

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven Standort Emden

Machines Handbuch

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Systemvoraussetzungen	3
3	Installation und Programmstart	5
3.1	Installation unter Windows	5
3.2	Installation unter Linux	5
4	Die Oberfläche	7
5	Neue Objekte erzeugen - Machines Wizard	10
6	Objekte bearbeiten	12
6.1	Automaten	12
6.1.1	Allgemein	13
6.1.2	Zustand hinzufügen	13
6.1.3	Zustände (automatisch) anordnen	13
6.1.4	Zustand löschen	14
6.1.5	Zustand umbenennen	14
6.1.6	Zustände neu durchnummerieren	14
6.1.7	Zustandsattribute (Start, Ende)	14
6.1.8	Zustandsübergang hinzufügen	15
6.1.9	Zustandsübergang markieren	15
6.1.10	Zustandsübergang bearbeiten	15
6.1.11	Zustandsübergang löschen	15
6.2	Reguläre Ausdrücke	16
6.2.1	Reg. Ausdruck eingeben und bearbeiten	16
6.2.2	Bearbeitungshilfe aktivieren	17
6.3	Grammatiken	17

6.3.1	Produktion hinzufügen	17
6.3.2	Produktion bearbeiten	18
6.3.3	Produktion löschen	18
6.3.4	Startvariable wählen	18
6.3.5	Kurzansicht aktivieren	19
7	Objekte anwenden	20
7.1	Automat durchlaufen: Eingabewort überprüfen	20
7.2	Eingabewort für Grammatik oder regulären Ausdruck überprüfen	20
7.3	Wörter von einer Grammatik erzeugen lassen	21
8	Objekte laden und speichern	22
9	Objekte exportieren	23
10	Objekte transformieren	24
11	Eigene Transformationen implementieren	24
11.1	Einleitung	24
11.2	Systemtest	24
11.3	Editor starten	25
11.4	Die Java-Umgebung von Machines	26
11.5	Algorithmus testen und einbinden (Erzeugen)	27
11.6	Eigene Transformation ausführen	27

1 Einleitung

Herzlich Willkommen im Machines Handbuch.

Machines ist ein Lern- und Visualisierungsprogramm für drei Teilbereiche der theoretischen Informatik:

- Automaten
- Reguläre Ausdrücke
- Grammatiken

Es wurde an der FH O/O/W in Emden entwickelt und im Januar 2003 mit der Version 1.0 fertiggestellt.

Machines soll Ihnen helfen, sich besser in der abstrakten Welt dieser Bereiche zurechtzufinden und logische Zusammenhänge für Sie verständlicher zu visualisieren. Es stellt die oben erwähnten theoretischen Elemente der Informatik graphisch dar und lässt zahlreiche Interaktionen zu, die es Ihnen ermöglichen sollen, mit möglichst wenig Aufwand die dahinter stehende Theorie zu verstehen.

Desweiteren bietet Ihnen Machines eine umfangreiche Java-Schnittstelle zur Implementierung und Erprobung eigener Algorithmen, die Sie zur Programmlaufzeit entwickeln, übersetzen und dynamisch Einbinden können.

Wir, das Entwickler-Team, haben viel Wert darauf gelegt, eine intuitive Bedienbarkeit des Programms zu erzielen und hoffen, dass Sie dieses Handbuch eher selten benötigen werden.

Falls es doch einmal vorkommen sollte, dass Sie sich nicht ganz sicher sind, wie der eine oder andere Vorgang aufgebaut ist, sollten Sie sich mit Hilfe des Inhaltsverzeichnisses in diesem Dokument schnell zurechtfinden.

Für nicht beantwortete Fragen, wenden Sie sich bitte an die folgende eMail-Adresse: asn.1@gmx.de

Wir wünschen Ihnen viel Spaß mit Machines!
Ihr Entwickler-Team

2 Systemvoraussetzungen

Machines ist unter allen Plattformen ausführbar, die über eine Java-VM (Virtuelle Maschine) von Sun ab der Version 1.4.0 verfügen: Windows 98/ME/NT/2000/XP, Linux, Mac-OSX, etc.

Bevor Sie also gleich mit der Installation von Machines fortfahren, müssen Sie erst Testen, ob Sie eine Java-VM auf Ihrem System installiert haben und falls ja, um welche Version es sich handelt:

Starten Sie eine Konsole auf Ihrem System und führen Sie den Befehl **java -version** aus. So wird Ihnen die Java-Version angezeigt. Ist diese älter als die Version 1.4.0, so müssen Sie Ihre Java-VM deinstallieren, um im nächsten Schritt eine aktuellere Version installieren zu können.

Falls Sie mit **java** eine Fehlermeldung über einen ungültigen Befehl erhalten, so befindet sich gar **keine** Java-VM auf Ihrem System.

Sun bietet zwei verschiedene Pakete von Java-Umgebungen: Zum Einen das JRE (Java Runtime Environment) und zum Anderen das JDK (Java Development Kit). Das JRE dient lediglich zur Ausführung von Java-Programmen und ist für gewöhnliche Programme sowie den Browser absolut ausreichend. Das JDK beinhaltet dagegen eine komplette Entwicklungsumgebung für Java, inklusive einem Compiler und jeder Menge Quelldateien.

Zur gewöhnlichen Programmbedienung von Machines reicht das JRE also aus, jedoch empfehlen wir dennoch, das komplette JDK zu installieren, da Sie nur so eigene Algorithmen mit Machines implementieren können. Mehr darüber finden Sie im Kapitel **Eigene Transformationen implementieren**.

Falls sich nun keine Java VM auf Ihrem System befindet, müssen Sie diese unbedingt **vor** der Installation von Machines installieren. Die für Machines ausreichende Java-VM Version 1.4.1 befindet sich auf Ihrer CD (Windows: jdk/windows, Linux: jdk/linux), die aktuellste Version der VM erhalten Sie auf der Internetseite von Sun (<http://java.sun.com>).

Unter Linux sollte noch beachtet werden, dass ein X-Server installiert sein muss, da Machines nur unter graphischer Oberfläche arbeitet.

Mit korrekter Systemumgebung steht Ihrer Installation bzw. Ausführung von Machines nichts mehr im Wege.

Anmerkung: Machines wurde unter Windows (98, NT, 2000, XP), Linux (Suse, RedHat) und Mac-OSX erfolgreich getestet.

Bekannte Fehler: Bei älteren Java-Versionen sowie einigen Linux-Distributionen kann es Probleme mit der Darstellung des Schriftsatzes geben (es werden keine Umlaute angezeigt, die Schrift ist zu breit etc.). Diese Fehler sind systemabhängig und treten bei den entsprechenden Umgebungen bei allen Java-Programmen auf. Sie können diese Fehler beheben, indem Sie die Java-VM aktualisieren oder Ihre font-properties anpassen. Näheres dazu finden Sie beim Troubleshooting von Sun (<http://java.sun.com>).

3 Installation und Programmstart

Vergewissern Sie sich, dass Ihr System die im vorherigen Kapitel erwähnten Voraussetzungen erfüllt.

Sie können Machines direkt von der CD starten oder es auf Ihre Festplatte installieren. Wir empfehlen jedoch eine Installation, da nur dann Ihre Einstellungen, die Sie in dem Programm vornehmen, gespeichert werden können.

Sie können Machines sowohl unter Windows als auch unter Linux bequem mit unserem Installer installieren. Unter MacOS-X sollte das Entpacken der Datei **install.zip** aus dem Unterverzeichnis **macosx** genügen, bei anderen Systemen müssen Sie den kompletten Inhalt des Verzeichnisses **/bin** in einen beliebigen Ordner kopieren und die Datei **machines.jar** von dort aus ausführen.

Falls Sie Machines direkt von CD starten möchten, müssen Sie die Datei **/bin/-machines.jar** auf der CD ausführen. Unter Windows genügt ein Doppelklick auf die Datei, unter Linux geschieht dies mit dem Befehl: **java -jar d:/bin/machines.jar** (falls d: der Laufwerksbuchstabe für das CD-ROM-Laufwerk ist).

3.1 Installation unter Windows

(Falls Sie an dieser Stelle in dieses Dokument einsteigen, lesen Sie bitte erst die Systemvoraussetzungen!)

Gewöhnlicherweise ist unter Windows die Autorun-Funktion für Ihr CD-Laufwerk aktiviert. Falls Sie diese nicht deaktiviert haben, startet die Installation automatisch nach Einlegen der CD.

Andernfalls müssen Sie die Installation manuell starten, indem Sie die Datei **install.exe** im Verzeichnis **windows** auf der CD starten.

Folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogramms. Die erforderlichen Dateien werden auf die Festplatte kopiert und die entsprechenden Icons erzeugt.

Nach der erfolgreichen Installation kann das Programm per Doppelklick auf das Icon **Machines** gestartet werden.

3.2 Installation unter Linux

(Falls Sie an dieser Stelle in dieses Dokument einsteigen, lesen Sie bitte erst die Systemvoraussetzungen!)

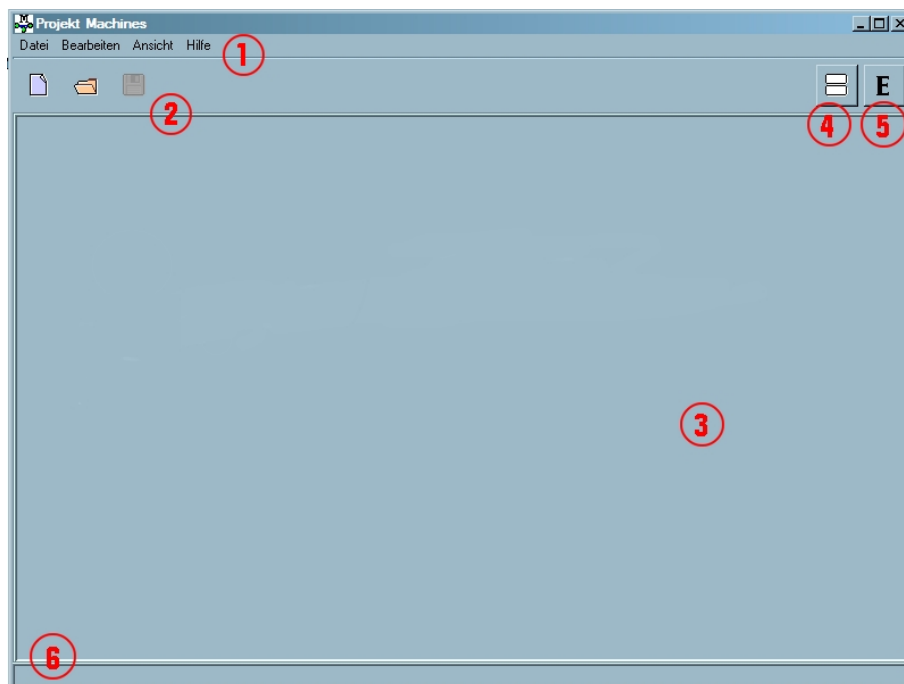
Sie starten die Installation, indem Sie die Datei **install.bin**, welche sich im Unterverzeichnis **linux** auf der CD befindet, ausführen. Bitte stellen Sie sicher, dass ein X-Server gestartet ist, da es sich um eine grafische Installationsumgebung handelt.

Die entsprechenden Dateien werden kopiert und zusätzlich ein Link mit dem Namen **machines** in Ihrem Home-Verzeichnis erzeugt, über den Sie das Programm starten können.

4 Die Oberfläche

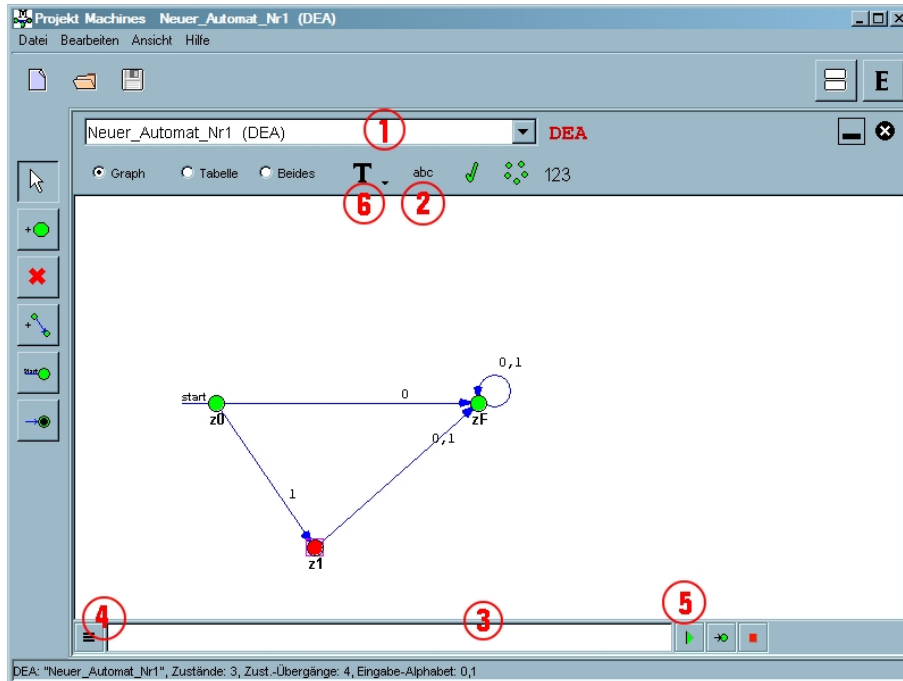
In diesem Teil des Handbuchs möchten wir Sie kurz mit dem Programm Machines vertraut machen. Wir zeigen Ihnen, wie es aufgebaut ist und wie Sie am schnellsten damit arbeiten können.

Beginnen wir mit der graphischen Oberfläche und ihrem Aufbau:



1. „Menüleiste“: Die Menüs sind an den Standard von Windows-Programmen angepasst. Sie sollten sich hier recht schnell zurechtfinden.
2. „Neu“: Dieser Button startet den Machines-Wizard, den wir im folgenden Kapitel genauer betrachten werden.
3. „Arbeitsfläche“: In diesem Bereich befinden sich die erstellten und geladenen Objekte (Automaten, reg. Ausdrücke, Grammatiken).
4. „Zweite-Ansicht“: Dieser Button dient dazu, zwei Objekte miteinander vergleichen und gleichzeitig bearbeiten zu können. Wir werden später näher darauf eingehen.
5. „Editor“: Dieser Button öffnet den internen Java-Editor, mit dessen Hilfe eigene Java-Algorithmen entworfen werden können. Auch dazu später mehr.
6. „Statusleite“: Hier sehen Sie die Eigenschaften eines Objektes, das Sie geladen haben.

Ist irgend ein Objekt geladen, so befinden sich -ganz gleich welcher Objekttyp- einige bestimmte Komponenten im Programmfenster:



1. **„Objekt-Liste“**: Hier wählen Sie eines Ihrer erzeugten und geöffneten Objekte aus, welches Sie anzeigen bzw. bearbeiten wollten. Durch einfachen Klick in diese Combo-Box können Sie zudem den Namen des Objektes verändern.
2. **„Alphabet einblenden“**: Dieser Button öffnet am rechten Fensterrand das Alphabet des Objektes. Durch Klick auf die einzelnen Elemente des Alphabetes lassen sich Worte erzeugen, die am unteren Fensterrand von dem Objekt verarbeitet werden können.
3. **„Eingabewort-Feld“**: In diesem Feld können Sie entweder ein Eingabewort selbst über die Tastatur eingeben oder Sie können es sich über das Alphabet (abc-Button) zusammenklicken. Ein Eingabewort kann später von dem Objekt auf Akzeptierung überprüft werden.
4. **„Eingabewort-Liste“**: Mit diesem Button können Sie die zuletzt erzeugten Eingabewörter wieder hervorrufen, um z.B. dasselbe Eingabewort bei zwei verschiedenen Objekten auszuprobieren. Die Länge dieser Liste kann in den Programmeinstellungen festgelegt werden.
5. **„Eingabewort überprüfen“**: Mit diesem Button können Sie das im Eingabewort-Feld stehende Wort von dem Objekt überprüfen lassen. Sie bekommen eine Meldung, ob das Eingabewort akzeptiert wird oder nicht.

6. „**Transformation ausführen**“: Als Alternative zum Menüpunkt **Bearbeiten -> Transformieren** kann über diesen Button zunächst eine Transformation ausgewählt (dies geschieht durch Klick auf das kleine Dreieck rechts unten im Button) und dann ausgeführt werden. Das Ergebnis dieser Transformation erscheint danach sofort auf der Arbeitsfläche. Falls Sie den Zwei-Fenster-Modus aktiviert haben (**F2**), erscheint das Transformationsergebnis in jeweils dem anderen Fenster, wo die Transformation veranlasst wurde.

5 Neue Objekte erzeugen - Machines Wizard

Nach dem ersten Programmstart werden wir nun ein neues Objekt, also einen Automaten, einen regulären Ausdruck oder eine Grammatik erzeugen. Die etwas umfangreiche Menge an Parametern und Informationen dieser Objekte soll für Sie Schritt für Schritt behandelt werden, damit sie Ihnen plausibel und übersichtlich bleibt.

Diese Schritte müssen Sie jedoch nicht in diesem Handbuch nachlesen, sondern können sie **interaktiv** in unserem **Machines Wizard** ausführen. Zur Erläuterung der Begriffe werden wir nun an dieser Stelle als Beispiel die Prozedur für die Erstellung eines nicht-deterministischen endlichen Automaten (NEA) durchgehen. Sie können dieses Kapitel gern überspringen, wenn Sie sich hier etwas „unterfordert“ fühlen :-).

Starten Sie den „Machines Wizard“, indem Sie im Menüpunkt **Datei** auf **Neu** oder auf den **Neu-Button** klicken.

Durch Klick auf den Button **Weiter** gelangen Sie zur ersten interaktiven Abfrage:

Was soll neu erzeugt werden?

Lassen Sie die Auswahl auf **Automat** und klicken Sie **Weiter**. In der Interaktion werden Sie gefragt:

Welcher Automaten-Typ?

Wählen Sie den **NEA** (nicht-deterministischen endlichen Automaten) aus und klicken Sie wieder auf **Weiter**.

Nun werden Sie nach dem **Alphabet** des Automaten gefragt. Jeder Automat, reguläre Ausdruck und jede Grammatik besitzt ein Alphabet. Dieses wird beim Erzeugen des Objektes angelegt und ist nicht mehr veränderbar, da Veränderungen zu Inkonsistenzen führen könnten. Wählen Sie also das komplette Alphabet aus, welches Ihrem Objekt angehören soll. Durch den Klick auf **Keine** wird die Auswahl gelöscht, mit **Alle** werden alle erlaubten Symbole dem Automaten zugeschrieben. Bitte beachten Sie, dass ein Alphabet per Definition niemals leer sein kann!

Häufig kommt es vor, dass für bestimmte Objekttypen (Automat, reg. Ausdruck, Grammatik) immer wieder dasselbe Eingabealphabet verwendet wird. Dieses lässt sich in den Programmeinstellungen als **Standard-Alphabet** speichern und an dieser Stelle über den Button **Standard** wieder aufrufen. Grundeinstellung für Standard ist „0,1“.

Klicken Sie auf **Weiter**, um fortzufahren. Schließlich folgt die Frage

Welche Bezeichnung?,

bei der Sie den NEA selbst und seinen ersten Zustand benennen müssen. Sie können einen beliebigen Namen für den Automaten wählen (**Wichtig: Der Name eines Objektes hat nichts mit dem Namen der Datei zu tun, in die es evtl. später gespeichert wird!**) und den Startzustand am besten bei **z0** belassen.

Da ein Automat per Definition immer mindestens einen Zustand haben muss, ist die Angabe des Startzustandes unumgänglich. Sein Name ist jedoch später jederzeit veränderbar (genauso wie der Name des Automaten).

Durch den Klick auf **Weiter** und dann auf **Fertig** wird der Automat erzeugt und angezeigt.

TIPP: Wie Sie sicherlich bemerkt haben, ist es schon in frühen Schritten möglich, den Button **Fertig** zu betätigen. Dies kann sehr nützlich sein, wenn Sie Schritte des Wizards abkürzen wollen. Der Machines Wizard verwendet dann für alle dahinterliegenden Abfragen die Standard-Einträge, die Sie zuvor in den Einstellungen vorbereitet haben. Somit können Sie noch schneller Objekte erzeugen.

6 Objekte bearbeiten

Nach dem Erstellen eines neuen Objektes wird es auf der Arbeitsfläche dargestellt. Dort kann es nun bearbeitet und visualisiert werden. Wie Sie konkret Ihre Automaten, regulären Ausdrücke und Grammatiken bearbeiten und handhaben können, soll in diesem Kapitel gezeigt werden.

6.1 Automaten

The screenshot shows the 'Projekt Machines' software interface for editing a finite automaton. The main window displays a state transition graph with three states: z_0 (start state), z_1 , and z_F . Transitions are labeled with 0 and 1. A table below the graph shows the transition logic.

Start	Zustand	Ende	0	1
<input checked="" type="radio"/>	z_0	<input type="checkbox"/>	z_F	z_1
<input type="radio"/>	z_F	<input type="checkbox"/>	z_F	z_F
<input type="radio"/>	z_1	<input checked="" type="checkbox"/>	z_F	z_F

The interface also includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Hilfe), a toolbar, and a status bar at the bottom showing 'DEA: "Neuer_Automat_Nr1", Zustände: 3, Zust.-Übergänge: 4, Eingabe-Alphabet: 0,1'.

Automaten können in verschiedenen Darstellungsformen angezeigt werden. Sie können über die Symbolleiste zwischen den folgenden drei Darstellungsvarianten wählen:


- Graph
- Tabelle
- Graph und Tabelle

Das Wechseln zwischen den Ansichten kann beliebig oft erfolgen. Das Bearbeiten des Automaten in der Tabellenform sollte weitestgehend selbsterklärend sein, die Handhabung des Graphen wird im Folgenden erläutert:

6.1.1 Allgemein

Die Entwicklungsumgebung für Automatengraphen bietet Ihnen immer mehrere Möglichkeiten, eine bestimmte Aktion durchzuführen. Einerseits befindet sich auf der linken Fensterseite eine zusätzliche **Toolbar** mit Befehlsmodi, ähnlich denen eines Zeichenprogramms. Andererseits gibt es die Möglichkeit, über die rechte Maustaste ein Kontextmenü zu öffnen, oder mittels der mittleren Maustaste häufig verwendete Operationen durchzuführen. Allgemein gilt:

- linke Maustaste + Steuerungstaste (CTRL/STRG) = Multiselect-Modus
- mittlere Maustaste = Hinzufügen-Modus
- linke Maustaste + Großschreibtaste (SHIFT) = mittlere Maustaste (falls Sie keine mittlere Maustaste haben)
- ESC = in den normalen Auswahl-Modus wechseln

Vergewissern Sie sich, dass das Symbol **Auswählen**  in der **linken** Toolbar aktiviert ist und klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Zustand. Wenn Sie beim Klicken die Steuerungstaste (STRG/CTRL) gedrückt halten, können Sie mehrere Zustände (ent-)markieren.

6.1.2 Zustand hinzufügen

Um einen neuen Zustand hinzuzufügen, haben Sie mehrere Möglichkeiten:

- Wählen Sie in der **linken** Toolbar das Symbol für einen neuen Zustand und klicken Sie an die Position, an der Sie den Zustand hinzufügen möchten.
- Klicken Sie mit der mittleren Maustaste an die Position, an der Sie den Zustand hinzufügen möchten.
- Klicken Sie im Auswählen-Modus mit der linken Maustaste bei gedrückter Grossschreibtaste (SHIFT) an die Position, an der Sie den Zustand hinzufügen möchten.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das freie Graphenfeld an die Position, an der Sie den Zustand hinzufügen möchten und wählen Sie „Zustand hinzufügen“ im Kontextmenü.

6.1.3 Zustände (automatisch) anordnen

Um die Zustände anzuordnen, können Sie sie durch klicken und ziehen an die gewünschte Position verschieben. Um die Zustände automatisch auszurichten, benutzen Sie das entsprechende Symbol aus der **oberen** Symbolleiste.

6.1.4 Zustand löschen

Um einen oder mehrere Zustände zu löschen, müssen Sie ihn bzw. sie alle (Multiselect mit STRG-Taste) markieren. Dann können Sie ihn/sie entweder mit der rechten Maustaste anklicken und im erscheinenden Kontextmenü „Löschen“ auswählen, oder Sie wählen in der **linken** Toolbar das Löschesymbol und klicken dann auf die Markierung(en).

6.1.5 Zustand umbenennen

Ein Zustand wird umbenannt, indem Sie entweder einen Doppelklick mit der linken Maustaste auf den Zustand ausführen oder ihn mit der rechten Maustaste anklicken und dann im Kontextmenü „Umbenennen“ auswählen.

6.1.6 Zustände neu durchnummerieren

Beispielsweise nach Transformationen bekommen Zustände oft unnötig verwirrende Namen, da diese automatisch generiert werden. Um seinen Automaten wieder besser lesbar zu machen, gibt es die Möglichkeit, alle Zustände wieder der Reihenfolge nach in die Standard-Namenform z_0 (Startzustand), z_1 , z_2 , z_3 ,..., zu bringen. Klicken Sie auf das entsprechende Symbol in der **oberen** Toolbar, um diese Funktion auszuführen.

6.1.7 Zustandsattribute (Start, Ende)

Markieren Sie den Zustand bzw. die Zustände. Klicken Sie nun entweder mit der rechten Maustaste auf die Markierung und wählen Sie dann im Kontextmenü das Attribut aus oder Sie verwenden die entsprechenden Symbole in der **linken** Toolbar.

6.1.8 Zustandsübergang hinzufügen

Um einen neuen Zustandsübergang hinzuzufügen, haben Sie mehrere Möglichkeiten:

- Wählen Sie in der Toolbar das Symbol für einen neuen Zustandsübergang aus und halten Sie die linke Maustaste auf den Quellzustand des Zustandsüberganges gedrückt, ziehen Sie den Mauspfel auf den Zielzustand und lassen Sie die Maustaste wieder los.
- Halten Sie die mittlere Maustaste (oder linke Maustaste + SHIFT) auf den Quellzustand des Zustandsüberganges gedrückt, ziehen Sie den Mauspfel auf den Zielzustand und lassen Sie die Maustaste wieder los.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das freie Graphenfeld und wählen Sie „Zustandsübergang hinzufügen“ im Kontextmenü.

6.1.9 Zustandsübergang markieren

Vergewissern Sie sich, dass das „Auswählen“-Symbol in der **linken** Toolbar aktiviert ist und klicken Sie mit der linken Taste **auf die Beschriftung** des Zustandsüberganges (**nicht auf den Pfeil**). Wenn Sie beim Klicken die Steuerungstaste (STRG/CTRL) gedrückt halten, können Sie mehrere Zustandsübergänge (ent-)markieren.

6.1.10 Zustandsübergang bearbeiten

Um die Zustandsübergangsmenge zu verändern, können Sie entweder durch einen Doppelklick (linke Maustaste) oder durch Markieren, dann Rechtsklick und im Kontextmenü „Bearbeiten“ auswählen, das Auswahlfenster für den Zustandübergang wieder anzeigen lassen. Klicken Sie **auf die Beschriftung** des Zustandsüberganges (**nicht auf den Pfeil**)!

Möchten Sie seinen Zielzustand ändern, dann halten Sie die linke Maustaste **auf der Beschriftung** des Zustandsüberganges gedrückt und ziehen ihn zu einem neuen Zielzustand.

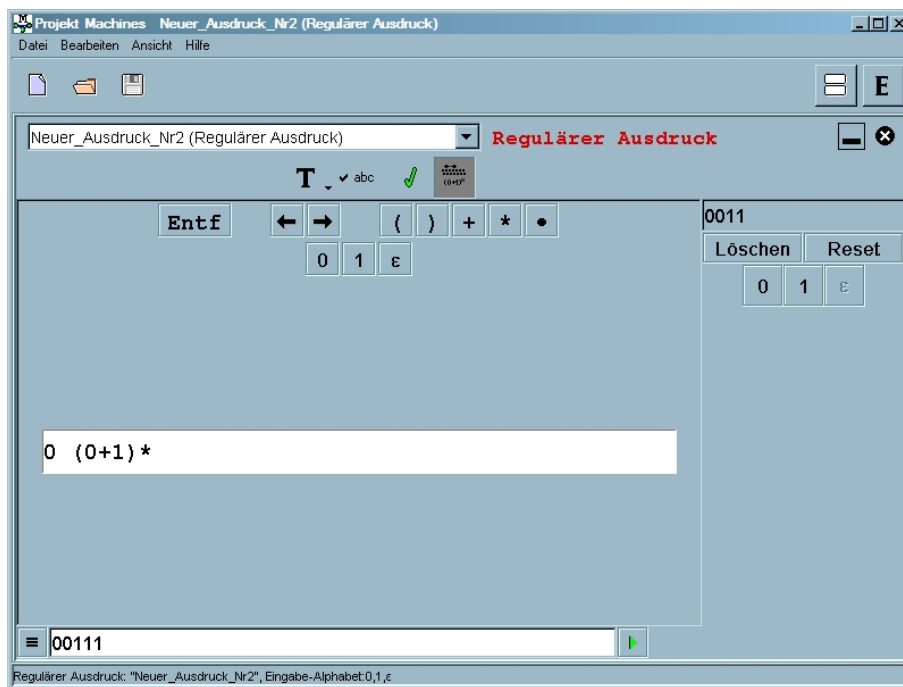
6.1.11 Zustandsübergang löschen

Um einen oder mehrere Zustandsübergänge zu löschen, müssen Sie ihn bzw. sie alle (Multiselect mit STRG-Taste) markieren. Dann können Sie ihn/sie entweder mit der rechten Maustaste anklicken und im erscheinenden Kontextmenü „Löschen“ auswählen, oder Sie wählen in der **linken** Toolbar das Löschesymbol und klicken auf die Markierung(en).

6.2 Reguläre Ausdrücke

Erlauben Sie uns an dieser Stelle eine kleine Anmerkung zu den Regulären Ausdrücken. Es sorgt immer wieder für Verwirrung und sollte deshalb hier noch einmal ausdrücklich erwähnt werden. Jeder regulärer Ausdruck besitzt ein Alphabet, welches **immer** das Symbol **EPSILON**, also das leere Wort beinhaltet. **Im Gegensatz zum NEA mit Epsilon-Übergang ist das leere Wort beim regulären Ausdruck also Bestandteil des Alphabetes.**

Sie werden das Epsilon im Machines Wizard bei der Angabe des Alphabets für Ihren regulären Ausdruck vergeblich suchen. Dies liegt daran, dass es in jedem Fall auszuwählen ist und daher nicht in die Liste der auswählbaren Alphabetsymbole passt.



Bei der Anzeige des Alphabets über den Alphabet-Einblenden-Button **abc** werden Sie das EPSILON natürlich finden.

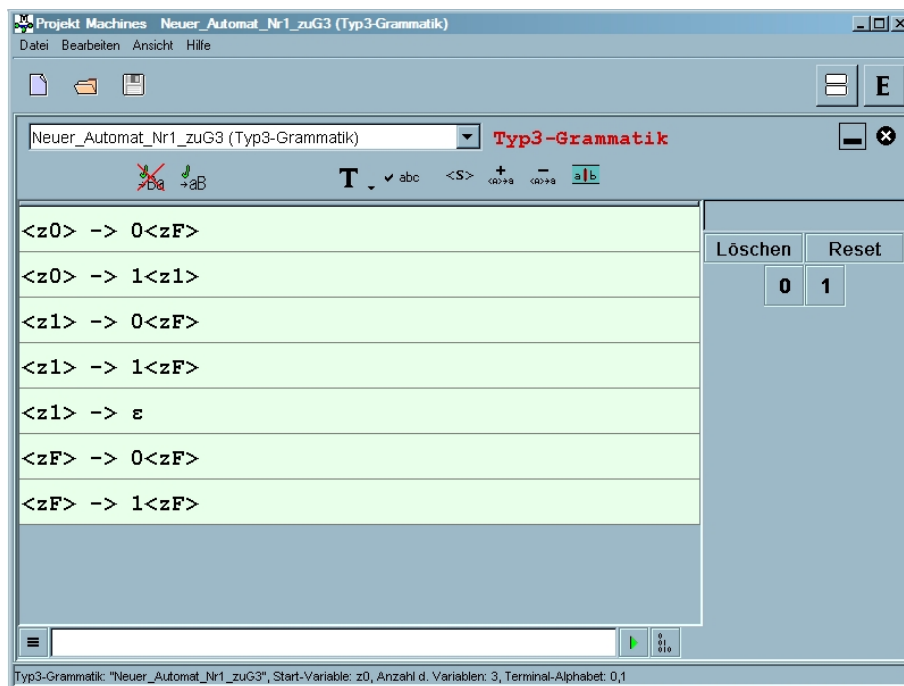
6.2.1 Reg. Ausdruck eingeben und bearbeiten

Geben Sie Ihren reg. Ausdruck einfach in das dafür vorgesehen Text-Feld ein. Falls Sie überprüfen möchten, ob Ihr regulärer Ausdruck korrekt ist, klicken Sie auf den Button **Konsistenz überprüfen**.

6.2.2 Bearbeitungshilfe aktivieren

Klicken Sie auf den Button **Symbole zum Bearbeiten einblenden**, um die Bearbeitungssymbole zu erhalten. Dort können Sie auf die entsprechenden Buttons klicken, um Ihren regulären Ausdruck zu bearbeiten.

6.3 Grammatiken



Die Grammatik wird in Form einer Liste dargestellt, in der die Produktionen angezeigt werden. Sie können sowohl in der Lang- als auch in der Kurzform angezeigt werden und sind alphabetisch sortiert.

Die Produktionen, mit der Startvariablen auf der linken Seite, befinden sich immer ganz oben.

6.3.1 Produktion hinzufügen

Um eine Produktion hinzuzufügen, können Sie entweder von der letzten Produktion ausgehend die Taste **TAB** drücken oder in der **oberen** Toolbar den Button **Neue Produktion einfügen** drücken. Es erscheint eine neue Produktion, die nun bearbeitet werden kann.

6.3.2 Produktion bearbeiten

Sie gelangen in den Bearbeiten-Modus, indem Sie auf eine Produktion doppelklicken (linke Maustaste). Dann können Sie entweder (bei eingeschalteten Bearbeitungssymbolen) ihre Produktion zusammenklicken oder sie einfach über die Tastatur eingeben.

Schreiben Sie um jede Variable spitze Klammern (<,>) und die Terminale direkt ohne weitere Kennzeichnung in die Produktion. Beim ersten Verwenden einer neuen Variablen wird diese automatisch zur Variablenliste der Grammatik hinzugefügt. Löschen Sie die Produktion, die als letztes eine bestimmte Variable verwendet, so wird diese Variable wieder aus der Variablenliste der Grammatik entfernt.

Bitte beachten Sie, dass Terminale **nicht** automatisch hinzugefügt bzw. entfernt werden, da das Terminalalphabet unveränderbar ist. Dies ist nötig, um eventuelle Inkonsistenzen zu vermeiden.

Der Produktionspfeil besteht aus einem Minus und einer spitzen schließenden Klammer (->). Leerzeichen können beliebig gesetzt werden, wobei natürlich <A> **nicht gleich** <A > ist. Falls Sie die Produktionen in Kurzform schreiben möchten, verwenden Sie bitte den senkrechten Trennstrich (|).

Eine durchaus gültige Produktion könnte z.B. so aussehen:

$$\langle A \rangle \rightarrow 0 \langle C \rangle \mid 1 \langle B \rangle$$

6.3.3 Produktion löschen

Das Löschen einer Produktion funktioniert über zwei Möglichkeiten. Entweder, Sie markieren die zu löschende Produktion durch einen einfachen Klick mit der linken Maustaste (die Produktion erhält einen roten Rahmen) und klicken dann in der oberen Toolbar auf den Button **Ausgewählte Produktion löschen**, oder Sie starten per Doppelklick den Bearbeiten-Modus und löschen einfach mit der Backspace-Taste auf der Tastatur die komplette Produktion und bestätigen mit der Enter-Taste.

6.3.4 Startvariable wählen

Beim Erzeugen der Grammatik wurde im letzten Schritt des Machines Wizards die Startvariable der Grammatik angegeben. Diese kann geändert werden, sofern es mindestens eine Produktion in der Grammatik gibt, die die neue Startvariable **alleinstehend** auf der linken Seite beinhaltet.

Klicken Sie dazu in der oberen Toolbar auf den Button **Startvariable ändern** und wählen Sie die neue Startvariable aus.

Alle Produktionen mit der Startvariablen auf der linken Seite werden nun in der Produktionenliste nach oben sortiert.

6.3.5 Kurzansicht aktivieren

Klicken Sie auf den Button **Produktionsliste in Kurzform**, um die Produktionen in der Liste in der Form

$$\dots \rightarrow \dots \mid \dots \mid \dots$$

anzeigen zu lassen.

7 Objekte anwenden

Wenn Sie mit dem Bearbeiten des Objektes fertig sind, können Sie nun damit arbeiten. Das bedeutet, dass Sie es Eingabewörter überprüfen lassen und bei den Grammatiken sogar solche generieren lassen können.

7.1 Automat durchlaufen: Eingabewort überprüfen

Es gibt bei den Automaten zwei verschiedene Varianten, ein Eingabewort zu überprüfen. Zum Einen können Sie schnell, d.h. mit einem Klick, überprüfen, ob der Automat das von Ihnen eingegebene Wort akzeptiert, zum Anderen können Sie das Eingabewort schrittweise (d.h. Symbolweise) in den Automaten geben, der Ihnen dann in seiner Graphen- oder Tabellenform anzeigt, welche Zustände er bei jedem Schritt passiert.

Um ein Eingabewort komplett oder schrittweise zu überprüfen, können Sie dieses entweder unten im Eingabewort-Feld von der Tastatur aus eingeben oder es sich mit Hilfe des Alphabets (es wird über den Button **abc** angezeigt) zusammenklicken. Desweiteren können Sie es auch in der Wort-Liste links neben dem Eingabefeld auswählen, sofern Sie es bereits vorher schon eingegeben hatten.

Klicken Sie nach der Worteingabe auf den Button **Eingabe überprüfen**, wenn Sie das Prüfergebnis ohne Zwischenschritte präsentiert bekommen möchten.

Für ein schrittweises Durchlaufen des Automaten befindet sich der Button **Einzel-schritt - Durchlauf** direkt daneben. Mit dem roten Button **Reset** können Sie den Automaten beim Einzelschritt - Durchlauf in seinen Grundzustand zurücksetzen. Wenn Sie während des Einzelschritt-Durchlaufes einen bzw. mehrere Zustände markieren, arbeitet der Automat als wäre er in diesen Zuständen und verarbeitet von dort ausgehend das Eingabewort weiter. Dies kann beim Debuggen eine nützliche Funktion sein.

Bei der Eingabe von Tastatur und Listenauswahl kann es passieren, dass Sie Symbole verwenden, die nicht im Alphabet des Automaten vorkommen. Dann liefert Ihnen der Automat natürlich die Antwort, dass er das Wort nicht akzeptiert.

7.2 Eingabewort für Grammatik oder regulären Ausdruck überprüfen

Ähnlich wie bei den Automaten können Sie bei Grammatiken und regulären Ausdrücken überprüfen lassen, ob Ihr Objekt ein Eingabewort akzeptiert. Um diese

Überprüfung durchzuführen, können Sie das Eingabewort (wie bei den Automaten) entweder unten im Eingabewort - Feld von der Tastatur aus eingeben oder es sich mit Hilfe des Alphabets (es wird über den Button **abc** angezeigt) zusammenklicken. Desweiteren können Sie es auch in der Wort-Liste links neben dem Eingabefeld auswählen, sofern Sie es bereits vorher schon eingegeben hatten.

Klicken Sie nach der Worteingabe auf den Button **Eingabe überprüfen**, um eine Wortüberprüfung durchzuführen.

Bei der Eingabe von Tastatur und Listenauswahl kann es passieren, dass Sie Symbole verwenden, die nicht im Alphabet des regulären Ausdrucks bzw. der Grammatik vorkommen. Dann liefert Ihnen Ihr Objekt natürlich die Antwort, dass es das Wort nicht akzeptiert.

7.3 Wörter von einer Grammatik erzeugen lassen

Klicken Sie auf den Button **Beispielwörter generieren** rechts unten neben dem Button für die Wortüberprüfung. Geben Sie die maximale Wortlänge und die maximale Wortanzahl an. Bei Typ3- und Typ2-Grammatiken können Sie für die Anzahl der Wörter **alle** auswählen. Typ0- und Typ1-Grammatiken können nicht immer mit absoluter Sicherheit sagen, ob sie schon alle Wörter gefunden haben, da ihre Wortlänge bei der Generierung nicht monoton wachsend ist.

Wenn Sie auf **Generiere!** klicken, erscheinen die generierten Wörter in der Liste darunter.

Wichtig: Wählen Sie keine zu große Wortlänge, da der Algorithmus unter Umständen Jahrelang rechnen könnte. Ein kleines Rechenbeispiel: Wenn Ihre Grammatik z.B. die Menge aller Wörter generiert, die auf 0 enden, so werden bei einer Wortlänge von 10 genau 1023 Wörter erzeugt. Bei einer Wortlänge von 11 sind es schon 2047 und bei 50 muss der arme Rechner 1125899906842623 Wörter finden, in einer Liste abgleichen und ausgeben. Seien Sie also etwas vorsichtig mit der Wortgenerierung. Leichtsinn wird hier schnell bestraft :-).

8 Objekte laden und speichern

Objekte können in Dateien gespeichert und später wieder geladen werden. Machines stellt selbständig fest, ob ein Objekt seit dem letzten Speichern verändert wurde, und lässt einen Speichervorgang nur dann zu, wenn wirklich eine Veränderung stattgefunden hat. Sie erkennen dies daran, dass nach jeder Veränderung das Symbol bzw. der Menüpunkt **Speichern** auswählbar ist.

Wählen Sie im Menü **Datei** dementsprechend **Speichern** bzw. **Öffnen** aus.

9 Objekte exportieren

Wenn Sie Objekte ausdrucken oder mit anderen Programmen als Machines betrachten möchten, können Sie sie in bestimmte Dateiformate exportieren. Führen Sie im Menü **Datei -> Exportieren** aus, während Ihr zu exportierendes Objekt auf der Arbeitsfläche liegt. Wählen Sie nun das gewünschte Exportformat in dem erscheinenden Dialogfenster aus und klicken Sie auf **Exportieren**.

Automaten:

- Graph zu JPG (Bild-Datei)
- Tabelle zu JPG (Bild-Datei)
- Tabelle zu CSV (Zeichenseparierte Textdatei z.B. für Excel)
- Tabelle zu TXT (Tabulator-separierte Textdatei)

Reguläre Ausdrücke:

- Ausdruck zu TXT (Tabulator-separierte Textdatei)

Grammatiken:

- Tabelle zu CSV (Zeichenseparierte Textdatei z.B. für Excel)
- Tabelle zu TXT (Tabulator-separierte Textdatei)

10 Objekte transformieren

Führen Sie im Menü unter **Bearbeiten** -> **Transformieren** -> ... die gewünschte Transformation aus oder auf wählen Sie ihre Transformation mit dem kleinen Dreieck des T-Buttons aus und klicken Sie anschließend auf den T-Button.

Die Transformation wird jetzt ausgeführt.

11 Eigene Transformationen implementieren

11.1 Einleitung

Machines bietet eine umfangreiche Schnittstelle zur Realisierung eigener Algorithmen für die Transformation von Objekten. Es besitzt einen eigenen syntaxhighlightenden Editor, in dem Programmteile in Java von Sun (<http://www.sun.com>) geschrieben und übersetzt werden können. Desweiteren erhält der Programmierer Zugriff auf alle Objekttypen (Automaten, reg. Ausdrücke, Grammatiken), die er in seinen Algorithmen verwenden und mit Hilfe von Machines graphisch darstellen kann.

Es ist beispielsweise möglich, einen eigenen Minimierungsalgorithmus für DEAs (deterministische endliche Automaten) mit Hilfe von Machines zu entwickeln und zu testen, der zur Laufzeit geschrieben und mit nur einem Klick übersetzt und dynamisch eingebunden wird, um dann ausgeführt werden zu können. Wie dies genau funktioniert, wird in diesem Kapitel erläutert.

11.2 Systemtest

Zunächst muss jedoch sichergestellt sein, dass alle Systemvoraussetzungen erfüllt sind. Denn ohne Compiler beispielsweise kann Machines keinen Code übersetzen.

Stellen Sie sicher, dass Sie das JDK (Java Development Kit) (siehe Kapitel **Systemvoraussetzungen**) ab der Version 1.4.0 installiert haben:

Starten Sie eine Konsole auf Ihrem System und führen Sie den Befehl **java -version** aus. So wird Ihnen die Java-Version angezeigt. Falls die Version älter als 1.4.0 ist, können wir nicht garantieren, dass das Einbinden eigener Algorithmen in Machines fehlerfrei funktioniert. Geben Sie nun den Befehl **javac -help** ein. Falls sich nun der Java-Compiler (javac) meldet, ist alles in Ordnung und Sie können zu dem Kapitel **Editor starten** wechseln.

Falls Sie mit **javac** eine Fehlermeldung über einen ungültigen Befehl erhalten, so haben Sie entweder nicht das JDK sondern nur das JRE (Java Runtime Environment)

ohne Compiler installiert, oder Ihrem System fehlt die Pfadangabe zu dem Verzeichnis, in dem sich der Compiler befindet. **Sie müssen dieses Problem unbedingt beheben, da Sie ansonsten keinen Javacode mit Machines übersetzen können!** Meist handelt es sich um den genannten Pfadfehler, daher soll die Korrektur dieses Problems kurz erläutert werden:

Suchen Sie die Datei **javac** bzw. **javac.exe** auf Ihrem System. Sie befindet sich in einem Unterverzeichnis **/bin/**. Wenn Sie sie nicht finden, haben Sie auch ganz sicher nicht das JDK installiert, welches Sie unbedingt benötigen.

Wenn Sie die Datei gefunden haben, setzen Sie einen Pfad in Ihrem System zu dem Verzeichnis, in dem diese Datei liegt. Wiederholen Sie den o.g. Systemtest. Das Problem sollte nun behoben sein.

Weitere Hinweise zur korrekten Einrichtung des JDK finden Sie auf <http://java.sun.com>. Wiederholen Sie die im vorherigen Absatz erläuterte Systemtest-Prozedur bis sie erfolgreich ist.

Sie finden die derzeit aktuellste Version vom JDK auf der Internetseite der Firma Sun (<http://java.sun.com>). Eine für dieses Programm ausreichende Version des JDKs befindet sich ebenfalls auf der mitgelieferten CD.

11.3 Editor starten

Starten Sie den Editor in Machines durch Klick auf den Button **E** rechts oben im Programmfenster oder durch Drücken der Funktionstaste F3. Laden Sie nun eine Vorlage des gewünschten Transformationsobjektes über das Menü des Editors: **Datei -> Vorlage laden für... -> [Objekttyp]**. Der Objekttyp ist z.B. **NEA**, wenn Sie eine NEA-zu-DEA-Transformation schreiben möchten. Durch die Vorlage sehen Sie bereits die Programmierstruktur, die wir Ihnen an dieser Stelle ausführlich beschreiben werden.

11.4 Die Java-Umgebung von Machines

Um eine NEA-zu-DEA-Transformation zu schreiben, könnte ein einfaches Programm-skelett so aussehen:

```
import machine.*;
import regexpression.*;
import grammar.*;

public class NEATransformationen
{

    public static DFA meineNEAzudeATransformation(NFA nea)
    {
    }

}
```

Bitte Beachten Sie folgende Anweisungen:

- Importieren Sie
 - machine.*
 - grammar.*
 - regexpression.*

damit Sie auf alle Objekte in Ihrem Code zugreifen können.

- Sie benötigen nun eine Klasse für Ihren Algorithmus bzw. Ihre Algorithmen. Der Name dieser Klasse kann beliebig gewählt werden, jedoch muss sie in eine Datei mit demselben Namen gespeichert werden.
- Die **Klasse** muss **public** sein!
- In einer Klasse können beliebig viele Transformationsmethoden liegen, die auch beliebige Objekte transformieren können. Es kann also problemlos eine Klasse "MeineTransformationen" verwendet werden, die mehrere verschiedene Transformationsalgorithmen (NEA->DEA, NEA->Typ3Grammatik, etc.) beinhaltet.
- Der Name der Transformationsmethoden kann beliebig gewählt werden.
- Jede **Transformations-Methode** muss **public** und **static** sein.

- Jede **Transformations-Methode** muss **genau einen Eingabeparameter** besitzen. Der Typ dieses Parameters legt fest, welches Objekt diese Methode transformiert.
- Jede **Transformations-Methode** muss **einen Rückgabeparameter** besitzen. Der Typ dieses Parameters legt fest, welches Objekt diese Methode bei der Transformation erzeugt.

Nun können Sie nach den Java-Regeln Ihren Code schreiben. Sie haben eine volle Unterstützung des installierten JDKs und können somit auf all seine Standard-Klassen zugreifen. Falls Sie den System.out-Stream verwenden (z.B. System.out.println("test")), so erscheint bei der Ausführung des Algorithmus' ein Ausgabefenster. Dies kann für das Debuggen eine sehr nützliche Hilfe sein.

11.5 Algorithmus testen und einbinden (Erzeugen)

Wenn Sie den Code fertig haben oder zwischendurch testen wollen, dann müssen Sie ihn übersetzen. Dies geschieht mit dem Menüpunkt **Erzeugen -> Transformationen einbinden** bzw. mit der Tastenkombination **STRG + F9**. Nun wird der Code übersetzt und dynamisch in das Programm eingebunden. Vor dem ersten Erzeugen muss noch eine der Klasse gleichnamige Java-Datei angegeben werden, damit der Code vor jedem Übersetzen gespeichert werden kann.

Wichtig: Mit jedem Erzeugen werden die eigenen Algorithmen, die zuvor erzeugt wurden, wieder aus dem Speicher gelöscht und sind solange nicht mehr verfügbar, wie sie nicht wieder erzeugt werden. Möchten Sie mehrere Algorithmen verwenden, ohne sie zwischendurch einzeln neu zu erzeugen, müssen Sie sie alle in eine Klasse legen.

11.6 Eigene Transformation ausführen

Wenn das Erzeugen erfolgreich war, dann befinden sich Ihre Transformationen in der Transformationenliste von Machines. Haben Sie beispielweise eine NEA->DEA-Transformation geschrieben, so befindet sich Ihre Transformation (erkennbar am Namen der Transformationsmethode) zur Auswahl bei den Transformationen, sofern Sie einen NEA geladen haben (wichtig!).

Bitte bedenken Sie, dass Sie immer nur die Transformationen angezeigt bekommen, die auf das jeweilige geladene Objekt anzuwenden sind. Falls Sie also eine NEA->DEA-Transformation schreiben und ein Grammatik-Objekt geladen haben, so werden Sie Ihre Transformation vergeblich suchen. Sobald Sie jedoch einen NEA geladen haben, wird Ihre Transformation auswählbar sein.

Schließen Sie den Editor. Stellen Sie sicher, dass Sie ein Objekt des Typen geladen haben, welches Ihre Transformation benötigt. Klicken Sie im Menü auf **Bearbeiten** -> **Transformieren** -> **meineTransformation** oder wählen Sie ihre Transformation mit dem kleinen Dreieck des T-Buttons aus (dann wird T-Button wird jetzt grün und Sie müssen auf ihn klicken).

Ihre Transformation wird jetzt ausgeführt.