FAKULTÄT FÜR BAUINGENIEUR- UND VERMESSUNGSWESEN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Bachelor Thesis in Computation in Engineering

Visualisierung und Aufbereitung von Gebäudestrukturen für Personenstromsimulationen

Bearbeiter: Martin Margreiter

Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr. rer. nat. Ernst Rank

Betreuer TUM: Dr.-Ing. André Borrmann

Betreuer Siemens: Dr. Wolfram Klein

Abgabetermin: 30.11.2008

- **Aufgabenstellung**

Technische Universität München
Chair for Computation in Engineering

Prof. Dr. rer. nat Ernst Rank

Bachelor-Arbeit SS08

Visualisierung und Aufbereitung von Gebäudestrukturen für Personenstromsimulationen

Bearbeiter: Margreiter Martin
Betreuer: Dr.-Ing. André Borrmann

- Entwicklung eines Java-Programms ('SinoGen') zur Erstellung, Visualisierung und Bearbeitung von Gebäude- und Szenario-Daten in Extensible Markup Language (XML) zur Personensimulation im Rahmen des SinoSim-Forschungsprojekts der Siemens AG

- Quelltext-Dokumentation des SinoGen

- Erstellung einer Bedienungsanleitung und Beschreibung des SinoGen

- Darlegung der Möglichkeiten der Verwendung von standardisierten zweidimensionalen CAD-und Vektor-Formaten (DXF) als Grundlage für Szenario-Daten des SinoSim-Projektes der Siemens AG

- Implementierung eines DXF-Parsers für den Import von Gebäudestrukturdaten in den SinoGen

- **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ein Programm zum Entwurf und nachträglichen Bearbeiten von zweidimensionalen Szenarien für die Simulation von Personenströmen entwickelt. Mit Hilfe dieses sogenannten SinoGen-Generators kann der Benutzer durch grafische Eingabe neue Topografien erstellen und diese im für die weitere Simulation benötigten XML-Dateiformat abspeichern.

Ein besonderes Augenmerk lag hierbei auf den Möglichkeiten eines Imports und Interpretierens von bereits vorhandenen CAD-Geometriedaten im DXF-Dateiformat durch das SinoGen-Tool. Hierzu wurde weiterhin ein DXF-Parser entwickelt, der innerhalb des Programms einfache zweidimensionale geometrische Elemente aus einer CAD-Zeichnung auslesen kann, um sie anschließend maßstabsgetreu für die weiterführende Personenstromsimulationen verwenden zu können.

Neben dem Einlesen von bereits existierenden Informationen über eine zu simulierende Umgebung sollte das Programm die Möglichkeit bieten neue Elemente hinzuzufügen. Für eine Simulation benötigt wurden unter anderem Quellen, die neue Fußgänger generieren und Ziele, die Personen nach ihrem vollständig simulierten Gehweg aus der Topografie wieder entfernen. Des Weiteren bestand der Bedarf nach Hindernissen sowie Fußgänger-Ansammlungen, die eine zu Beginn einer Simulation vorhandene größere Anzahl an dicht gedrängten Menschen darstellt.

- **Abstract**

Within the scope of this bachelor thesis a program was developed for designing and subsequently editing two-dimensional scenarios for a simulation of critical crowd. With the aid of this so-called SinoGen generator and its graphical interface a user can create new topography files and save them in the required file format XML for a subsequent simulation.

Special attention was paid to the possibility of importing and analyzing an existing CAD geometry in the DXF file format by the SinoGen tool. For this purpose a DXF parser was developed for picking simple two-dimensional geometric elements from a CAD drawing and for using them true to scale in a simulation of crowds.

Besides the reading of existing information on simulating an environment, the program should provide the opportunity to add new elements. Needed for a simulation are inter alia sources, to generate new pedestrian and targets, to remove persons from the topograhy again, after a fully simulated sidewalk. In addition, there was a need for obstacles and so-called pedestrian blocks representing a large number of crowded people at the beginning of a simulation.

Inhaltsverzeichnis

1 Das DXF-Format als Grundlage für Szenarien.....6

1.1 Motivation und Integration in SinoGen.....6

1.2 Allgemeines zum DXF-Format.....8

1.3 Struktur einer DXF-Datei.....9

1.4 Die unterschiedlichen Sektionen.....11

1.5 Strukturierung der Sektion ENTITIES.....13

1.5.1 Das Punkt-Objekt.....15
1.5.2 Das Linien-Objekt.....16
1.5.3 Das Polylinien- / Rechteck- / Polygon-Objekt.....17
1.5.4 Das LW-Polylinien-Objekt.....21
1.5.5 Das Kreis-Objekt.....23
1.5.6 Das Kreisbogen-Objekt.....24

2 Funktionalität und Bedienung des Generators.....26

2.1 Allgemeines und Erscheinungsbild.....26

2.2 Grundsätzliche XML-Daten.....28

2.3 'file'-Menü.....30

2.4 'add elements'-Menü.....34

2.5 'change elements'-Menü.....44

2.6 'view'-Menü.....52

2.7 'external tools'-Menü.....56

2.8 'information'-Menü.....59

3 Anhang.....63

3.1 Abbildungsverzeichnis.....63

3.2 Tabellenverzeichnis.....64

3.3 Erklärung.....65

1 Das DXF-Format als Grundlage für Szenarien

1.1 Motivation und Integration in SinoGen

Im Zuge der ständigen Weiterentwicklung des SinoSim Simulators für Personenströme, wurden auch die Anforderungen an eine einfache, unkomplizierte und vor allem schnelle und effiziente Methode zur Erstellung von so genannten 'Szenarien' deutlich. Da die aktuellen Daten der zu simulierenden Umgebung ausschließlich im XML-Format (Extensible Markup Language) im SinoSim einzulesen sind und der Dateninhalt dieses Formats zwar relativ übersichtlich und vor allem strukturiert aufgebaut, aber dennoch mühselig über die manuelle Eingabe von Koordinaten zu editieren ist, wurde ziemlich bald die Notwendigkeit einer, zumindest zwischenzeitlichen, Lösung erkannt und konkretisiert. Der daraufhin auch im Zuge dieser Bachelorarbeit entwickelte Generator für Szenario-Daten zur Simulation von Personenströmen, oder auch SinoGen, ermöglicht die grafische Eingabe von Gebäudestrukturen sowie anderer Simulations-relevanter Daten und deren Konvertierung in das benötigte XML-Format.

Der weitere Schritt zum Einlesen von Computer Aided Design (CAD) Daten, um in Zukunft auch reale Gebäudedaten einlesen und simulieren zu können, war bereits früh absehbar. Grundlegend stehen hierfür eine Reihe von unterschiedlichen Formaten zur Verfügung, die zweidimensionale Gebäudestrukturen aus CAD-Zeichenprogrammen digital verwalten können.

Zu nennen wäre hier das durch die Firma AutoDesk, und deren Zugpferd im Bereich des Computer Aided Design: AutoCAD, mittlerweile am weitesten verbreitete CAD-Format DWG (Drawing). Dieses 1982 lizenzierte Dateiformat wird inzwischen ebenfalls von einer Vielzahl weiterer Anbieter professioneller CAD-Lösungen unterstützt, hat jedoch den großen Nachteil, dass es nicht offen dokumentiert ist und dadurch für einen einfach zu realisierenden Import in das SinoGen-Tool ausscheidet.

Parallel zur Entwicklung von DWG stand damals die Entwicklung des DXF-Formats, ebenfalls durch die Firma AutoDesk. Im Gegensatz zu diesem wurde DXF jedoch fast von Beginn an öffentlich spezifiziert und bietet damit die Möglichkeit eines exakten Einlesens aller relevanten geometrischen Szenarien-Daten für den Generator. Auch wenn das DXF-Format inzwischen rapide an genereller Bedeutung für den Austausch von Informationen im Bereich des Computer Aided Design verliert, da die Darstellung komplexerer, vor allem dreidimensionaler Objekttypen nicht dokumentiert ist[1], bietet es sich dennoch in diesem Fall für den Import an. Alle gängigen CAD-Programme bieten DXF, trotz der rückläufigen Signifikanz, weiterhin als Datentyp an, wodurch es

1 vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD_DXF

heutzutage immer noch möglich ist, fast alle zweidimensionalen Zeichnungen ohne große Umstände in dieses Format zu exportieren. Dieser Umstand und die weitgehend gute Dokumentation dieses trotz allem wohl noch am verbreitetsten, offenen CAD-Format, hat dazu geführt, dieses im Rahmen dieser Arbeit näher zu beleuchten.

Weitere Formate, die an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben dürfen, wären IGES sowie IFC. Der Dateityp Industry Foundation Classes (IFC) ist ein seit 1995 existierender, ebenfalls offener Standard für den Austausch von Daten in der Baubranche. Entwickelt von der weltweit agierenden IAI (Industrie Allianz für Interoperabilität)[2], hat dieses Format zwar inzwischen eine große Resonanz erhalten, zielt jedoch eher auf die dreidimensionale Detailplanung zwischen allen Baugewerken, vor allem der Haustechnik. Diese Wegentwicklung von den für das SinoGen Projekt relevanten, einfachen, zweidimensionalen Grundriss-Daten und die im Gegensatz zu DXF doch eher mäßige Verbreitung, stellen dieses Format eher in den Hintergrund, ebenso wie das IGES-Dateiformat. Initial Graphics Exchange Specification, kurz IGES, stellt ebenfalls ein neutrales, herstellerunabhängiges CAD-Format dar. Es wird jedoch vornehmlich in der Maschinenbau-Branche verwendet, insbesondere im Bereich des Flugzeugbaus und der Rüstungsindustrie[3], weshalb eine Verwendung für den Import in das SinoGen-Tool als nicht relevant anzusehen ist.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird deshalb auf die Möglichkeit eingegangen, aus zweidimensionalen Grundriss-Zeichnungen im DXF-Format Gebäudestrukturen, die im Zuge des SinoGen-Tools weitestgehend als 'Hindernisse' bezeichnet werden, zu erkennen und zu importieren. Weiterhin diese grafisch im SinoGen-Porgramm darzustellen und zu bearbeiten und anschließend zu konvertieren, in das für die Simulation mit SinoSim benötigte XML-Format. Im Speziellen wird vorausgesetzt, dass sich diese zweidimensionalen Strukturen vorsorglich aus geometrischen Basis-Strukturen wie Punkten, Linien und Polygonen zusammensetzen. Zusätzlich werden auch die geometrischen Objekte Kreis und Bogen näher bleuchtet, die der SinoGen jedoch noch nicht importiert, da in der aktuellen Version des SinoSim eine Simulation von runden Hindernissen nicht vorgesehen ist und durch Kreis-ähnliche Polygone modelliert werden kann.

2 vgl. http://www.ihks-fachjournal.de/opener.engine.php?file=IFC_Austauschformat_fuer_die_TGA&issue=2006_2007
3 vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/IGES

1.2 Allgemeines zum DXF-Format

DXF (Drawing Interchange Format) ist ein von der amerikanischen Firma Autodesk entwickeltes, offenes Format zum Austausch von Daten aus CAD-Zeichnungen. Eingeführt wurde dieses Format im Dezember 1982 als Teil des inzwischen weit verbreiteten Grafikprogramms AutoCAD der Firma Autodesk[4]. Zusammen mit dem allerdings proprietären Grafikformat DWG (Drawing), das ebenfalls von der Firma Autodesk lizenziert und entwickelt wurde, stellen diese beiden die gängigsten Austausch-Formate für aktuelle CAD-Programme dar.

Der große Vorteil von DXF ist die offene Dokumentation und Spezifikation des Formats, die es ermöglicht, DXF-Dateien in jedem gängigen Texteditor als Reintext im Binär- oder ASCII-Standard darzustellen[5]. Eben diese uncodierte und frei lesbare Darstellungsform der Grafikdaten einer Zeichnung ist ideal geeignet für das Einlesen, die Bearbeitung und auch die Ausgabe dieses Dateiformats durch externe Programme, wie den in dieser Bachelorarbeit erstellten SinoGen Szenario-Generator für Personenstrom-Simulationen.

4 vgl. http://en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD_DXF
5 vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/DXF

1.3 Struktur einer DXF-Datei

Der Inhalt einer DXF-Datei unterliegt strikten grundlegenden Vorgaben den Aufbau und die Struktur der Datenelemente betreffend. Im Zuge der stetig wachsenden Anforderungen an Grafikprogramme und deren daraus resultierenden ständigen Weiterentwicklung, durchlebte auch das DXF-Format bis zur heutigen Zeit viele Ergänzungen seit seiner Veröffentlichung vor 26 Jahren. Die damals gültige Strukturierung der Inhalte ist allerdings dank vollständiger Abwärtskompatibilität aller inzwischen neu eingeführter DXF-Standards weiterhin völlig ausreichend, um ein funktionierendes CAD-Modell zweidimensional darzustellen.

Die Grundstruktur gliedert sich dabei in 'Sections', also Sektionen oder Abschnitte, die die unterschiedlichen Teilbereiche einer DXF-Datei einleiten. Folgende sieben Sektionen sind in der aktuellen Version des DXF-Formats 23.1.01[6], die mit dem Release des Grafikprogramms Autodesk AutoCAD 2009 veröffentlicht wurde, vorgesehen:[7]

HEADER, TABLES, BLOCKS, CLASSES, OBJECTS, ENTITIES, EOF

Zur fehlerfreien Lesbarkeit und Interpretation einer DXF-Datei genügen jedoch weitaus weniger Sektionen und damit verbundene Informationen zur Zeichnung, da AutoCAD fehlende Informationen automatisch durch Standard-Werte ersetzt. Zwingend erforderlich für die Darstellung von grafischen Elementen sind einzig und allein die ENTITIES-Sektion sowie die EOF-Sektion.[8]

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
SECTION	Beginn einer neuen Sektion
2	nachfolgend der Name der neuen Sektion
ENTITIES	Sektion 'Entities'
[...]	beliebige geometrische Objekte
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
ENDSEC	Ende einer Sektion
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
EOF	Ende der Datei

Tabelle 1: Grundsätzliche Struktur einer DXF-Datei

6 vgl. http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=8446698
7 vgl. AutoCad 2009 DXF Reference - Autodesk, Inc. San Rafael, USA (Januar 2008)
8 vgl. DXF Intern - Dietmar Rudolph, Thomas Stürznickel und Leo Weissenberger - CR/LF GmbH 1998

Zu Beginn einer neuen Sektion beziehungsweise eines Objekts steht stets eine mit zwei vorangestellten Leerzeichen versehene '0'. Dieses Zeichen stellt ein Trennzeichen zwischen den einzelnen Abschnitten dar und steht auch zu Beginn der DXF-Datei in der allerersten Zeile. In der zweiten Zeile befindet sich die Zeichenfolge 'SECTION', die eine neue Sektion einleitet. Diese neue Sektion wird weiter unten durch ein 'ENDSEC' beendet, wieder mit vorangestelltem Trennzeichen in Form einer '0' mit zwei Leerzeichen davor.

Innerhalb dieser bisher noch undefinierten Sektion befinden sich nun alle wichtigen Informationen zu diesem Bereich sowie eine Auflistung aller in diesem Abschnitt enthaltenen Objekte. Der Inhalt solch einer Sektion, wie auch eigentlich der gesamten DXF-Datei, gliedert sich abwechselnd in so genannte 'group codes' und den dazu gehörenden 'values'. 'group codes', nachfolgend mit dem deutschen Begriff Gruppencodes bezeichnet, sind erkennbar an den vorangestellten Leerzeichen, die den Gruppencode jeweils rechtsbündig an der dritten Stelle ausrichten. Der Gruppencode selbst, eine Integer-Zahl im Wertebereich 0 bis 999, symbolisiert einen vordefinierten Parameter. Der im vorliegenden Beispiel in der dritten Zeile der DXF-Datei erscheinende Gruppencode '2' symbolisiert den Namen einer Sektion.

Ein Gruppencode wird immer ergänzt durch den zugehörigen Parameterwert in der nachfolgenden Zeile, direkt nach der Integer-Zahl, die den Gruppencode symbolisiert. Hier beispielsweise folgt dem Gruppencode '2' in der vierten Zeile der Name der Sektion, in diesem Fall 'ENTITIES'. Zählt man die Trennzeichen mit zu den Gruppencodes, ist der gesamte Inhalt einer DXF-Datei gleich strukturiert, nämlich abwechselnd durch einen Gruppencode und nachfolgend dem zugehörigen Wert, meist in Form eines Strings, einer Integer-Zahl oder einer Double-Zahl.[9]

9 vgl. http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/acad2000/dxf/

1.4 Die unterschiedlichen Sektionen

In der HEADER-Sektion sind alle zum Zeitpunkt des Abspeicherns gesetzten internen AutoCAD-spezifischen Systemvariablen und Parameter für die Zeichnung aufgelistet. Jeder dieser Parameter hat einen Variablennamen sowie in der darauf folgenden Zeile den zu diesem Namen gehörenden Wert. Hier finden sich allgemeine Informationen wie die benützte AutoCAD-Version, die aktuell verwendete Farbe oder Linienstärke, die Art des dargestellten Koordinatensystems oder der aktuell verwendete Layer.

Die TABLES-Sektion enthält alle wichtigen, nicht-grafischen Informationen für das CAD-Modell. Hier finden sich beispielsweise die Layer-Tabellen oder auch alle Listen mit Definitionen von Linientypen oder Schriftarten. Ebenso hier aufgelistet sind voreingestellte Ansichten für die Zeichnung.

Der dritte Abschnitt wird gekennzeichnet durch die BLOCKS-Sektion. Hier werden alle in der Zeichnung verwendeten oder allgemein definierten Blöcke aufgelistet. Blöcke sind Zusammenführungen unterschiedlicher geometrischer Basis-Komponenten zu einem Element, einem so genannten Block. Jeder Block hat in dieser Sektion einen eigenen Eintrag sowie eine nachfolgende Liste aller zugehörigen Elemente. In der nachfolgenden ENTITIES-Sektion werden diese vordefinierten Blöcke mit dem Befehl INSERT in der Zeichenebene platziert.

Der nächste Abschnitt ist die CLASSES-Sektion. Die CLASSES-Sektion ermöglicht es, selbst definierte Objekte in der DXF-Datei abzuspeichern. Hierbei wird jedoch nicht die grafische Darstellung solch eines Objektes definiert, weshalb zur Darstellung eines solchen Objekts in einem Grafikprogramm auch die selbe AutoCAD-Erweiterung (beispielsweise Civil3D[10] oder Revit Architecure[11]) benötigt wird, die diese Objektklasse in dieser Sektion erzeugt hat.

In der OBJECTS-Sektion werden alle Objekte gespeichert, die keine eigene grafische Darstellung besitzen. Diese Sektion kann als interne Datenbank für alle relevanten Zusatzinformationen zur Zeichnung verwendet werden. Sie enthält beispielsweise Materialinformationen zu den verwendeten Baustoffen in dem CAD-Modell.

10 AutoCAD Civil3D 2009 - Autodesk, Inc. San Rafael, USA, Juli 2008
11 AutoCad Revit Architecture 2009 - Autodesk, Inc. San Rafael, USA - April 2008

Die für diesen Anwendungsfall jedoch wichtigste Sektion ist die ENTITIES-Sektion. Hier findet sich der eigentliche grafische Inhalt einer CAD-Zeichnung in Text-Form. Alle in der Zeichnung auftauchenden grafischen Elemente sind hier aufgelistet, wie beispielsweise Punkte (POINT), Linien (LINE), Polygone (POLYLINE), Kreise (CIRCLE) oder Kreisbögen (ARC). Auch INSERT-Befehle für in der BLOCKS-Sektion vordefinierte Blöcke tauchen hier auf. Auf die einzelnen Objekte dieser Sektion sowie deren Struktur wird nachfolgend noch exakter eingegangen.

Den Abschluss der DXF-Datei, und damit die letzte Sektion in der Dateistruktur, bildet die EOF-Sektion. Diese ist im Prinzip keine vollständige Sektion im eigentlichen Sinne, da sie als einzige der sieben Abschnitte keinen Inhalt in Form von Objekten besitzt, sondern ausschließlich das Ende der Datei markiert.[12]

12 vgl. Der DXF Standard - Dietmar Rudolph, Thomas Stürznickel und Leo Weissenberger - TLC The Learning Companie (1993)

1.5 Strukturierung der Sektion ENTITIES

Alle grafischen Elemente einer CAD-Zeichnung finden sich in der Sektion ENTITIES. Die Gängigsten sind hierbei Punkt, Linie, Polylinie, Rechteck, Polygon, Kreis und Kreisbogen. Bis auf die in der Struktur gleichen Elemente Polylinie, Rechteck und Polygon werden alle durch unterschiedliche Objekte innerhalb der DXF-Datei dargestellt. Einem Punkt ist das Objekt POINT zugeordnet, einer Linie das Objekt LINE, Kreise und Kreisbögen werden mit Hilfe von CIRCLE und ARC in der Datei gelistet. Polylinien und alle Vielecke sind mit dem Objekt POLYLINE beschrieben, wobei Vielecke durch geschlossene Polylinien konstruiert werden, bei denen der letzte Eckpunkt mit dem ersten Eckpunkt durch eine Linie verbunden wird.

All diese geometrischen Objekte existieren bereits seit Einführung des DXF-Formats im Jahr 1982, vertreten durch die noch in heutigen CAD-Programmen mögliche Konvertierung in die DXF-Version 'R12/LT2'. Mit veränderten Anforderungen an die Komplexität von CAD-Zeichnungen und neuen Ideen zur vereinfachten Darstellung solcher Objekte in der DXF-Struktur, kamen nachträglich noch weitere geometrische Elemente hinzu, die das Repertoire dieses Formats erweitern und ergänzen. Eines der Gängigsten ist das LWPOLYLINE-Objekt, das vor allem in den neueren Versionen des DXF-Formats (aktuell: DXF-Version 2007) die etwas antike und komplizierte Speicherstruktur des POLYLINE-Objekts ersetzt.

Analog zur Struktur in den restlichen Sektionen der DXF-Datei, besteht die ENTITIES-Sektion ausschließlich aus Gruppencodes und dem zugehörigen Wert in der darauf folgenden Zeile.

Für jedes Objekt sind gewisse Gruppencodes zwingend erforderlich, um überhaupt eine visuelle geometrische Darstellung in einem CAD-Programm zu ermöglichen. Essentielle Gruppencodes stellt hierbei die Elementreferenz (Gruppencode '5') in Form einer fortlaufenden Hexadezimalzahl dar, beginnend ab der '1'. Jedes Element erhält hierbei eine eindeutige Nummerierung. Auch untergeordnete Objekte, wie beispielsweise die Eckpunkte (VERTEX) eines Polygons, erhalten eine solche Elementreferenz. Ebenfalls unbedingt erforderlich für die Interpretation der DXF-Struktur durch ein Zeichenprogramm ist die Angabe eines zugeordneten Layers für jedes Element. Dieser Layer in Form eines Strings, wird unter dem Gruppencode '8' angegeben. Diese beiden Gruppen, ergänzt durch die geometrischen Basisdaten, wie beispielsweise den Punkt-Koordinaten, reichen bei den meisten Objekten vollkommen aus, um diese für die Ausgabe in einem CAD-Programm ausreichend zu beschreiben.

Zusätzlich zu den notwendigen Gruppencodes existiert ebenfalls eine Vielzahl an optionalen Gruppen, die es ermöglichen, weiter reichende Attribute des geometrischen Objekts festzulegen und zu beschreiben. Als Beispiele hierfür wären die Gruppencodes '62' und '999' zu nennen, wobei ersterer die darzustellende Farbe des Objekts angibt und letzterer ermöglicht, einen Kommentar zu dem Eintrag eines geometrischen Objekts zu hinterlegen.[13]

13 vgl. Der DXF Standard - Dietmar Rudolph, Thomas Stürznickel und Leo Weissenberger - TLC The Learning Companie (1993)

1.5.1 Das Punkt-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
POINT	Punkt-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des Objekts
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des Objekts
1.0	
30	3. Koordinate (Z) des 1. Punkts des Objekts
0.0	

Tabelle 2: Struktur eines Punkt-Objekts im DXF-Format

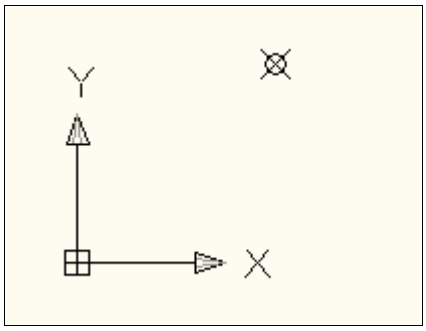

Abbildung 1: Darstellung eines Punkt-Objekts in der Zeichenebene

Die '0' mit den vorangestellten zwei Leerzeichen symbolisiert auch hier den Beginn eines neuen Objekts mit dem Namen 'POINT', der in der zweiten Zeile folgt. Nach dem Gruppencode '5' folgt die eindeutige hexadezimale Nummerierung des Objekts. Jedes Objekt der ENTITIES-Sektion, egal von welchem Objekttyp, erhält eine einmalige Nummer, die zur Identifikation des Objekts dient. Der Gruppencode '8' in der fünften Zeile gibt den verwendeten Layer für das Objekt an, also die CAD-interne Zeichenebene, auf der das Element platziert wurde. Der Name des Layers kann ebenso aus einem Text-String in Großbuchstaben bestehen. Die folgenden Zeilen enthalten die Koordinaten des gezeichneten Punkts, wobei der Gruppencode '10' für die X-Koordinate steht, '20' für die Entfernung vom Ursprung in Y-Richtung und '30' für die Koordinate auf der Z-Achse, die in zweidimensionalen Darstellungen, auf die sich diese Bachelorarbeit begrenzt, jedoch stets '0.0' ist.

1.5.2 Das Linien-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
LINE	Linien-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des Objekts (Startpunkt)
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des Objekts (Startpunkt)
1.0	
30	3. Koordinate (Z) des 1. Punkts des Objekts (Startpunkt)
0.0	
11	1. Koordinate (X) des 2. Punkts des Objekts (Endpunkt)
2.0	
21	2. Koordinate (Y) des 2. Punkts des Objekts (Endpunkt)
2.0	
31	3. Koordinate (Z) des 2. Punkts des Objekts (Endpunkt)
0.0	

Tabelle 3: Struktur eines Linien-Objekts im DXF-Format

Fast analog zum Objekt POINT stellt sich das Objekt für Linien im DXF-Format dar, das den Namen LINE trägt. Der Objekt-Kopf entspricht exakt dem Aufbau des Punkt-Objekts. Der einzige Unterschied besteht darin, dass zusätzlich zu den Koordinaten des ersten Punkts der Linie, also dem Startpunkt, noch die Koordinaten für einen zweiten Punkt, also den Endpunkt der Linie, folgen. Dieser Punkt wird durch die Gruppencodes '11', '21' und '31' in seinen drei Koordinaten-Richtungen bestimmt.

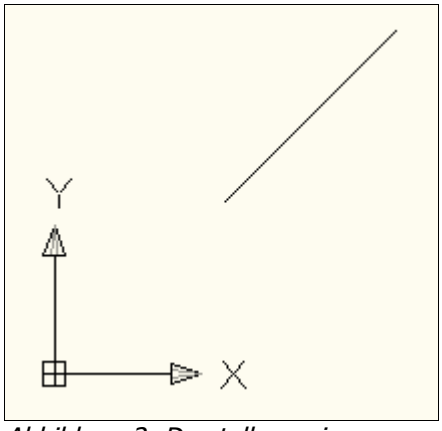

Abbildung 2: Darstellung eines Linien-Objekts in der Zeichenebene

1.5.3 Das Polylinien- / Rechteck- / Polygon-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
POLYLINE	Polylinien- / Polygon- / Rechteck-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
66	'Entities Follow' (es folgt eine Auflistung zugehöriger Eckpunkte)
1	
70	Schließt das Polygon, wenn auf '1'
1	
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
VERTEX	Eckpunkt-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
2	
8	
0	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des Polygon-Objekts
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des Polygon-Objekts
1.0	
30	3. Koordinate (Z) des 1. Punkts des Polygon-Objekts
0.0	
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen

VERTEX	Eckpunkt-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
3	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 2. Punkts des Polygon-Objekts
3.0	
20	2. Koordinate (Y) des 2. Punkts des Polygon-Objekts
1.0	
30	3. Koordinate (Z) des 2. Punkts des Polygon-Objekts
0.0	
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
VERTEX	Eckpunkt-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
4	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 3. Punkts des Polygon-Objekts
3.0	
20	2. Koordinate (Y) des 3. Punkts des Polygon-Objekts
2.0	
30	3. Koordinate (Z) des 3. Punkts des Polygon-Objekts
0.0	
0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen

VERTEX	Eckpunkt-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
5	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 4. Punkts des Objekts
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 4. Punkts des Objekts
2.0	
30	3. Koordinate (Z) des 4. Punkts des Objekts
0.0	
SEQEND	Ende der Auflistung von Eckpunkten
5	weitere hexadezimale Nummerierung
6	
8	Layer des Objekts
0	

Tabelle 4: Struktur eines Polylinien-Objekts im DXF-Format

Etwas umfassender wird das Objekt POLYLINE für beliebige geschlossene Vielecke oder auch offene Polylinien in der DXF-Datei dargestellt. Das vorliegende Beispiel beschreibt ein rechteckiges geschlossenes Viereck mit der Höhe '1' und der Breite '2'. Die Gruppencodes zur hexadezimalen Kennzeichnung und zur Definition des verwendeten Layers existieren auch hier analog zu allen anderen Zeichenelementen. Entscheidender Unterschied zu dem bisher schon aufgezeigten Punkt- und Linien-Objekt ist der in der siebten Zeile auftauchende Gruppencode '66'. Dieser Gruppencode zeigt an, ob nachfolgend Unterobjekte aufgelistet werden, die diesem Polylinien-Objekt zugehören. Verifiziert wird dies durch eine nachfolgende '1' mit fünf vorangestellten Leerzeichen, die im DXF-Format den Wert 'true' beziehungsweise 'wahr' ausdrückt. Da hierdurch noch weitere Unterobjekte folgen, die in diesem Fall die verschiedenen Eckpunkte der Polylinien darstellen, bleiben die drei Koordinaten des übergeordneten POLYLINE-Objekts jeweils auf dem Wert '0.0'. Der nächste wichtige Gruppencode für Polylinien und Polygone trägt den Code '70'. Dieser Gruppencode enthält ebenfalls einen Booleschen Wert, wahlweise eine '1' oder eine '0' mit wiederum fünf vorangestellten Leerzeichen und zeigt an, ob das grafische Objekt geschlossen werden soll. Der Wert 'true', symbolisiert durch die '1', lässt die vorhandene offene Polylinie zu einem Polygon schließen, indem automatisch der zuletzt aufgelistete Eckpunkt mit dem Startpunkt der Polylinie durch eine Kantenlinie verbunden wird.

Das nachfolgende Trennzeichen, in Form von zwei Leerzeichen, gefolgt von einer '0', separiert in diesem Fall das übergeordnete Objekt POLYLINE von dem nun aufgelisteten ersten Eckpunkt des Polygons, bezeichnet durch das Objekt VERTEX. Das VERTEX-Objekt unterscheidet sich in seiner Struktur in keiner Weise von dem bereits bekannten POINT-Objekt. Zu beachten ist lediglich, dass auch hier die fortlaufende hexadezimale Nummerierung aller bisherigen Objekte aufrecht erhalten werden muss. Da das Polylinie-Objekt im oben aufgeführten Beispiel mit der Kennzeichnung '1' versehen wurde, folgt nun für das Unterobjekt des ersten Eckpunkts eine Nummerierung mit der hexadezimalen Zahl '2'. Fortlaufend bis zum hier zuletzt aufgeführten Eckpunkt mit der Nummer '5' werden alle VERTEX-Objekte gleichermaßen strukturiert. Das Ende der Auflistung aller Eckpunkt-Unterobjekte wird durch Markierung 'SEQEND' gekennzeichnet, die ebenfalls eine Kennzeichnung durch den Gruppencode '5' sowie eine Layer-Zuordnung erhält.

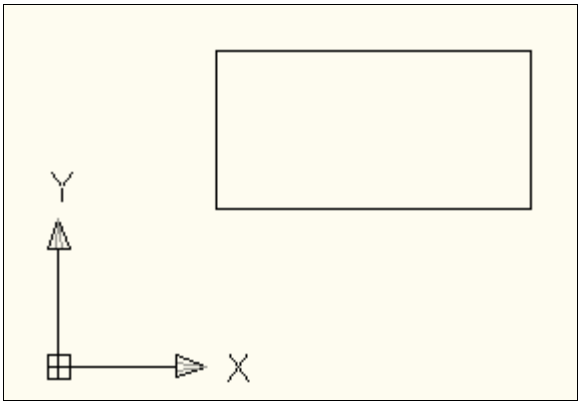

Abbildung 3: Darstellung eines Polylinien-Objekts in der Zeichenebene

1.5.4 Das LW-Polylinien-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
LWPOLYLINE	LW-Polygon-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
90	Anzahl der Eckpunkte
3	
70	'Entities Follow' (es folgt eine Auflistung zugehöriger Eckpunkte)
1	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des LW-Polygon-Objekts
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des LW-Polygon-Objekts
1.0	
10	1. Koordinate (X) des 2. Punkts des LW-Polygon-Objekts
3.0	
20	2. Koordinate (Y) des 2. Punkts des LW-Polygon-Objekts
1.0	
10	1. Koordinate (X) des 3. Punkts des LW-Polygon-Objekts
2.0	
20	2. Koordinate (Y) des 3. Punkts des LW-Polygon-Objekts
2.0	
10	(1. Koordinate (X) des 4. Punkts des LW-Polygon-Objekts)
1.0	
20	(2. Koordinate (Y) des 4. Punkts des LW-Polygon-Objekts)
1.0	

Tabelle 5: Struktur eines LW-Polylinien-Objekts im DXF-Format

Das LWPOLYLINE-Objekt, nur bekannt in neueren Versionen des DXF-Formats, wie auch beispielsweise der aktuellen Version aus dem Jahr 2007, die in derzeitigen CAD-Zeichenprogrammen wie AutoCAD 2009 verwendet wird, ersetzt das veraltete POLYLINE-Objekt. Die frühere, sehr umfangreiche und auch teils überladene Strukturierung eines Polygon-Objekts in mehrere untergeordnete VERTEX-Objekte entfällt hierbei ganz, zum Vorzug einer dem LINE-Objekt ähnlichen Aufzählung aller Eckpunkte.

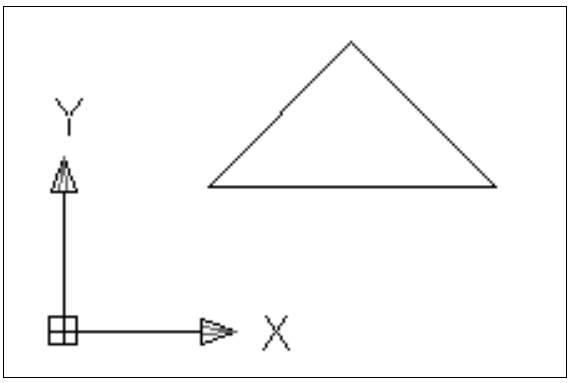

Abbildung 4: Darstellung eines LW-Polylinien-Objekts in der Zeichenebene

Wie auch bei den bereits seit Einführung des DXF-Formats vor 26 Jahren verfügbaren geometrischen Basis-Objekten, verfügt das LWPOLYLINE-Objekt über die Gruppencodes '5' und '8', die zur Kennzeichnung und Layer-Zuweisung dienen. Hinzu kommt der Gruppencode '90', der mit acht vorangestellten Leerzeichen die Anzahl der Punkte der Polylinie angibt. Ebenfalls neu ist der Gruppencode '70', der, ebenso wie der bereits aus dem POLYLINE-Objekt bekannte Gruppencode '66', anzeigt, ob in der Struktur nun weitere Eckpunkte folgen. Im oben aufgelisteten Beispiel besteht das Polygon aus drei Punkten, die auch nachfolgend an diesen 'Entities Follow'-Marker aufgelistet werden. Zur altbekannten Struktur aus den Anfängen des DXF-Formats stellen sich hierbei jedoch zwei Änderungen ein. Die Z-Koordinaten der einzelnen Punkte, dargestellt durch den Gruppencode '30', werden nicht mehr standardmäßig, wie früher üblich, aufgelistet. Ferner existiert kein Gruppencode mehr, der die Schließung der Polylinie anzeigt, durch Verbindung des ersten mit dem letzten Punkt der Liste. Dies geschieht nun durch eine erneute Auflistung des ersten Punkts der Polylinie am Ende der, in diesem Fall drei, Eckpunkte.

Ein Nachteil des neuen Formats 2007, das dieses geometrische Objekt unterstützt, ist jedoch, dass es wie in früheren Formaten gewöhnt, keineswegs mehr genügt, nur die wirklich essentiellen Daten im DXF-Format aufzulisten. Reichte es in der früheren DXF-Version 'R12/LT2' noch aus, wenn alleine die ENTITIES-Sektion in der DXF-Datei enthalten war, da alle fehlenden Informationen durch Standardwerte ersetzt wurden, so müssen in der aktuellen Version zahlreiche Variablen zwingend gesetzt sein, um die Lesbarkeit des Formats zu garantieren. Beispielsweise müssen Informationen über das so genannte 'Wörterbuch für benannte Objekte' in der Datei vorhanden sein, da das für diese Bachelorarbeit exemplarisch verwendete CAD-Programm AutoCAD 2009 das Öffnen der Zeichnung durch eine ungültige oder unvollständige DXF-Eingabe abbricht.

1.5.5 Das Kreis-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
CIRCLE	Kreis-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
3.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
3.0	
30	3. Koordinate (Z) des 1 Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
0.0	
40	Radius des Kreises
2.0	

Tabelle 6: Struktur eines Kreis-Objekts im DXF-Format

Zwar für die Erstellung von Szenarien zur Simulation von Personenströmen aktuell noch nicht vorgesehen, aber der Vollständigkeit halber dennoch hier erwähnt: Kreise. Auch das Kreis-Objekt, im DXF-Format bezeichnet als CIRCLE, besteht aus einem grundlegenden Punkt-Objekt, das in diesem Fall den Mittelpunkt des zu zeichnenden Kreises darstellt. Erweitert wird diese Basis-Komponente durch den Gruppencode '40' in Zeile 13, der hierbei den Radius des Kreises um den Mittelpunkt darstellt.

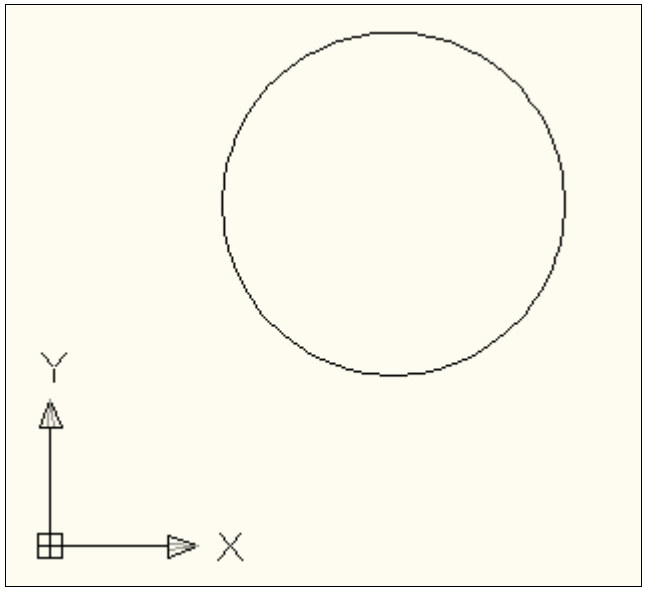

Abbildung 5: Darstellung eines Kreis-Objekts in der Zeichenebene

1.5.6 Das Kreisbogen-Objekt

0	Trennzeichen zwischen verschiedenen Objekten oder Sektionen
ARC	Kreisbogen-Objekt
5	eindeutige hexadezimale Kennzeichnung des Objekts
1	
8	Layer des Objekts
0	
10	1. Koordinate (X) des 1. Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
1.0	
20	2. Koordinate (Y) des 1. Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
1.0	
30	3. Koordinate (Z) des 1 Punkts des Objekts (Mittelpunkt)
0.0	
40	
2.0	Radius des Kreisbogens
50	
22.5	Winkel zum Startpunkt (gegen den Uhrzeigersinn)
51	
90.0	Winkel zum Endpunkt (gegen den Uhrzeigersinn)

Tabelle 7: Struktur eines Kreisbogen-Objekts im DXF-Format

Ähnlich zum Kreis-Objekt ist auch das ARC-Objekt, das im Zuge dieser Arbeit nur zur Vollständigkeit der möglichen geometrischen Objekte in CAD-Zeichnungen an dieser Stelle erwähnt wird, da seine Bedeutung für die Gestaltung von Szenarien mit Hilfe des SinoGen-Programms derzeit eher einer untergeordnete Rolle spielt.

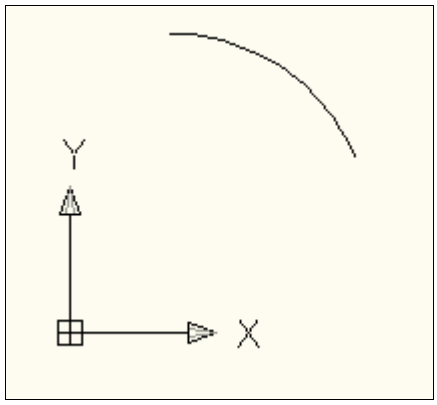

Abbildung 6: Darstellung eines Kreisbogen-Objekts in der Zeichenebene

Hierbei steht 'arc' für die englische Bezeichnung eines Bogens oder auch Kreisbogens. Dies beschreibt ein vorab definiertes Segment eines durchgehenden Kreises. Im DXF-Standard wird dieser Ausschnitt begrenzt durch zwei Winkel, orientiert von der positiven X-Achse gegen den

Uhrzeigersinn. Analog wiederum zum vorangegangenen CIRCLE-Objekt, besteht auch der Kreisbogen aus einem elementaren Mittelpunkt des gesamten Kreises mit zugehörigem Radius. Anders als beim Kreis wird nun jedoch nicht der komplette Umfang abgebildet, sondern nur der Ausschnitt beginnend ab dem angegeben Startwinkel, in Bezug zum Mittelpunkt bis zum angegebenen Endwinkel, ebenfalls bezogen auf die Position des Mittelpunkts. Im vorgegebenen Beispiel der Struktur im DXF-Format befindet sich der Mittelpunkt bei den Koordinaten (1.0 , 1.0). Der Winkel zum Startpunkt, definiert durch den Gruppencode '50', beträgt 22.5 Grad und der nachfolgende Endwinkel mit dem Gruppencode '51' 90 Grad. Der zu zeichnende Kreisbogen definiert also, durch die Orientierung an der Abszisse gegenläufig zum Uhrzeigersinn, ein Segment im oberen rechten Quadranten des Kreises.

2 Funktionalität und Bedienung des Generators

2.1 Allgemeines und Erscheinungsbild

Der SinoGen Generator ermöglicht es, alle für die Personenstromsimulation mit dem SinoSim-Tool relevanten Objekte, grafisch zu erzeugen und sie anschließend in das benötigte XML-Format zu exportieren. Mit diesen Daten kann dann die Simulation gestartet werden. Neben den essentiellen geometrischen Objekten, wie der Quelle, die neue Personen generiert, oder dem Ziel, das diese Fußgänger aus dem Simulationsbereich wieder entfernt, existieren einen Vielzahl weiterer Elemente, die ebenfalls über den SinoGen modellierbar sind. Beispielsweise beliebig geformte Hindernisse, die undurchdringbare Flächen für den Personenstrom darstellen und je nach eingetragener Klassifizierung auch ein gewisses Abstoßungs-Potential auf den Fußgänger bewirken. Oder auch Fußgänger-Ansammlungen, die eine bereits zu Beginn der Simulation vorhandene Menschenmenge mit einer vordefinierten Größe modellieren.

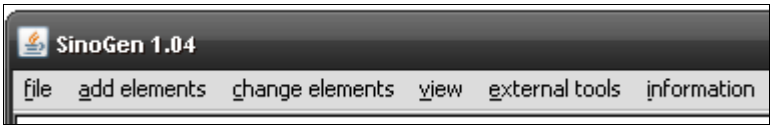

Abbildung 7: Einträge der Menüleiste

Die grafische Struktur des SinoGen-Tools setzt sich hauptsächlich aus der, fast das komplette Fenster des Programms ausfüllenden, Zeichenebene zusammen, die die grafische Interaktion mit dem Benutzer zur Verfügung stellt. Über dieser zentralen Zeichenfläche befindet sich die Menüleiste, über die sämtliche im SinoGen verfügbaren Befehle aufgerufen werden können. Über einen Mausklick auf das entsprechende Element öffnet sich ein Dropdown-Menü mit einer Auswahl dieser Befehle. Über ein Gedrückt-Halten der ALT-Taste werden die zugehörigen Shortcut-Tasten markiert, mit denen sich die einzelnen Menüpunkte auch über die Tastatur ausklappen lassen.

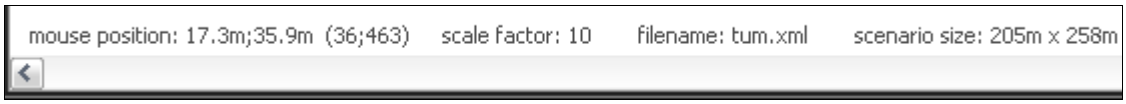

Abbildung 8: Statusleiste am unteren Rand der Zeichenebene

Am unteren Ende des Programmfensters befindet sich die sogenannte Statusleiste, die aktuelle Informationen zur derzeitig geladenen Topografie enthält. Ganz links in der Leiste wird die aktuelle Position des Mauszeigers in Szenario-eigenen Metern dargestellt sowie in Klammern dahinter die entsprechende Position in Pixeln auf dem Bildschirm. Das auf Meter basierende Koordinaten-System hat seinen Ursprung mathematisch korrekt in der unteren linken Ecke der Zeichenebene. Neben der Mausposition wird der aktuelle Skalierungsfaktor angezeigt. Er gibt das Verhältnis

von Bildschirmpixeln (ohne veränderte Zoom-Stufe) und den Szenario-eigenen Metern an. Dieser Maßstab kann jederzeit über den Menüeintrag 'set scale' im Menü 'change elements' editiert werden. Rechts davon wird unter der Bezeichnung 'filename' der aktuelle Dateiname des Szenarios aufgeführt, sollte dieses bereits abgespeichert worden sein. Als Nächstes folgt die Größe der stets rechteckigen Topografie, ebenfalls in Metern.

Im rechten unteren Eck der Zeichenebene ist der Infotext platziert. Er ist als Kurzanleitung zum aktuell ausgewählten Befehl gestaltet und enthält eine gekürzte Erläuterung der Funktionalität und Bedienungsanleitung. Um eine ausführlichere Anleitung im PDF-Format zu erhalten muss die Funktionstaste 'F1' gedrückt werden.

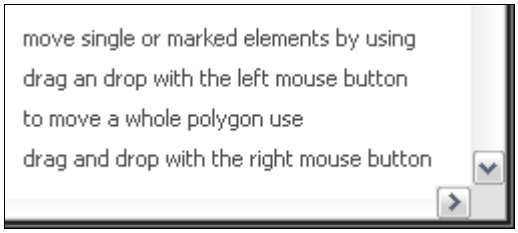

Abbildung 9: Infotext in der unteren rechten Ecke der Zeichenebene

2.2 Grundsätzliche XML-Daten

```
<szenario lengthhorizontal="112.5" lengthvertical="64.6">
```

Abbildung 10: Größes des Szenarios im XML-Code

Um die Interaktivität mit dem Simulations-Programm SinoSim zu garantieren werden die geometrischen Daten des mit dem SinoGen erstellen Szenarios in einer XML-Datei gespeichert, die zur Simulation eingelesen und interpretiert werden kann. Da eine, bei jedem neuen Szenario, komplett neue Eingabe aller für diese Datei benötigten Daten durch den Benutzer zu aufwendig und zeitintensiv wäre, übernimmt der SinoGen für einige Größen Standardwerte. Die Größe des erstellten Szenario beispielsweise wird von der maximal möglichen Bildschirmauflösung des Monitors des Benutzers festgelegt. Dies ermöglicht ein schnelles Generieren einer neuen Topografie, bei stets gleichem Skalierungsfaktor, wodurch das freihändige Einschätzen von Entfernungen erheblich vereinfacht wird.

Ebenso wird bei jedem neuen Szenario ein standardisiertes sogenanntes Time Quantity Management (TQM) angelegt, das die zeitabhängige Generierung von Personen in Quellen regelt, ebenso wie die Kapazität von Zielen. Im Generator werden hierzu die zwei Basis-TQMs 'source' und 'target' erstellt, die jedem neuen Objekt automatisch zugewiesen werden. Die TQMs enthalten, wie in der Abbildung erkenntlich, jeweils eine Quantität von 6.0 Personen pro Sekunde, beginnend ab Sekunde 0 in der Simulation, bis zur Sekunde 100. Über die Parameter 'generate' und 'pause' können periodische Quellen oder Ziele modelliert werden, vergleichbar mit einem Aufzug oder einer U-Bahn, die nur alle paar Minuten Personen generieren und aufnehmen kann.

```
<timequantitymanagement name="source">
  <timedata quantity="6.0" start="0" end="100" generate="0" pause="0" />
</timequantitymanagement>

<timequantitymanagement name="target">
  <timedata quantity="6.0" start="0" end="100" generate="0" pause="0" />
</timequantitymanagement>
```

Abbildung 11: Time Quantity Managements im XML-Code

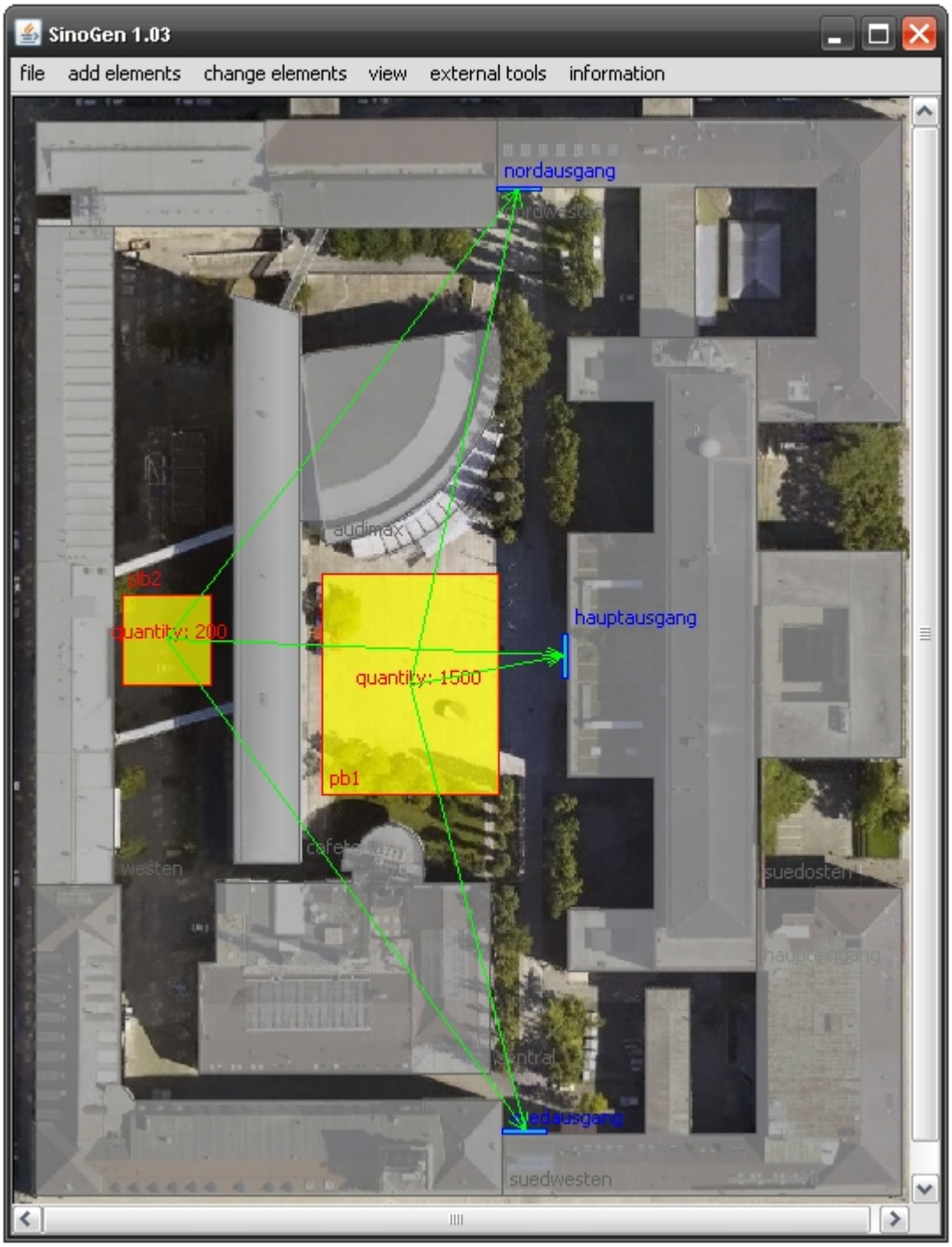

Abbildung 12: Beispiel einer SinoGen-Modellierung des Stammgeländes der TUM

2.3 'file'-Menü

Das 'file'-Menü oder auch Dateimenü stellt mehrere grundlegende Optionen zur Verfügung, die zum Basis-Repertoire eines jeden Programms gehören. Hier lassen sich bereits abgespeicherte Szenarien öffnen, sichern oder auch schließen. Ebenfalls hier auswählbar sind Menüeinträge, die ein Hintergrundbild zur aktuellen Topografie laden oder ein bereits dargestelltes Bild nach Benutzer-spezifischen Angaben in der dargestellten Größe skalieren.

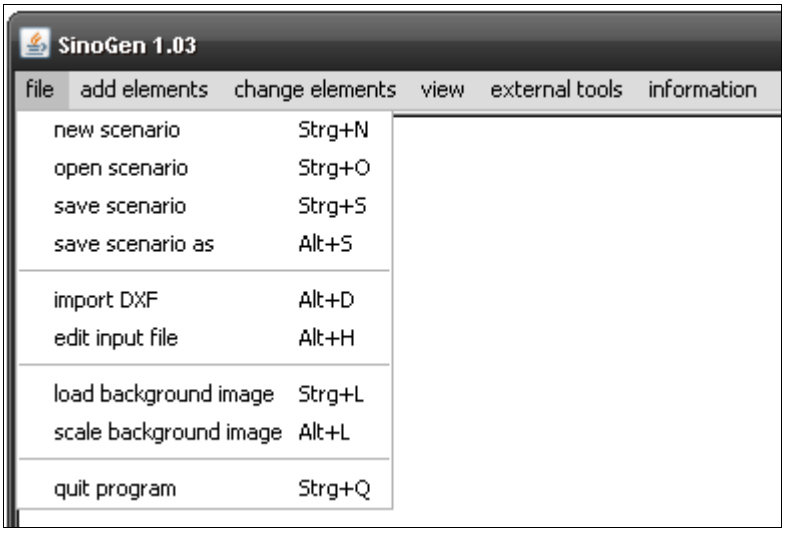

Abbildung 13: 'file'-Menü

Alle Menüeinträge sind über sogenannte Shortcuts anstatt mit der Maus auch über die Tastatur erreichbar. Die Tastenkombination, um einen der Menüpunkte auszuwählen, ist rechts neben dem Menüeintrag aufgelistet. Alle Shortcuts sind über ein synchrones Drücken entweder der ALT-Taste oder der STRG-Taste in Kombination mit der jeweiligen Taste des ebenfalls aufgeführten Buchstabens erreichbar.

Nähere Details zu allen im 'file'-Menü verfügbaren Einträgen, wie ihrer exakten Funktion, Verwendung und Bedeutung, werden im Folgenden erläutert.

- **new scenario (Shortcut: STRG + N)**

Dieser erste Eintrag im Dateimenü ermöglicht die Erstellung eines vollständig neuen Szenarios, ohne auf dem aktuell geöffneten Szenario aufzubauen. Alle bisher erstellten Elemente sowie alle getätigten Operationen, werden ausnahmslos nicht übernommen. Allerdings erscheint vor dem Öffnen eines neuen, leeren Szenarios eine Aufforderung, dieses abzuspeichern, bevor alle Daten verloren gehen. Um diese Option alternativ über eine Tastatureingabe aufzurufen ist das gleichzeitige Drücken der STRG-Taste sowie der Taste für den Buchstaben 'N' nötig.

- **open scenario (Shortcut: STRG + O)**

Der Menüeintrag 'open scenario' ruft einen Dateibrowser auf, über den ein bereits abgespeichertes Szenario zu geöffnet werden kann. Auch hier wird zuerst nach einer Speicherung des aktuell in der Bearbeitung befindlichen Szenarios gefragt, sollte dieses Änderungen enthalten, die noch nicht abgespeichert wurden.

- **save scenario (Shortcut: STRG + S)**

Mit Hilfe dieses Menüpunktes kann die aktuelle Topografie in Form einer XML-Datei gespeichert werden. Sollte die Datei noch nicht existieren, wird durch Öffnen eines Dateibrowsers nach einem Speicherort sowie einem Namen für das Szenario gefragt. Andernfalls wird ohne weitere Nachfrage an dem bereits festgelegtem Ort mit dem aktuellen Namen der XML-Datei abgespeichert.

- **save scenario as (Shortcut: ALT + S)**

Analog zum Menüpunkt 'save scenario' gestaltet sich der Eintrag 'save scenario as'. Hier lässt sich ebenfalls das aktuelle Szenario abspeichern, jedoch unter einem neu gewählten Dateinamen an einem ebenfalls neu zu bestimmenden Speicherort.

- **import DXF (Shortcut: ALT + D)**

Dieser Menüeintrag importiert Daten von geometrischen Figuren aus einer zu wählenden DXF-Datei. DXF-Dateien, ein offenes Format zur Darstellung von Elementen einer technischen Zeichnung in CAD-Programmen, enthalten Informationen zu elementaren geometrischen Objekten, wie Punkt, Linie oder Polygon. All diese Objekte werden aus der gewählten Datei im DXF-Format als Hindernisse in eine neu erstellte Topografie im SinoGen importiert. Nach Betätigen dieses Menüpunktes wird ebenfalls zum Speichern des eventuell noch nicht gesicherten aktuellen Szenarios aufgefordert, bevor die neu importierten Hindernisse aus der CAD-Zeichnung eine neue Topografie begründen.

- **edit input file (Shortcut: ALT + H)**

Anhand dieses Menüpunktes lässt sich das momentan in Bearbeitung befindliche Szenario manuell in seiner XML-Struktur verändern. Hierzu öffnet sich der standardmäßig eingetragene Texteditor, in dem die derzeitige Topografie per Hand editiert werden kann, um sie im Nachhinein neu in das SinoGen Tool zu laden, damit die händisch vorgenommenen Änderungen in die aktuelle Anzeige übernommen werden können.

- **load background image (Shortcut: STRG + L)**

Diese Option lässt einen Dateibrowser erscheinen, der zum Öffnen einer Bilddatei im JPG-Format auffordert. Dieses Bild wird anschließend in seiner originalen Größe als Hintergrundbild der aktuellen Topografie angezeigt. Mit Hilfe dieser Option lassen sich anhand von Aufnahmen einer realen Umgebung maßstabsgetreu neue Szenarien erstellen, indem man durch das Hintergrundbild ersichtliche Konturen von Gebäuden oder Ahnlichem durch die von der Funktionalität des Generators gegebenen geometrischen Objekte nachbildet und modelliert. Über den Menüeintrag 'scale background image' im 'file'-Menü lässt sich die Skalierung des Bildes bearbeiten, über den Menüeintrag 'show image' im 'view'-Menü das Bild an- und ausschalten.

- **scale background image (Shortcut: ALT + L)**

Hier lässt sich ein bereits eingelesenes Hintergrundbild nachträglich auf die richtige Größe skalieren oder auch an die richtige Position verschieben. In dem sich öffnenden Fenster kann über die Option 'x-offset' eine horizontale Verschiebung des ganzen Bildes in Topografie-eigenen Metern vorgenommen werden. Positive Werte bewirken hierbei eine Verschiebung nach rechts, negative Werte analog dazu eine Verschiebung nach links, auch über den fest definierten Bereich des Szenarios hinaus. Ähnlich verhält es sich mit der zweiten Option 'y-offset', die einen Versatz des Hintergrundbildes in Richtung der Y-Koordinate bewirkt, also vertikal. Positive Verschiebungsgrößen rücken das Bild nach unten, negative dementsprechend nach oben.

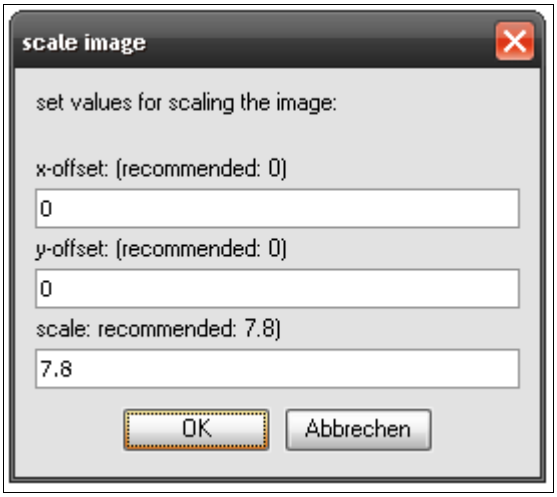

Abbildung 14: 'scale background image'-Fenster

Eine entscheidende Funktion kommt dem dritten und letzten Eintrag im Skalierungs-Fenster zu. Dieser 'scale'-Wert entscheidet über die wahre Skalierung des angezeigten Bildes in Bezug zu seiner Originalgröße in Pixeln. Der einzutragende Wert symbolisiert den Faktor der Verkleinerung in Bezug auf die ursprüngliche Größe der Bild-Datei. Werte über '1' verursachen dementsprechend eine Reduzierung der im SinoGen dargestellten Bildgröße, Werte zwischen '0' und '1' vergrößern das Bild.

Um alternativ den Maßstab des vorhandenen Szenarios an eine fixe Bildgröße anzupassen stellt der SinoGen im Menü 'change elements' die Option 'set scale' zur Verfügung, die es ermöglicht, den Maßstab anzupassen, ohne die Größe des importierten Hintergrundbildes zu verändern.

- **quit program (Shortcut: STRG + Q)**

Der Menüeintrag 'quit program', ebenfalls aufzurufen mit der Tastenkombination 'STRG' und 'Q', beendet das komplette SinoGen Programm. Sollten seit der letzten Sicherung Änderungen an der Topografie vorgenommen worden sein, wird vor dem Beenden zum Speichern des aktuellen Szenarios aufgerufen, um einem etwaigen versehentlichen Verlust von Daten vorzubeugen.

2.4 'add elements'-Menü

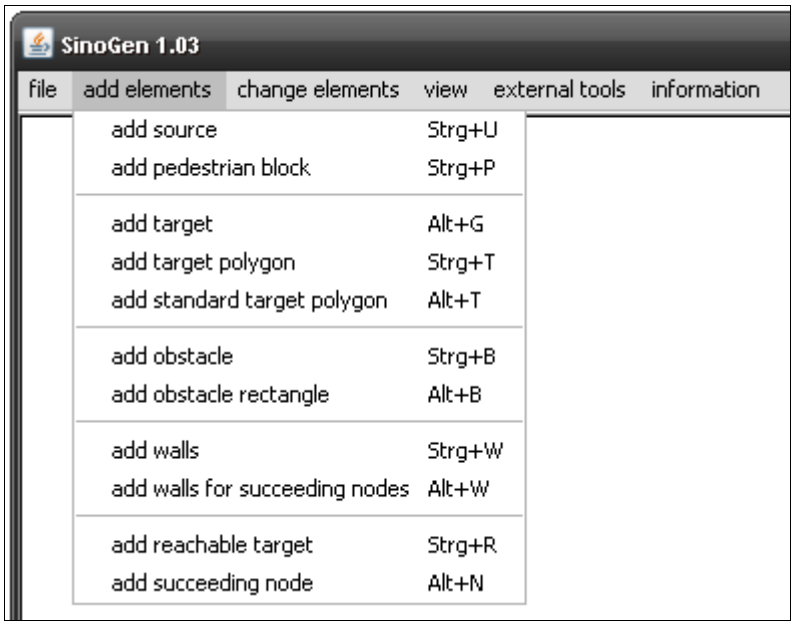

Abbildung 15: 'add elements'-Menü

Das zweite Menü 'add elements' beinhaltet alle grundlegenden Funktionen, die der Generator zur einfachen Erstellung von geometrischen Objekten zur Verfügung stellt. Hier können alle für die Simulation notwendigen Elemente grafisch zur Topografie hinzugefügt werden, wie zum Beispiel Quellen, Ziele oder auch Hindernisse. Ebenfalls über dieses Menü aufrufbar sind alle wichtigen Verknüpfungen zwischen den verfügbaren unterschiedlichen geometrischen Basis-Elementen. Unter anderem können hier erreichbare Ziele für Quellen und Fußgänger-Ansammlungen definiert werden. Kurzum, dieses Menü beinhaltet alle essentiellen Bausteine um ein neues Szenario zu erstellen oder ein bereits bestehendes zu erweitern.

- **<u>add source (Shortcut: STRG + U)</u>**

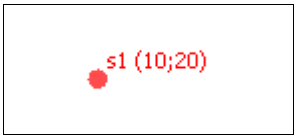

Abbildung 16: Quelle in der Zeichenebene

Quellen ermöglichen die Generierung eines konstanten, linearen oder periodischen Personenstroms, der dem zu simulierenden Szenario zufließt. Mit Ausnahme von ebenfalls im SinoGen vorhandenen sogenannten 'pedestrian blocks', also Fußgänger-Ansammlungen, stellen Quellen die einzige Möglichkeit dar, eine Simulation mit dem SinoSim Tool mit Personen zu bevölkern. Über den Menüeintrag 'add source' können solche Quellen via Mausklick an einer bestimmten Position in dem dargestellten Bereich des Szenarios hinzugefügt werden. In der Zeichenebene werden sie durch einen roten Kreis mit nebenstehender Bezeichnung abgebildet.

Alle neu eingefügten Quellen werden fortlaufend durchnummeriert und in Anlehnung an die englische Übersetzung 'source' mit einem vorangestellten 's' benannt. Dieser Name kann zusammen mit allen weiteren Eigenschaften der Quelle nachträglich über den Menüeintrag 'edit elements' im Menü 'change elements' jederzeit editiert werden. Jeder neuen Quelle wird standardmäßig das 'timequantitymanagement' 'source' hinzugefügt. Diese Einstellung regelt das zeitabhängige Personen-Generierungs-Verhalten, kann von anderen Quellen übernommen und ebenfalls auch nachträglich noch verändert werden.

```
<source name="s1">
  <position x="10" y="20" />
  <timequantitymanagement>source</timequantitymanagement>
</source>
```

Abbildung 17: Quelle im XML-Code

Die rechts dargestellte Erscheinungsform einer Quelle im XML-Format enthält nur die für eine Simulation essentiellen Informationen, ohne die eine Quelle nicht ordnungsgemäß durch den SinoSim interpretiert werden kann. Neben dem Namen der Quelle, der in diesem Fall 's1' lautet, enthält diese textliche Darstellungsform außerdem die Position der Quelle im Szenario, bestimmt durch eine X- und eine Y-Koordinate in Metern sowie das zugehörige 'timequantitymanagement', das hier den Standard-Wert enthält.

- **<u>add pedestrian block (Shortcut: STRG + P)</u>**

Die zweite Möglichkeit, Personen in das Szenario zu bringen besteht darin, zu Beginn die Simulation mit einer festen Menge an Fußgängern an einer bestimmten Position starten zu lassen. Dies wird realisiert durch den sogenannten 'pedestrian block', ein beliebiges geformtes Polygon, auf dessen Grundfläche zufällig eine vorher definierte Anzahl an Personen generiert wird. Diese Personen existieren ab dem Beginn einer Simulation und besitzen, ebenso wie durch eine Quelle generierte Fußgänger, ein oder mehrere Ziele.

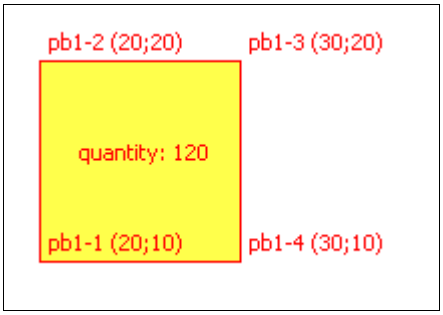

Abbildung 18: Fußgänger-Ansammlung in der Zeichenebene

Über den Menüpunkt 'add pedestrian block' lässt sich eine solche Ansammlung durch Zeichnen eines Polygons im SinoGen realisieren. Hierzu werden durch einen Klick, auf eine frei wählbare Position der Zeichenebene, mit der linken Maustaste beliebig viele Eckpunkte hinzugefügt. Durch ein Betätigen der rechten Maustaste wird das Polygon geschlossen. Nach Eingabe der 'quantity' entsteht aus dem temporären, grau markierten Objekt ein rot umrandetes, gelb gefülltes Polygon. Die in der Mitte des Elements platzierte 'quantity' symbolisiert die Anzahl der zufällig verteilten Personen,

die in der Fläche der Fußgänger-Ansammlung generiert werden sollen. Sie kann, ebenso wie auch der Name oder einzelne Eckpunkte des Polygons, nachträglich beliebig verändert werden. Die Bezeichnung des Objekts setzt sich zusammen aus der Zeichenkombination 'pb', für 'pedestrian block', der darauf folgenden Nummerierung, fortlaufend für alle Fußgänger-Ansammlungen und, falls aktiviert, der jeweiligen Durchnummerierung der einzelnen Eckpunkte in der Reihenfolge der Eingabe. Die Anzeige der Koordinaten sowie der erweiterten Bezeichnung aller Eckpunkte, lässt sich über den Eintrag 'show coordinates' im 'view'-Menü einschalten.

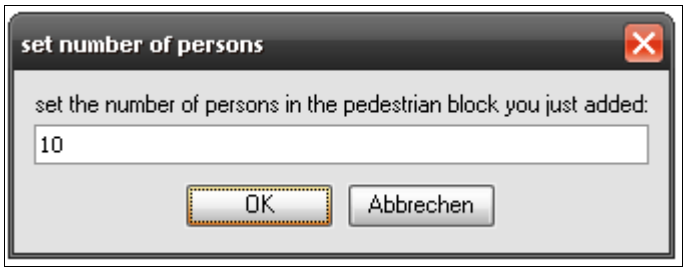

Abbildung 19: 'set quantity'-Fenster

Das Erscheinungsbild einer Fußgänger-Ansammlung im XML-Code orientiert sich an dem der Quelle, da beide auch ähnliche Funktionen in der Simulation erfüllen. Nach der Namensgebung durch die erste Zeile folgen allerdings beliebig viele aufgelistete Eckpunkte, die jeweils durch zwei Koordinaten auf eine Position fixiert sind. Ebenfalls unterschiedlich zur einfachen Quelle ist die Angabe der Quantität, also die Anzahl der in dieser Ansammlung befindlichen Personen.

```
<pedestrianblock name="pb1">
  <point x="20" y="10"></point>
  <point x="20" y="20"></point>
  <point x="30" y="20"></point>
  <point x="30" y="10"></point>
  <quantity>120</quantity>
</pedestrianblock>
```
Abbildung 20: Fußgänger-Ansammlung im XML-Code

- **<u>add target (Shortcut: ALT + G)</u>**

Über den Menüeintrag 'add target' lassen sich punktuelle Ziele zur Topografie hinzufügen. Analog zur Quelle geschieht dies ebenfalls über einen einfachen Klick mit der linken Maustaste auf die gewünschte Position in der Zeichenebene. Ziele werden durch blaue Kreise dargestellt, ergänzt durch einen eindeutigen Namen rechts oberhalb des Einfügepunkts. Ziele sind die Inversion von Quellen. Sie generieren keine neuen, sondern entfernen bereits vorhandene Personen aus der Simulation. Jeder in der Simulation befindliche Fußgänger hat ein eindeutiges Ziel dem er zugeordnet ist. Erreicht er dieses Ziel, wird er aus der Simulation gelöscht. Über den Menüpunkt 'add reachable target' im Menü 'add elements' kann Personen aus Quellen oder Fußgänger-Ansammlungen ein entsprechendes Ziel zugewiesen werden, dass sie von Beginn der Simulation an anstreben.

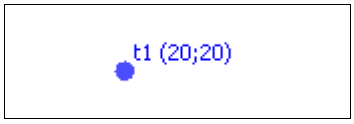

Abbildung 21: Ziel in der Zeichenebene

Vergleicht man die Form im XML-Format, verfügen Ziele ebenso wie Quellen über einen eindeutigen Namen, eine durch X- und Y-Koordinaten definierte Position sowie ein sogenanntes 'timequantitymanagement'. Dieses regelt die zeitabhängige Aufnahmefähigkeit des Ziels in Personen pro Sekunde und wird bei neu erstellten Punktzielen standardmäßig auf 'target' gestellt.

```
<target name="t1">
  <position x="20" y="20" />
  <timequantitymanagement>target</timequantitymanagement>
</target>
```

Abbildung 22: Ziel im XML-Code

- **<u>add target polygon (Shortcut: STRG + T)</u>**

Zusätzlich zu normalen Zielen existieren Polygonziele. Sie verfügen über exakt die selben Eigenschaften wie ihre punktuellen Äquivalente, bestehen jedoch flächig aus einem Polygon, ähnlich definiert wie bei Fußgänger-Ansammlungen. Diese Polygone werden über den Menüeintrag 'add target polygon' oder alternativ über das Shortcut 'STRG' + 'T' aufgerufen und lassen sich durch die Position bestimmendes Wählen von Eckpunkten mit der linken Maustaste zur Topografie hinzufügen. Durch einen Klick mit der rechten Maustaste wird das bis dahin grau gefärbte Polygon geschlossen und in einen cyan-farbenen Flächenkörper mit blauer Umrandung umgewandelt.

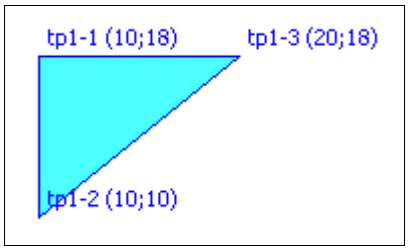

Abbildung 23: Polygonziel in der Zeichenebene

Auch im XML-Format ergeben sich Ähnlichkeiten zu standardmäßigen punktförmigen Zielen. Einziger wirklicher Unterschied ist die fehlende Einzelposition, die bei Zielen den Ort im Szenario festlegt und die hier durch eine Auflistung aller Eckpunkte ersetzt wird.

```
<targetpolygon name="tp1">
  <point x="10" y="18"></point>
  <point x="10" y="10"></point>
  <point x="20" y="18"></point>
  <timequantitymanagement>target</timequantitymanagement>
</targetpolygon>
```

Abbildung 24: Polygonziel im XML-Code

- **add standard target polygon (Shortcut: ALT + T)**

Eine Sonderform des bereits bekannten Polygonziels ist das standardisierte Polygonziel. Über den Menüeintrag 'add Standard target polygon' wird dieses über einen einzigen Klick mit der linken Maus auf der Zeichenebene hinzugefügt. Dies erzeugt ein quadratisches Polygonziel mit einer Seitenlänge von einem Meter, dessen Kanten sich jeweils einen halben Meter entfernt von der angeklickten Position befinden.

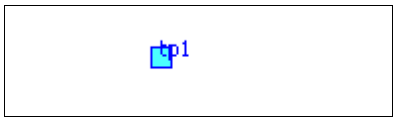

Abbildung 25: standardisiertes Polygonziel in der Zeichenebene

Ansonsten entspricht das standardisierte Polygonziel exakt seinem polygonalen Bruder, es unterscheidet sich nur durch das simple und schnelle Hinzufügen.

```
<targetpolygon name="tp1">
  <point x="9.5" y="9.5"></point>
  <point x="9.5" y="10.5"></point>
  <point x="10.5" y="10.5"></point>
  <point x="10.5" y="9.5"></point>
  <timequantitymanagement>target</timequantitymanagement>
</targetpolygon>
```

Abbildung 26: standardisiertes Polygonziel im XML-Code

- **add obstacle (Shortcut: STRG + B)**

Neben Quellen und Zielen stellen die Hindernisse den dritten essentiellen Baustein eines Szenarios dar. Sie lassen sich über den Menüeintrag 'add obstacles' im Dateimenü zur Zeichenebene hinzufügen. Das Platzieren des Polygons erfolgt hierbei identisch zum Vorgehen bei Polygonzielen oder auch Fußgänger-Ansammlungen. Durch Klicks mit der linken Maustaste werden Eckpunkte des Hindernisses definiert, das letztendlich durch einen Rechtsklick geschlossen werden kann, indem der erste Eckpunkt mit dem zuletzt gezeichneten verbunden wird. Aus dem bislang in hellem grau gehaltenen temporären Polygon entsteht dabei ein Flächenkörper in dunklem Grau.

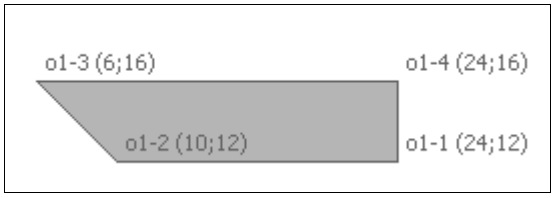

Abbildung 27: Hindernis in der Zeichenebene

Auch bei der Namensgebung verhält es sich ähnlich zu den bisher aufgeführten Elementen. Ergänzt durch ein vorangestelltes 'o' werden alle Namen von Hindernissen fortlaufend durchnummeriert. Die Bezeichnung kann, ebenso wie die Position der einzelnen Ecken sowie sonstige Eigenschaften des Hindernisses, jederzeit über den Eintrag 'edit elements' im Menü 'change elements' nachträglich verändert werden. Im Anzeigemenü beziehungsweise 'view'-Menü lässt sich über die Funktion 'show coordinates' die erweiterte Anzeige von Koordinaten und erweiterten Namen auf der Zeichenebene für jeden der Eckpunkte an- sowie auch ausschalten.

Auch in der XML-Darstellung orientierten sich die Hindernisse an der bereits bekannten Erscheinungsform polygonaler Bauteile. Dem Namen in der Header-Zeile folgt eine Auflistung aller Eckpunkt-Koordinaten. Ein kleiner Unterschied zu bisherigen Vielecken besteht allerdings in der Definition einer sogenannten Hindernis-Klassifizierung, die im XML-Text unter dem Parameter 'class' erscheint. Diese Klassifizierung gibt das Potential der Abstoßung eines Hindernisses für in der Nähe befindliche Personen an und kann einen der folgenden fünf Parameterwerte annehmen: 'lower', 'low', 'normal', 'high' oder 'higher', wobei 'lower' hierbei für eine geringe Repulsion in Form eines niedrigen und kurz reichenden Potentials steht, wie beispielsweise einem Absperrband oder ähnlichem. Konträr dazu steht eine Klassifizierung 'high' für ein dementsprechend großes Abstoßungs-Vermögen, das sich in einem großen und weiter reichenden Potentialfeld um das Hindernis widerspiegelt. Zu verwenden ist der Wert 'high' für die Modellierung von ungesicherten Abgründen oder ähnlichen Hindernissen, die eine hohen gewünschten Sicherheitsabstand bei Fußgängern hervorrufen. Standardmäßig wird die Klassifizierung auf den Parameterwert 'normal' gesetzt.

```
<obstaclepolygon name="o1" class="normal">
  <point x="24" y="12"></point>
  <point x="10" y="12"></point>
  <point x="6" y="16"></point>
  <point x="24" y="16"></point>
</obstaclepolygon>
```

Abbildung 28: Hindernis im XML-Code

- **<u>add obstacle rectangle (Shortcut: ALT + B)</u>**

Parallel zum beliebig formbaren Standard-Hindernis, bietet der SinoGen die Funktionalität, ein sogenanntes 'obstacle rectangle', also ein rechteckiges Hindernis, hinzuzufügen. Es wird in der Zeichenebene definiert durch Linksklick auf einen Startpunkt des Rechtecks, gefolgt von einem abschließenden Klick mit der rechten Maustaste auf den diagonal gegenüberliegenden Endpunkt des Elements.

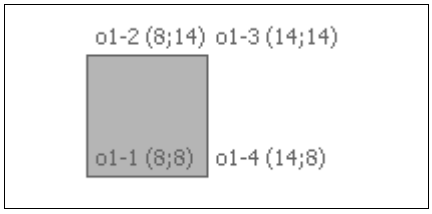

Abbildung 29: Rechteckhindernis in der Zeichenebene

Bis auf diese leicht unterschiedliche Eingabeform, die es ermöglicht, schnell und effizient einfachste orthogonale Elemente hinzuzufügen, entsprechen alle weiteren Eigenschaften denen eines beliebigen polygonalen Hindernisses. Einen einzigen minimalen Unterschied bietet der Aufruf der 'edit elements'-Funktion im Menü 'change elements', der bei rechteckigen Hindernissen zusätzlich die Änderung der vorgegebenen Breite sowie Höhe des Objekts ermöglicht.

```
<obstaclepolygon name="o1" class="normal">
  <point x="8" y="8"></point>
  <point x="8" y="14"></point>
  <point x="14" y="14"></point>
  <point x="14" y="8"></point>
</obstaclepolygon>
```

Abbildung 30: Rechteckhindernis im XML-Code

- **add walls (Shortcut: STRG + W**

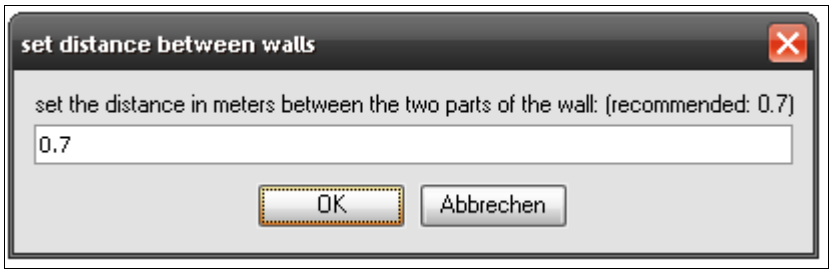

Abbildung 31: 'set distance'-Fenster

Eine weitere Sonderform von Hindernissen stellen die Wände dar. Sie bestehen jeweils aus einem linienförmigen Hindernis ohne Flächeninhalt, welches dementsprechend nur über zwei Positionsbestimmende Koordinaten verfügt. Wände werden über den Befehl 'add walls' oder das Shortcut 'STRG' + 'W' nur parallel paarweise gezeichnet um einen Gang oder Korridor zu modellieren. Ein Klick mit der linken Maustaste bestimmt den Startpunkt des Ganges, also den Mittelpunkt zwischen den beiden Startpunkten der parallelen Wände. Mit nachfolgendem Rechtsklick wird das Ende des Korridors festgelegt, ebenfalls als Mittelpunkt der beiden Endpositionen der gezeichneten Wände definiert. Im nachfolgend erscheinenden Abfrage-Fenster kann der Abstand der beiden Wände voneinander bestimmt werden, also die Breite des Ganges in Metern.

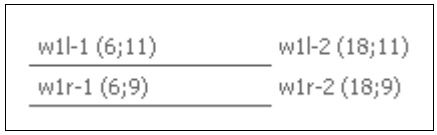

Abbildung 32: Wände in der Zeichenebene

Auch Wände erhalten als Standardklassifizierung den Parameterwert 'normal', der die Entwicklung des Hindernis-Potentials beeinflusst. Der Wert kann nachträglich jedoch jederzeit abgeändert werden. Ebenso bietet der SinoGen die Funktion, Wände an Ecken oder Kreuzungspunkten automatisch zu verbinden. Dies geschieht über den Menüeintrag 'connect walls' im 'change elements'-Menü.

```
<obstaclepolygon name="w1r" class="normal">
  <point x="6" y="9"></point>
  <point x="18" y="9"></point>
</obstaclepolygon>

<obstaclepolygon name="w1l" class="normal">
  <point x="6" y="11"></point>
  <point x="18" y="11"></point>
</obstaclepolygon>
```
Abbildung 33: Wände im XML-Code

Im XML-Format sind Wände als normale Hindernisse abgespeichert, die durch die Angabe von nur zwei 'Eckpunkten' als Linien interpretiert werden. Wände sind zur Unterscheidung mit normalen flächigen Hindernissen nicht mit einem vorangestellten 'o' für 'obstacle' bezeichnet, sondern erhalten den Buchstaben 'w' als Identifikator. Auch Wände werden fortlaufend durchnummeriert, da sie jedoch paarweise zusammengehören, erhalten zwei Wandstücke jeweils die selbe Nummerierung, ergänzt durch einen Marker für die Position. Dieser definiert durch ein 'l' für Links sowie ein 'r' für Rechts die Orientierung der Wand, gemessen am Startpunkt des Korridors.

- **add walls for succeeding nodes (Shortcut: ALT + W)**

Um bestehende Nachfolgeknoten-Verbindungen einfach und unkompliziert in Korridore einzufassen, bietet der SinoGen die Funktion 'add walls for succeeding nodes' an. Hiermit werden alle bereits bestehenden 'succeeding node'-Verbindungen zwischen Quellen oder Fußgänger-Ansammlungen und ihren darauf folgenden Zielen oder Polygonzielen durch beidseitige Wände eingefasst.

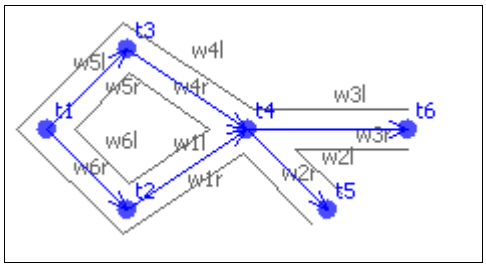

Abbildung 34: Wände um Nachfolgeknoten in der Zeichenebene

Der direkte Abstand zwischen den parallelen Wänden, also die Breite des Korridors in Szenario-eigenen Metern, kann in dem erscheinenden Eingabe-Fenster festgelegt werden.

- **add reachable target (Shortcut: STRG + R)**

Dieser Menüeintrag ermöglicht es, für Quellen und Fußgänger-Ansammlungen erreichbare Ziele zu definieren. Diese Ziele können entweder normale Punktziele oder aber auch Polygonziele sein. Jede Quelle oder auch Fußgänger-Ansammlung kann beliebig viele erreichbare Ziele erhalten, ebenso wie jedes Ziel von beliebig vielen Objekten als mögliches endgültiges Ziel definiert werden kann.

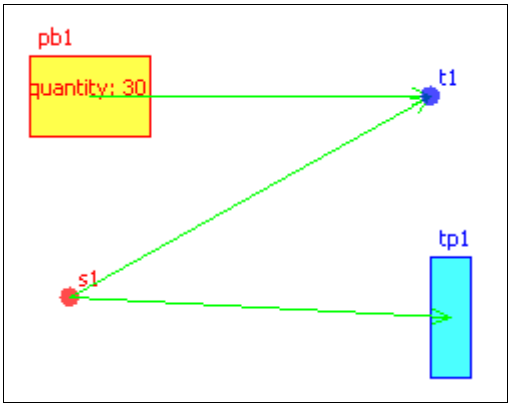

Abbildung 35: Erreichbare Ziele in der Zeichenebene

Um ein neues erreichbares Ziel hinzuzufügen, muss mit einem Linksklick eine entsprechende Quelle oder Fußgänger-Ansammlung ausgewählt werden, die sodann grün markiert wird. Nun kann man durch weiteres Klicken mit der linken Maustaste auf Ziele und Polygonziele beliebig viele erreichbare Objekte für das gewählte Element eintragen. Angezeigt wird eine solche Beziehung durch einen richtungsweisenden grünen Pfeil.

Um eine solche Verbindung wieder zu löschen, kann man einzelne erreichbare Ziele im Eigenschaften-Fenster des Ausgangs-Objekts entfernen, das sich über den im Menü 'change elements' befindlichen Menüeintrag 'edit elements' aufrufen lässt. Hier kann man auch alle erreichbaren Objekte für Quellen oder Fußgänger-

Ansammlungen einsehen. Die XML-Darstellung eines 'reachable target' bei einer Quelle unterscheidet sich in keiner Weise von der einer Fußgänger-Ansammlung. Hierbei wird einfach der XML-Eintrag zur Quelle um eine oder auch mehrere zusätzliche Zeilen ergänzt, in denen die Namen der erreichbaren Ziele aufgelistet sind. Die später, während der Simulation mit dem SinoSim Programm durchgeführte Zuweisung der erreichbaren Objekte auf die generierten Personen, erfolgt zu gleichen Anteilen auf alle möglichen 'reachable targets'.

```
<pedestrianblock name="pb1">
  <point x="4" y="20"></point>
  <point x="4" y="16"></point>
  <point x="10" y="16"></point>
  <point x="10" y="20"></point>
  <quantity>30</quantity>
  <reachabletarget>t1</reachabletarget>
</pedestrianblock>

<source name="s1">
  <position x="6" y="8" />
  <timequantitymanagement>source</timequantitymanagement>
  <reachabletarget>t1</reachabletarget>
  <reachabletarget>tp1</reachabletarget>
</source>
```

Abbildung 36: Erreichbare Ziele im XML-Code

- **<u>add succeeding node (Shortcut: ALT + N)</u>**

Als eine Art Erweiterung zu den erreichbaren Zielen ist die Funktionalität der 'succeeding nodes' zu verstehen. Hierbei können beliebigen Objekten nachfolgende Knoten zugewiesen werden. Dies ermöglicht die Erstellung sogenannter Zwischenziele, die auf dem zurückzulegenden Weg einer zu simulierenden Person zu ihrem endgültigen Ziel eine Art Wegpunkt oder zwischenzeitliche Anlaufstelle darstellt.

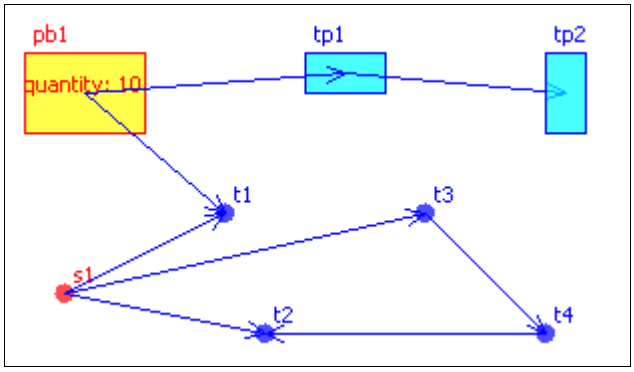

Abbildung 37: Folgeknoten in der Zeichenebene

Analog zur Erstellung von Verbindungen zu möglichen erreichbaren Zielen erfolgt die Definition von Nachfolgeknoten durch einen Klick mit der linken Maustaste auf das Ausgangsobjekt, das daraufhin grün markiert wird. Mit darauf folgenden Linksklicks auf gewünschte nachfolgende Elemente werden die als blaue Pfeile symbolisierten Verbindungen auf der Zeichenebene dargestellt. Als Ausgangsobjekte sind hier sowohl Quellen, Fußgänger-Ansammlungen sowie auch Punkt- und Polygonziele möglich. Alle Ziele können valide Nachfolgeelemente sein. Einzige Einschränkung bei der Wahl der Folgeknoten stellt die Unverknüpfbarkeit zwischen Polygonzielen und

Punktzielen dar, die aus einer noch fehlenden Funktionalität des SinoSim herrührt. Dies bedeutet, dass eine Kette aus 'succeeding nodes' die ein Punktziel als Zwischenziel beinhaltet auch weiterhin nur Punktziele enthalten kann. Analog dazu kann eine aus Polygonzielen bestehende 'succeeding node'-Verknüpfung nur weitere Polygonziele einschließen.

Die Struktur im XML-Format ähnelt auch hier der bereits bekannten Verbindung mit Hilfe von 'reachable targets'. Die möglichen nachfolgenden Knoten werden ergänzend zu den Basisinformationen eines Objekts mit ihrem Namen aufgelistet. Anders als bei den erreichbaren Zielen, kann hier jedoch prozentual die Aufteilung auf die unterschiedlichen Nachfolgeknoten verändert werden. Dies geschieht über den 'edit elements'-Menüpunkt im Änderungsmenü, mit dem gleichermaßen die bereits eingetragenen Folgeknoten-Verbindungen der Ausgangsobjekte abgeändert oder auch gelöscht werden können.

```
<source name="s1">
  <position x="6" y="8" />
  <timequantitymanagement>source</timequantitymanagement>
  <succeedingnode node="t1" percentage="20" />
  <succeedingnode node="t2" percentage="50" />
  <succeedingnode node="t3" percentage="30" />
</source>

<target name="t4">
  <position x="30" y="6" />
  <timequantitymanagement>target</timequantitymanagement>
  <succeedingnode node="t2" percentage="100" />
</target>
```

Abbildung 38: Folgeknoten im XML-Code

2.5 'change elements'-Menü

Ein weiteres Menü in der Menüleiste des Generators ermöglicht die nachträgliche Bearbeitung bereits in der aktuellen Topografie vorhandener Elemente. Im 'change elements'-Menü können fast alle denkbaren Operationen mit gewählten Objekten durchgeführt werden. In den allermeisten Fällen genügt hierzu eine vorhergehende Markierung der zu bearbeitenden Elemente, um diese im Anschluss mit der gewünschten Operation zu verändern.

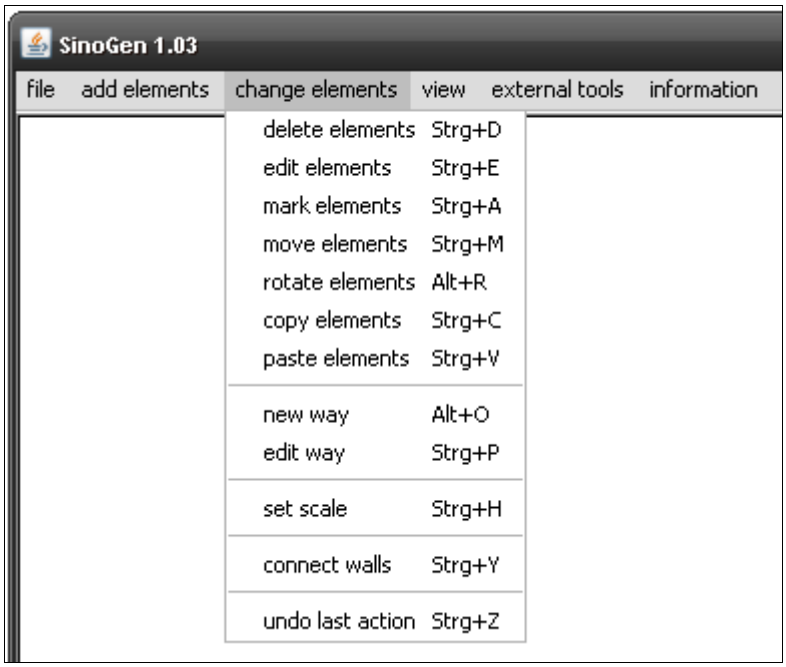

Abbildung 39: 'change elements'-Menü

Verfügbare Auswahlmöglichkeiten in diesem Menü lassen einzelne oder ganze Gruppen von Elementen löschen, verschieben, drehen oder auch kopieren und an anderer Stelle wieder einfügen. Ebenso ist es hier möglich, einen neuen Weg für Fußgänger zu definieren oder einen bereits vorhandenen zu editieren. Eine weitere essentielle Funktion bietet der Menüeintrag 'undo last action', welcher auch über die gewohnte Tastenkombination 'STRG' + 'Z' aufgerufen werden kann, und der es ermöglicht, die zuletzt hinzugefügten Elemente über das 'add elements'-Menü wieder zu löschen.

- **<u>delete elements (Shortcut: STRG + D)</u>**

Über das synchrone Drücken der Tasten 'STRG' und 'D' sowie über den Menüpunkt 'delete elements' lassen sich entweder alle zum Zeitpunkt der Funktionsausführung markierten Elemente löschen oder durch Klicken auf Objekte in der Zeichenebene einzeln entfernen. Elemente kann man über den Menüeintrag 'mark elements' oder alternativ über die Tastenkombination 'STRG' + 'A' markieren.

- **edit elements (Shortcut: STRG + E)**

Dieser Eintrag ermöglicht das nachträgliche Editieren aller relevanten Objekt-spezifischen Eigenschaften. Die 'edit elements'-Funktion lässt sich auf alle Typen von Hindernissen und Zielen anwenden sowie auf Quellen und Fußgänger-Ansammlungen. Bei Polygonen ist nur die Auswahl eines einzigen Eckpunktes möglich, über den aber auch alle Optionen des gesamten Elements einsehbar und editierbar sind.

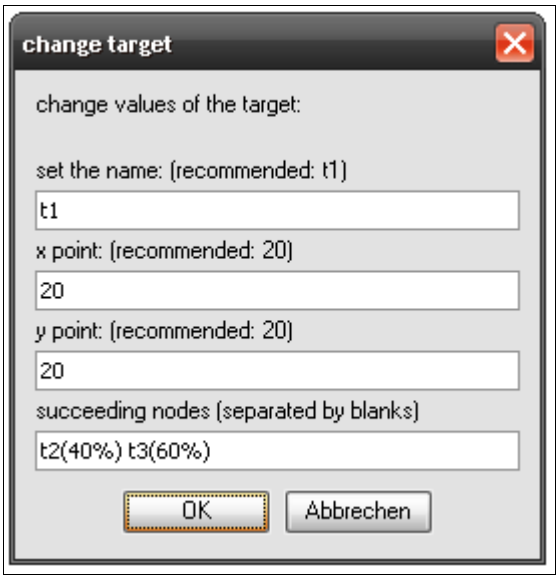

Abbildung 40: 'edit elements'-Fenster

Bei allen genannten Objekten kann hierüber der Name sowie die X- und Y-Koordinate des ausgewählten Punktes geändert werden. Zusätzlich ergänzt wird das Eigenschaften-Fenster durch weitere Objekt-typische Einträge, mit Hilfe derer sich beispielsweise die Breite und Höhe eines Rechteckhindernisses, die erreichbaren Ziele einer Quelle oder, wie in vorliegender Abbildung gezeigt, die Nachfolgeknoten eines Ziels editieren lassen. Wichtig bei einer solchen Auflistung von Folgeknoten, ebenso wie bei einer Auflistung von möglichen erreichbaren Zielen, ist die Trennung der einzelnen Zielnamen durch ein Leerzeichen.

- **mark elements (Shortcut: STRG + A)**

Das Markieren von Elementen in der Zeichenebene des SinoGen Programms ist die Grundvoraussetzung für weitere durchzuführende Operationen, mehrere Objekte betreffend. Um beispielsweise gruppenweise zu verschieben oder zu drehen, ist es zwingend notwendig, die zu verändernden geometrischen Elemente zu markieren. Die Markierung eines Elements wird, wie in der Abbildung ersichtlich, durch eine grüne Umrandung von flächigen Elementen und eine Einfärbung des symbolisierenden Kreises bei Punkt-Objekten dargestellt.

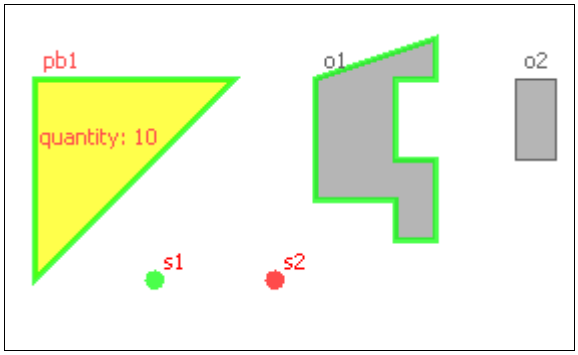

Abbildung 41: Markierte Elemente in der Zeichenebene

Polygon-Elemente müssen durch ein einmaliges Anklicken eines zugehörigen Eckpunktes markiert werden, da nur so eine eindeutige Zuordnung zu einem Element möglich ist.

Es besteht auch die Möglichkeit, bereits selektierte Elemente wieder zu demarkieren, indem nochmals mit aktiviertem Markierungs-Befehl auf das Objekt geklickt wird.

- **move elements (Shortcut: STRG + M)**

Mit Hilfe von 'move elements' lassen sich einzelne Punkt-Elemente wie Quellen und Ziele oder aber auch Eckpunkte von Polygon-Objekten wie Hindernisse, Polygonziele und Fußgänger-Ansammlungen einzeln verschieben. Durch Auswahl der 'move-elements'-Funktion kann via Drag & Drop mit der linken Maustaste ein Punkt oder Eckpunkt an eine andere Stelle auf der Zeichenebene verschoben werden. Hierbei gilt zu beachten, dass erstens die neu gewählte Position einen Mindestabstand zur früheren Position haben muss und zweitens, dass bei Verschiebungen in die Nähe von anderen geometrischen Elementen der Objektfang den verschobenen Punkt oder Eckpunkt auf die Position des gefangenen Objektes verschiebt. Dies ermöglicht ein nahtloses Zusammenfügen verschiedener Hindernisse.

Sollen ganze Polygone verschoben werden, so ist analog zur Verschiebung einzelner Eckpunkte vorzugehen, jedoch der Drag & Drop durch Drücken der rechten Maustaste durchzuführen. Bei diesem Vorgang ist darauf zu achten, dass man als Basispunkt der Verschiebung einen Eckpunkt des gewünschten Polygons auswählt und dass der Objektfang bei dieser Art der Positionsveränderung deaktiviert ist, um das Verschieben auch in die Nähe anderer Elemente zu ermöglichen.

Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit, ganze Gruppen von Elementen zu verschieben. Hierzu müssen die zu bewegenden Objekte über den Menüeintrag 'mark elements' vorab markiert werden, um sie dann mit dem Befehl 'move elements' und einem Drag & Drop mit der linken Maustaste, bezogen auf einen beliebigen Basispunkt, zu verschieben. Die zu diesem Zeitpunkt markierten Elemente werden nach einem erfolgreichen Verschieben deselektiert.

Alternativ zum Verschieben mit dem Menüpunkt 'move elements' können markierte Elemente auch ohne diesen Befehl auf der Zeichenebene verschoben werden. Durch Drücken der Cursor-Taste werden alle zu diesem Zeitpunkt selektierten Objekte um einen Meter in die entsprechende Richtung bewegt. Diese Funktionalität steht dauerhaft zur Verfügung, sofern Elemente markiert sind, und ist unabhängig von der Aktivierung des Menüeintrags 'move elements'.

- **rotate elements (Shortcut: ALT + R)**

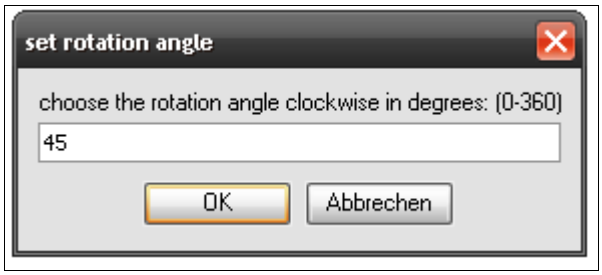

Abbildung 42: 'rotate elements'-Fenster

Neben dem Verschieben entlang der beiden Koordinatenachsen können markierte polygonale Objekte auch um ihren Mittelpunkt gedreht werden. Die Rotation von Elementen hat ausschließlich Auswirkungen auf Polygone, da bei Punkt-Objekten der Mittelpunkt, um den gedreht werden soll, exakt dem einzigen Punkt des Objekts entspricht und eine Drehung damit ohne Konsequenzen für die Position auf der Zeichenebene bleibt. Die Koordinaten des Drehpunkts definieren sich aus den gemittelten X- sowie Y-Koordinaten aller Eckpunkte des Polygons.

Für eine Rotation um solch einen Mittelpunkt steht die Methode 'rotate elements' zur Verfügung, die nach ihrer Aktivierung alle selektierten Elemente im Uhrzeigersinn um einen gewissen Winkel in der Einheit Grad verdreht. Dieser Winkel wird nach Auswahl des Befehls über ein in der obigen Abbildung dargestelltes Eingabefenster abgefragt. Alternativ zur standardmäßigen Drehung im Uhrzeigersinn ermöglicht die hier vorgenommene Eingabe von negativen Drehwinkeln eine Rotation entgegen dem Uhrzeigersinn.

Zusätzlich zur Drehung über diesen Befehl existiert die Möglichkeit vorher markierte Elemente auch ohne Aktivierung von 'rotate elements' zu drehen. Durch Drücken der Leertaste werden alle selektierten geometrischen Objekte im Uhrzeigersinn um fünf Grad gedreht.

- **copy elements (Shortcut: STRG + C)**

Das Kopieren von Elementen in die eigene Zwischenablage des SinoGen-Generators geschieht über den Menüpunkt 'copy elements' im 'change elements'-Menü. Hiermit können selektierte Objekte für ein nachträgliches Einfügen mit dem 'paste elements'-Befehl kopiert werden. Der Aufruf ist ebenfalls über die gängige Tastenkombination 'STRG' + 'C' möglich.

Nach einem erfolgreichen Kopieren werden alle vorher auf der Zeichenebene markierten geometrischen Objekte deselektiert, sie befinden sich jedoch weiterhin in der Zwischenablage.

- **paste elements (Shortcut: STRG + V)**

Befinden sich Objekte nach einem erfolgreichen Kopieren von markierten Elementen mit dem Befehl 'copy Elements' in der SinoGen-eigenen Zwischenablage, können diese über den Menüeintrag 'paste elements' oder alternativ über das gängige Shortcut 'STRG' + 'V' eingefügt werden. Der Einfügepunkt der vorab kopierten Elemente befindet sich standardmäßig fünf Meter unterhalb sowie fünf Meter rechts der ursprünglichen Position der kopierten geometrischen Objekte. Die obige Abbildung zeigt exemplarisch die Position der replizierten Elemente.

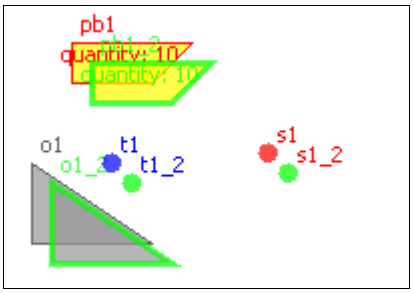

Abbildung 43: Eingefügte Elemente in der Zeichenebene

Alle neu eingefügten Duplikate sind direkt nach ihrem Erscheinen auf der Zeichenebene von Beginn an markiert und können nun mit Hilfe eines Drag & Drop durch die linke Maustaste in ihrer Position beliebig verschoben werden. In der Zwischenablage befindliche Objekte können auch mehrmals hintereinander in die Topografie eingefügt werden. Der Einfügepunkt ändert sich dadurch nicht.

- **new way (Shortcut: ALT + O)**

Wege sind vorgegebene Routen für Personen in der Simulation, die von einem Ausgangsziel über beliebig viele Zwischenziele zu einem endgültigen Ziel führen. Wege enthalten keine Verzweigungen wie sie beispielsweise bei der Eingabe von Folgeknoten möglich sind. Über den Menüpunkt 'new way' kann dem Szenario ein neuer Weg hinzugefügt werden, der dann im Anschluss einer vorhandenen Quelle oder einer vorhandenen Fußgänger-Ansammlung zugewiesen werden kann.

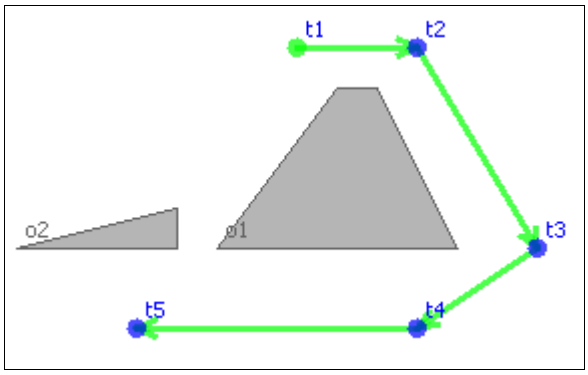

Abbildung 44: Neuer Weg in der Zeichenebene

Klickt man auf den Befehl, so erwartet das Programm die Wahl eines Startpunktes für einen neuen Weg. Durch einen Linksklick auf das entsprechende Punktziel wird dieses als Ausgangsobjekt deklariert. Die Wahl von Polygonzielen ist auf Grund der fehlenden Unterstützung im Simulations-Tool aktuell noch nicht möglich. Direkt nach der Selektion des Startpunktes wird man durch ein erscheinendes Eingabefenster nach einem Namen für den neu hinzuzufügenden Weg gefragt. Standardmäßig werden Wege mit dem Buchstaben 'w' und der darauf folgenden fortlaufenden Nummerierung aller bisher erstellten Wege benannt.

Abbildung 45: 'new way'-Fenster

Die Erscheinungsform im XML-Code stellt sich aus dem Namen des Weges sowie einer Auflistung aller zu diesem Weg gehörenden Zwischenziele zusammen. Hierbei kann auch ein Punktziel mehrmals in der Auflistung aller Wegpunkte vorkommen, sollte der Weg wieder zu seinem Ausgangspunkt zurückführen oder sich selbst kreuzen.

```
<way name="w1">
  <intermediatetarget>t1</intermediatetarget>
  <intermediatetarget>t2</intermediatetarget>
  <intermediatetarget>t3</intermediatetarget>
  <intermediatetarget>t4</intermediatetarget>
  <intermediatetarget>t5</intermediatetarget>
</way>
```
Abbildung 46: Neuer Weg im XML-Code

- **<u>edit way (Shortcut: STRG + P)</u>**

Nachträgliches Ändern der Wegstrecke eines vorher definierten Weges geschieht über den Menüeintrag 'edit way'. In dem sich öffnenden ersten Auswahlfenster wählt man über die Eingabe des Namens den zu ändernden Weg aus. Alle im aktuellen Szenario verfügbaren und damit auch editierbaren Wege sind innerhalb der runden Klammern angegeben.

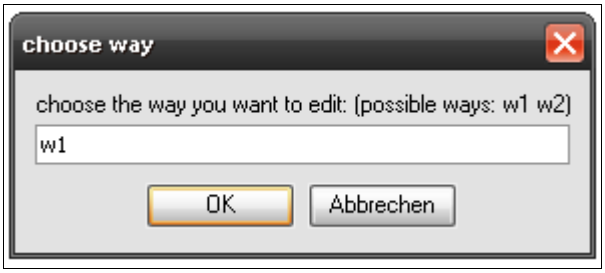

Abbildung 47: Auswahlfenster für Wege

Nach der Auswahl eines der möglichen Wege kann man diesen verändern. Neben der Vergabe eines neuen Namens finden sich in der zweiten Eingabezeile alle aktuell im Weg enthaltenen Zwischenziele der Reihe nach aufgelistet. Diese Auflistung kann man beliebig ergänzen und verändern, solange die in den runden Klammern vorgegebenen möglichen Namen für Ziele eingehalten werden und die Zwischenziele durch jeweils ein Leerzeichen separiert sind.

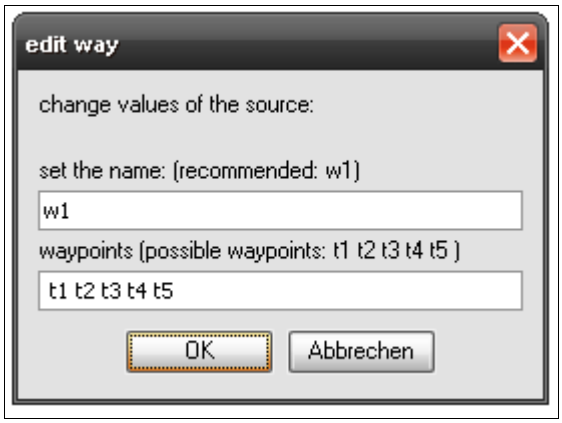

Abbildung 48: 'edit way'-Fenster

- **<u>set scale (Shortcut: STRG + H)</u>**

Der Menüpunkt 'set scale' erlaubt eine Skalierung des Szenarios anhand zweier Fixpunkte. Durch Auswahl dieser beiden Fixpunkte mit der linken Maustaste, öffnet sich das Skalierungs-Fenster für die Eingabe des neuen Abstandes in Metern zwischen diesen beiden Punkten.

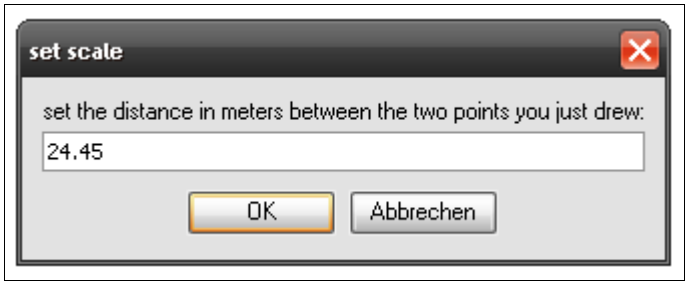

Abbildung 49: 'set scale'-Fenster

Sinn dieser Funktion ist es, die Skalierung des Szenarios mit Hilfe dieser beiden Fixpunkte, deren realen Abstand man kennt, an diesem Maßstab neu auszurichten. Besonders hervorzuheben ist die damit mögliche maßstabsgetreue Ausrichtung des Szenarios anhand eines Hintergrundbildes, das ein reales Szenario beispielsweise als Luftbild zeigt. Sofern eine Entfernung zweier markanter Punkte auf diesem Hintergrundbild bekannt ist, lässt sich die gesamte Topografie daran ausrichten und man erhält eine maßstabsgetreue Vorlage, die sich nun beliebig modellieren lässt.

- **connect walls (Shortcut: STRG + Y)**

Mit Hilfe des 'connect walls'-Befehls kann der Benutzer zwei nicht parallele Wände bis zum gemeinsamen Schnittpunkt verlängern oder verkürzen. Dies ermöglicht das schnelle und vor allem nahtlose Schließen von Korridoren auch an Kreuzungs- oder Eckpunkten. Hierzu wird zuerst die erste Wand anhand eines Klicks mit der linken Maustaste auf eine ihrer zwei Endpunkte ausgewählt und anschließend mit der rechten Maustaste analog bei der zweiten zu verbindenden Wand vorgegangen.

Die beiden Wände werden hierbei nicht zu einem neuen einzelnen Hindernis zusammengefügt, sondern ausschließlich die beiden Eckpunkte in ihren Koordinaten vereinheitlicht, um ein geschlossenes Wandgefüge zu etablieren.

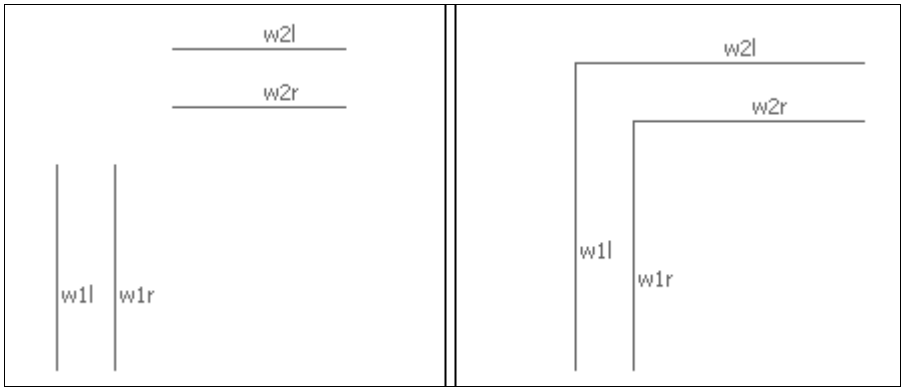

Abbildung 50: Wände - vor und nach dem Verbinden

- **undo last action (Shortcut: STRG + Z)**

Durch diesen Befehl ist es möglich, zuletzt hinzugefügte Elemente rückwirkend wieder zu entfernen. Dieses Aufheben der zuletzt getätigten Aktion bezieht sich ausschließlich auf neu hinzugefügte geometrische Objekte, wie Quellen, Ziele, Hindernisse oder Fußgänger-Ansammlungen. Eine Rückname jeglicher anderer getätigten Änderungen wie beispielsweise manueller Umbenennung eines Elements über das via 'edit elements' aufrufbare Eigenschaftsfenster ist nicht möglich.

Wie alle gängigen Tastaturbefehle verfügt auch der Menüeintrag 'undo last action' über sein zugehöriges bekanntes Shortcut 'STRG' + 'Z'.

2.6 'view'-Menü

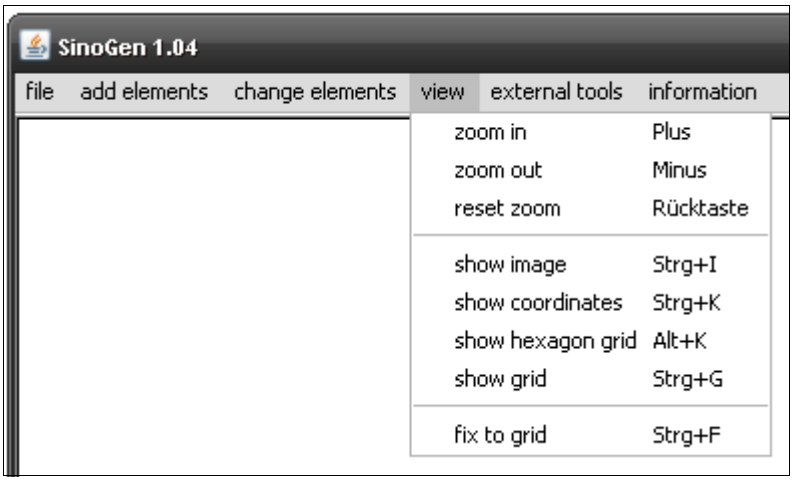

Abbildung 51: 'view'-Menü

Im 'view'- oder auch Ansichtsmenü kann eine Vielzahl an visuellen Anpassungen vorgenommen werden, die das Erscheinungsbild der Zeichenfläche verändern. Das Tool SinoGen stellt darüber hinaus einige grafische Hilfsmittel zur Verfügung, die die Erstellung einer neuen Geometrie erheblich vereinfachen können. Neben Möglichkeiten die ganze Szenario-Topografie zu vergrößern oder auch zu verkleinern, lassen sich hier die visuellen Hilfsmittel, wie die Anzeige des Hintergrundbildes, erweiterter Koordinaten oder eines Gitterrasters an- sowie auch ausschalten.

Mit den Cursor-Tasten kann das gezoomte Szenario beliebig in alle vier Richtungen verschoben werden.

- **<u>zoom in (Shortcut: PLUS)</u>**

Durch diesen Menüeintrag oder wahlweise auch mit Hilfe der '+'-Taste auf dem Buchstabenblock der Tastatur ist es möglich, in das Szenario hinein zu zoomen, also den aktuell angezeigten Bildausschnitt vergrößert darzustellen.

Alternativ wird diese Funktionalität auch über das Scrollen mit dem Mausrad nach oben zur Verfügung gestellt.

- **<u>zoom out (Shortcut: MINUS)</u>**

Mit der '-' Taste auf dem Buchstabenblock der Tastatur oder der Auswahl des Menüpunktes 'zoom out' zoomt man aus der aktuell in der Zeichenebene dargestellten Topografie heraus. Der angezeigte Bildausschnitt wird verkleinert.

Durch ein Scrollen des Mausrades nach unten wird alternativ der gleiche Effekt erzielt.

- **reset zoom (Shortcut: RÜCKTASTE / BACKSPACE)**

Um zur ursprünglichen Ansicht des Bildausschnitts zurückzukehren und alle bisher vorgenommenen Vergrößerungen und Verkleinerungen rückgängig zu machen existiert der Menüpunkt 'reset zoom'.

Dieser Befehl lässt sich wahlweise auch über die Tastatur durch Drücken der Rück- beziehungsweise Backspace-Taste oder durch einfaches Klicken mit dem Mausrad ausführen.

- **show image (Shortcut: STRG + I)**

Diese Option ermöglicht das Ein- und Ausblenden eines eventuell vorhandenen Hintergrundbildes.

Ein Hintergrundbild kann über den Menüpunkt 'load background image' im Dateimenü importiert werden.

- **show coordinates (Shortcut: STRG + K)**

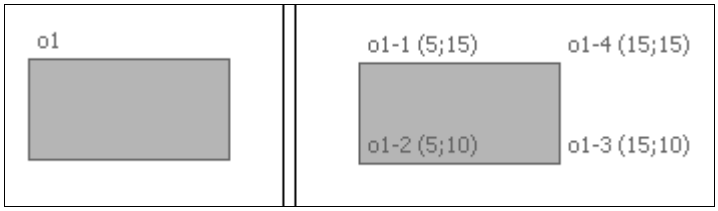

Abbildung 52: Anzeige ohne und mit Koordinaten

Dieser Menüeintrag schaltet die Anzeige der erweiterten Koordinaten an oder aus. Standardmäßig wird jedes Objekt nur einfach mit seinem Namen gekennzeichnet. Ist die Option 'show coordinates' jedoch aktiviert, erhält man zu jedem Eckpunkt detaillierte Informationen bestehend aus dem Namen des gesamten Objekts, ergänzt durch die fortlaufende Durchnummerierung der Eckpunkte. In den runden Klammern hinter der erweiterten Bezeichnung finden sich die X- und Y-Koordinaten des Punktes in Metern.

- **show hexagon grid (Shortcut: ALT + K)**

Nach Aktivierung dieses Befehls wird dem ganzen sichtbaren Bereich der Zeichenebene ein hexagonales Gitter hinterlegt, dass dem für die spätere Simulation mit dem SinoSim verwendeten Raster entspricht. Hiermit lassen sich schon vor dem Simulationslauf Aussagen über die exakte Lage von geometrischen Objekten im diskretisierten Gitter des SinoSim machen und eventuelle Fehlplatzierungen vermeiden.

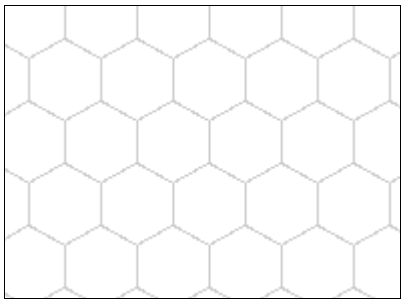

Abbildung 53: Darstellung des Hexagon-Gitters in der Zeichenebene

Wie auch in der Simulation liegt dem Aufbau des Gitters ein Zellen-Außendurchmesser von exakt 0.533958092 Metern zu Grunde, was der Entfernung innerhalb eines Sechsecks von einem Eckpunkt zum diagonal gegenüber liegenden Eckpunkt entspricht. Die Kantenlänge des Polygons sowie der äußere Radius, also die Strecke zwischen Mittel- und Eckpunkt, entspricht damit einer Länge von 267mm. Dies ergibt einen Zellen-Innenradius von 231mm, der die Entfernung zwischen dem Mittelpunkt einer Kante sowie dem Mittelpunkt des Hexagons beschreibt.

Anhand dieser geometrischen Beziehungen folgt ein horizontaler Abstand der Hexagon-Mittelpunkte von zwei Zellen-Innendurchmessern, also 462mm sowie einem Abstand in vertikaler Richtung von 1,5 mal dem Zellen-Außendurchmesser, was 400,5mm entspricht. Untereinander liegende Hexagon-Reihen sind jeweils um einen Zellen-Innendurchmesser in vertikaler Richtung versetzt.

- **show grid (Shortcut: STRG + G)**

Über den Befehl 'show grid' lässt sich ein leicht transparentes Hilfsgitter aktivieren, das erhebliche Erleichterung bei der freihändigen Platzierung von geometrischen Objekten wie Quellen, Zielen, Hindernissen oder Fußgänger-Ansammlungen bietet. Die aktuelle verwendete Größe des gleichmäßigen Gitterrasters ist in der linken unteren Ecke der Zeichenebene anhand der Maßketten abzulesen. Das Gitter hat seinen Ursprung ebenfalls in der linken unteren Ecke des dargestellten Szenarios.

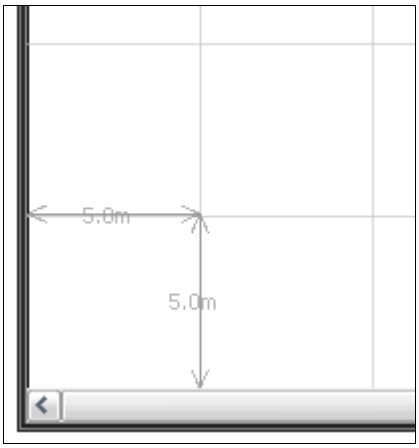

Abbildung 54: Anzeige des Gitters in der Zeichenebene

Aktiviert man die Anzeige des Hilfsgitters, wird man über ein direkt erscheinendes Eingabefenster

aufgefordert, den Abstand der einzelnen Rasterlinien des Gitters in Metern anzugeben. Dieser Abstand betrifft sowohl die vertikale als auch die horizontale Distanz innerhalb der Gitterstruktur.

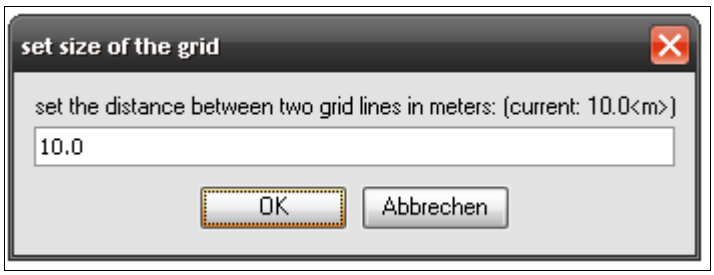

Abbildung 55: 'show grid'- Fenster

Mit Hilfe dieses Gitters ist es möglich, wie in gängigen CAD-Programmen anhand des Rasters zu zeichnen. Die Aktivierung dieser Funktionalität erfolgt über den Menüpunkt 'fix to grid'.

- **<u>fix to grid (Shortcut: STRG + F)</u>**

Dieser Menüeintrag stellt die Funktion der Zeichnung, beziehungsweise der Platzierung von Elementen anhand eines vorher eingestellten vertikalen wie auch horizontalen Rastergitters zur Verfügung. Die Größe sowie auch die Anzeige dieses Gitters, kann über den Befehl 'show grid', der sich ebenfalls im 'view'-Menü befindet, voreingestellt werden.

Mit aktivierter Option 'fix to grid' werden alle neu gezeichneten Elemente sowie auch alle Verschiebungen von bereits vorhandenen geometrischen Objekten automatisch auf den nächstgelegenen Gitter-Kreuzungspunkt verschoben. Dies ermöglicht auf einfachstem Weg ein exaktes und orthogonales Zeichnen trotz Einfügen der Punkte frei Hand.

2.7 'external tools'-Menü

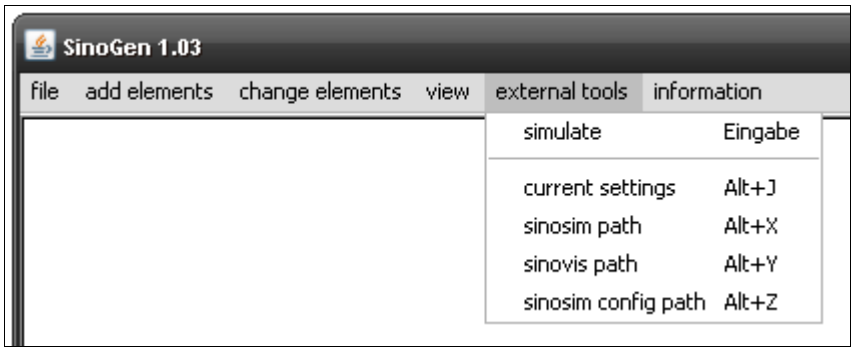

Abbildung 56: 'external tools'-Menü

Dieses Menü stellt hauptsächlich die Möglichkeit direkter Simulation des derzeitigen Szenarios mit dem SinoSim Tool zur Verfügung. Zusätzlich können, beziehungsweise müssen, um die Simulation direkt aus dem Generator starten zu können, die Pfade zu den einzelnen ausführbaren JAR-Dateien der benötigten Programme eingegeben werden.

- **<u>simulate (Shortcut: EINGABE / RETURN)</u>**

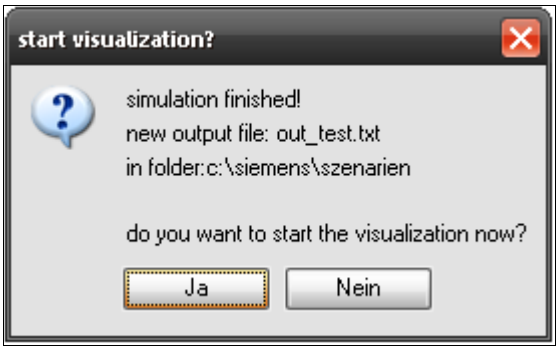

Abbildung 57: 'start visualization'-Fenster

Das eigentliche Ziel des Generators ist es, XML-Topografie-Dateien zu erstellen, die durch das SinoSim Programm simuliert werden können. Der Menüeintrag 'simulate' bietet genau diese Schnittstelle zur Simulation und startet das aktuell im SinoGen geladene Szenario. Die Simulation an sich wird als Hintergrundprozess durch die Java Virtual Machine durchgeführt und hat noch kein grafisches Erscheinungsbild.

Dieser Vorgang kann, abhängig von der Größe des Szenarios sowie des zu betrachtenden Zeitfensters, mehrere Minuten in Anspruch nehmen. Sobald die Simulation vollendet ist, wird im Heimatverzeichnis, das im Menüpunkt 'current settings' einzusehen ist, eine Ausgabedatei erstellt. Diese TXT-Datei wird automatisch gekennzeichnet durch ein vorangestelltes 'out_' gefolgt von dem aktuellen Namen des Szenarios. Im nachfolgend erscheinenden Fenster kann eine Visualisierung der Simulationsergebnisse mit dem SinoVis-Programm gestartet werden, dem der Simulations-Output als Parameter übergeben wird, um nur noch durch einen einfachen Klick auf den 'Play'-Button die Resultate visualisieren zu lassen.

Für die erfolgreiche Simulation zwingend erforderlich sind drei Pfadangaben, die in den weiteren Menüpunkten eingegeben werden können. Sie beziehen sich auf den Pfad der Simulation, der zugehörigen Konfigurationsdatei und der Visualisierung.

- **current settings (Shortcut: ALT + J)**

Anhand des Menüpunktes 'current settings' können die aktuellen Einträge zu den für die Simulation essentiellen Pfadangaben zur Simulation, Visualisierung sowie Konfigurationsdatei eingesehen werden. Sollte einer der drei Pfade fehlerhaft sein oder sogar grundsätzlich fehlen, muss er über einen der weiteren Menüpunkte korrigiert, beziehungsweise ergänzt werden, da eine Simulation durch das Programm SinoSim sonst nicht ausführbar ist. Alle eingetragenen Pfade werden, um eine weitere Verfügbarkeit beim nächsten Programmstart zu gewährleisten, in der Datei 'settings.xml' im aktuellen Verzeichnis des SinoGen Tools gespeichert und gehen damit, einmal eingetragen, nicht verloren.

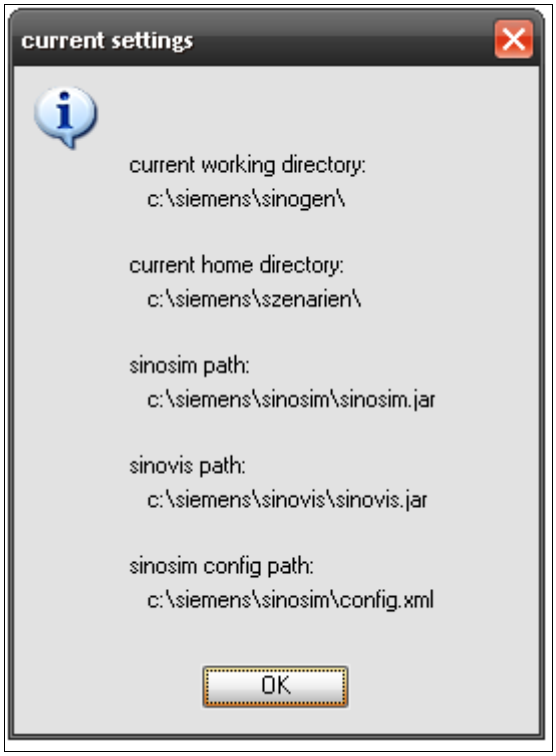

Abbildung 58: 'current settings'-Fenster

Der erste Pfad, der unter der Bezeichnung 'current working directory' aufgeführt ist, gibt das aktuelle Arbeitsverzeichnis des SinoGen Tools an, also den Ordner, in dem sich auch die ausführbare Datei des Programms befindet. Dieser Pfad kann vom Benutzer nicht editiert werden und stellt gleichzeitig den Ort aller generierten Ausgabedateien dar, wie beispielsweise der 'settings.xml', in der alle weiteren hier aufgeführten Pfade für zukünftige Verwendungen des SinoGen-Programms gespeichert werden. Der zweite Pfad, der in dem sich öffnenden Fenster erscheint, betrifft das Heimat-Verzeichnis, das automatisch bei allen Operationen im Dateibrowser aufgerufen wird, wie beispielsweise beim Speichern eines Szenarios. Hier werden auch die Ausgabedateien nach einer erfolgreichen Simulation mit dem SinoSim gespeichert. Der dritte Pfad führt zur ausführbaren JAR-Datei des Programms SinoSim, das für die Simulation des Szenarios zuständig ist. Der nächste und vierte Pfad zur JAR-Datei des SinoVis, des Tools zur Visualisierung der Simulationsergebnisse. Der letzte Pfad 'sinosim config path' leitet zur 'config.xml' des SinoSim, der Konfigurationsdatei mit allen Simulations-relevanten Einstellungen und Daten.

- **sinosim path (Shortcut: ALT + X)**

Sollte der Pfad zum Simulations Tools SinoSim fehlerhaft oder gar nicht eingetragen sein, so muss er über den Menüeintrag 'sinosim path' berichtigt beziehungsweise nachgetragen werden. Das Ziel dieses Pfades stellt die ausführbare JAVA-Datei des Simulators im JAR-Format dar. Der Name der Datei lautet standardmäßig 'SinoSim.jar'.sinovis path (Shortcut: ALT + Y)

Auch der Pfad zum Tool zur Visualisierung und Evaluierung der Simulations-Daten, dem sogenannten SinoVis muss richtig in der 'settings.xml'-Datei eingetragen sein. Auch hier führt der Pfad direkt zur ausführbaren JAVA-Datei der Visualisierung im JAR-Format. Der Name der Datei lautet standardmäßig 'SinoVis.jar'.

- **sinosim config path (Shortcut: ALT + Z)**

Genauso wichtig für eine erfolgreiche Simulation der aktuellen Topografie ist der Pfad zur Konfigurationsdatei des Simulationstools SinoSim im XML-Format. Diese befindet sich normalerweise im selben Ordner wie der Simulator und trägt standardmäßig die Bezeichnung 'config.xml'.

In dieser Konfiguration befinden sich alle relevanten Einstellungen und Parameter, die für eine Simulation des Szenarios von Nöten sind. Beispielsweise der Zellendurchmesser des für die Simulation verwendeten Hexagongitters oder die mittlere Zellgeschwindigkeit von Personen.

2.8 'information'-Menü

Im 'information'-Menü, dem letzten Menü in der Menüleiste des SinoGen-Programms können allgemeine Informationen bezüglich des aktuellen Szenarios gesetzt sowie der XML-Code der derzeitigen Topografie in einem separaten Anzeigefenster und die aktuellen Versionshinweise und Änderungen des SinoGen-Tools eingesehen werden.

Ebenso lässt sich die Hilfe-Datei, die auf dieses Dokument verweist, mit dem Shortcut 'F1' öffnen.

Abbildung 59: 'information'-Menü

- **<u>set scenario info (Shortcut: STRG + J)</u>**

Neben den automatisch vom Programm erstellten Informationen zu einer vom SinoGen erstellten XML-Datei, hat auch der Benutzer die Möglichkeit, eigene Kommentare, das Szenario, seinen Aufbau und seine Verwendung betreffend in der XML-Struktur festzuhalten. Hierzu existiert der Menüeintrag 'set scenario info' anhand dessen bis zu fünf Zeilen an Kommentaren und Informationen zur aktuellen Topografie hinterlassen werden können.

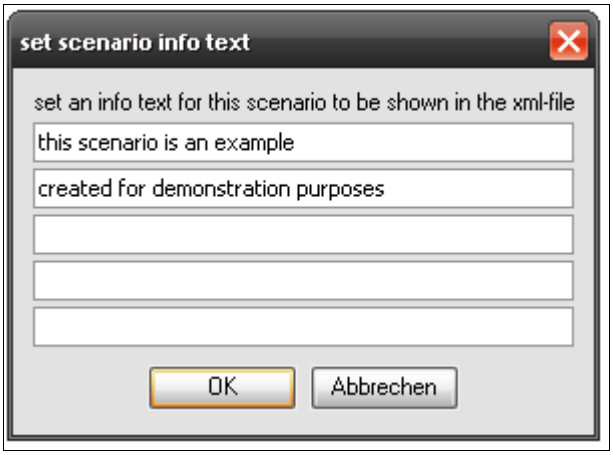

Abbildung 60: 'set scenario info'-Fenster

Der hiermit kreierte Text erscheint in der Struktur der Datei im XML-Format direkt innerhalb des Elements 'information', gekennzeichnet als 'comment'. Direkt darüber befinden sich die Elemente 'version' sowie 'content', die automatisch vom SinoGen-Tool bei der Erstellung der Datei hinzugefügt werden. Die Hinweise zur Version

halten die verwendete Ausführung des SinoGen Generators fest sowie die exakte Zeit der Erstellung der Topografie-Datei. In der darunter befindlichen Zeile stecken Informationen über den Inhalt des Szenarios mit einer genauen Auflistung aller verwendeten geometrischen Objekte.

Alternativ führt die Tastenkombination 'STRG' + 'J' ebenfalls zu dieser Funktion des SinoGen-Tools.

```
<information>
  <version>generated with sinogen (version 1.03) - 18.11.2008, at 19:07:31</version>
  <content>3 sources - 5 targets - 9 obstacles - 1 pedestrian blocks</content>
  <comment>this scenario is an example</comment>
  <comment>created for demonstration purposes</comment>
</information>
```

Abbildung 61: Informationen zum Szenario im XML-Code

- **<u>show XML file (Shortcut: STRG + X)</u>**

Über den Button 'show XML file' lässt sich vorab, noch vor dem Speichern der Datei im XML-Format, ein Blick in die aktuelle XML-Struktur des derzeit in Bearbeitung befindlichen Szenarios werfen.

Der XML-Text im sich hiermit öffnenden Anzeigefenster entspricht eins zu eins dem späteren Inhalt bei einer eventuellen Speicherung des Szenarios als XML-Datei.

Um Inhalte dieser Topografie manuell zu editieren, existiert der Menüeintrag 'edit input file' im Dateimenü. Hier lässt sich der XML-Text direkt in einem vorhandenen Texteditor abändern und in die aktuellen Topografie übernehmen.

Der Aufruf dieser Funktionalität ist wahlweise auch über das Shortcut 'STRG' + 'X' möglich.

show xml-file

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<simulation>

  <information>
    <version>generated with sinogen (version 1.04) - 25.11.2008, at 16:37:29</version>
    <content>1 sources - 1 targets - 1 obstacles - 0 pedestrian blocks</content>
  </information>


  <szenario lengthhorizontal="30" lengthvertical="30">

    <source name="s1">
      <position x="5" y="10" />
      <timequantitymanagement>source</timequantitymanagement>
      <reachabletarget>t1</reachabletarget>
    </source>

    <target name="t1">
      <position x="25" y="10" />
      <timequantitymanagement>target</timequantitymanagement>
    </target>

    <obstaclepolygon name="o1" class="normal">
      <point x="10" y="5"></point>
      <point x="20" y="5"></point>
      <point x="15" y="15"></point>
    </obstaclepolygon>

    <timequantitymanagement name="source">
      <timedata quantity="6.0" start="0" end="100" generate="0" pause="0" />
    </timequantitymanagement>

    <timequantitymanagement name="target">
      <timedata quantity="6.0" start="0" end="100" generate="0" pause="0" />
    </timequantitymanagement>

  </szenario>

</simulation>
```

Abbildung 62: 'show XML file'-Fenster

- **open help file (Shortcut: F1)**

Der Menüaufruf 'open help file' führt zu der SinoGen-eigenen Hilfedatei im PDF-Format, die diesem Dokument entspricht. Hierin finden sich detaillierte Informationen und Anmerkungen zu allen möglichen Befehlen sowie allgemeine Hinweise zur Bedienung und Handhabung des Programms.

Die Hilfe-Datei wurde in deutscher Sprache verfasst und kann alternativ über die Funktionstaste 'F1' aufgerufen werden

- **version (Shortcut: F2)**

Über den Eintrag 'version' im Menü 'information' öffnen sich die Versionshinweise zum aktuell verwendeten SinoGen-Tool. Hier finden sich einige Details zum Programm in seiner derzeitigen Ausgabe.

Im zweiten Bereich des sich öffnenden Anzeige-Fensters befinden sich alle seit der Version 1.00 getätigten Änderungen und Verbesserungen im Generator-Programm, sortiert nach den seit der ursprünglichen Version erschienenen Ausführungen des SinoGen.

Diese Liste wird ständig ergänzt und durch neu implementierte Features erweitert.

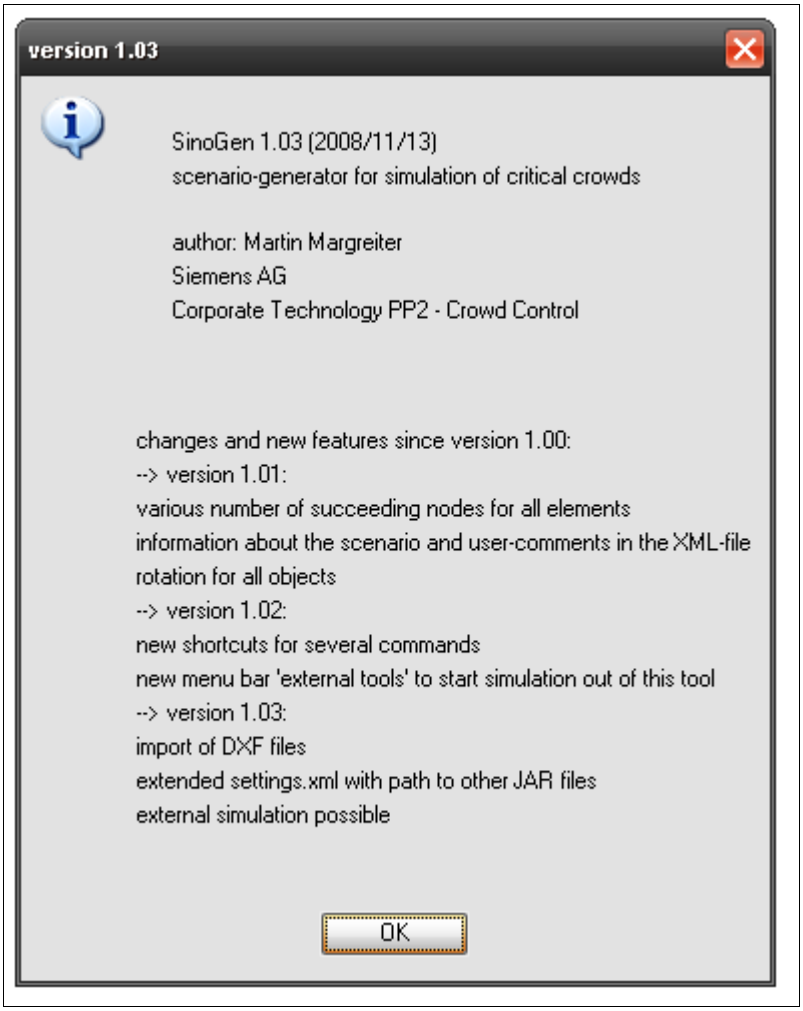

Abbildung 63: 'version'-Fenster

3 Anhang

3.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung eines Punkt-Objekts in der Zeichenebene.....15
Abbildung 2: Darstellung eines Linien-Objekts in der Zeichenebene.....16
Abbildung 3: Darstellung eines Polylinien-Objekts in der Zeichenebene.....20
Abbildung 4: Darstellung eines LW-Polylinien-Objekts in der Zeichenebene.....22
Abbildung 5: Darstellung eines Kreis-Objekts in der Zeichenebene.....23
Abbildung 6: Darstellung eines Kreisbogen-Objekts in der Zeichenebene.....24
Abbildung 7: Einträge der Menüleiste.....26
Abbildung 8: Statusleiste am unteren Rand der Zeichenebene.....26
Abbildung 9: Infotext in der unteren rechten Ecke der Zeichenebene.....27
Abbildung 10: Größes des Szenarios im XML-Code.....28
Abbildung 11: Time Quantity Managements im XML-Code.....28
Abbildung 12: Beispiel einer SinoGen-Modellierung des Stammgeländes der TUM....29
Abbildung 13: 'file'-Menü.....30
Abbildung 14: 'scale background image'-Fenster.....33
Abbildung 15: 'add elements'-Menü.....34
Abbildung 16: Quelle in der Zeichenebene.....34
Abbildung 17: Quelle im XML-Code.....35
Abbildung 18: Fußgänger-Ansammlung in der Zeichenebene.....35
Abbildung 19: 'set quantity'-Fenster.....36
Abbildung 20: Fußgänger-Ansammlung im XML-Code.....36
Abbildung 21: Ziel in der Zeichenebene.....36
Abbildung 22: Ziel im XML-Code.....37
Abbildung 23: Polygonziel in der Zeichenebene.....37
Abbildung 24: Polygonziel im XML-Code.....37
Abbildung 25: standardisiertes Polygonziel in der Zeichenebene.....38
Abbildung 26: standardisiertes Polygonziel im XML-Code.....38
Abbildung 27: Hindernis in der Zeichenebene.....38
Abbildung 28: Hindernis im XML-Code.....39
Abbildung 29: Rechteckhindernis in der Zeichenebene.....39
Abbildung 30: Rechteckhindernis im XML-Code.....39
Abbildung 31: 'set distance'-Fenster.....40
Abbildung 32: Wände in der Zeichenebene.....40
Abbildung 33: Wände im XML-Code.....40
Abbildung 34: Wände um Nachfolgeknoten in der Zeichenebene.....41
Abbildung 35: Erreichbare Ziele in der Zeichenebene.....41
Abbildung 36: Erreichbare Ziele im XML-Code.....42
Abbildung 37: Folgeknoten in der Zeichenebene.....42

Abbildung 38: Folgeknoten im XML-Code....43
Abbildung 39: 'change elements'-Menü....44
Abbildung 40: 'edit elements'-Fenster....45
Abbildung 41: Markierte Elemente in der Zeichenebene....45
Abbildung 42: 'rotate elements'-Fenster....47
Abbildung 43: Eingefügte Elemente in der Zeichenebene....48
Abbildung 44: Neuer Weg in der Zeichenebene....48
Abbildung 45: 'new way'-Fenster....49
Abbildung 46: Neuer Weg im XML-Code....49
Abbildung 47: Auswahlfenster für Wege....49
Abbildung 48: 'edit way'-Fenster....50
Abbildung 49: 'set scale'-Fenster....50
Abbildung 50: Wände - vor und nach dem Verbinden....51
Abbildung 51: 'view'-Menü....52
Abbildung 52: Anzeige ohne und mit Koordinaten....53
Abbildung 53: Darstellung des Hexagon-Gitters in der Zeichenebene....54
Abbildung 54: Anzeige des Gitters in der Zeichenebene....54
Abbildung 55: 'show grid'- Fenster....55
Abbildung 56: 'external tools'-Menü....56
Abbildung 57: 'start visualization'-Fenster....56
Abbildung 58: 'current settings'-Fenster....57
Abbildung 59: 'information'-Menü....59
Abbildung 60: 'set scenario info'-Fenster....59
Abbildung 61: Informationen zum Szenario im XML-Code....60
Abbildung 62: 'show XML file'-Fenster....61
Abbildung 63: 'version'-Fenster....62

3.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundsätzliche Struktur einer DXF-Datei....9
Tabelle 2: Struktur eines Punkt-Objekts im DXF-Format....15
Tabelle 3: Struktur eines Linien-Objekts im DXF-Format....16
Tabelle 4: Struktur eines Polylinien-Objekts im DXF-Format....19
Tabelle 5: Struktur eines LW-Polylinien-Objekts im DXF-Format....21
Tabelle 6: Struktur eines Kreis-Objekts im DXF-Format....23
Tabelle 7: Struktur eines Kreisbogen-Objekts im DXF-Format....24

3.3 Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

_____ _____

Datum Unterschrift