programm speichern und das neue Dokument laden Aktion: Der Nutzer betätigt den Button Änderungen speichern Reaktion: Die Änderungen am vorherigen C-Programm werden gespeichert. Das neue C-Programm wird in den Wahlverfahreneditor geladen.
- 2.2 Nur falls keine Aktion 2.1 ausgeführt wurde: Stand: Der Nutzer hat bereits das Laden bestätigt Aktion: - Reaktion: Das neue C-Programm wird in den Wahlverfahreneditor geladen.

Laden von zu testenden Eigenschaften:

1. Stand: Das Programm wartet auf eine Aktion. Der Nutzer will eine Eigenschaft von Wahlverfahren (EvW) laden Aktion: Der Nutzer betätigt mit der Maus einen Button mit einem Ladeicon innerhalb des GUIs für die Eigenschaften von Wahlverfahren Reaktion: Das Programm öffnet einen Dateibrowser 2. Stand: Der Dateibrowser ist geöffnet: Aktion: Der Nutzer wählt eine zu EvW aus und bestätigt diese durch den Tastendruck Enter oder durch einen Klick auf den Ladebutton mit der Maus Reaktion: Falls die Änderungen im vorherigen Wahlverfahren nicht gespeichert wurden öffnet ein neues Pop-up-Fenster. (2.1) Sonst folgt 2.2 2.1 Je nachdem wie sich der Nutzer entscheidet werden entweder Punkt 2.1.1 Punkt 2.1.2, oder Punkt 2.1.2 ausgeführt.

2.1.1 Stand: Der Nutzer will die Änderungen verwerfen. Aktion: Der Nutzer betätigt den Button Verwerfen des Pop-Ups Reaktion: Die neue EvW wird in den Editor für Eigenschaften von Wahlverfahren geladen. Die zuvor geladene EvW werden verworfen. Das Pop-up sowie der Dateibrowser schließen sich 2.1.2 Stand: Der Nutzer will das Laden abbrechen Aktion: Der Nutzer betätigt den Button abbrechen des Pop-Ups Reaktion: Pop-up sowie Dateibrowser schließen sich

2.1.3 Stand: Der Nutzer will die Änderungen seiner vorherigen EvW speichern und die neuen EvW laden. Aktion: Der Nutzer betätigt den Button Änderungen speichern Reaktion: Die Änderungen an den vorherigen EvW werden gespeichert. Die neuen EvW werden in den Editor für EvW geladen. Pop-up sowie Dateibrowser schließen sich

2.2 Nur falls keine Aktion 2.1 ausgeführt wurde: Stand: Der Nutzer hat bereits das Laden bestätigt Aktion: - Reaktion: Die neue EvW wird in den Wahlverfahreneditor geladen. SSpeichern von Wahlverfahren (WV) oder von EvW 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe Aktion: Der Nutzer betätigt das Saveicon im entsprechenden Fenster Reaktion: Das Programm speichert das WV oder die EvW. Falls für dieses Dokument noch kein Speicherort definiert wurde öffnet sich die Reaktion von SSpeichern unterSSpeichern unter von WV oder EvW 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe Aktion: Der Nutzer betätigt das Save-as-icon im entsprechenden Fenster Reaktion: Ein Dateibrowser wird geöffnet 2. Stand: Der Dateibrowser ist geöffnet Aktion: Der Nutzer gibt einen Speicherort und einen Namen für das zu speichernde Dokument an und bestätigt seine Eingabe Reaktion: Das Dokument wird mit dem genannten Namen an den gewählten Ort gespeichert. Eingabe der Anzahl der Wähler 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe: Aktion: In einem Eingabe-Fenster verändert der Nutzer die Anzahl der Wähler und bestätigt diese. Reaktion: Die neue Anzahl der Wähler wird gespeichert Eingabe der Anzahl der Kandidaten 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe: Aktion: In einem Eingabe-Fenster verändert der Nutzer die Anzahl der Kandidaten und bestätigt diese Reaktion: Die neue Anzahl der Kandidaten wird gespeichert Eingabe der Timeoutzeit 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe: Aktion: In einem Eingabe-Fenster gibt der Nutzer eine Anzahl an Minuten für den Timeout an und bestätigt diese. Reaktion: Das Programm speichert die neue Timeoutzeit Überprüfung des WV auf EvW: 1. Stand: In beiden Editoren sind gültige Dokumenten. Es sind Werte für die Anzahl der Stimmen, der Sitze, der Kandidaten und der Timeoutzeit gesetzt Aktion: Der Nutzer betätigt die Auf Eigenschaften prüfenTaste Reaktion: Das Programm bestä-

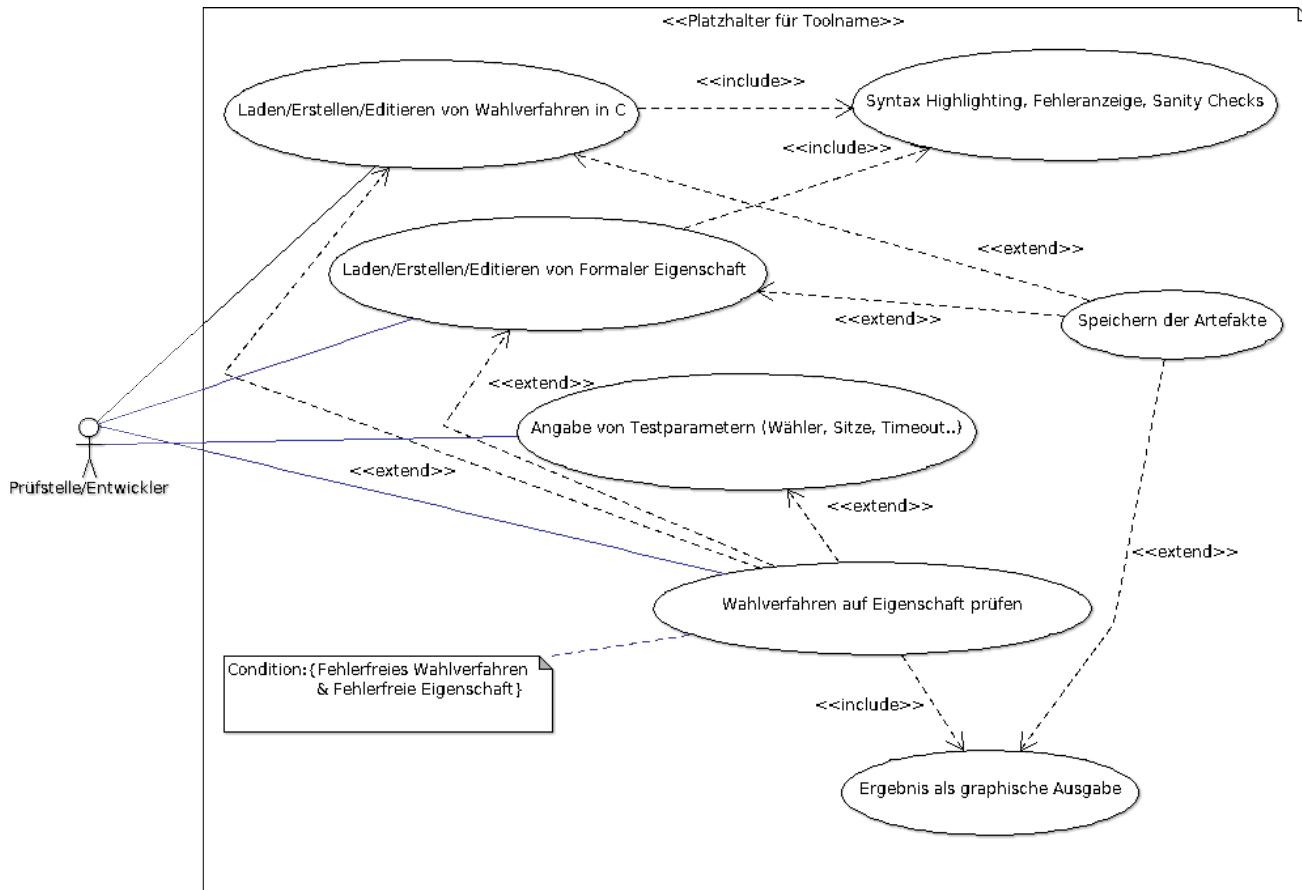
tigt die Eigenschaft mit anschaulichen Werten oder gibt ein konkretes Gegenbeispiel im Ausgabefenster. Bearbeiten des WV: 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe Aktion: Der Nutzer ändert das C-Programm Reaktion: Im Interface sieht man, dass sich das Programm geändert hat. Das Programm hightlighted korrekte C-Syntax Bearbeiten der EvW: 1. Stand: Das Programm wartet auf eine Eingabe Aktion: Der Nutzer ändert die EvW Reaktion: Macros werden als Vorschläge ergänzt.

9 Systemmodelle

9.1 Szenarien

9.2 Anwendungsfälle

Eine Prüfstelle oder ein Entwickler gibt dem Tool ein Wahlverfahren in C und eine formale Eigenschaft über beziehungsweise entwickelt diese selbst in den jeweiligen Editoren des Tools. Werden diese als plausibel erkannt kann er das Wahlverfahren, auch mit Angabe eigener Testparameter (Wähler, Sitze, Timeout...), auf die Eigenschaft prüfen und erhält das Ergebnis als graphische Ausgabe. Diese kann dann, sowie auch Wahlverfahren und formale Eigenschaft, abgespeichert werden.



10 GUI

Die hier vorgestellte GUI erfüllt alle Muss-, Soll- und Kann-Kriterien. Das endgültige Produkt kann daher davon abweichen. Im Folgenden wird jedes mal darauf hingewiesen, falls es sich bei einem Feature um ein Kann-Kriterium handelt. Die GUI besteht aus 4 verschiedenen Fenstern:

- Ein Editor für C-Code, in welchem die Wahlverfahren editiert werden können.
- Eine Liste, in welcher alle für dieses Wahlverfahren zu überprüfenden Eigenschaften angezeigt werden.
- Ein Editor in welchem Eigenschaften editiert werden können.
- Das Hauptfenster, dessen schließen ein Beenden des kompletten tools nach sich zieht. Darin können Parameter für Überprüfungen eingestellt und Überprüfungen gestartet bzw. beendet werden.

Jedes dieser Elemente verfügt auch über weitere Eigenschaften, die im Folgenden beschrieben werden.

10.1 C-Editor

Der C-Editor verfügt über dieselbe Funktionalität, welche andere Texteditoren wie zum Beispiel Notepad aufweisen. Ziel ist es das eingeben von Funktionen welche ein Wahlverfahren implementieren zu ermöglichen. Dazu bietet er die Möglichkeit, C-Code zu schreiben und zu bearbeiten. Ein angemessener Funktionskörper, welcher die auswählbare Art der Wahl repräsentiert, wird dabei automatisch generiert (siehe 10.2). Es wird nicht möglich sein, außerhalb dieser Funktion zu editieren. Dies untersagt aufgrund der Natur von C zum Beispiel selbst definierte Funktionen. Während des Eingeben des Codes wird dieser automatisch analysiert, um Schlüsselwörter sowie syntaktische Fehler zu markieren. Der C-Editor teilt sich in vier Untereinheiten auf: Der Menüstreifen, die Tool-Leiste, das Textfeld und das Fehlerfeld. Der Menü-Streifen ist unterteilt in Datei, Bearbeiten, Editor (Kann) und Code. Bilder aller Untermenüs geöffnet befinden sich im Anhang. Sie beinhalten folgende Funktionalität:

| Menüpunkt | Bedeutung |
|-----------------|---|
| Neu | öffnet ein neues Dokument, wobei die Art der Wahl vom User angegeben wird |
| Speichern | speichert das Dokument unter bereits gegebenem Namen |
| Speichern unter | Speichert das Dokument unter neuem Namen an neuem Ort, beide durch User gegeben |
| Öffnen | Öffnet neues Dokument des richtigen Formats |

Tabelle 10.1: Unterpunkte des Datei-Menüs

| Menüpunkt | Bedeutung |
|----------------|--|
| Rückgängig | Falls möglich: Macht die letzte ausgeführte Aktion Rückgängig |
| Wiederholen | Wiederholt die zuletzt Rückgängig gemachte Aktion |
| Kopieren | Fügt markierten Text in die Zwischenablage ein |
| Ausschneiden | Fügt markierten Text in die Zwischenablage ein und entfernt ihn aus dem Textfeld |
| Einfügen | Fügt Text aus der Zwischenablage an der Stelle des Cursors ein |
| Wahlart ändern | Ändert den Funktionskörper zu dem der vom User ausgewählten Art |

Tabelle 10.2: Unterpunkte des Bearbeiten-Menüs

| Menüpunkt | Bedeutung |
|---------------|--|
| Einstellungen | Öffnet den Einstellungen Dialog. Dies ist Teil der Kann-Kriterien. Falls implementiert wird es Möglichkeiten zur Einstellung des Fonts und Syntax-Highlighting geben |

Tabelle 10.3: Unterpunkte des Editor-Menüs

| Menüpunkt | Bedeutung |
|-------------------|---|
| Statische Analyse | Startet eine statische Analyse des Codes, welche ihn auf von Lexer oder Parser erkennbare Fehler untersucht. Gefundene Fehler werden in dem Fehlerfeld angezeigt. Zusätzliches Kann-Kriterium Die Zeile, in welcher der Fehler ist, wird zusätzlich durch einen roten Punkt markiert (siehe 10.5) |

Tabelle 10.4: Unterpunkte des Code-Menüs

Über den Tool-Streifen lassen sich einige dieser Aktionen ohne Öffnen eines Menüs ausführen. Von Links nach Rechts: Neu, Rückgängig, Wiederholen, Speichern, Speichern unter, Öffnen, Kopieren, Ausschneiden, Einfügen.

In 10.2 sieht man den Editor nach Eingabe diverser Elemente der C-Sprache. Anzeige der Zeilennummern ist Soll-Kriterium, Möglichkeit diese Funktion zu deaktivieren Kann-Kriterium. Die grauen Balken zeigen an dass man nur den Bereich in dem vorgegebenen Funktionskörper editieren kann.

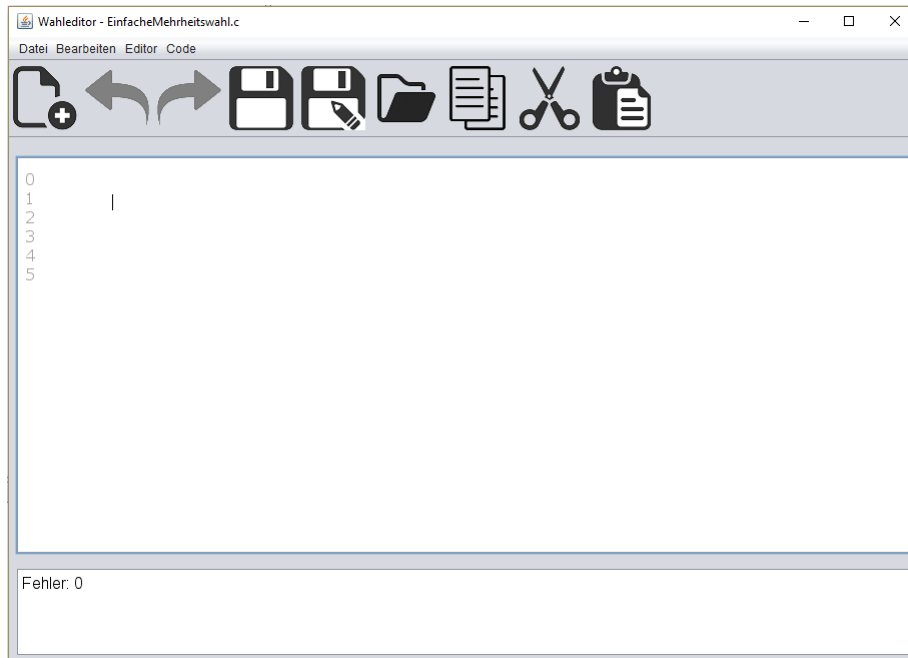


Abbildung 10.1: Der C Editor ohne Code

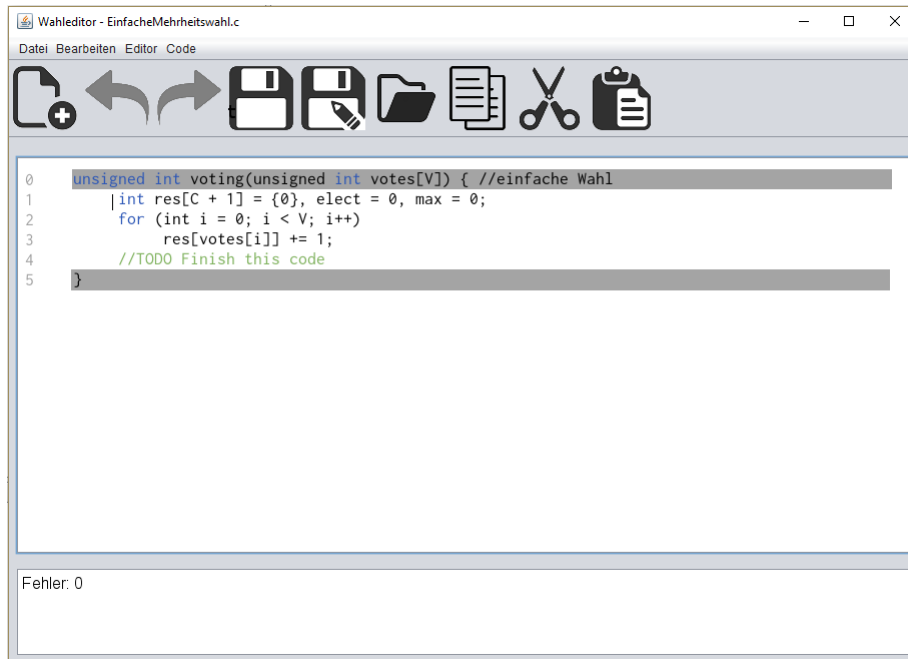


Abbildung 10.2: Der C Editor mit Code und Anzeige der Wahlart



Abbildung 10.3: Fehleranzeige bei syntaktischem Fehler ohne Maus Hover (Kann-Kriterium)

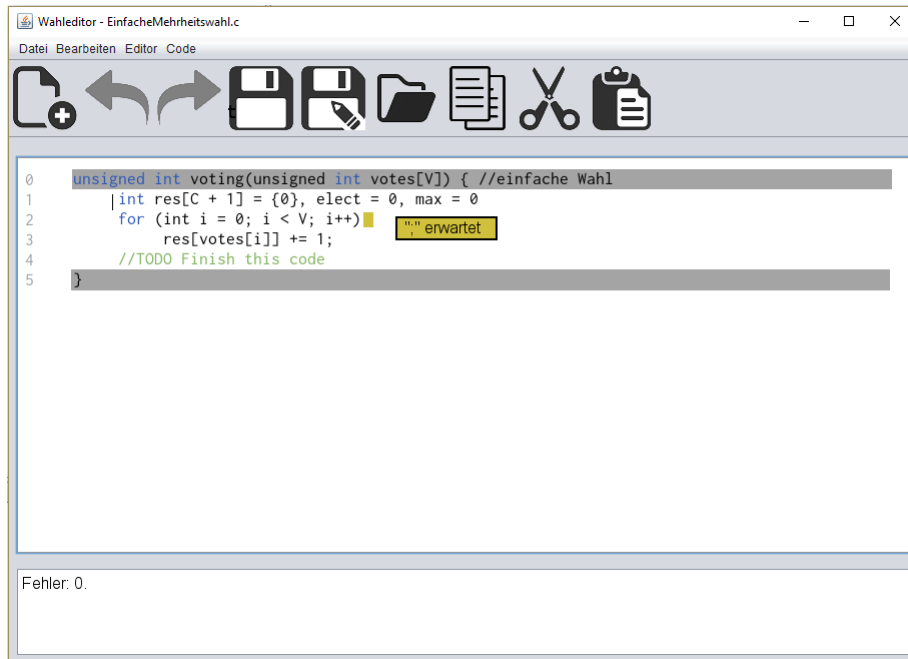


Abbildung 10.4: Fehleranzeige bei syntaktischem Fehler mit Maus Hover (Kann-Kriterium)

In 10.3 sieht man wie der gefundene syntaktische Fehler während des Editieren des Codes angezeigt wird. Dies ist ein Kann-Kriterium. Sobald man mit der Maus über die markierte Stelle geht, wird in einem neuen Fenster nahe der Maus eine Beschreibung des Fehlers angezeigt. Dies ist ebenfalls Kann-Kriterium (siehe 10.4).

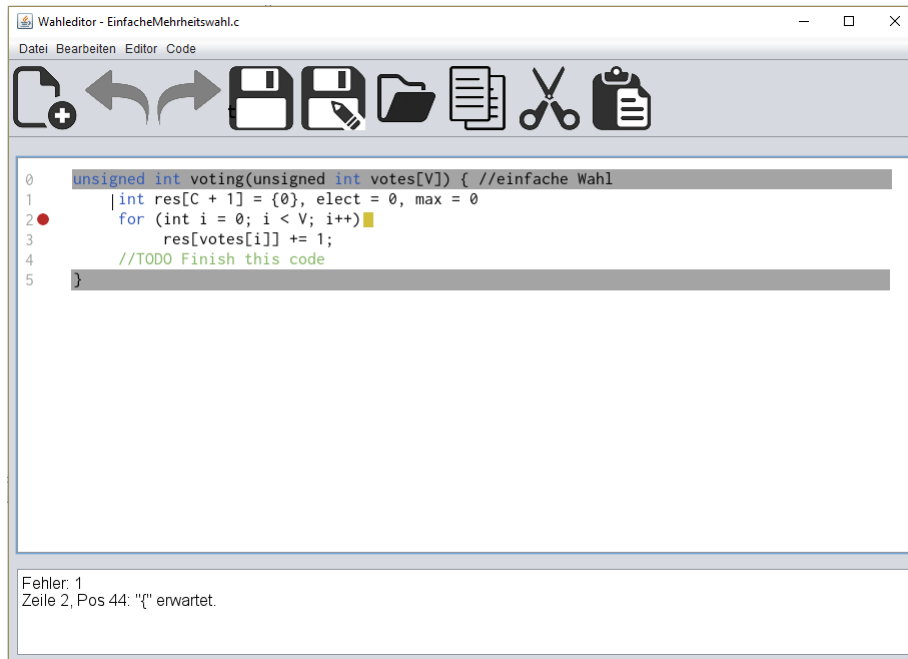


Abbildung 10.5: Fehleranzeige nach statischer Analyse

10.5 Zeigt die Anzeige der Fehler nach ausführend einer statischen Code Analyse. Markierung der Zeile ist Kann-Kriterium.

10.2 Eigenschaften-Liste

Die GUI trennt das Editieren der zu überprüfenden Eigenschaften (in eigens zu diesem Zweck erstellter Syntax, siehe XXX) und das Zuordnen dieser Eigenschaften zu Wahlverfahren. Dadurch können diese Eigenschaften einzeln abgespeichert und flexibel Wiederverwertet und Kombiniert werden. Das Zuordnen zu Wahlverfahren geschieht in der Eigenschaften-Liste. Darin werden die einzelnen Eigenschaften namentlich aufgelistet (siehe). Im Folgenden werden die einzelnen GUI-Bestandteile und der Funktionalität erläutert.

| Menüpunkt | Bedeutung |
|-----------------|--|
| Neu | Startet eine neue Liste |
| Speichern | Speichert die Liste |
| Speichern unter | Speichert die Liste unter neuem Namen an neuem Ort |
| Öffnen | öffnet Liste (Ort von User angegeben) |

Tabelle 10.5: Unterpunkte des Datei-Menüs

| Menüpunkt | Bedeutung |
|-------------|---|
| Rückgängig | Falls möglich: Macht die letzte ausgeführte Aktion Rückgängig |
| Wiederholen | Wiederholt die zuletzt Rückgängig gemachte Aktion |

Tabelle 10.6: Unterpunkte des Bearbeiten-Menüs

Der Tool-Streifen hat exakt den selben Zweck wie der des Code-Editors, ohne die Funktionen Kopieren, Ausschneiden und Einfügen.

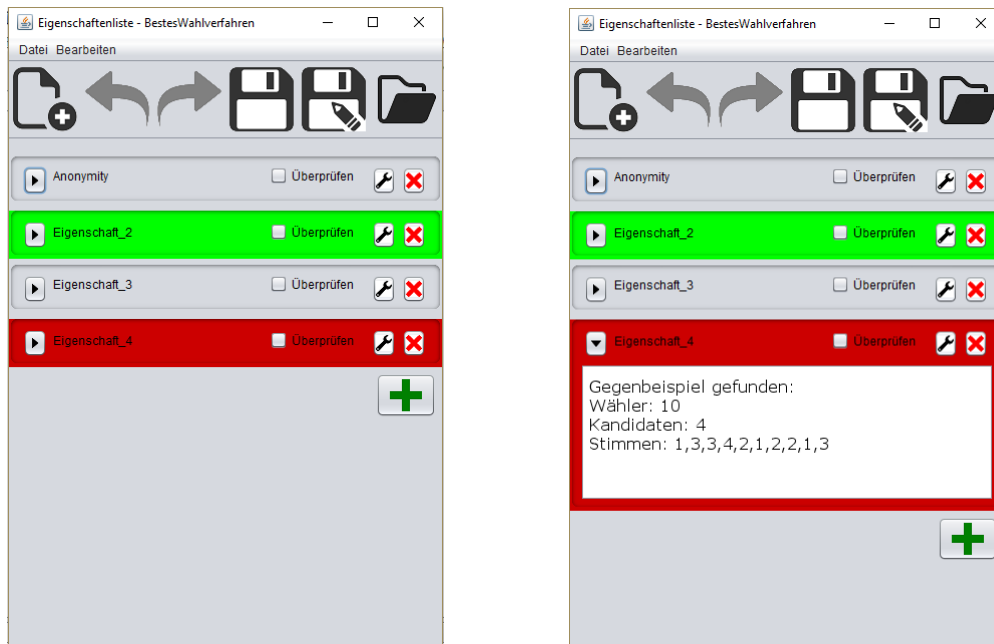


Abbildung 10.6: Liste nach Überprüfung Abbildung 10.7: Anzeige des Gegenbeispiels

Es folgt eine Beschreibung der Icons, welche zu sehen sind.

| Icon | Bedeutung |
|-------------------|--|
| Pfeil nach rechts | Falls Gegenbeispiel gefunden: Durch klicken öffnet sich unter dem Listenelement ein Textfeld in welchen das Gegenbeispiel dargestellt wird |
| Checkbox | Nur falls aktiviert, wird das Wahlverfahren auf die Eigenschaft getestet |
| Maulschlüssel | Öffnet den Eigenschaften-Editor für die Eigenschaft |
| Rotes Kreuz | Entfernt die Eigenschaft aus der Liste |
| Grünes Plus | Fügt neue, leere Eigenschaft oder bereits gespeicherte Eigenschaft der Liste hinzu |

Tabelle 10.7: Icons der Eigenschaften-Liste

10.3 Eigenschaften Editor

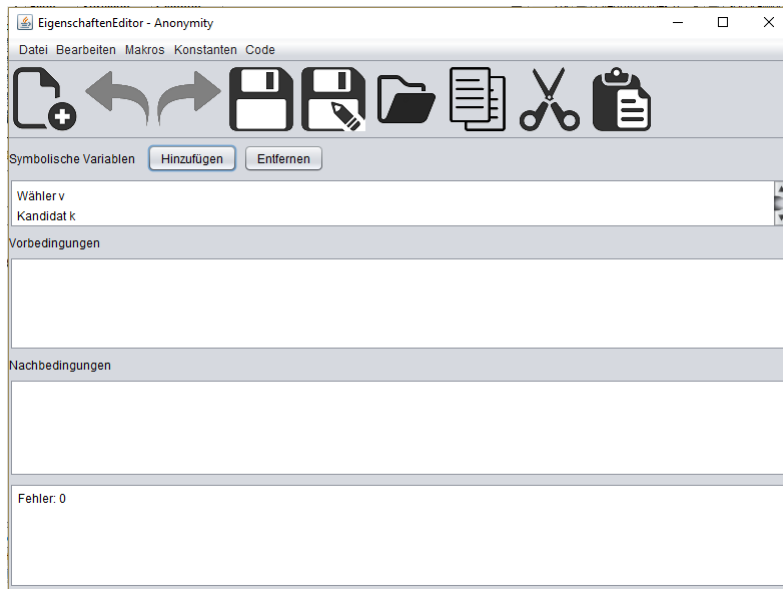


Abbildung 10.8: Eigenschaften-Editor ohne Code mit symbolischen Variablen

Der Eigenschaften-Editor hat den Zweck, das Bearbeiten der zu überprüfenden Eigenschaften zu ermöglichen. Eigenschaften werden aufgeteilt in Vor- und Nachbedingungen. Möglich ist die Verwendung sowohl von Quantoren in der Form von Makros als auch symbolischer Variablen.

Die Untermenüs Datei, Bearbeiten und Code sowie der Tool-Streifen sind analog zu denen des C-Editors. Hinzu kommen jedoch Konstanten und Makros. Bereitgestellte Konstanten sind:

- Die Anzahl der Wähler (V)
- Die Anzahl der Kandidaten (C)
- Die Anzahl vorhandener Sitze (S)

Bereitgestellte Makros sind:

- `FOR_ALL_VOTERS()`
- `FOR_ALL_CANDIDATES()`
- `FOR_ALL_SEATS()`
- `EXISTS_ONE_VOTER()`

- EXISTS_ONE_CANDIDATES()
- EXISTS_ONE_SEAT()
- SUM_VOTES_FOR_CANDIDATE()

Jedes dieser Makros bis auf das Letzte nimmt eine bisher ungenutzte Variable als Argument. Diese kann im darauf Folgenden boolschen Ausdruck verwendet werden (siehe 10.9). Das Letzte Makro nimmt eine bereits definierte symbolische Variable vom Typ Kandidaten und gibt berechnet die Anzahl Stimmen für diesen Kandidaten.

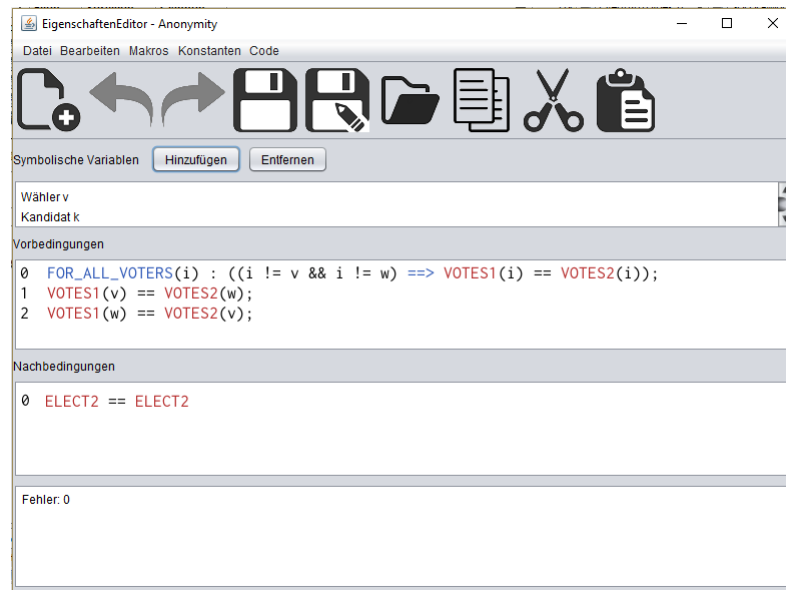


Abbildung 10.9: Eigenschaften-Editor mit Beispielhafter Eigenschaft Anonymität und beispielhaft dargestelltem Syntax-Highlighting (Kann-Kriterium)

Wie man zusätzlich sehen kann, sind auch Implikationen (\Rightarrow) möglich. Auch das logische und ($\&\&$), oder ($\|\|$) und die Äquivalenz (\Leftrightarrow) werden zur Verfügung stehen. Die Anzeige erkannter Fehler wird analog zum C-Editor geschehen.

10.4 Parameter Editor

Der Parameter Editor stellt das Hauptfenster der Anwendung dar. Es erlaubt das Einstellen und Starten der Tests. Hier lassen sich auch komplette Projekte Speichern - Code, Eigenschaften und Parameter gebündelt.

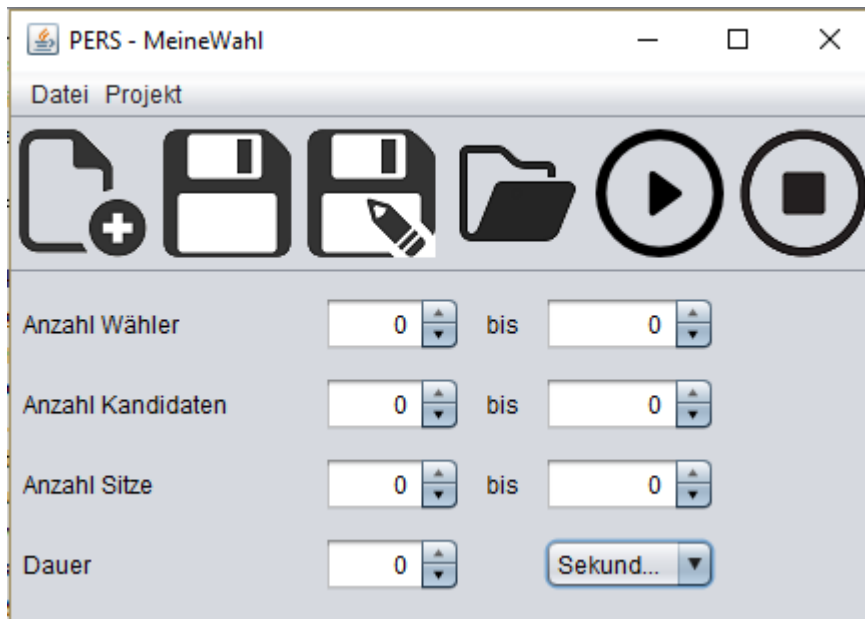


Abbildung 10.10: Der Parameter Editor. PERS steht für Professional Election Rigging System

Das Datei Menü ist analog zu dem des C Editors. Das Projekt Menü wird im Folgenden erläutert.

| Menüpunkt | Bedeutung |
|---------------------|--|
| Teste Eigenschaften | Startet Tests mit den angegebenen Parametern |
| Stop Test | Unterbricht momentan laufenden Test |

Tabelle 10.8: Parameter Editor Projekt Menüpunkte

Der Pfeil und das Stopp-Zeichen des Tool-Streifens haben ebenfalls die Wirkungen Teste Eigenschaften und Stop Test.

Als Mögliche Zeitangaben stehen Sekunden, Minuten, Stunden und Tage zur Verfügung.

11 Phasenverantwortliche

11.1 Pflichtenheft

Justin Hecht

11.2 Entwurf

Holger Klein

11.3 Implementierung

Niels Hanselmann, Nikolai Schnell

11.4 Qualitätssicherung

Lukas Stapelbroek

11.5 Abschlusspräsentation

Jonas Wohnig

12 Glossar