

FACHHOCHSCHULE WEDEL
SEMINARARBEIT

in der Fachrichtung

Wirtschaftsinformatik

Spiele KI

Thema Nr.3:

Die Architektur von Strategiespielen

Eingereicht von: Jan Lipski (Matrikelnr. WI 3133)
Johann-Dietrich-Möller Straße 29
22880 Wedel
Tel. (04103) 80 36 206
Email: wi3133@fh-wedel.de

Erarbeitet im: 4. Fachsemester

Abgegeben am: 30. Mai 2007

Prüfungsleistung: h602 WI-Seminar (Informatik)

Betreuer: Prof. Dr. Sebastian Iwanowski
Fachhochschule Wedel
Feldstraße 143
22880 Wedel
Tel. (04103) 804863

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
1.1. Definition und Gliederung	1
1.2. Geschichtliche Entwicklung	4
1.3. Tendenzen und Entwicklungen	5
2. Elemente eines Strategiespiels	6
2.1. Spieloberfläche	6
2.2. Kriegsnebel	7
2.3. Produktion und Wirtschaft	8
2.4. Technologiebäume	9
2.5. Einheitenbeziehungen	9
2.6. Spielmodi	11
2.7. Spielphasen	12
3. Künstliche Intelligenz	13
3.1. Gruppenbewegungen	13
3.2. Terrainanalyse	16
3.3. Managerkomponenten	17
3.4. Strategische Zielkriterien	19
3.5. Schwierigkeitsgrad einer KI	21
Glossar	22
Literaturverzeichnis	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Gruppierung von Computer Strategiespielen.....	4
Abbildung 2 Geschichtliche Entwicklung der Strategiespiele.....	5
Abbildung 3 Beispieloberfläche - Warcraft 3.....	6
Abbildung 4 Schematische Darstellung – Kriegsnebel mit Beispiel.....	8
Abbildung 5 Schere Stein Papier Prinzip.....	10
Abbildung 6 Zusammenspiel der Managerkomponenten.....	18

1. Einleitung

1.1. Definition und Gliederung

Das erste Kapitel der Seminararbeit beginnt mit einigen Begriffsdefinitionen. Darauf aufbauend werden verschiedene Arten von Strategiespielen klassifiziert. Es folgt eine geschichtliche Entwicklung der Computer-Strategiespiele. Das Kapitel endet mit einem Ausblick in die Entwicklung auf dem Sektor der Computer-Strategiespiele.

Der Begriff „Strategie“ ist in der Literatur nicht eindeutig definiert. Oft werden verschiedene Definitionen für unterschiedliche Bereiche wie beispielsweise: Wirtschaft, Politik oder Mathematik gegeben. Der Begriff stammt aus dem Griechischen und bedeutete ursprünglich Heeresführung. Ein Stratege war im Sinne der Griechen ein gewählter Heerführer. Heutzutage wird die Strategie gern als der „große Plan über allem“ interpretiert. Eine Beispielformulierung laut Wikipedia¹ ist: „Eine Strategie ist ein längerfristig ausgerichtetes planvolles Anstreben einer vorteilhaften Lage oder eines Ziels.“

Aufbauend auf der grundlegenden Definition kann der Begriff „Strategiespiel“ näher erläutert werden. Ein Strategiespiel erfordert von den beteiligten Spielern ein möglichst umfassendes geplantes, „strategisches“ Vorgehen. Dabei müssen Spielzüge vorausschauend entwickelt werden und gegebenenfalls verändert werden. Ein wichtiges Merkmal eines Strategiespiels ist die Notwendigkeit der Minimierung des Zufallsfaktors. Um Strategiespiele wissenschaftlich zu untersuchen, um z.B. die Effektivität einer Strategie zu berechnen, werden Methoden der Spieltheorie, einem Teilgebiet der Mathematik, angewendet. Ein populäres Beispiel eines Strategiespiels in der westlichen Welt ist Schach.²

Das Genre der Computer-Strategiespiele gliedert sich grundlegend in zwei Unterkategorien, die im Folgenden dargestellt werden:

¹ Wikipedia, Die freie Enzyklopädie: Strategie, 2007

² Vgl. Wikipedia, Die frei Enzyklopädie: Strategiespiel, 2007

1. Das Rundenbasierte Strategiespiel

In einem rundenbasierten Spiel führen die Spieler ihre Züge bzw. Handlungen ohne Zeitdruck aus. Dabei können die Runden abwechselnd hintereinander ausgeführt werden, wie bei einem Brettspiel (Schach). Ein anderer Weg ist es, die Züge gleichzeitig einzugeben. Dabei steht die Spielzeit still und der Computer führt, nach beendeter Eingabe aller Spieler, die Züge gleichzeitig aus.

Durch die Möglichkeit seine Züge genau zu planen, da keinerlei Zeitdruck besteht, kann die Komplexität von rundenbasierten Strategiespielen erhöht werden, ohne die Benutzer zu überfordern. Der Prozentteil an nicht-kriegerisch orientierten Spielen, also einem Spiel, wo das Spielziel nicht auf der Vernichtung des Gegners basiert, ist bei rundenbasierten Strategiespielen höher als bei der zweiten im folgenden dargestellten Gruppe. Einige prominente Beispiele aus der Gruppe der rundenbasierten Strategiespiele sind: Battle Isle 1-3 und Civilization 1-2.³

2. Das Echtzeit-Strategiespiel

Diese Kategorie wird auch als „RTS“ (Englisch: „real-time strategy“) bezeichnet. Im Gegensatz zu rundenbasierten Spielen führen die Spieler bei einem Echtzeit-Strategiespiel ihre Züge gleichzeitig aus, d.h. je schneller ein Spieler agiert, desto mehr Züge pro Zeit kann er durchführen. Durch die erhöhten Anforderungen an die Reaktionsschnelligkeit und Geschicklichkeit in der Steuerung des Spiels werden Abstriche in der Komplexität in Kauf genommen. Der Begriff „Echtzeit“ kann falsch interpretiert werden, da die fortlaufende Zeit innerhalb des Spiels nicht unbedingt der Realzeit entspricht. Ein besser passender Titel wäre: „Gleichzeitstrategie“. Prominente Beispiele dieser Gruppe sind: Command and Conquer 1-2, Age of Empires 1-2, Warcraft 1-3 und Starcraft.

³ Vgl. Know Library: Strategiespiel, 2004

Zu den zwei Hauptkategorien lassen sich noch einige weitere Merkmale bestimmen, anhand derer sich Strategiespiele gruppieren lassen.

1. Stärke des Wirtschaftsaspekt

Ein wichtiger Bestandteil eines Großteils aller Computer-Strategiespiele ist der Aufbau einer Ökonomie. Wird das gesamte Spielkonzept auf diesen Aspekt fokussiert, kann von einem stark dominierenden Wirtschaftsaspekt gesprochen werden. Bekannte Vertreter dieser „Wirtschaftssimulationen“ sind: Anno 1603, Siedler 1-5

2. ausschlaggebende Spielsteuerung

Echtzeit-Strategiespiele können sich in der Art der entscheidenden Spielsteuerung unterscheiden. Gemeint ist die effektive Steuerung der Einheiten im Spiel, um einen Vorteil über seinen Gegenspieler zu erlangen. Müssen einzelne Einheiten oder kleine Gruppen in Auseinandersetzungen gesteuert werden und können diese Züge den Ausgang einer Schlacht entscheiden, spricht man von Micromanagement. Ein Beispiel hierfür ist das Spiel Warcraft 3. Ist es entscheidender die Gesamtarmee mit ihren Abteilungen richtig zu positionieren, beispielsweise große Truppengrößen zur richtigen Zeit am richtigen Ort angreifen zu lassen, spricht man von einem Macromanagement orientierten Strategiespiel. Ein Beispiel hierfür wäre die Command and Conquer Reihe.

Verschiedene Spielarten komplettieren die Gliederung der Strategiespiele. Sie sind jeweils auf jede bisherige Gruppe anwendbar.

1. Einzelspieler

Bei dieser Spielart spielt ein einzelner menschlicher Spieler gegen einen oder mehrere Computergegner. Dabei können sowohl einzelne Spiele durchgeführt werden, als auch Kampagnen oder ganze Szenarien mit mehreren Missionen gespielt werden.

2. Mehrspieler

Das Hauptmerkmal dieser Spielart ist das Vorhandensein von mindestens zwei menschlichen Spielern. Dabei können diese Spieler als Team gegen den Computer (Englisch: PvE, Player vs. Environment) oder gegen andere menschliche Kontrahenten antreten (Englisch: PvP, Player vs. Player). Technisch umgesetzt werden diese Mehrspielerspiele über Local Area Netzwerke (kurz: LAN) oder über Internetplattformen.

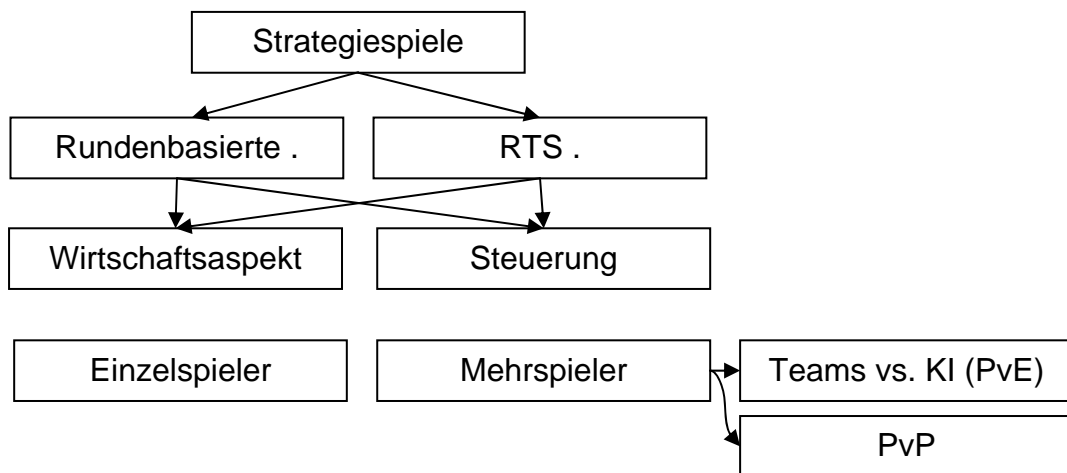


Abbildung 1 Gruppierung von Computer Strategiespielen

1.2. Geschichtliche Entwicklung

Mit der Entwicklung der Computerspiele ab 1970 wurden auch die bekannten Brettspiele in eine Computervariante überführt. Dabei konnte anfangs lediglich ein Spieler gegen Spieler Modus auf einem gemeinsamen Computer entwickelt werden. Die ersten echten Strategiespiele wurden Anfang der 80er Jahre entwickelt. Dabei wurden zuerst nur rundenbasierte Strategiespiele entwickelt. Beispiele hier für sind History Line oder die Battle Isle Reihe. Zu Beginn der 90er Jahre entwickelten sich die ersten RTS-Spiele. Mit Dunell und Warcraft startete eine Trendwende, in der bis dahin dominierten rundenbasierten Strategiespielwelt. Bis zum Jahrtausendwechsel setzten sich die RTS-Spiele zunehmend durch und verdrängten die klassischen rundenbasierten Spiele bis auf wenige Ausnahmen, wie z.B. Civilization. Die folgende Tabelle zeigt eine Auflistung einiger bekannter Spiele und deren Erscheinungsjahr.

- <1980 – Erste Brettstrategiespiele werden auf den Computer umgesetzt
- 1984 – *Stonkers* erste Ansätze von RTS
- <1990 – Blütephase der rundenbasierten Strategiespiele (*History Line, Battle Isle*)
- 1992 – *Dune II* erstes erfolgreiches RTS, Beginn des RTS Booms
- 1991 – *Civilization* erfolgreichstes rundenbasiertes Strategiespiel
- 1994 – Mit *Warcraft* startet die erfolgreichste Fantasy-RTS Reihe weltweit
- 1995 – *Command and Conquer* etabliert das RTS Genre
- 1997 – *Age of Empires*, Mittelalter RTS (Serie insgesamt 15 Mio. verkaufte Exemplare)
- 1998 – *Starcraft*, Science Fiction RTS (17 Mio. Exemplare)

Abbildung 2 Geschichtliche Entwicklung der Strategiespiele

1.3. Tendenzen und Entwicklungen

Wie bereits aus dem vorherigen Abschnitt zu erkennen ist, verdrängen die RTS-Spiele die rundenbasierte Technik zunehmend. Dieser Trend wird vor allem durch den kommerziellen Erfolg der RTS-Spiele anhalten. Der PvP-Aspekt in Strategiespielen hat sich in den letzten Jahren zur wichtigsten Spielart etabliert. Die Spiele KI kann auf lange Zeit nicht denselben Reiz bieten wie menschliche Gegenspieler. Für einige Spiele gibt es weltweite Ranglisten, ähnlich wie in Sportarten. Auf Turnieren werden Preisgelder im fünfstelligen Bereich ausgeschrieben. Im asiatischen Raum gibt es bereits Profi-Spieler, die ihren Lebensunterhalt mit Strategiespielen verdienen.

Die Grafik der Strategiespiele wandelt sich von statischen 2D-Oberflächen zu dreh- und schwenkbaren 3D-Spielflächen, in denen sich Charaktere und Gegenstände nach physikalischen Gesetzen realistisch bewegen. Die Verbesserung der Grafik wird zum Großteil von den Actionspielen, insbesondere von den Ego-Shootern, der Referenz in guter 3D-Grafik, übernommen.

Eine genreübergreifende Entwicklung ist die Verschmelzung von verschiedenen Spieltypen. Moderne Strategiespiele enthalten z.B. „Helden“ – Einzelunits mit besonderen Fähigkeiten, die mit Ausrüstungsgegenständen bestückt werden können, ähnlich wie in einem Adventure-Spiel.

2. Elemente eines Strategiespiels

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den verschiedenen Elementen eines Strategiespiels. Die meisten Spiele haben ähnliche genretypische Merkmale, die leicht verändert immer wieder in Strategiespielen auftauchen.

2.1. Spieloberfläche

Abbildung 3 zeigt eine typische Oberfläche eines modernen Strategiespiels. Man unterscheidet die eigentliche Karte, auf der das Spiel abläuft (beinhaltet die Zahlen 1,6,7) und den Steuerungs- und Informationsbereich im unteren Bereich der Abbildung (beinhaltet die Zahlen 2 bis 4).



Abbildung 3 Beispieloberfläche - Warcraft 3

1 - Die Oberflächenbeschaffenheit kann in unterschiedlichsten Ausprägungen vorliegen. Die Terrainanalyse (siehe Abschnitt 3.2) der KI unterscheidet u.a. zwischen passierbaren oder unpassierbaren Feldern. Im Beispiel ist das Wasser unpassierbar für die Einheiten.

2 - Die sogenannte Minimap ist eine vereinfachte Ansicht der Gesamtkarte. Einheiten und Gebäude werden als Punkte dargestellt; für den Gegner in einer anderen Farbe. Rohstoffe können ebenfalls auf der Minimap gekennzeichnet sein. Der Sinn dieser Minimap ist die Möglichkeit für den Spieler, einen schnellen Überblick über die Gesamtsituation auf der Karte zu erhalten, denn die eigentliche Oberfläche zeigt nicht die gesamte Karte, sondern nur einen Ausschnitt.

3 - Der Unit-Kontrollbereich zeigt die verfügbaren Befehle an, die der Spieler der ausgewählten Unit geben kann. Beispielsweise „Angreifen“, „Abbauen“, „Bewegen“

4 - Der Unit-Informationsbereich zeigt alle wichtigen Daten über die ausgewählte Unit aus. In modernen Strategiespielen, können auch Informationen von ganzen Gruppen in diesem Bereich sichtbar sein.

5 - Die ausgewählte Unit; Im Beispiel durch einen grünen Kreis gekennzeichnet.

6 - Die Ressourcenanzeige bestimmt, ähnlich wie ein Bankkonto, den verfügbaren Betrag an den verschiedenen, im Spiel vorhandenen Rohstoffen. Sie werden dazu genutzt um Gebäude, Einheiten oder Technologien zu erschaffen. Im Beispielspiel existieren die Rohstoffe Holz und Gold. Der „Fleischschenkel“ zeigt die maximale Anzahl von produzierbaren Einheiten an. Dieses Einheitenlimit kann durch den Bau von weiteren Gebäuden erhöht werden.

2.2. Kriegsnebel

Der Kriegsnebel oder Fog of War ist ein Effekt um die Sichtweite von Einheiten realistischer darzustellen. Der Kriegsnebel wurde zum ersten Mal im Strategiespielklassiker Warcraft 2 von Blizzard Entertainment im Jahr 1995 eingesetzt. Zuvor gab es zwei grundsätzliche Sichtbarkeitsmodi auf einer Spielfläche. Zu Beginn des Spiels waren die Karten geschwärzt. Wurden Teile der Karte aufgedeckt, blieben diese, auch wenn keine befreundeten Einheiten in der Nähe sind, sichtbar. Das führte dazu, dass ein überraschender Angriff nicht mehr möglich war.

Durch den neu eingeführten Fog of War wird ein Kartenteil, nachdem dieser einmalig entdeckt wurde und die freundliche Einheit diesen Bereich wieder verlässt, (also von geschwärzt auf sichtbar) gegraut. Das Terrain der Karte bleibt dabei gegraut sichtbar, feindliche Einheiten unter dem Grauschleier werden jedoch nicht mehr angezeigt, solange keine befreundeten Einheiten in der Nähe sind. Das Schema in Abbildung verdeutlicht die Ausführungen.



Abbildung 4 Schematische Darstellung – Kriegsnebel mit Beispiel

2.3. Produktion und Wirtschaft

Ein wesentlicher Aspekt eines Strategiespiels ist der Aufbau einer Ökonomie. Grundsätzliche Teilbereiche dieser sind: Der Abbau der Rohstoffe, die Erstellung von Einheiten und die Entwicklung neuer Technologien, die wiederum neue Einheiten und effektivere Rohstoffverwertung ermöglichen. Dargestellt wird dieser Ablauf meistens in städteähnlichen Basen. Verschiedene Gebäude und Arbeitseinheiten sind für die verschiedenen Aspekte der Ökonomie zuständig. Beispielsweise kann eine Art Kaserne gebaut werden, in der Kriegseinheiten gegen Ressourcen in einer bestimmten Zeit hergestellt werden.

In RTS Spielen ist die Funktionsweise und Komplexität dieser wirtschaftlichen Struktur stark vereinfacht. Typischerweise existieren nur zwei oder drei verschiedene Rohstoffe und die verschiedenen Gebäude sind in ihrer Anzahl und in ihren Technologien klein gehalten. Im Gegensatz dazu stehen die Wirtschaftssimulationen oder wirtschaftslastigen Strategiespiele.

Allgemein sind die Karten eines Strategiespiels so generiert, dass die Rohstoffe nicht in ausreichender Form zur Verfügung stehen. Die Knappheit dieser Ressourcen soll einen Anreiz für eine Auseinandersetzung mit dem Gegner geben.

2.4. Technologiebäume

Technologiebäume (Englisch: Techtrees) stellen die Möglichkeiten einer Ökonomie zum Fortschritt dar. Diese Entwicklung kann in verschiedene Richtungen gehen und in hoch spezialisierten Einheiten enden. Die Bäume zeigen die verschiedenen Pfade für technologische Ziele, wie z.B. eine besondere Einheit und deren Vorbedingungen an.

Meilensteine werden häufig durch den Ausbau des Haupthauses simuliert. Die Zivilisation steigt beispielsweise in eine neue Epoche auf, dadurch werden neue Gebäude und Einheiten frei geschaltet. Die Meilensteine nennt man „Tier0“, „Tier1“, u.s.w.. Die Einheiten, die speziell in dieser Ausbaustufe gebaut werden können, sind dementsprechend Tier1 oder Tier2 Einheiten.

2.5. Einheitenbeziehungen

In einem Strategiespiel unterscheidet man zwischen zivilen (arbeitenden) und militärischen Einheiten. Die zivilen Einheiten sind meistens zu schwach, um sie effektiv in einem Scharmützel zu benutzen und dienen zum Aufbau und Ablauf der Wirtschaftsstrukturen.

Die militärischen Einheiten sind durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Fähigkeiten gekennzeichnet, die gegen bestimmte Gegenspieler besonders effektiv sein können oder im Gegensatz dazu, besonders schwach sind. Dieses erweiterte Schere-Stein-Papier Prinzip findet sich in den meisten Strategiespielen.

Zur Erläuterung dieses Prinzips folgt ein einfaches Beispiel eines Strategiespiels welches einen mittelalterlichen Hintergrund besitzt. Es wird angenommen, dass es auf beiden Seiten drei verschiedene Einheitentypen gibt:

Fußsoldaten, bewaffnet mit einem Schwert und einem Schild

Ritter und Pferd, bewaffnet mit einer Lanze

Bogenschützen, bewaffnet mit einem Langbogen

Zur Spiellogik – Ritter sind durch ihre Lanzen den Fußsoldaten überlegen, die Schützen allerdings können die Ritter schon aus weiter Entfernung vom Pferd holen. Das Schild des Fußsoldaten schützt ihn vor dem Pfeilhagel der Schützen.

Die folgende Tabelle zeigt die Sieger jeder möglichen Kombination:

	Ritter (Lanze)	Soldat (Schwert Schild)	Schütze (Bogen)
Ritter (Lanze)	0	Ritter	Schütze
Soldat (Schwert Schild)	Ritter	0	Soldat
Schütze (Bogen)	Schütze	Soldat	0

Abbildung 5 Schere Stein Papier Prinzip

2.6. Spielmodi

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Spielmodi oder Siegbedingungen für Strategiespiele. Einige typische werden im folgendem aufgelistet:

- Vernichtung des Gegners

Hierbei handelt es sich um die klassischste aller Siegbedingungen. Ziel ist es, den Gegner, also alle seine Einheiten und Gebäude, zu eliminieren.

- Punktspiele

Bei Punktspielen gibt es für Einheiten, Ressourcen oder Technologien eine feste Anzahl von Punkten. Das Spiel endet entweder, wenn der erste Spieler die benötigten Punkte besitzt, oder es wird eine feste Zeitspanne gespielt und die erworbenen Punkte werden verglichen.

- „King of the hill“ / „Capture the flag“

Bei diesem Spielmodus gilt es eine bestimmte Zeitspanne ein Gebiet oder einen Gegenstand zu kontrollieren bzw. zu besetzen

- „Kill the king“ oder „Königsmord“

Das Töten einer bestimmten Einheit des Gegners steht bei diesem Spieltyp im Vordergrund.

- „Deathmatch“

Beim Deathmatch Modus werden den Kontrahenten eine vorgegebene Anzahl von Einheiten bereitgestellt. Stützpunkte existieren nicht, der Wirtschaftsaspekt des Spiels ist somit deaktiviert.

- Einzelspielerszenarien

Kampagnen oder Einzelspielermissionen können die unterschiedlichsten Ziele haben. Beispielsweise könnten Einheiten eine bestimmte Wegstrecke eskortiert werden.

2.7. Spielphasen

Strategiespiele teilen sich in verschiedene Phasen des Spiels auf. In der Aufbauphase wird zunächst eine funktionierende Ökonomie errichtet, was dem Ausbau der Basis und der Errichtung einer ersten Streitmacht entspricht. Weiterhin muss die noch geschwärzte Karte nach den Gegnern und nach weiteren Rohstoffen erkundet werden. In modernen Strategiespielen können bei neutralen Einheiten zusätzliche Rohstoffe erbeutet werden.

In der darauf folgenden Hauptphase steht der eigentliche Konflikt mit dem Gegenspieler im Vordergrund. Im Kampf um die Vorherrschaft kann es mehrere Schlachten um z.B. Rohstoffe oder besondere Gebiete geben. Hier sind vor allem taktische Manöver hilfreich. Außerdem wird in der Basis die Weiterentwicklung von Einheiten vorangetrieben. Meilensteine werden erreicht und neue Technologien stehen zur Verfügung. Mit den schwindenden Rohstoffvorkommen zwingt das Spiel die Gegner zu einer Entscheidung, die meist in einer letzten Schlacht ausgefochten wird.

Im Gegensatz zu diesem Ablauf gibt es noch den Sonderfall des „Rushs“. Ein Rush ist ein besonders früher Überraschungsangriff zu Beginn des Spiels. Die militärischen Einheiten sind zu dieser Phase nicht sehr stark und ihre Anzahl ist übersichtlich. Trotzdem kann ein Rush Erfolg haben, da der Gegner ebenfalls nur wenige oder keine militärischen Verteidigungseinheiten besitzt. Bei einem Fehlschlag eines Rushs bedeutet das oft einen technologischen Nachteil des Angreifers im späteren Spiel, da er zu Beginn seine Ökonomie auf die Produktion dieser günstigen militärischen Einheiten ausgelegt hat und die Ressourcen kaum in die Entwicklung von Technologien gesetzt hat.

3. Künstliche Intelligenz

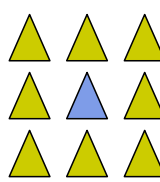
Die Programmierung von Künstlicher Intelligenz (KI) in Strategiespielen hat einen besonderen Charakter, da sich dieses Spielgenre stark von anderen, wie beispielsweise Ego-Shootern oder Sportspielen unterscheidet. Es werden hohe Anforderungen an die Pfadfindungsalgorithmen gestellt, was mehrere Ursachen hat. Die Oberflächen können in vielen Strategiespielen generiert werden, d.h. sie sind bei jedem Spiel anders, beispielsweise kann es Gegner auf verschiedenen Kontinenten oder Inseln geben, die ihre Einheiten per Luft- oder Wassertransport über die Meere schicken müssen. Ein weiteres Element ist das Vorhandensein von Mauern in Strategiespiel. Damit besteht die Möglichkeit, passierbare Wege während des Spiels zu blockieren.

Das allgemeine Ressourcenmanagement und die Steuerung der verschiedenen Bereiche eines RTS, müssen koordiniert werden. Dabei dürfen keine Sackgassen bei der Einplanung von Ressourcen und der Entwicklung von Technologien entstehen, in der die KI in einer Endlosschleife verweilt. Im folgenden Kapitel der Seminararbeit wird auf einige Besonderheiten, die eine Künstliche Intelligenz eines RTS besitzen sollte, eingegangen.

3.1. Gruppenbewegungen

Größere Gruppen von Einheiten bewegen sich oft in Formationen, um ihre Effektivität gegen andere Gruppen zu verstärken. Dieser militärische Schachzug wird auch in Strategiespielen übernommen. Dabei gibt es verschiedenste Möglichkeiten Einheiten zu formieren, wie zum Beispiel:

- Lienenformation: 

- Boxformation (schwache Einheit in der Mitte): 

- Keil- oder V Formation: 

In Strategiespielen sind wichtige Faktoren zur Auswahl der Formation zu beachten: Wie müssen die Einheiten vor einem Kampf orientiert sein, um besonders effektiv zu sein? Dabei können besonders verheerende Einheiten, zum Beispiel Kanonen nur in eine bestimmte Richtung zielen, ein Drehmanöver würde viel Zeit kosten.

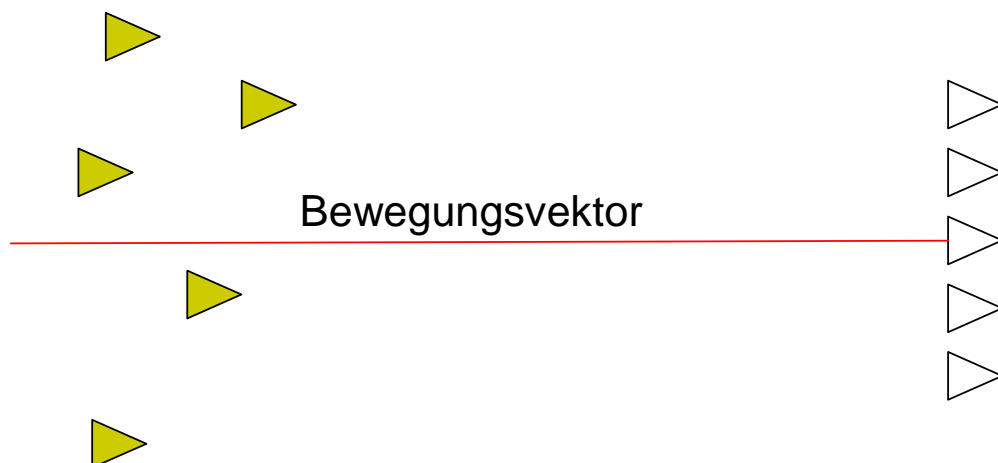
Wie tief oder kompakt sollte die Formation sein? Besitzt der Gegner Einheiten, die Flächenschaden verursachen (Area of Effect, AoE-Damage) wäre eine aufgefächerte Formation sinnvoller.

Behindern sich Einheiten gegenseitig, wenn es zu einem Angriff kommt? Die meisten Strategiespiele besitzen eine Kollisionsabfrage, d.h. die Einheiten können nicht gleichzeitig auf demselben Kartenbereich stehen.

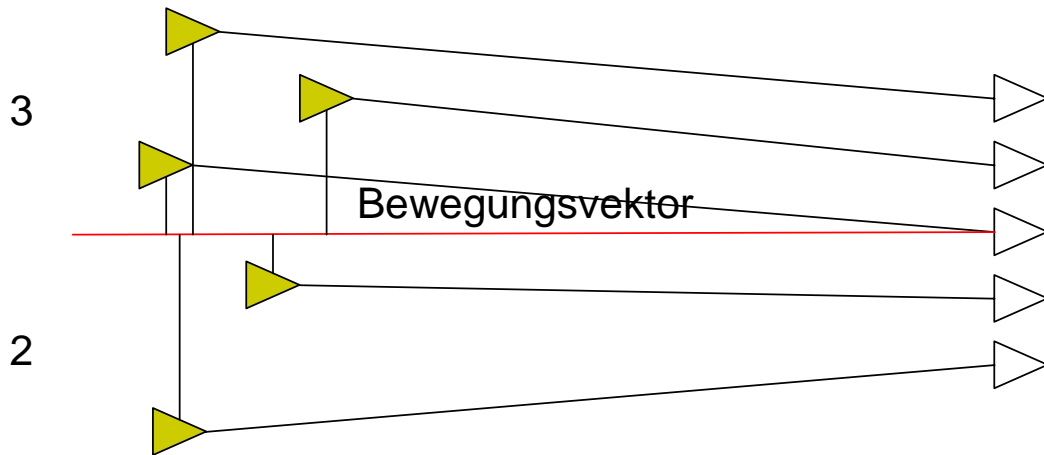
Besitzen die Einheiten ein unterschiedliches Bewegungstempo und eine unterschiedliche Angriffsreichweite?

Um einzelne Einheiten in eine Formation zu bewegen, muss der Platz und der Weg innerhalb der Formation berechnet werden. Dabei sollten die Einheiten möglichst kurze Wege zurücklegen ohne sich gegenseitig zu behindern; dadurch wird die benötigte Zeit zur Formierung reduziert. Zwei einfache Beispiele dienen zur Verdeutlichung wie der Computer den Weg und den Platz jeder Einheit berechnet:

Im ersten Beispiel sollen fünf Einheiten in eine einfache Linie zusammengeführt werden. Ein Hindernis ist nicht vorhanden:



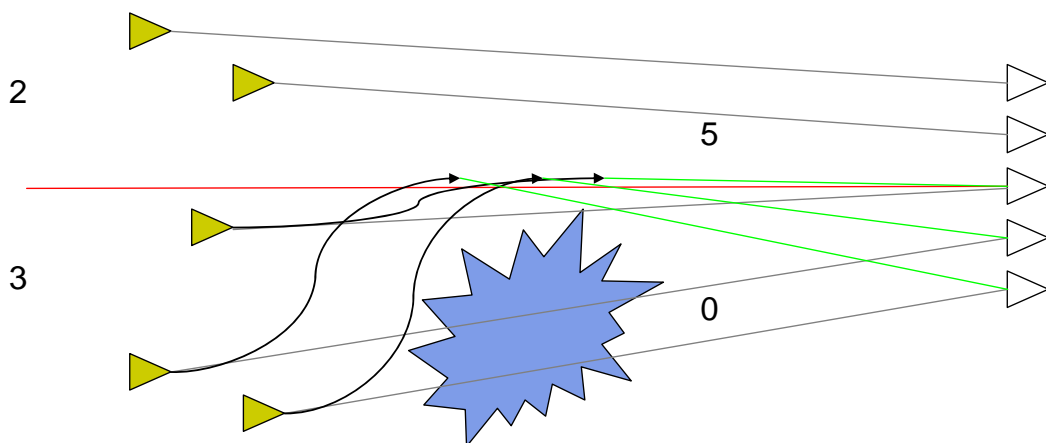
Zur Berechnung des Platzes wird ein Bewegungsvektor eingeführt, der sich aus der Mitte der gewünschten Formation im rechten Winkel in Richtung der Einheiten ausbreitet.



Es wird nun der Abstand der Einheiten von diesem Vektor berechnet und die Anzahl der Einheiten über und unter dem Vektor wird gezählt. Der Abstand der Einheit zum Bewegungsvektor bestimmt die Position in der Formation. Ist der Abstand am größten, wird die Einheit an das äußerste Ende der Formation platziert. Dabei wird zuerst die Seite mit mehr Einheiten berechnet und dann die Gegenseite gesetzt. Im Beispiel werden also erst die 3 Einheiten oberhalb des Vektors auf ihre Plätze berechnet, darauf die Einheiten unterhalb des Vektors. Würde diese Mehrzahlregelung nicht beachtet werden, gäbe es Kollisionen in der Mitte der Formation. Sind beide Seiten zahlenmäßig gleich, gibt es keine Mittelposition in der Formation (Die Anzahl muss gerade sein).

Nach der Berechnung der Wege werden die Einheiten mit ihren berechneten Plätzen durch eine Strecke verbunden. Die Streckenverläufe sollten sich nicht mehr schneiden.

Im 2. Beispiel liegt ein Hindernis zwischen den Einheiten und der gewünschten Formationsposition.



Die Einheiten werden zunächst nach dem Schema, welches im ersten Beispiel vorgestellt wurde, auf ihre Position in der Formation verteilt. Über einen Pfadfindungsalgorithmus werden die Einheiten, deren theoretische Bewegung (graue Strecken) das Hindernis schneiden, um dieses herumgeführt. Dann wird das Schema erneut durchgeführt. Dabei kann es, wie im Beispiel zu sehen, passieren, dass mehrere Einheiten denselben Abstand zum Bewegungsvektor haben. Hier wird die Einheit, die am nächsten zur gewünschten Formationsposition steht, zuerst berechnet. Die weiteren Einheiten werden dann auf die freien Plätze gesetzt (grüne Strecken).⁴

3.2. Terrainanalyse

Um den Pfadfindungsalgorithmen eine Berechnungsgrundlage zu liefern, ist es entscheidend, Aussagen über die Beschaffenheit des Terrains zu machen. Eine gute Terrainanalyse KI unterscheidet verschiedene Terrainarten:

- Passierbar / unpassierbar
- Ressource
- Strategische Ziele (z.B. neutrale Städte)
- Engpässe (Brücken, Pässe)
- Gebäude und Einheiten des Gegners

Dabei ist zu beachten das Formationen von Einheiten einen größeren Platzbedarf zur Bewegung benötigen als Einzeleinheiten. Um dieses Problem zu lösen, wird die gesamte Karte in verschieden große Teilblöcke zerlegt und untersucht. Je nach Art der Einheit wird dann eine bestimmte Größe eines Kartenausschnittes zur Entscheidungsfindung über den optimalen Weg herangezogen.

Der kleinste denkbare Mapblock wird laut Kent⁵ als Element Map bezeichnet. Element Maps speichern Informationen über die Art des Terrains, also beispielsweise deren Inhalt (Ressource, Gegner, ...) und können für sich schon zur Wegberechnung von Einzeleinheiten genutzt werden.

⁴ Vgl. Dawson, Chad, [Formations], 2002, S. 272 ff.

Der nächste größere Block die Tile Maps besteht aus einer Anzahl (beispielsweise 9 oder 16) Element Maps. Die Größe einer Tile Map entspricht der einer kleineren Gruppe von Einheiten. Es kann nun mittels statistischer Auswertung bestimmt werden, ob eine Tile Map reich an Rohstoffen oder z.B. passierbar ist. Dazu werden die Informationen der Element Maps als Grundlage genommen.

Mega-Tile Maps bestehen aus einer Anzahl von Tile Maps. Sie dienen zur Wegfindung von großen Gruppenverbänden und als Entscheidungskriterium für den Stadtaufbau. Dabei wird das Terrain mit den Informationen der kleineren Mapblöcke innerhalb der Mega-Tile Map bewertet. Hier spielen zum Beispiel die Verteidigungsmöglichkeiten oder die Ressourcenverfügbarkeit eine Rolle.

3.3. Managerkomponenten

Die Künstliche Intelligenz in Strategiespielen hat unterschiedlichste Aufgaben und Einzelprozesse zu berechnen. Die Ökonomie muss aufgebaut werden, Einheiten müssen gesteuert werden, Schlachten werden ausgefochten. Die Koordination dieser einzelnen Bereiche wird durch Managerkomponenten durchgeführt.

Bob Scott⁶ stellt am Beispiel des sehr erfolgreichen Strategiespiels Empire Earth eine Reihe von Managern vor. Die Architektur dieser Manager lässt sich auch auf andere Strategiespiele übertragen:

- Der Zivilisationsmanager regelt als übergeordnete Instanz die gesamten verfügbaren Ressourcen. Dabei verteilt er diese an die weiteren Manager und verfolgt dabei übergeordnete Ziele, wie zum Beispiel Meilensteinentwicklung.
- Der Einheitenmanager erstellt die Einheiten in den Gebäuden der Basis und überwacht das Einheitenlimit. Stoppt die Produktion von Einheiten aufgrund dieses Limits gibt er Anweisungen für die Erhöhung dieses Limits (z.B. den Bau neuer Gebäude)

⁵ Vgl. Kent, Tom, [Terrain Analysis], 2004, S. 451 ff.

⁶ Vgl. Scott, Bob, [Architecting], 2002, S. 397 ff.

- Der Ressourcenmanager entscheidet mit seinen gegebenen Ressourcen über die Entwicklung von neuen Technologien. Dafür können Voraussetzungen wie neue Gebäude von Nöten sein.
- Der Baumanager ist für den Bau der Gebäude zuständig. Er bekommt Anfragen vom Einheiten- und Ressourcenmanager und entscheidet welche Gebäude er errichten muss, um die Anfragen zu befriedigen.
- Der Kampfmanager ist für sämtliche Bewegungen der militärischen Einheiten über die Spielfläche verantwortlich. Er vergleicht Einheitenstärken des Gegners mit den eigenen und entscheidet, ob ein Angriff lohnenswert ist oder nicht. Der Einheitenmanager bekommt über den Kampfmanager Aufträge zum Bau neuer Einheiten.

Das Schema der unteren Abbildung verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Managern.

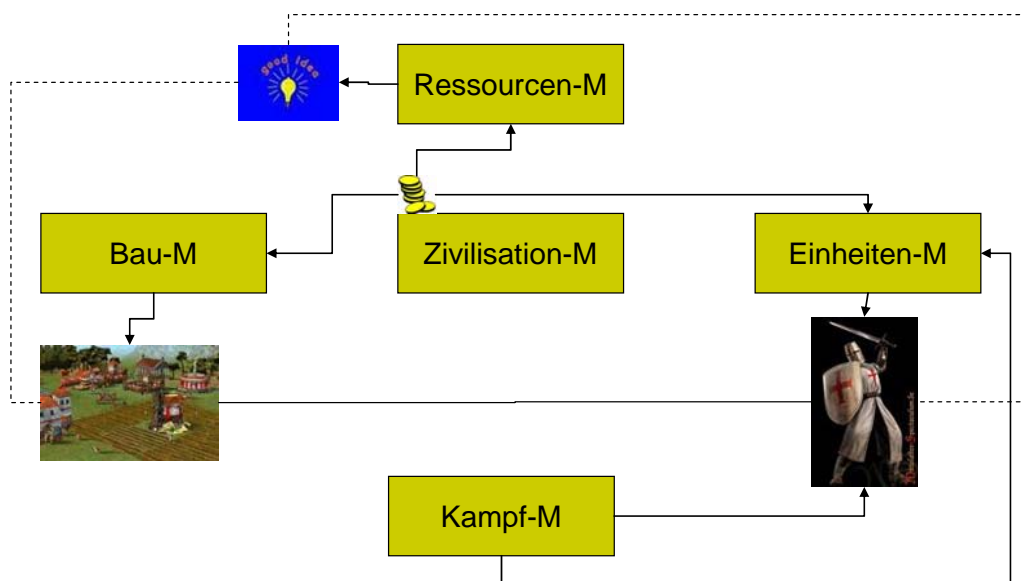


Abbildung 6 Zusammenspiel der Managerkomponenten

3.4. Strategische Zielkriterien

Die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Manager müssen in bestimmten Situationen Entscheidungen treffen. Diese Entscheidungen müssen auf eine rationale Weise getroffen werden. In der realen Welt wird bei wirtschaftlichen Entscheidungsfindungen oft ein Nutzenmodell (entliehen aus der Wohlfahrtstheorie) angewandt. Dieses Modell lässt sich auch auf die KI eines Strategiecomputerspiels anwenden. Dabei wird versucht, den Nutzen aller Beteiligten zu optimieren. In Strategiespielen mit wenigen Ressourcen ist eine effektive Verwendung der Ressourcen ein wichtiger Ansatzpunkt für diese Nutzentheorie.

Zuvor müssen jedoch grundlegende Ziele der KI festgelegt werden. Zum Beispiel die Vernichtung des Gegenspielers. Aus diesen Hauptzielen leitet die KI selbständig Subziele ab. Im Beispiel wären das möglicherweise mehr militärische Einheiten zu besitzen, wie der Gegenspieler. Dadurch kann die KI ihre Ziele bis auf elementare Prozessschritte herunterskalieren. Natürlich verändert sich die Umwelt dynamisch und die KI ist gezwungen sämtliche Prozesse ständig neu zu berechnen.

Ein Beispiel verdeutlicht die oben genannten Ausführungen.

Annahme:

Hauptziel – Gegner eliminieren → Subziel – mehr / bessere militärische Einheiten für einen Angriff erstellen

Gegner besitzt 2 Schützen: Wertigkeit gegen Ritter: 2/Stk.

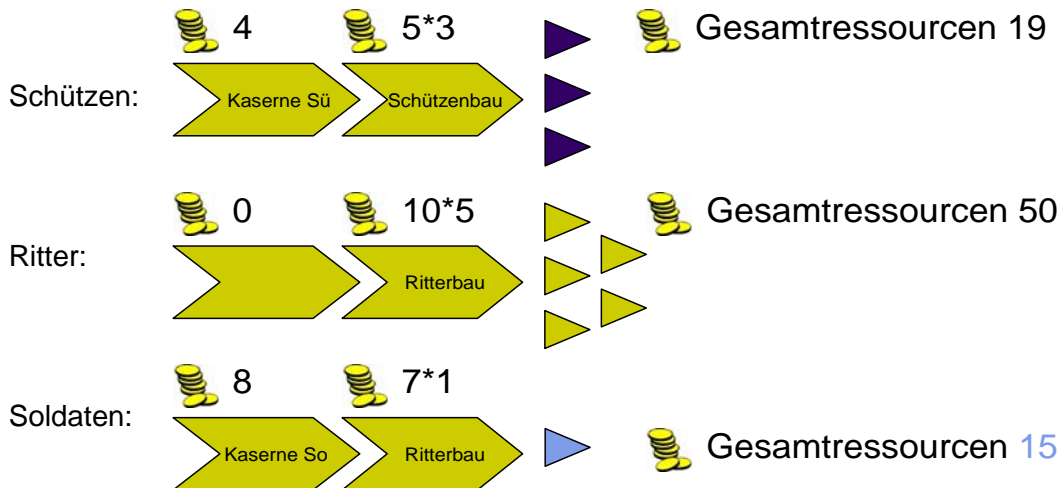
Wertigkeit gegen Soldaten: 0.4/Stk.

Wertigkeit gegen Schützen: 1/Stk.

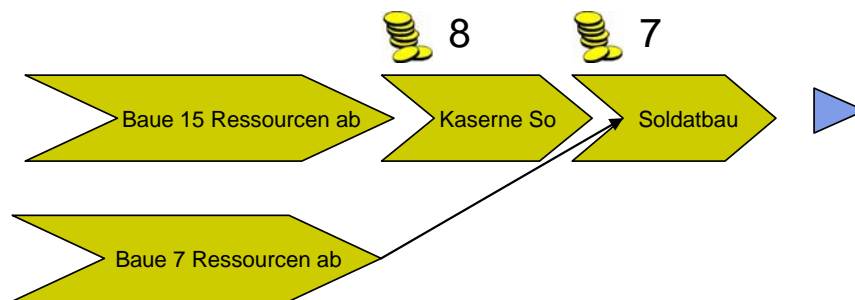
Ressourcenkosten: Schütze: 5, Ritter 10, Soldat 7

Kasernenbau: Schütze: 4, Ritter 0 (bereits vorhanden), Soldat 8

Es ist zu beachten, dass dieses Beispiel durch die Wertigkeit der Einheiten zueinander das Schere-Stein-Papier Prinzip berücksichtigt. Es werden verschiedene Anzahlen von Einheiten benötigt um Überlegen zu sein. Durch einen Kostenvergleich kann eine Entscheidung getroffen werden.



Es wird deutlich, dass der Soldat mit Schild und Schwert am effektivsten gegen die Schützen einsetzbar und am günstigsten ist. Nach der Entscheidungsfindung können die Subziele und deren Elementarprozesse angestoßen werden.



Der erste Schritt beschreibt den Elementarprozess „Abbau von 15 Ressourcen“ dieser ist nötig, solange die Kaserne noch nicht existiert. Der zweite Elementarprozess „Abbau von 7 Ressourcen“ kann für den zweiten Soldaten angewandt werden, da die Kaserne bereits existiert. Das bedeutet auch, dass die fixen Kosten pro Soldat immer geringer werden, je mehr Soldaten produziert werden. Verbrauchen verschiedene Subziele und deren Prozesse unterschiedliche Ressourcen oder ist diese Ressource im genügenden Maße vorhanden, können diese Prozesse parallel durchgeführt werden. Prozesse, die sich gegenseitig aufgrund der knappen Ressourcen behindern, liegen auf einem „kritischen Pfad“. Hier muss wieder eine Entscheidung getroffen werden, in welcher Reihenfolge diese Prozesse durchgeführt werden sollen.⁷

⁷ Vgl. Harmon, Vernon, [Goal-Directed], 2002, S. 402 ff.

3.5. Schwierigkeitsgrad einer KI

Es gibt unterschiedliche Anforderungen an eine Spiele KI. Ein sehr guter Spieler wünscht sich einen fordernden Gegner, ein Anfänger möchte einen behutsamen Einstieg. Aus diesen Gründen wurden verschiedene Schwierigkeitsgrade für Computer-KIs entwickelt. Sehr guten KIs werden absichtlich Fehler eingebaut, damit sie für einen Anfänger in einem leichten Schwierigkeitsgrad zu schlagen sind. Dies kann als Beispiel durch die Überwachung der Einheitenstärken umgesetzt werden, d.h. der Computerspieler baut nicht mehr militärische Einheiten, auch wenn er die Ressourcen dazu hätte, wenn der menschliche Spieler geringeres militärisches Potenzial besitzt.

In der Realität ist es sehr schwierig gute menschliche Spieler in Strategiespielen zu schlagen, ohne dass die KI nicht betrügt (englisch: cheaten); z.B. mehr Ressourcen am Beginn des Spiels zur Verfügung gestellt bekommen als der menschliche Kontrahent. Spielweisen wie Bluff oder Hinterhalt können noch sehr schwer von den KIs von Strategiespielen erkannt werden. Ein Vorteil der KIs ist die bereits angesprochene Multitaskingfähigkeit. Menschen können in Echtzeitstrategiespielen diese Entscheidungen nicht so schnell treffen wie der Computer. Es werden immer noch Cheatmöglichkeiten in modernen Spielen eingebaut, um u.a. sehr guten Spielern die Möglichkeit zu bieten, den Computergegner so stark einzustellen, dass ein forderndes Spiel entsteht.

Glossar

Im Folgenden werden einige Begriffe erläutert, die im Bereich der Computerspiele häufig Verwendung finden. Darunter befinden sich auch einige Wörter aus der Umgangssprache der Computerspielgemeinde.

Capture the Flag	Spielmodus, wo ein bestimmter Gegenstand eine Zeitspanne erobert und gehalten werden muss
Cheat	Ein Mechanismus, wodurch der Spieler oder die Computer-KI, die bestehenden Regeln verletzen und sich so einen Vorteil verschaffen kann. Zum Beispiel die Eingabe eines Codes zum sofortigen Ressourcenanstieg
Deathmatch	Spielmodus, in dem der Ökonomieaspekt ausgeschaltet wird und jeder Spieler eine bestimmte Anzahl von Einheiten erhält
Fog of War	Auch Kriegsnebel genannt. Dient zur Verdeutlichung der Sichtweite von Einheiten. Ein grauer Schleier verdeckt Bereiche der Karte die nicht durch Einheiten gesehen werden können
King of the Hill	Spielmodus, wo ein bestimmtes Gebiet eine Zeitspanne erobert und gehalten werden muss.
Macromanagement	Bezogen auf Strategiespiele ist unter Macromanagement das Steuern von Gesamtarmeen und beispielsweise das richtige Aufstellen einer Streitmacht zu verstehen
Micromanagement	Innerhalb eines Strategiespiels wird mit Micromanagement das Agieren mit einzelnen Einheiten oder kleinen Gruppen von Einheiten verstanden

Minimap	Bezeichnung für eine kleine Übersichtskarte innerhalb des Spiels. Einheiten und Gebäude verschiedener Spieler werden als Punkte in unterschiedlichen Farben dargestellt
PvE	Englisch für Player vs. Environment: Ein Spielmodus, wo der Spieler / die Spieler gegen den Computer spielt / spielen
PvP	Englisch für Player vs. Player: Ein Spielmodus, wo menschliche Spieler gegeneinander antreten. Beispielsweise: 1gegen1, oder 2gegen2
Rush	Ein sehr frühzeitiger, überraschender Angriff eines Spielers in einer Phase, wo der Aufbau der Ökonomie dominiert; typischerweise mit günstigen, einfachen militärischen Mitteln
RTS	Steht für „real-time strategy“ und bezeichnet eine Gruppe von Computerstrategiespielen, wo die Spieler ihre Züge gleichzeitig ausführen. (siehe Kapitel: Das Echtzeit-Strategiespiel)
Techtree	Technologiebaum (siehe gleichnamiger Abschnitt)
TierX	Entspricht einer Technologieebene, die durch Meilensteine (Ausbau des Haupthauses) erreicht wird. Die Einheiten und Gebäude dieser Technologieebene werden dann mit TierX Units bezeichnet

Literaturverzeichnis

Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2007: [Strategie] – Wikipedia, St. Petersburg: Wikimedia Foundation Inc., 2007

Internet: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Strategie&oldid=32200909>

Stand 2007-05-23, letzter Abruf 2007-05-29

Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2007: [Strategiespiel] – Wikipedia, St. Petersburg: Wikimedia Foundation Inc., 2007

Internet: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Strategiespiel&oldid=30813646>

Stand 2007-04-21, letzter Abruf 2007-05-29

Know Library, 2004: Computer-[Strategiespiel], Daugavpils, SIA "AISYS", 2007

Internet: http://computer_strategiespiel.know-library.net/

Stand 2004-08-28, letzter Abruf 2007-05-29

Scott, Bob, 2002: [Architecting] an RTS AI in AI Game Programming Wisdom, Hingham, Charles River Media, Inc., 2002

Harmon, Vernon, 2002: An Economic Approach to [Goal-Directed] Reasoning in an RTS in AI Game Programming Wisdom, Hingham, Charles River Media, Inc., 2002

Dawson, Chad, 2002: [Formations] in AI Game Programming Wisdom, Hingham, Charles River Media, Inc., 2002

Kent, Tom, 2004: Multi-Tiered AI Layers and [Terrain Analysis] for RTS Games in AI Game Programming Wisdom 2, Hingham, Charles River Media, Inc., 2004

Allgemeine Literatur, die zur Ausarbeitung diverser Bereiche der Seminararbeit herangezogen wurde:

Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 2007: Echtzeit-Strategiespiel – Wikipedia, St. Petersburg: Wikimedia Foundation Inc., 2007

Internet: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Echtzeit-Strategiespiel&oldid=32344621>

Stand 2007-05-26, letzter Abruf 2007-05-29

A., Beni, o.J. : [Strategie Spiele], Schweiz: kein Verlag

Internet: <http://www.strategie-spiele.ch/>

Stand 2007-05-29, letzter Abruf 2007-05-30