

Bachelorarbeit

Design und Implementierung eines Resource-Management-Games

Justin Nicola

Glossar

Game Engine	Ein Framework zur Erstellung und Entwicklung von Computerspielen
-------------	--

Design und Implementierung eines Resource Management Games

Justin Nicola, Mat. 35441124, Informatik PO2018

28. August 2022

1 Einleitung

Bereits seit dem Jahr 1964 existieren Ressource Management Games. Das erste verzeichnete Spiel trägt den Titel „The Sumerian Game“, wurde entwickelt von Mabel Addis und spielt in dem antiken sumerischen Stadtstaat Lagash. Die Aufgabe des Spielers war es, in drei verschiedenen Segmenten mit jeweils eigenen Runden, die Bevölkerung und die Ressourcen so anzurichten, dass ein erfolgreiches Überleben der Einwohner gesichert ist, trotz zufälliger Katastrophen oder Events. Seitdem hat sich in der Branche des Game Developments und der Kategorie der Resource Management Games einiges getan, von SimCity über Anno, bis hin zu RimWorld oder Factorio. Es gibt verschiedenste Unterkategorien von Resource Management Games, welche alle eigene Siegbedingungen, Tücken und Eigenschaften besitzen, wie auch typische UI-Elemente und -Anordnungen. Die Branche ist erfolgreicher denn je und erfreut sich stetigem Wachstum, doch die Frage ist, in welche Richtung werden sich Resource Management Games entwickeln? Gibt es zurzeit Optimierungsbedarf an bestimmten Stellen? Was hält den Spieler dazu an, weiter das Spiel zu spielen, und wie kann man den Spaß optimieren? Was sind gängige Ressourcen, und was eher untypische? Gibt es eine (bisher) minimale und maximale Komplexität?

1.1 Definition

Um die Kategorie der Ressource Management Games zu definieren, ist es essenziell zu erfassen, welche Eigenschaften ein Spiel haben muss, damit es als Ressource Management Game kategorisiert werden kann. Laut [62] ist Ressource Management „[...] the practice of planning, scheduling, and allocating people, money, and technology to a project or program. In essence, it is the process of allocating resources to achieve the greatest organizational value.“ Demnach sind nicht nur die Ressourcen von großer Bedeutung, sondern auch der Prozess des Zuweisens der jeweiligen Ressourcen, um den daraus größten Nutzen für das derzeitige Ziel zu gewinnen. [45] geht einen Schritt weiter, und beschreibt das Sammeln und Überwachen der Ressourcen als zentrales Element. Außerdem spielt der Informationsgehalt des Spielers eine Rolle, jedes komplexe Resource Management Game „[...] will involve imperfect decisions, leading to interesting strategy.“[45]. Im Zentrum dieser Kategorie stehen also die *Ressourcen*, das *Verwalten* dieser Ressourcen innerhalb einer *Ökonomie*, und der zu einem gegebenen Zeitpunkt vorhandene *Informationsgehalt* des Spielers.

1.1.1 Ressourcen

Der erste fundamentale Bestandteil sind die *Ressourcen*. Als Stützpfeiler von Ökonomien kann jegliches Konzept, was numerisch erfasst und gemessen werden kann als Ressource gelten. Speziell auf Spiele bezogen gibt es also etliche Möglichkeiten eine Ressource zu etablieren. So sind Geld, Energie oder eigene Einheiten verschiedene Ressourcen, aber nach genannter Definition auch gegnerische Einheiten, Zeit und Geschwindigkeit. Statische und nicht interaktive Objekte oder Gebäude hingegen sind keine Ressourcen [1]. Es ist jedoch keine *Kontrollierbarkeit* gefordert, so ist *Zeit* auch eine Ressource, auch wenn diese nie mehr werden kann und vom Menschen nicht beeinflussbar ist.

Eine Ressource gilt als *greifbar* (engl. *tangible*), wenn diese Ressource in der physischen oder virtuellen Welt tatsächlich existiert und wahrgenommen werden kann. Die Ressource besitzt also eine eindeutige Koordinate im Raum. Beispielhaft dafür wären wiederum Einheiten, Bäume oder Eisenminen. Im Gegensatz dazu stehen *nicht greifbare* (engl. *intangible*) Ressourcen. Darunter fallen alle

Ressourcen, die keine Koordinate im physischen oder virtuellen Raum haben. Lebenspunkte einer Einheit sind beispielsweise keine greifbare Ressource.

Diese beiden Gegensätze können in Wechselwirkung stehen, so kann ein vom Spieler eingesammelter Gegenstand (greifbar) dazu führen, dass sich die Lebenspunkte erhöhen (nicht greifbar), wodurch der eingesammelte Gegenstand aus dem Raum verschwindet. Dadurch entsteht eine Art Transition von einer greifbaren zu einer ungreifbaren Ressource [1].

Ressourcen können weiterhin gruppiert werden in *konkret* (engl. *concrete*) oder *abstrakt* (engl. *abstract*). Konkrete Ressourcen sind dabei jegliche Form von Ressourcen, welche der Spieler tatsächlich als diese wahrnimmt, also etwa Holz, Lebenspunkte oder Bäume. Abstrakte Ressourcen hingegen werden nicht vom Spieler als solche erkannt und nicht gezeigt, sondern für Hintergrundberechnungen verwendet. Ein klassisches Beispiel einer solchen Ressource ist der Wert der einzelnen Spielsteine beim Schach. Ein Bauer hat einen numerischen Wert von 1, die Königin hingegen einen Wert von 9. Der König hat als einziger Spielstein keinen Wert, da mit dessen Fall das Spiel endet [13]. Diese Werte werden im Spiel nicht thematisiert und auch nicht in dessen Konzept eingebunden, sondern existieren einzig für den Zweck der Wertbestimmung eines Spielers.

1.1.2 Ökonomie

Eine *Ökonomie*, oder auch *Wirtschaft*, ist ein System und „[...] besteht aus Einrichtungen, Maschinen und Personen, die Angebot und Nachfrage generieren und regulieren.“ [16]. Diesem System sind vier verschiedene Funktionen inne [2, 53]:

Quellen

Als *Quelle* (engl. *source*) wird eine Mechanik beschrieben, welche neue Ressourcen generiert. Ob dabei durch Konditionen ausgelöst oder in kontinuierlichem Fluss ist dabei nicht von Bedeutung. Ein Beispiel einer solchen Quelle ist die natürliche Lebensregeneration von Einheiten, wobei diese Quelle erst mit Erfüllung einer Kondition neue Lebenspunkte generiert, da für gewöhnlich die Lebenspunkte zuerst unter dem Maximum liegen müssen.

Abflüsse

Als *Abflüsse* (engl. *drains*) werden die zu Quellen gegenteiligen Mechaniken beschrieben. Ein Abfluss entfernt also bestimmte Ressourcen aus dem Spiel. In Ego-Shootern ist die Munition hierfür ein gängiges Beispiel, da geschossene Kugeln in keine andere Ressource umgewandelt werden, sondern durch einen *Abfluss* aus dem Spiel entfernt werden.

Umwandler

Ein Umwandler (engl. *converter*) ist die Mechanik einer Transition zwischen verschiedenen Ressourcen. So können Bäume in einer bestimmten Relation zu Holz umgewandelt werden. Für gewöhnlich kann auf diese Relation vom Spieler Einfluss genommen werden, in dem durch beispielsweise technologische Verbesserungen mehr Holz pro Baum erhalten werden kann.

Händler

Die Mechanik des *Händlers* (engl. *trader*) beschreibt den Austausch von Ressourcen. Anders als ein Umwandler werden jedoch keine Ressourcen erschaffen oder zerstört, sondern lediglich vorhandene ausgetauscht. Diesem Austausch liegt eine *Austauschregel* zugrunde, so kann ein beispielsweise in einem virtuellen Laden vorhandener Gegenstand ein gewisser Betrag an Währung kosten. Durch das Durchführen dieses Austausches erhält das Gegenüber dann den in der Austauschregel geforderten Betrag der Währung, und man selber erhält den geforderten Gegenstand.

1.1.3 Informationsgehalt

Ein weiterer Pfeiler von Ressource Management Games ist der zu einem Zeitpunkt gegebene *Informationsgehalt*. Um das Spiel spannender zu gestalten, kann es sinnvoll sein, dem Spieler bestimmte

Informationen vorzuenthalten. Der Spieler ist folglich dazu gezwungen, Entscheidungen zu treffen basierend auf den derzeit gegebenen Informationen beziehungsweise dem, was der Spieler glaubt zu wissen [39], was zu interessanten Ansätzen führen kann und Variation in das Spielgeschehen bringt [45]. Ein Beispiel von fehlenden Informationen ist der sogenannte *fog of war*. Ursprünglich aus einem militärischen Kontext stammend hat dieses Wort große Bedeutung in der Gaming Branche gefunden, speziell in Spielen des Genres *Real Time Strategy* (Echtzeitstrategie). Für gewöhnlich ist in diesem Genre der größte Teil der Karte am Anfang verdeckt. Der Spieler kann sich dazu entscheiden, die Karte zu erkunden und dadurch Informationen zu sammeln, zum Beispiel die Position des Gegners. Fallen bereits aufgedeckte Teile der Karte außerhalb des Sichtfelds der Einheiten des Spielers, so werden sie durch den *fog of war* verdeckt [26]. Der Spieler sieht lediglich den letzten Zustand der Karte, als die Einheiten dort noch Sicht hatten. Um also die Informationen zu aktualisieren ist der Spieler dazu angehalten, erneut Sicht darauf zu erhalten. Diese Mechanik entzieht dem Spieler also bewusst Informationen und spornt dazu an, Entscheidungen über Erkundung und Einheitenplatzierung zu treffen.

Eine weitere Möglichkeit, bewusst Informationen vorzuenthalten und den Spieler zu Entscheidungen zu bewegen sind *Events*. Ein Event im Kontext von Game Design ist eine vorprogrammierte Erfahrung, die dem Spieler widerfahren wird. Welche Auswirkungen das auf das Spielgeschehen haben wird ist nicht inbegriffen, sollte aber bei der Erstellung solcher Events berücksichtigt werden. Dem Spieler wird im Voraus meist jedoch nicht mitgeteilt, welche Events stattfinden werden, in welcher Reihenfolge oder zu welchem Zeitpunkt. Die Kernidee ist, dass der Spieler adaptiv darauf reagiert, wodurch eine hohe Vielfalt an möglichen Spielverläufen entsteht und ein Spiel unter Umständen *Wiederspielbarkeit* (engl. *replayability*) verleiht, sodass der Spieler ein Spiel auch mehrfach spielen möchte und keine Langeweile nach bereits kurzer Zeit einsetzt. Diese Art des Entscheidungswangs bricht also die Monotonie und birgt Potenzial für Strategie [12]. Ein Beispiel eines solchen Events wäre in einem Städteaufbauspiel eine plötzliche Hungersnot oder der Ausbruch eines Feuers, wodurch der Spieler dazu angehalten wird, Ressourcen umzulagern oder ähnliche Entscheidungen zu treffen.

1.1.4 Verwaltung

Die *Verwaltung* beziehungsweise in diesem Kontext und in dieser Arbeit referenziert als *Management*, stellt den letzten Pfeiler eines Resource Management Games dar. Die Verwaltung von Ressourcen beschreibt die essenzielle Tätigkeit der Verwendung der bereits zuvor erläuterten ökonomischen Funktionen zum Erfüllen eines bestimmten Zwecks. Diese Verwaltung ist jedoch nicht in den ökonomischen Funktionen begrenzt, sondern kann sich auch auf die Positionsveränderung der Koordinaten einer konkreten Ressource beziehen, etwa einer Einheit, die die Position wechselt. Der Spieler besitzt also eine gewisse Freiheit, Entscheidungen zu treffen über die Verwendung der gegebenen Ressourcen. Kombiniert mit dem zuvor betonten *Entscheidungswang* und der geforderten Adaptivität des Spielers hat der Spieler keine andere Wahl, als zu Verwalten, vorausgesetzt der Spieler setzt sich als Ziel, das Spiel nicht zu verlieren. Bricht also ein Feuer in einer vom Spieler gebauten Stadt aus, und es ist keine Feuerwehr vorhanden, die auf dieses Event reagieren kann, könnte es sinnvoll sein, die vorhandenen Ressourcen, gegebenenfalls Geld, in eine Feuerwehr zu investieren, um damit auf den Entscheidungswang zu reagieren.

2 Beispiele

Um einen Überblick der Entwicklung und der Grundlage des Genres zu verschaffen werden im Folgenden einige Beispiele genannt, kategorisiert als Klassiker und Neuerscheinungen. Anhand dieser Beispiele wird anschließend eine Analyse durchgeführt, die den IST-Zustand abbilden soll.

2.1 Klassiker

Als Klassiker werden im folgenden Spiele genannt, welche bereits etwas älter sind, und maßgeblich beteiligt waren an der Bildung und Entwicklung dieses Genres. Vorwiegend haben die genannten Spiele also großen Anklang in der Community gefunden und wurden sehr gut aufgenommen. Der Zeitraum beschränkt sich folgend auf die Jahre 1980 - 2010. Die genannten Spiele sind dabei lediglich ein Ausschnitt aller vorhandenen Klassiker und Meilensteine des Genres.

Tabelle 1: Age of Empires Eigenschaften ([29, 4, 3, 5])

Erscheinungsjahr	1997
Entwickler	Ensemble Studios
Publisher	Microsoft
Multiplayer	Ja
Ressourcen	Nahrung, Holz, Stein, Gold
Siegbedingungen	Domination, Artefakte, Weltwunder
Spielbare Völker	12
Perspektive	Isometrisch
Technologien	53

2.1.1 Age of Empires

Das Spiel *Age of Empires* ist ein von *Ensemble Studios* entwickeltes und von *Microsoft* publiziertes, historisches Echt-Zeit-Strategie-Spiel für Einzel- und Mehrspieler, welches in Amerika im Jahr 1997 erschien. Die verwendete *game engine* ist *Genie*, welche hauptsächlich 2D *sprites* verwendet [29]. *Age of Empires* ist dabei der erste Teil der Reihe, mit drei weiteren Nachfolgern *Age of Empires II*, *Age of Empires III* und *Age of Empires IV*, und einem Ableger mit mythologischem Hintergrund *Age of Mythology* [3]. Das Spiel wird in einer isometrischen Perspektive dargestellt (vgl. Abbildung 1). Es gibt verschiedenste Ressourcen und Einheiten, welche verschiedene Taktiken ermöglichen mit wiederum verschiedenen Konterstrategien. Ressourcen sind dabei finit, was bedeutet, dass ein gefällter Baum nicht wieder nachwachsen wird. Eine Kernkomponente des Spiels sind die verschiedenen Zeitalter, in welche der Spieler voranschreiten kann. Damit werden jeweils neue Technologien und Einheiten freigeschaltet, welche auf dem Weg zum Sieg hilfreich sein könnten. Die Zeitalter gliedern sich dabei auf in *Altsteinzeit*, *Jungsteinzeit*, *Bronzezeit* und *Eisenzeit* [29]. Es gibt dabei 12 verschiedene Völker, die an historische Völker angelehnt sind. Diese sind *Ägypter*, *Assyrer*, *Babylonier*, *Chosonen*, *Griechen*, *Hethiter*, *Minoer*, *Perser*, *Phönizier*, *Shang*, *Sumerer* und *Yamato*. Dabei hat jedes Volk eine andere Gesamtauswahl aus dem Technologiebaum. Alle wichtigen Eckdaten zu dem Spiel sind in Tabelle 1 einsehbar.

Siegbedingungen

- Alle Gegenspieler eliminieren mittels Militär
- Alle *Artefakte* / Runen erobern
- Ein *Weltwunder* bauen und erfolgreich bis Ende verteidigen

Ressourcen

- Nahrung
- Holz
- Stein
- Gold

[4]

Rezensionen

PC Games	93% [11]
PC Player	5/5 [43]
Power Play	84% [44]
GameRankings	87,1% [24]
IGDB	85% [29]



Abbildung 1: Screenshot aus Age of Empires ([29])

2.1.2 Sid Meier's Civilization

Das 1991 erschienene Spiel *Sid Meier's Civilization* ist ein von *MicroPose* entwickeltes und publiziertes, rundenbasiertes Strategiespiel [30]. *MicroPose* ist ein 1982 von Bill Stealey und Sid Meier gegründetes Softwareunternehmen, wovon von letzterem auch der Name abgeleitet wird [19]. Man startet im Jahr 4000 B.C. und bewegt sich zeitlich bis ins Informationszeitalter, während man neue Städte gründet, Technologien erforscht und anderen Gegenspielern beziehungsweise Reichen und deren Herrschern begegnet, Diplomatie führt und gegebenenfalls auch Kriege. Unter den spielbaren Herrschern sind unter anderem *Alexander der Große*, *Napoleon* und *Julius Cäsar*. Das Spiel besitzt einen nicht-linearen Technologiebaum mit den wichtigsten Errungenschaften der Menschheit, darunter das Rad oder Navigation, verschiedene baubare Wunder, zum Beispiel die Pyramiden oder die Große Mauer und besitzt fünf verschiedene Schwierigkeitsgrade, mit denen der Spieler die Herausforderung selber setzen [14]. Je nach Fokus des Spielers ist also jedes Match ein neues, und es gibt durch verschiedene Ressourcen und Entscheidungsmöglichkeiten einige Strategien denen sich der Spieler bedienen kann.

Das Spiel erhielt fünf weitere Nachfolger *Civilization II*, *Civilization III*, *Civilization IV*, *Civilization V* und *Civilization VI* [35], wobei sich manche Teile stark von anderen unterscheiden, etwa in der Perspektive oder der Geometrie des Spielfeldes. So wurde von *Civilization IV* auf *Civilization V* das Spielfeld von einem *Square Grid* auf ein *Hex Grid* umgestellt [59]. Neben den Nachfolgern gab es einige Ableger, darunter *Sid Meier's Civilization: Beyond Earth*, welches 2014 erschien und zwei Erweiterungen erhielt. Dieser Teil spielt, anders als alle anderen, auf einem fremden Planeten und hat eine Sci-Fi Thematik, statt wie üblich, eine historische [31]. Das Spiel besitzt, im Gegensatz zu allen anderen Nachfolgern, noch eine Vogelperspektive, statt wie später, eine isometrische (vgl. Abbildung 2). Außerdem sind auch politische Auswahlmöglichkeiten wie Regierungen, oder religiöse Auswahlmöglichkeiten vorhanden. Die wichtigsten Eigenschaften sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Siegbedingungen

- Alle Gegenspieler eliminieren mittels Militär
- Ein Raumschiff bauen und Alpha Centauri als erster erreichen
- Überleben bis die Zeit ausgelaufen ist [54]

Ressourcen

Tabelle 2: Civilization Eigenschaften ([59, 30, 54, 36])

Erscheinungsjahr	1991
Entwickler	MicroPose
Publisher	MicroPose
Multiplayer	Nein
Ressourcen	Kohle, Fisch, Wild, Wild (Tundra), Edelsteine, Gold, Pferde, Oasen, Öl, Robben
Siegbedingungen	Domination, Space Race, Time
Spielbare Völker	14
Perspektive	Vogel
Technologien	67

- Kohle
- Fisch
- Wild
- Wild (Tundra)
- Edelsteine
- Gold
- Pferde
- Oasen
- Öl
- Robben

[36]

Rezensionen

IGDB	93% [30]
AllGame	5/5 [47]
Game Informer	8.5/10 [48]
Next Generation	4/5 [49]

2.1.3 Sim City 2000

Sim City 2000 ist ein im Jahr 1993 erschienenes Städtebauspiel für Einzelspieler, welches in das Genre *Simulation* fällt [56]. Das Spiel wurde ursprünglich von *Maxis* für den Mac entwickelt und publiziert, wurde in den kommenden Jahren jedoch für weitere Konsolen herausgegeben, darunter *SNES*, *PlayStation* und *Nintendo 64*. Im Jahr 2005 erschien es schließlich für den PC unter Windows [32]. Der Spieler startet auf einer ausgewählten Karte, welche ein *Square Grid* mit verschiedenen Höhen und Terrain besitzt. Die dabei zentrale Ressource ist Geld in Form von US Dollars. Der Spieler kann mit diesem Geld aus einer breiten Palette an Gebäuden wählen, darunter *Schulen*, *Bibliotheken*, *Krankenhäuser* und *Kraftwerke* [32], welche die Bedürfnisse der Einwohner befriedigen und für Recht und Ordnung in der Stadt sorgen. Diese Gebäude besitzen einen Radius, was ein weiteres strategisches Element dieses Spiels darstellt, da auf möglichst sinnvolles Platzieren der jeweiligen Gebäude geachtet werden muss. Für Wohn-, Industrie- und Kaufhausgebäude markiert der Spieler Zonen, statt die Gebäude einzeln zu setzen. Die Gebäude dieser Zonen werden dann, je nach Bedarf, Stück für Stück aufgebaut oder wieder verlassen. Der Bedarf jeweiliger Zonen ist in Abbildung 3 anhand des grünen (Wohngebäude), des blauen (Kaufhausgebäude) und des gelben (Industriegebäude) Balkens am linken Auswahlbalken erkennbar. Zeigt ein Balken dabei in die Richtung des +, so signalisiert das *Bedarf*, zeigt der Balken jedoch in die Richtung des -, ist *Überschuss* vorhanden. Zwischen diesen Zonen herrscht eine Relation, so benötigen Kaufhausgebäude die Industriegebäude als Produktionsquelle, und Wohngebäude als



Abbildung 2: Screenshot aus Civilization ([30])

Käufer. Die Wohngebäude wiederum benötigen Arbeitsplätze, sowohl in Kaufhausgebäuden als auch in Industriegebäuden. Die Industriegebäude benötigen die Arbeitskräfte der Wohngebäude und Abnehmer für die produzierte Ware in Form von Kaufhausgebäuden. Diese Relation wird wie folgt berechnet (R:C:I beschreibt die Relation zwischen Wohngebäuden zu Kaufhausgebäuden zu Industriegebäuden):

- Unter 10.000 Einwohnern: R:C:I = 4:1:3
- Zwischen 10.000 und 60.000 Einwohnern: R:C:I = 4:2:2
- Über 60.000 Einwohner: R:C:I = 4:3:1 [55]

Die Wohngebäude brauchen *Strom*, *Wasser*, *Bildung*, *Sicherheit* und *Freizeitaktivitäten*, welche alleamt durch platzierbare Gebäude gegeben werden können. Bildung ist eine Kernkomponente des Spiels, denn je nach Bildungsgrad der Stadt steigt oder fällt die Kriminalitätsrate und entscheidet auch darüber, welche Industrien blühen oder bankrottgehen. Der Bildungsgrad wird gemessen am EQ (*education quotient*), so erhöht beispielsweise eine Schule den EQ von den 5 bis 20 Jahre alten Bewohnern. Es gibt insgesamt 156 Gebäude, welche in 8 Kategorien eingeteilt werden können, darunter verschiedene Arten von Wohngebäuden, Kaufhausgebäuden oder Industriegebäuden, wie auch verschiedene Parks, Statuen oder Kraftwerke [34].

Ein weiteres zentrales Element des Spiels ist das *Budget*, welche am Ende jedes Spieljahres adjustiert werden kann. So kann man die *Steuern* erhöhen, die die Einwohner zahlen müssen, wie auch die *Ausgaben* für verschiedene Institutionen anpassen. So kann beispielsweise das Budget der Polizei verringert werden oder das Budget der Feuerwehr erhöht werden, woraus jeweils Effektivitätsboni oder -mali folgen [52].

Das Spiel hat keine Siegbedingungen, die Ziele setzt sich der Spieler selber. Mögliche Ziele sind dabei eine möglichst schöne Stadt, eine Stadt mit möglichst vielen Einwohnern oder man spielt vor sich hin und versucht ein Problem nach dem anderen zu lösen. Auch wenn das Spiel an sich nicht gewonnen werden kann, gibt es dennoch einen Endzustand und eine Art Gewinnsequenz. Der Endzustand ist ein Game Over, bei dem der Spieler durch \$100.000 Dollar Schulden aus „seinem Büro eskortiert wird“, siehe Abbildung 4. Die mögliche Gewinnsequenz, die einem Sieg am ehesten kommt, ist durch baubare Arkologien bedingt. Arkologien sind sich selbst erhaltende Städte mit einer hohen Bevölkerungsdichte innerhalb eines meist hohen Gebäudes. Der Begriff wurde in den 50er Jahren von dem italienisch-amerikanischen Architekten Paolo Soleri geprägt, jedoch wurde bis heute noch keine echte Arkologie gebaut, auch wenn es dazu bereits einige Experimente, beispielsweise in Arizona, gibt [60]. Nachdem der Spieler 301 sogenannte *launch arcos* gebaut hat und das Jahr 2051 bereits angebrochen wurde, erscheint dem Spieler eine Nachricht, in Englisch „*The Exodus has begun*“, woraufhin alle gebauten Arkologien explodieren und dem Spieler suggeriert wird, die Schiffe wären aufgebrochen, um neue Planeten zu besiedeln [8].

Tabelle 3: Sim City 2000 Eigenschaften ([32])

Erscheinungsjahr	1993
Entwickler	Maxis
Publisher	Maxis
Multiplayer	Nein
Ressourcen	Dollars
Siegbedingungen	Keine
Endzustände	Game Over
Perspektive	Isometrisch

Auch wenn das Spiel ein reines *Singleplayer* Game ist, also lediglich ein menschlicher Spieler gleichzeitig spielen kann, spielt man dennoch gegen max. vier weitere Computerspieler, auch genannt *KIs* (Künstliche Intelligenzen). Die maximal vier weiteren angrenzenden Karten der jeweils zu Anfang ausgewählten Karte werden von *KIs* besiedelt und ebenfalls bebaut. Diese Nachbarstädte können mittels gegebener Transportmöglichkeiten, zum Beispiel Flugzeug oder Zug, Gewinn bringen, da die Bewohner der Nachbarstädte in beispielsweise den Kaufhäusern Geld ausgeben [58].

Eine weitere Eigenheit des Spiels sind die sogenannten *Katastrophen* beziehungsweise *Desaster*. Diese können vom Spieler komplett ausgeschaltet werden, falls gewollt. Die meisten Desaster können zufällig und natürlich passieren, darunter Feuer, Aufstände oder Fluten. Alle Desaster können ebenfalls vom Spieler selbst initiiert werden, um die Grenzen der eigenen Stadt auf die Probe zu stellen. Manche Katastrophen sind verkettet, so können Aufstände zu Feuer führen, oder Erdbeben zur Explosion von Kernkraftwerken führen, welche wiederum zu Feuern und Aufständen führen kann [58].

Das Spiel hatte einen Vorgänger *Sim City*, welcher bereits 1989 erschien, und erhielt neun Nachfolger, darunter *Sim City 3000*, *Sim City 4* und den neusten Teil *SimCity: BuildIt*, welcher lediglich für mobile Endgeräte verfügbar ist und 2014 erschien. Der letzte Teil für den Computer erschien 2013 und trägt den Titel *SimCity 2013* [50].

Wichtige Eckdaten sind in Tabelle 3 vorzufinden.

Ressourcen

- Dollar

Rezensionen

IGDB	78% [32]
AllGame	4.5/5 (PC) [6]
MacUser	4.5/5 (Mac) [38]
Sega Saturn Magazine	86% (SAT) [37]

2.2 Neuerscheinungen

Nach der Veranschaulichung bereits lange existierender Titel, die maßgeblich für die Entwicklung des Genres waren, ist es sinnvoll zu schauen, welche Titel vor kurzem erschienen sind. Dadurch kann man Schlüsse ziehen in Hinsicht auf die Entwicklung des Genres und liefert neuere Ansätze für Konzepte, die für die Entwicklung eines Prototypen von großer Bedeutung sind. Selbstverständlich können im Folgendem nicht alle Neuerscheinungen beleuchtet werden, weshalb es essenziell ist, die wichtigsten und innovativsten Spiele zu untersuchen, so dass eine breite Palette des Genres abgedeckt wird. Es werden ausschließlich Titel betrachtet, welche nach 2015 erschienen sind.

2.2.1 RimWorld

Das Strategiespiel *RimWorld* ist ein im Jahr 2018 erschienenes Sci-Fi *Colony Management* Game und wurde von *Ludeon Studios* entwickelt und publiziert. Im normalen Szenario startet man mit drei Überlebenden eines Raumschiffabsturzes und versucht seine Kolonie aufzubauen und am Leben zu halten. Das Spiel hat etliche Mechaniken und Tücken, und durch den *AI Storyteller*, welcher eine Vielfalt an Events plant und durchführt, ist eine hohe *replayability* gegeben. Dieser kann auf eine

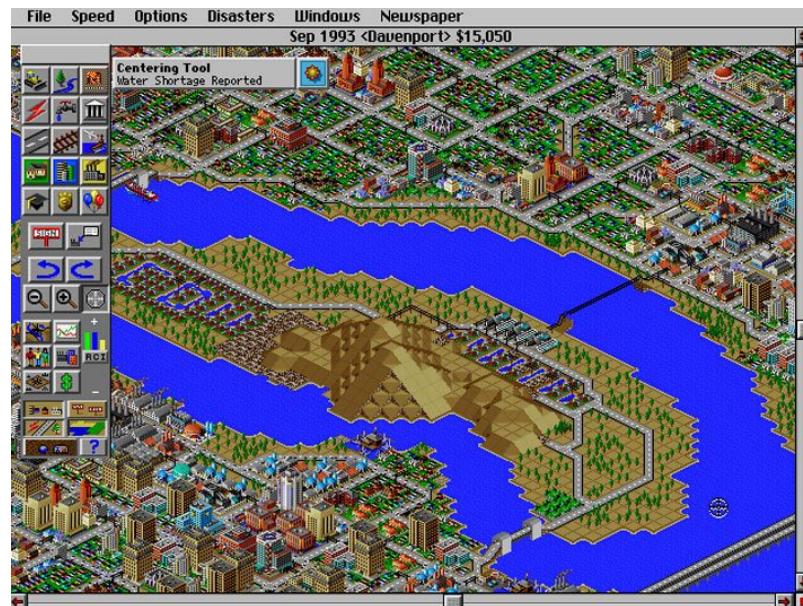


Abbildung 3: Screenshot aus Sim City 2000 ([32])

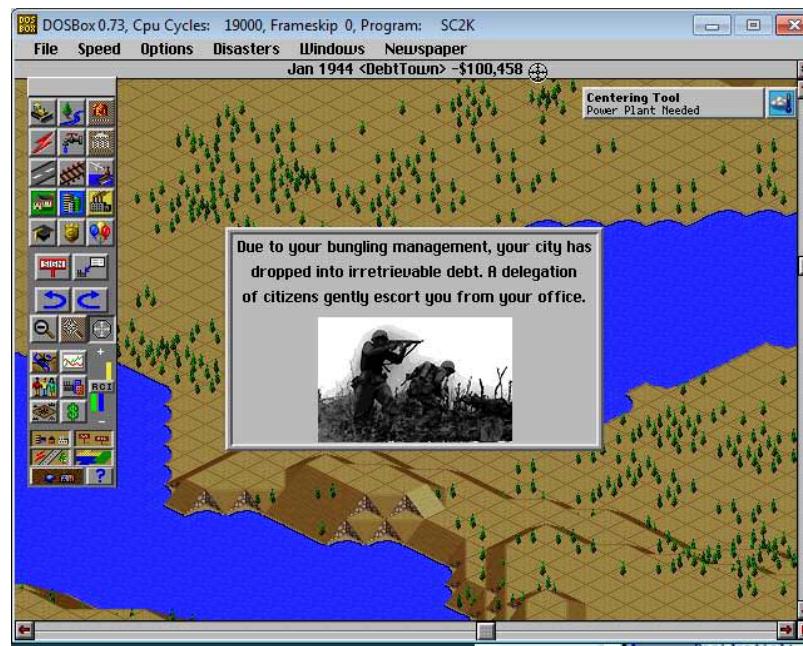


Abbildung 4: Game Over in Sim City 2000 ([51])



Abbildung 5: Generierter Planet, Screenshot aus RimWorld



Abbildung 6: Ausgewählter Startpunkt für die Kolonie, Screenshot aus RimWorld

gewünschte Schwierigkeit gestellt werden, von friedfertig bis unfair. Nachdem man den gewünschten Storyteller ausgewählt hat kann man den Planeten generieren (vgl. Abbildung 5) und seinen Startpunkt innerhalb der Spielwelt bestimmen (vgl. Abbildung 6).

Spielwelt

Die Welt ist für gewöhnlich eine Pangaea-artige Landmasse auf einem dreidimensionalen, blauen Planeten mit einem Äquator und einem Pol (vgl. Abbildung 5). Der Planet ist aufgeteilt in hexagonale Kacheln, welche jeweils eine Karte symbolisieren. Die Kacheln haben dabei jeweils verschiedene Eigenschaften, die dann auf der gesamten Karte, welche der Spieler aussucht, gelten. Auf Abbildung 6 lassen sich am linken Rand die meisten Eigenschaften anzeigen. Darunter die Terrain-Eigenschaften, wie viel Berge es gibt und damit auch Erzquellen, welche Steinarten es gibt und die Höhe der Karte. Außerdem ist ein maßgeblicher Faktor die Extreme der Temperaturen, zu welchen Zeiten man Felder anbauen kann und wie viel Regen für gewöhnlich fällt. Der Name der Kacheln, in diesem Fall „Temperate Forest“, gibt außerdem Aufschluss darüber, wie bewaldet die Kachel ist. Je nach Distanz zum Pol oder Äquator ändern sich diese Eigenschaften. Außerdem besitzen manche Kacheln einen Fluss oder bestehen gänzlich aus Wasser oder Eis, oder haben eine Anbindung zu einer Straße (grau) oder einem Feldweg (braun). Wählt man eine Kachel aus und drückt auf „Next“ am unteren Bildschirmrand, gelangt man in die Auswahl der Kolonisten.



Abbildung 7: Auswahl der Startkolonisten, Screenshot aus RimWorld

Kolonisten

Das Herz des Spielgeschehens sind die Kolonisten, die, mit manchen Ausnahmen, ihre zugewiesenen Aufgaben erfüllen. Die drei Startkolonisten kann man so lange neu generieren, bis man zufrieden ist. Es gibt dabei mehrere Eigenschaften, die ein Kolonist mit sich bringt. Die darunter fundamentalsten Eigenschaften sind die *Skills*, welche mittig in Abbildung 7 zu sehen sind. Es gibt 12 verschiedene Skills, wovon jeder Kolonist ein bestimmtes Level hat. Diese werden zwischen 0 - 5 generiert, wonach noch die *Hintergründe* (engl. *backstories*) und *Eigenschaften* (engl. *traits*) der jeweiligen Kolonisten addiert werden [15]. Manche Hintergründe addieren oder subtrahieren Level von Skills, manche machen manche Tätigkeiten und damit einhergehende Skills auch unmöglich, darunter der Hintergrund *Romanschriftsteller* (engl. *novelist*), welcher es dem Kolonisten unmöglich macht, einfache Arbeiten zu erledigen, etwa Putzen oder Gegenstände umhertragen [9]. Eigenschaften sind analog zu den Hintergründen zufällig generiert, beziehen sich größtenteils jedoch auf soziale Interaktionen oder bringen bestimmte Boni oder Mali für die *Stimmung* des Kolonisten, darunter Sexualitäten, wie schnell der Kolonist lernen kann, oder exotischere Eigenschaften wie *Kannibale* oder *Psychopath* [57]. Die Flammen neben dem Level der Skills stehen für die *Passion* des Kolonisten für bestimmte Skills. Ist keine Flamme neben dem Level zu sehen, so lernt der Kolonist diese Fähigkeit beim Durchführen davon mit einem Faktor von 35%. Ist eine Flamme vorhanden, ist der Kolonist *interessiert* und hat einen Lernfaktor von 100%. Sind zwei Flammen vorhanden, *brennt* der Kolonist für diese Tätigkeit und lernt mit einem Faktor von 150%. Da viele verschiedene Tätigkeiten zu bestimmten Zeitpunkten ausschlaggebend für das Überleben der Kolonie sein könnten, kann es sinnvoll sein, eine breite Palette verschiedener Passionen und hochrangigen Skills zu haben. Ältere Kolonisten haben für gewöhnlich höhere Skills, sind jedoch davon öfter von *Gesundheitsproblemen* betroffen, etwa Verlust von Seh- und Hörvermögen, oder langsamere Laufgeschwindigkeit. Außerdem haben manche Startkolonisten bereits zuvor gebildete *Beziehungen* zu manch anderen, welche bestimmte Interaktionen vereinfachen oder erschweren.

Spielgeschehen

Der Spieler wird nach der Anfangssequenz des Absturzes der Kolonisten nicht an die Hand genommen. Ein großer Teil des Spieles besteht darin, Strategien für das Überleben der Kolonie zu finden. Für gewöhnlich beginnt man damit, erste Teile der zukünftigen Basis zu bauen, wie diese aussehen soll und aus welchem Material diese besteht ist, wie so oft in diesem Spiel, dem Spieler selbst überlassen. Jeder



Abbildung 8: Stimmungsbalken und -einflüsse, Screenshot aus RimWorld

Kolonist hat eine *Stimmung* (engl. *mood*), welche es gilt im Auge zu behalten (vgl. Abbildung 8). Sollte die Stimmung zu lange zu niedrig sein, wird der Kolonist in einen nicht kontrollierbaren Zustand fallen, auch engl. *mental break* genannt, wovon es verschiedene gibt. Darunter *tantrum*, wobei der Kolonist alle möglichen Gebäude und Strukturen in seiner Sichtweite attackiert und möglicherweise zerstört, oder *given up and leaving*, wobei der Kolonist die Spielerkolonie verlässt und aus dem Spiel entfernt wird [40]. Um diese Zustände zu vermeiden muss der Spieler sinnvoll die zu Anfang gegebenen Ressourcen nutzen, und für Nahrung, Unterschlupf, Wärme, Licht und etliche weitere Gegebenheiten sorgen. Je nach gewählten AI Storyteller passieren selten oder öfter Events, welche das Spielgeschehen maßgeblich beeinflussen können. Darunter sind *raids*, wobei fremde Kolonien die Spielerkolonie angreifen, Gebäude zerstören, Reichtümer stehlen oder Kolonisten verschleppen, oder ein zufälliger Ansturm an Bibern, welche sämtliche Bäume auf der Karte Stück für Stück abholzen [21]. Um gegebene Probleme zu lösen kann der Spieler neue Technologien erforschen, welche letztendlich bis zum Bau eines Raumschiffes führen, was das vorprogrammierte Endziel des Spiels ist. Auf dem Weg zum Bau des Raumschiffes wird der Spieler also konstant vor neue Probleme, Launen der Kolonisten und Ressourcenmanagement gestellt, wodurch eine hohe replayability gegeben ist.

User Interface

Das UI von RimWorld ist recht gefüllt, denn in jeder Ecke des Bildschirms finden sich direkt mehrere verschiedene Informationen, welche der Spieler erst kennenlernen und verstehen muss. Im Folgenden wird sich stark auf Abbildung 9 berufen, anhand dessen das UI analysiert wird. Das UI ist zum besseren Verständnis in 13 verschiedene Stücke aufgeteilt, welche allesamt eigene Funktionen und einen bestimmten Mehrwert bieten.

Der erste Bereich des UI (1) zeigt die Ressourcen im Besitz des Spielers. Nicht alle Ressourcen werden vom Spieler besessen, sondern erst jene, die im definierten Lager vorhanden sind. Der zweite Bereich (2) ist für kritische Meldungen, die sofortiges Handeln erfordern, in diesem Fall ein medizinischer Notfall, welcher zum Tod des Kolonisten führen kann. In Bereich (3) werden alle Kolonisten, die Teil der eigenen Kolonie sind, angezeigt. Man kann dort sowohl Namen, als auch Aussehen, derzeitige Lebenspunkte und momentane Stimmung ablesen (hellblaue Füllung im Hintergrund des Quadrats). Im vierten Bereich (4) ist gerade ein Event zu sehen, welches zufällig generiert wurde. In diesem Fall wird die Spielerkolonie von einer Händlerkarawane besucht, welche ein eigenes Inventar hat und mit dem Spieler handeln kann, also auch ein *Händler* im Sinne einer ökonomischen Funktion. Bereich (5) zeigt einige Zustände der Spielerkolonie an, darunter derzeitig hungernde Kolonisten, oder dass ein Jäger keine Waffe zum Jagen besitzt. Sehr dringende Zustände mit sofortigem Handlungsbedarf werden, wie in der Grafik zu erkennen, rot hinterlegt dargestellt. In Bereich (6) werden ausschließlich vom AI Storyteller generierte Events mitgeteilt, also Hitzewellen, Angriffe oder, wie in diesem Fall, Besuche von Händlerkarawanen. Im siebten Bereich (7) erkennt man meteorologische Informationen zu derzeitigen Wettergegebenheiten, der Temperatur, den derzeitigen Monat und die Jahreszeit. Bereich (8) beinhaltet die Elemente zur Steuerung der Spielgeschwindigkeit. Bereich (9) zeigt verschiedene Optionen zum Anzeigen bestimmter Informationen. Man kann sich beispielsweise noch die Fruchtbarkeitsgrade des



Abbildung 9: User Interface, Screenshot aus RimWorld



Abbildung 10: Baumenü, Screenshot aus RimWorld

Bodens einblenden lassen, oder die Schönheit der Umgebung aus der Sicht eines Kolonisten. Der zehnte Bereich (10) stellt die Menüleiste dar, unter welcher man die meisten Aktionen im Spiel durchführen kann. Unter dem Reiter *Architect* finden sich zum Beispiel Möbel und Strukturen (vgl. Abbildung 10), welche man platzieren kann. Der am besten passende Kolonist wird dann dieser Tätigkeit zugeordnet. Bereich (11) zeigt einen im Bett liegenden Kolonisten, welcher zuvor verwundet wurde und sich nun regeneriert. Bereich (12) zeigt Informationen über das Element, auf welche die Maus gerade liegt. Dort können interessante Informationen bereitgestellt werden, zum Beispiel auf dem Boden befindlicher Dreck oder Blut, welches aufgeräumt werden sollte. Der letzte, nicht markierte Bereich ist der restliche Bereich des Bildschirms, wo sämtliches Spielgeschehen simuliert wird. Man erkennt den Anfang einer Kolonie, bestehend aus einigen Holzbaracken, einer Küche, einem Raum mit Tisch, um dort zu essen, ein kleines Lager und einen Produktionsraum, wo die Kolonisten die meiste ihrer Arbeit verrichten.

Prioritäten

Ein Großteil des Spielgeschehens läuft über die Prioritäten der Kolonisten. Man kann für jegliche mögliche Tätigkeit eine manuelle Priorität setzen (vgl. Abbildung 11), wodurch die Kolonisten erst bestimmte Tätigkeiten verrichten, bevor manch andere angefangen werden. Die Prioritäten reichen dabei von 4 - niedrige Priorität, bis 1 - hohe Priorität. Durch Linksklick auf ein Prioritätenfeld erhöht man die Priorität, durch Rechtsklick erniedrigt man sie. Man kann ebenfalls die Priorität auf *nichts*

Manual priorities ✓		<= higher priority																			lower priority =>																		
		Firefight	Doctor	Basic	Wait	Entertain	Cook	Hunt	Construct	Grow	Plant cut	Mine	Smith	Tailor	Craft	Haul	Clean	Genetics	Research	Fish	Study	Teach																	
Roslyn		1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
Sarai		1	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
Xiaolei		1	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
Sam		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					

Abbildung 11: Prioritäten, Screenshot aus RimWorld



Abbildung 12: Befehle, Screenshot aus Rim World

setzen, wodurch die Tätigkeit unter keinen Umständen ausgeführt wird. Es kann daher sinnvoll sein, die Prioritäten höher zu setzen bei überlebenswichtigen Dingen wie Feuerlöschen oder medizinischer Hilfe, falls darin geübt.

Steuerung der Kolonisten

Anders als traditionelle Resource Management Games (Age of Empires, Civilization), steuert man seine Einheiten nicht *direkt*, in dem man diese auswählt und dann auf das gewünschte Feld klickt, sondern *indirekt*. Man wählt zuerst die auszuführende Tätigkeit aus der Liste der möglichen Befehle aus (vgl. Abbildung 12), markiert den Bereich für den Befehl und der nächstbeste Kolonist, der diese Aufgabe erfüllen kann und die höchste Priorität dafür hat, wird zugewiesen sich darum zu kümmern. Das macht die zuvor genannten Prioritäten unerlässlich, um einen reibungslosen Spielverlauf zu haben. Der Vorteil dieser Mechanik ist ganz klar, dass sich das Management der Kolonisten eher anfühlt wie das einer Ameisenkolonie, statt dem herkömmlichen direkten Kommandieren der einzelnen Einheiten. Der klare Nachteil davon ist, dass man nicht immer die gewünschten Dinge erledigen lassen kann, die man gerade hätte. In manchen Situationen sind andere Tätigkeiten prioritätär, wodurch man die Prioritäten stetig im Auge behalten muss und öfter mal anpasst, sodass auch wirklich das erledigt wird, was gerade notwendig ist.

Ressourcen

Das Spiel hat eine große Vielfalt an verschiedener Ressourcen. Darunter fallen Grundbedarfsgüter, wie eine einfache Mahlzeit, Heu oder Reis. Es gibt von einigen Rohstoffen allerdings verschiedenste Ausführungen, so hat beispielsweise Leder 20 verschiedene Variationen (Schweinehaut, Hundeleder, Fuchsfell, ...). Es gibt weiterhin sehr exotische Güter, zum Beispiel verschiedene bionische Körperteile, mit welchen man fehlende ersetzen kann, oder Nanobots, die fehlende Organe wiederherstellen können [46]. Es gibt eine Vielfalt an verschiedener, zubereitbarer Mahlzeiten, welche verschiedene Boni auf die Stimmung geben und jeweils verschiedene Rohstoffe benötigen.

Haltbarkeiten

Viele greifbare Ressourcen, welche auch in der realen Welt aufgrund von Korrosion zerstört würden oder als Lebensmittel mit der Zeit ablaufen, besitzen eine Haltbarkeit. Diese sinkt stetig mit vergehender Zeit von 100 auf 0. Ist diese auf 0 gesunken, verschwindet die Ressource aus dem Spiel, damit stellt diese Mechanik der Haltbarkeit ein Drain dar. Manche Ressourcen benötigen ein Dach oder einen Raum, damit die Haltbarkeit nicht weiter sinkt, andere wiederum und darunter primär Lebensmittel, benötigen eine sehr niedrige Temperatur, damit sie konserviert werden können.



Abbildung 13: Die Vier Phasen des Interviews

3 Analyse

Im Folgenden wird eine IST-Analyse des Spiels *RimWorld* durchgeführt, um anhand eines Colony Management Games herauszufinden, welche Mechaniken und Eigenschaften dieses Spiel auszeichnen, und welche davon gegebenenfalls übernommen werden könnten für den Prototyp eines neuen Spiels. Dazu wird zu aller erst das Spiel näher untersucht, darunter die Mechaniken, die Kernelemente und das User-Interface. Anschließend werden Leitfaden-Interviews durchgeführt, dessen Ergebnisse und Transkripte verwendet werden, um Hypothesen für den Prototypen aufzustellen. Diese Hypothesen werden letztendlich mit einer Umfrage geprüft und mit der Implementierung des Prototypen schlussendlich umgesetzt.

3.1 Interviews

Für die Ermittlung gut funktionierender Mechaniken und Konzepte wird auf die Methode des kontextuellen Interviews zurückgegriffen [27]. Dazu wird ein Leitfadeninterview angefertigt, um qualitative Daten von den Teilnehmern zu extrahieren und daraus Hypothesen anzufertigen [10]. Nachdem die Hypothesen erarbeitet wurden, werden diese mittels einer Umfrage in einem breiten Umfang überprüft. Es werden drei Personen ausgewählt, wobei die Erfahrung aller Personen in Bezug auf das Spiel und das Genre generell variiert. Diese Personen, im Folgenden auch *Probanden* genannt, werden in Einzelgesprächen dazu gebeten, dass Spiel eine Stunde lang zu spielen. Einzelgespräche beziehungsweise -interviews sind Gruppengesprächen vorzuziehen, da die einzelnen Probanden einen entspannteren Zeitplan haben, sich gänzlich auf das Spiel und die Fragen fokussieren können und keine Gefahr laufen, abgelenkt zu werden oder mit anderen Probanden in Gespräche zu gelangen [33]. Das Interview gliedert sich in vier Phasen (vgl. Abbildung 13).

3.1.1 Versuchsaufbau

Das Interview ist, wie bereits erläutert, in vier Phasen gegliedert und wird in der Wohnung des Interviewers durchgeführt. Wichtig ist, dass alle Probanden leicht andere Qualifikationen besitzen, sodass ein breites Bild über den Zustand des untersuchten Spiels erstellt werden kann. Es ist fundamental zu erkennen, wie ein Spiel von Kennern, wie auch von Neulingen empfunden wird.

Einleitung Um die erhobenen Daten richtig kategorisieren zu können, werden als erstes grundlegende Daten zu der Person an sich erfasst:

- F1: Wie alt bist du?
- F2: Nach welchem Geschlecht identifizierst du dich?

Aufwärmen Im zweiten Schritt des Interviews werden etwas spezifischere Fragen zu der Erfahrung und dem Verhalten bezüglich Videospielen gestellt:

- F3: Hast du bereits Erfahrung in Videospielen?
- F4: Hast du bereits Erfahrung in Resource Management Games?
- F5: Hast du RimWorld bereits zuvor gespielt?

Tabelle 4: Jeweilige Antworten der Probanden auf die Einleitungsfragen

	Proband A	Proband B	Proband C
Alter	19	23	24
Geschlecht	♀	♂	♂
Erfahrung Videospiele	✗	✓	✓
Erfahrung Resource Management	✗	✓	✓
Erfahrung RimWorld	✗	✗	✓

Beobachtung Die Phase der Beobachtung beschreibt die Spielphase. Der Proband wird dazu aufgefordert, das Videospiel *RimWorld* zu spielen. Es ist von fundamentaler Wichtigkeit für diese Phase, dass die beobachtende Person keinerlei Versuch unternimmt, sich in das Spielgeschehen oder das Verhalten der beobachteten Person einmischt. Es wird auch unterlassen, begangene Fehler aufzuklären oder in irgend einer anderen Art und Weise zu helfen, falls nicht anders möglich. Außerdem ist es wichtig zu erwähnen, dass nicht alle Fragen zwangsweise gestellt werden. Diese Fragen dienen lediglich als Katalog möglicher Fragen, die situativ gestellt werden können.

- F8: Welche Emotion wird gerade verspürt?
- F9: Ist das Spiel für den Probanden immersiv?
- F10: Hat der Proband Verlustängste bezüglich der Kolonisten?
- F11: Wieso machst du ___?
- F12: Weißt du, was du nun tun kannst?
- F13: Was ist dein nächstes Ziel?
- F14: Verwendet der Proband die Prioritätenliste?
- F15: Kommt der Proband gut mit der indirekten Anweisungsmechanik zurecht?

Abschluss In der Abschlussphase wird der Proband gebeten, eine eigene Meinung abzugeben. Außerdem können Fehler aufgeklärt werden und inhaltliche Fragen beantwortet werden, ohne dass sie nun das Verhalten im Spiel verzerren.

- F16: Was hast du als gut empfunden?
- F17: Was hast du als schlecht empfunden?
- F18: Wie findest du das indirekte Anwisen?
- F19: Was sagst du zu der Ressourcenvielfalt?
- F20: Was hältst du von dem Prioritätensystem?
- F21: Wie findest du die vielen zufällig generierten Umstände?

3.1.2 Probanden

Für die Interviews werden exakt drei Personen ausgewählt, welche sich allesamt in ihrer Erfahrung in Videospiele und auch in ihrer Erfahrung in RimWorld unterscheiden. Es ist damit zu erhoffen, dass ein möglichst breites Spektrum an Informationen extrahiert werden kann.

4 Prototyp

Für den praktischen Anteil dieser Arbeit wird auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse aus Sektion 3 ein Prototyp angefertigt. Es wird also auf die Hypothesen zurückgegriffen, welche durch die Interviews und Umfragen erarbeitet und überprüft wurden. Außerdem wird anhand eines geeigneten Beispiels der Natur eine Thematik Stück für Stück untersucht und in Mechaniken transformiert. Konkret werden in Folgendem die Vorgänge innerhalb einer Bienenkolonie genauer beleuchtet, und erörtert, welche Elemente sich für ein Resource Management Game eignen.

4.1 Thematik

Für den Prototypen bedarf es einer Thematik beziehungsweise einer Idee für das Gesamtkonzept. Dafür wurde die Idee einer *Bienenkolonie* für interessant befunden. Bienen und deren Kolonien sind aus vielerlei Hinsicht geeignet als Thematik für den Prototyp, darunter der Fakt, dass Bienen bekannt dafür sind, Honig zu produzieren, wobei Honig eine konkrete Ressource darstellt. Im Kontext eines Resource Management Games und mit Rücksicht auf das zuvor untersuchte Spiel *RimWorld* eignet sich jedoch am besten eine ganz spezifische Art der Bienen, die *Honigbiene*, genauer gesagt die *Westliche Honigbiene* (lat. *apis mellifera*) [22]. Grund dafür ist die Verhaltensweise von Honigbienen, da diese, anders als nahe Verwandte, stärker dazu tendieren, in Kolonien zu leben. Hummeln beispielsweise formen zwar auch Kolonien, aber deutlich kleinere und kürzer lebende. Die meisten Arten der Wildbienen jedoch sind tendenziell Einzelgänger. Eine weibliche Wildbiene legt ein Nest und versorgt ihren Nachwuchs mit Pollen und Nektar [66]. Somit bietet die Gattung der Honigbiene einige Vorgänge, welche sich in ein Colony Management Game umsetzen lassen. Dazu werden im Folgenden interessante Vorgänge und Eigenschaften der Gattung der Honigbiene genauer untersucht. Es ist zu erwähnen, dass der folgende Abschnitt nicht dazu dient, das gesamte Spektrum einer Bienenkolonie zu untersuchen, sondern lediglich Aspekte, die förderlich für die Entwicklung des Resource Management Games wären.

4.1.1 Nahrung

Eine Honigbiene ernährt sich primär von *Nektar*, welchen sie von Blumen sammelt. Dieser Nektar ist zuckerhaltiger Saft, welcher von den Pflanzen ausgeschieden wird, um damit Insekten verschiedener Arten anzulocken. Dabei sind Sonnenblumen, Obstblüten, Löwenzahn und Raps besonders gute Nektarquellen [20]. Eine weitere Möglichkeit um an energiereichen Zucker zu gelangen ist der sogenannte *Honigtau*, welcher von einigen Insekten, darunter Blatt- und Schildläusen, ausgeschieden wird. Aus diesen beiden zuckerhaltigen Säften können die Bienen den *Honig* produzieren, welcher ebenfalls als Nahrungsquelle dient, aber vor allem über die Wintermonate besonders wichtig ist, da Honig sehr lange haltbar ist [41]. Der durch Honigtau produzierte Honig wird von Imkern als *Waldhonig* gekennzeichnet [20]. Saugt eine Biene den Nektar einer Blüte auf, gelangt dieser in den *Honigmagen*. Dort kommt er in Kontakt mit verschiedenen Enzymen, welche den Nektar in *Glukose* (Traubenzucker) und *Fruktose* (Fruchtzucker) [42] aufspalten. Diesen biochemisch veränderten Nektar gibt die *Sammelbiene* im Bienenstock an die sich dort befindlichen *Arbeitsbienen* durch Auswürgen weiter, welche den Nektar erneut aufnehmen und auswürgen. Mit jedem dieser Prozesse wird der Nektar viskoser, wodurch allmählich Honig entsteht [65].

Neben dem Nektar, dem Honigtau und dem Honig, welche primär als Quellen für Kohlenhydrate dienen, benötigen Bienen außerdem noch Quellen für Fette und Proteine. Dafür werden *Pollen* verwendet, wobei Pollen die männlichen Geschlechtszellen einer Samenpflanze sind. Da die Samenpflanze mehr Pollen produziert, als für die Fortpflanzung nötig, können diese ohne Probleme von den Sammelbienen aufgenommen werden [41]. Die Pollen werden in *Pollenpaketen* aufbewahrt (vgl. Abbildung 14), wobei Teile der aufgesammelten Pollen nicht in diesen Pollenpaketen landen, sondern an den Hinterbeinen haften bleiben. Besucht diese Sammelbiene nun eine weitere Blüte, werden diese Pollen abgestreift und der Fortpflanzungsmechanismus der Samenpflanze profitiert. Besonders pollenreiche Quellen sind dabei Obstbäume, Mohn, Mais, Klee und Raps [41].

Die letzte wichtige Ressource, welche Bienen für ihr Überleben benötigen, ist Wasser. Dieses kann von Flüssen oder Seen bezogen werden, wobei diese Quellen nicht mehr als 500 Meter weit vom Stock entfernt sein sollten. Erhalten Bienen nicht genug Wasser, können diese unter Verstopfungen leiden, was für das Überleben gefährlich sein kann [41, 20].

Es lassen sich somit wichtige Ressourcen identifizieren: *Nektar*, *Honigtau*, *Honig*, *Pollen* und *Wasser*. Außerdem ist die Aufteilung zwischen *Sammel-* und *Arbeitsbiene* eine mögliche Mechanik. Die Umwandlung von Nektar und Honigtau zu Honig könnte ebenfalls eine Mechanik darstellen, wie auch die naturgegebenen Quellen für Nektar, Honigtau und Pollen.

4.1.2 Kasten

Eine fundamentale Kategorisierung innerhalb einer Kolonie sind die *Kasten*. Es gibt drei verschiedene Kasten beziehungsweise Arten von Bienen innerhalb solch einer Kolonie. Die erste Art ist die *Bienenkönigin*. Diese Art der Biene ist genau ein mal vertreten und *immer* ein Weibchen, zudem innerhalb einer Kolonie das einzige vollentwickelte. Die Hauptaufgabe der Königin ist das Brüten neuer Bienen und



Abbildung 14: Pollenpakete einer Honigbiene ([22])

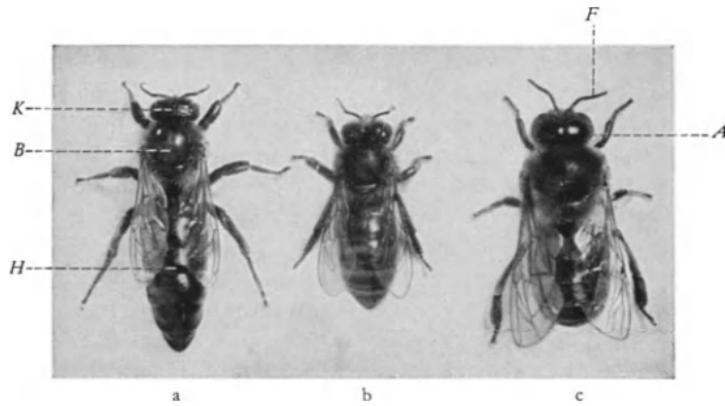


Abbildung 15: (a) Königin, (b) Arbeitsbiene, (c) Drohne. (K) Kopf, (B) Brust, (H) Hinterleib, (A) Auge, (F) Fühler ([23, S.2])

das Steuern des Schwarmes mittels verschiedener Pheromone [18]. Die zweite Art sind die sogenannten *Drohnen*. Diese Art ist *ausschließlich männlich*. Diese Kaste ist lediglich zur Befruchtung der Königin da und ist nur von Frühling bis Sommer des Jahres in der Kolonie vertreten. Anschließend werden alle Drohnen gewaltsam aus der Kolonie entfernt, was als *Drohnenschlacht* betitelt wird [25]. Die dritte und letzte Kaste der Kolonie sind die *Arbeitsbienen*, welche, analog zur Königin, *ausschließlich weiblich* sind, jedoch den deutlich größten Teil einer Kolonie ausmachen. Trotzdem legen diese Bienen in der Regel keine Eier, sind im Gegensatz dazu aber deutlich fürsorglicher gegenüber der Brut im Vergleich zur Königin. Die Arbeitsbienen sind prinzipiell für sämtliches weiteres Geschehen verantwortlich, darunter die Entfernung von Leichen oder die Nahrungsbeschaffung [23, S.2-3]. In Abbildung 15 werden die verschiedenen Kasten morphologisch unterscheidbar dargestellt mit einer Markierung verschiedener Merkmale.

4.1.3 Fortpflanzung

Ein wichtiger Teil des Fortbestehens einer Kolonie ist die *Vermehrung* beziehungsweise *Fortpflanzung*. Wie bereits zuvor erwähnt gilt, dass sowohl Königinnen, als auch Arbeitsbienen jederzeit *weiblich*, und Drohnen stets *männlich* sind. Eine Königin ist in der Lage unbefruchtete Eier zu legen, oder diese Eier mittels Paarung mit Drohnen zu befruchten. Auch Arbeitsbienen sind in der Lage unbefruchtete Eier zu legen, was in einer Kolonie tendenziell selten passiert, da die Geschlechtsorgane der Arbeitsbienen zurückentwickelt und verkrümmt sind [25]. Wird allmählich eine neue Königin gebraucht, da

die derzeitige Königin an das Ende ihres Lebens gelangt, sondert diese bestimmte Pheromone aus, wodurch dem Schwarm mitgeteilt wird, neue Königinnen heranzuziehen. Eine würde theoretisch ausreichen, aber um kein Risiko einzugehen werden mindestens *sechs* Königinnen, oder mehr, versucht heranzuziehen. Nachdem eine geeignete Königin geschlüpft ist, werden die restlichen gewaltsam aus dem Schwarm entfernt [23, S.33]. Spätestens zwei Wochen später fliegt die neu geschlüpfte Königin aus und versprüht Pheromone, auch *Königinnensubstanz* genannt, welche Drohnen eigener und fremder Völker anlocken, um sich mit der Königin zu paaren. Es wird mit maximal 12 Drohnen der Paarungsakt vollzogen, wobei die Königin bis zu *zehn Millionen* Spermien aufnimmt, welche für die restliche Lebenszeit reichen [18].

Einige Tage nachdem die Eier der zukünftigen Königinnen gelegt wurden, in der Regel neun Tage, beginnt der Akt des *Schwärms*. Dabei verlässt ein Teil der Kolonie, tausende von Bienen, zusammen mit der noch regierenden Königin den Schwarm, um sich auf die Suche nach einem neuen Zuhause zu machen und ein neues Bienenvolk zu gründen. Dieser Akt passiert in der Regel nur ein Mal pro Jahr, gegen Mai. *Spurbienen* agieren als Späher und teilen Informationen über mögliche neue Heimatplätze. Laut Forschungen bedarf es 15 Spurbienen, welche dieselben Informationen über einen passenden Ort teilen, damit die Entscheidung gefällt wird [63]. Dank der Pheromone der Königin bleibt der Schwarm während des Schwärms stets zusammen [18].

Eine Königin besitzt einen *diploiden* Chromosomensatz, dementsprechend $2n = 32$ Chromosomen. Die *unbefruchteten* Eier werden von keinem zweiten Chromosomensatz ergänzt, wodurch die sich daraus entwickelnden Drohnen vorerst einen *haploiden* Chromosomensatz besitzen, dementsprechend $n = 16$ Chromosomen in Summe. Diese werden jedoch nachträglich diploid, lediglich die Keimzellen bleiben haploid. Dadurch gilt, dass die anschließend diploiden Körperzellen der Drohne *homozygot* sind, da sie mittels *Autopolyploidisierung* aus einer haploiden Eizelle entstanden sind. Beide Gene eines Merkmals stimmen also exakt überein [28]. Aus unbefruchteten Eiern schlüpfen ausschließlich Drohnen. Gegenüber dazu schlüpfen aus den *befruchteten* Eiern Arbeitsbienen *oder* Königinnen. Diese Eizellen sind durch die Beteiligung zweier Partien, der Königin und einer Drohne, sowohl *heterozygot*, als auch diploid. Der Faktor, ob aus einem befruchteten Ei eine Arbeitsbiene oder eine Königin schlüpfen wird, ist modifikativ, also durch äußere Einflüsse, bestimmt. Der Unterschied liegt in der zugegebenen Nahrung der Maden in den ersten drei Lebenstagen. Während die zukünftigen Arbeitsbienen mit Pollen und Honig ernährt werden, erhalten die zukünftigen Königinnen ausschließlich *Gelée Royal* (engl. *Royal Jelly*) in ihren sogenannten *Weiselzellen*, welche ausschließlich einer zukünftigen Königin vorenthalten sind [63]. Somit gilt, dass Arbeitsbienen und Königinnen genetisch identisch sind, jedoch durch die zugegebene Nahrung modifikativ zu einer gewissen Kaste herangezogen werden können [25]. Es gilt also, dass, auch wenn auf den ersten Blick paradox erscheinend, eine Drohne nie einen Vater, aber immer einen Großvater hat.

4.1.4 Metamorphose

Der Vorgang der *Metamorphose* beschreibt das Anpassen der physischen Form oder ein plötzliches Ändern der äußeren Erscheinung [17]. Bienen durchlaufen vier verschiedene Zustände der Metamorphose, beginnend als *Ei* (engl. *egg*). Diese Eier werden von der Königin in eine leere Wabe gelegt, haben eine Größe von 1mm bis 1.5mm und ähneln einem Reiskorn. Nach circa *drei Tagen* brechen die Eier und eine *Larve* (engl. *larva*) kommt hervor. Diese Larve ist weiß und C-förmig (vgl. Abbildung 16). Die Dauer der kommenden Metamorphose hängt von der jeweiligen Kaste der zukünftigen Biene ab, Arbeitsbienen benötigen 6 Tage, Drohnen 6.5 Tage und Königinnen 5.5 Tage. Ist die Larve reif für die Metamorphose, richtet sie sich auf, sodass die Arbeitsbienen, welche Zuständig für die Brut sind, die Zelle mit *Bienenwachs* bedecken. Die Larve verhärtet und wird zu einer *Puppe* (engl. *pupa*). Analog zum vorherigen Stadium ist die Dauer bis zur kommenden Metamorphose abhängig von der Kaste der zukünftigen Biene. Eine Arbeitsbiene benötigt 12 Tage, eine Drohne 14.5 Tage und eine Königin 8 Tage. Ist die Zeit reif und die Metamorphose abgeschlossen heißt sich die Biene durch das Bienenwachs der Zelle und gesellt sich zu ihren Artgenossen [22].

4.1.5 Aufgabenverteilung

Die Aufgaben der Königin und der Drohnen wurde zuvor bereits ausgiebig erläutert. Eine Arbeitsbiene hat drei exakt eingeteilte Phasen ihres Lebens, in welchen verschiedene Tätigkeiten verrichtet werden. Die zu erledigenden Aufgaben sind also direkt gekoppelt an das derzeitige Alter einer Arbeitsbiene.



Abbildung 16: Verschiedene Stadien einer Honigbiene, ausgewachsen (links), Puppe (mitte), Larve (rechts) ([22])

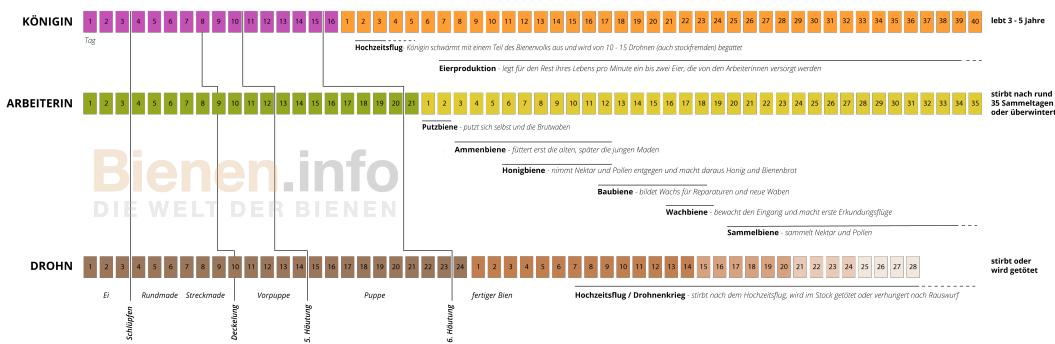


Abbildung 17: Überblick über den Lebensverlauf einer Biene jeder Kaste ([64])

Der erste Lebensabschnitt ist zwischen dem 1. und 10. Lebenstag der Biene. In diesem Stadium wird die Biene als *Hausbiene* bezeichnet, da sie sich ausschließlich innerhalb des Bienenstocks aufhalten. Dort reinigen sie die Zellen, kümmern sich um die Brut als sogenannte *Brutamme* und sind ansonsten meist untätig. Der zweite Lebensabschnitt findet zwischen dem 10. und 20. Lebenstag der Biene statt. In diesem Abschnitt wird die Biene als *Baubiene* eingestuft. Die Aufgaben sind nun primär das Entgegennehmen des von den Sammlern gebrachten Nektar oder der Pollen, das Bauen neuer Waben und das Herstellen von Wachs. Außerdem sind manche dieser Bienen im *Wächterdienst* und beschützen den Stock vor Eindringlingen wie Wespen, Pferden oder Menschen. Im dritten und letzten Abschnitt des Lebens sind die Bienen *Sammlerbienen*, welche Nahrung für den restlichen Stock von der Außenwelt suchen. Allerdings gibt es nur Ausflüge, wenn das Wetter und die Temperatur passend sind. Bei Regen, Schnee oder generell im Winter sitzen diese Bienen im Stock und warten auf Veränderung der Außenbedingungen. In der Regel widmen diese Bienen sich nicht den anderen Aufgaben und warten stattdessen [23, S.42-44]. Abbildung 17 zeigt einen Überblick der jeweiligen Aufgaben abhängig von dem Alter einer Biene jeglicher Kaste.

4.1.6 Lebenserwartungen

Die Lebenserwartung einer jeden Biene hängt mit ihrer jeweiligen Kaste zusammen. Die kürzeste Lebensdauer weisen die Drohnen auf, welche zwischen zwei bis vier Wochen leben, da diese anschließend durch die Dronenschlacht gewaltsam entfernt oder getötet werden. Am längsten hingegen leben Königinnen, mit drei bis fünf Jahren Lebensdauer. Bei Arbeitsbienen ist es entscheidend, ob diese während des Sommers oder gegen Anbruch des Winters geschlüpft sind. Durch die Wintereinnistung steigt die Lebenserwartung der Arbeitsbienen stark an, von gerade mal zwei bis vier Wochen auf sechs bis sieben Monate [64]. Eine Übersicht dieser Lebenserwartungen ist in Abbildung 18 vorzufinden.

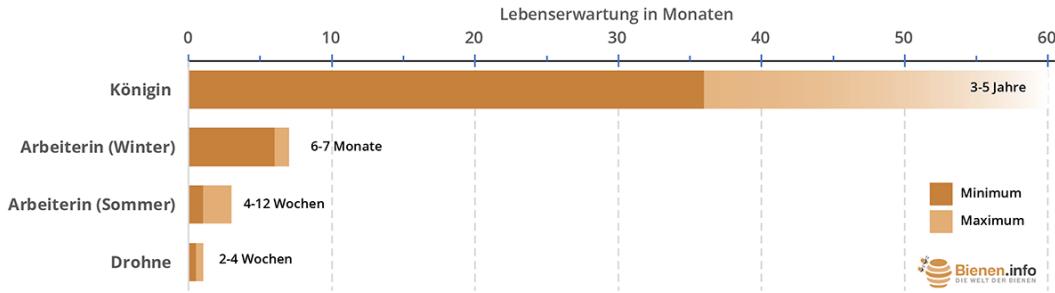


Abbildung 18: Die minimale und maximale Lebenserwartung einer Biene jeder Kaste ([64])

4.1.7 Winter

Die Vorbereitung auf den kommenden Winter beginnt bereits im Spätsommer, wobei neue Brut erzeugt wird für den Zweck der Überwinterung, sogenannte *Winterbienen*. Ab Oktober werden die *Sommerbienen* aus der Kolonie entfernt, sodass die Kolonie lediglich aus Winterbienen besteht. Dadurch, dass keine Energie für Brutflege oder Sammelflüge aufgewendet werden muss, ist die Lebenserwartung der Winterbienen deutlich höher als die der Sommerbienen, wie bereits zuvor erläutert. Außerdem legen sich die Winterbienen ein Fettpolster zu, durch hohen Konsum von Pollen. Statt eines Winterschlafes formiert sich der Stock zu einer *Wintertraube*, bei welcher die Kolonie die Königin umschließt und durch Muskelvibration warm hält. Mit Anfang des Frühlings wird mit gleicher Technik der Stock auf 35°C erhitzt, wodurch der Nahrungsverbrauch stark ansteigt aber das erfolgreiche Brüten der neuen Generation sichert. Sobald die ersten Blumen wieder sprießen wieder die Sammelflüge ein [61].

4.2 Spiel-Engine

Ein Videospiel wird heutzutage nicht mehr von Grund auf neu programmiert. Die Grundlage schafft in den meisten Fällen eine sogenannte *Game Engine* (Spiele-Engine). Diese Engine bietet wichtige Grundlagen, welche es dem Entwickler oder dem Entwicklungsteam deutlich vereinfachen loszulegen. Darunter fallen Grafik-, Physik- und Audiosysteme, welche je nach Engine variieren. Im Folgenden werden die drei größten Marktführer untersucht, verglichen und es wird anschließend in einem Fazit eine Entscheidung für eine dieser gefällt, welche für die Entwicklung des Prototypen verwendet wird.

4.2.1 Godot

4.2.2 Unreal Engine

4.2.3 Unity

4.3 Spielwelt

Für die Welt, in welcher das Spiel gespielt wird, stehen mehrere Optionen zur Verfügung.

4.3.1 Gridless

Die erste Möglichkeit einer Spielwelt ist eine Karte ohne dargestelltes oder vorhandenes Grid. Solch ein System verwendet beispielsweise *Age of Mythology*, wobei die Karte nicht in ein Grid, sondern viele tausende Koordinaten eingeteilt ist. Diese Form der Positionierung ist daher gängig für *Real Time Strategy* Spiele.

4.3.2 Square Grid

Eine weitere Möglichkeit zur Positionierung von Gebäuden oder Einheiten innerhalb einer Spielwelt ist ein *Square Grid* (vgl. Abbildung 19), also die Einteilung der Karte in eine gewisse Anzahl von Quadraten, welche als eigene Felder agieren und worauf Gebäude oder Einheiten zugreifen können. Dieses System wird unter anderem in *Starcraft II* oder *Age of Empires* verwendet, wodurch auch diese

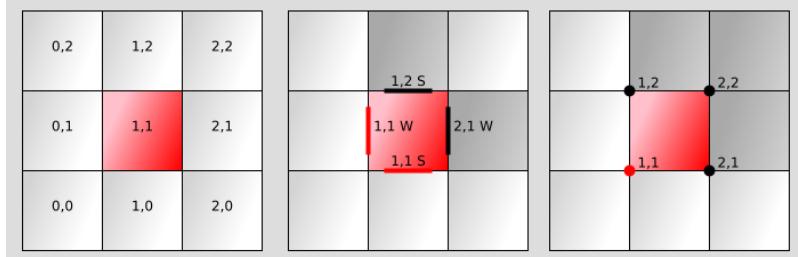


Abbildung 19: Aufbau eines Square Grids ([7])

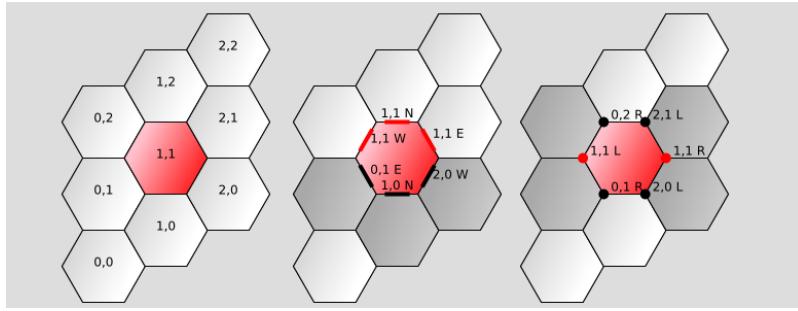


Abbildung 20: Aufbau eines Hex Grids ([7])

Form der Positionierung gängig für *Real Time Strategy* ist. Allerdings findet man diese Eigenschaft auch in *Turn Based Strategy*, darunter die älteren Teile der *Civilization*-Reihe. Dieses System wurde im Laufe der Jahre jedoch von einem Square Grid auf ein Hex Grid umgestellt.

4.3.3 Hex Grid

Die letzte Möglichkeit ist ein *Hex Grid*, welches vor allem Anklang findet im Genre der *Turn Based Strategy* Games, darunter *Endless Legend*, *Civilization VI* und *Humankind*. Der klare Vorteil von einem Grid bestehend aus Hexagonen ist die *Distanzberechnung* und die Anzahl *direkter Nachbarn*. Im Vergleich zu einem Quadrat besitzt ein Hexagon in einem Grid 6 statt 4 direkter Nachbarn, wobei direkt bedeutet, dass die Kanten aneinander angrenzen. Um einen diagonalen Weg in einem Square Grid einzuschlagen, muss ein weiterer Weg aufgewendet werden, da nach dem *Satz des Pythagoras* gilt:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1)$$

Der diagonale Weg innerhalb eines Quadrates mit Länge 1 und Breite 1 wäre folglich

$$\sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2} \quad (2)$$

Wobei offensichtlich gilt,

$$\sqrt{2} > 1 \quad (3)$$

Möchte man also Bewegungen von Einheiten in 6 statt 4 Richtungen ermöglichen, empfiehlt sich ein Hex Grid statt einem Square Grid. Die Distanz zwischen allen gegenüberliegenden Kanten eines Hexagons ist stets gleich lang (vgl. Abbildung 20). Unter der Berücksichtigung, dass die Thematik der Bienen auch mit *Bienenwaben* und deren hexagonalen Form assoziiert wird, wird der Prototyp ein Hex Grid verwenden.

4.4 Spielbeginn

Das Spiel beginnt auf der nun zufällig generierten, hexagonalen Spielwelt. Es wird mit exakt zwei *Arbeitsbienen* und einer *Königin* gestartet, welche sich im mittleren Alter befinden. Diese Bienen starten auf drei zufälligen Kacheln nebeneinander auf einer zufällig generierten Karte.

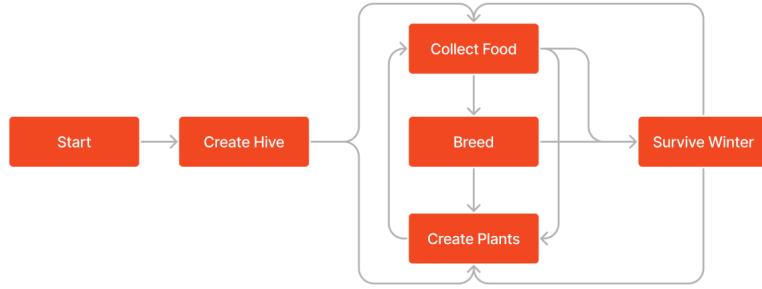


Abbildung 21: Grobe Skizze des Gameplay Loops

4.5 Gameplay Loop

Der primäre *Gameplay Loop* besteht darin, die Bienenkolonie am Leben zu halten. Nach Spielbeginn wird der Spieler mit den gegebenen Arbeitsbienen und der Königin auf sich alleine gestellt. Der Spieler sollte damit anfangen, etwas Nektar und Pollen zu sammeln, um diese dann zu Bienenwachs zu verarbeiten und einen Stock zu bauen. Innerhalb dieses Stocks sollte die Königin beginnen, Drohnen heranzuziehen, mit welchen man wiederum neue Arbeiterinnen und/oder eine neue Königin heranziehen kann. Das Ziel besteht darin, das Überleben der Kolonie möglichst lange zu sichern. Die Herausforderung besteht darin, dass die Winter schwer sind und mit der Zeit auch immer schwerer werden. Es gilt, die Balance zu finden zwischen Nahrungsbeschaffung, Erweiterung des Stocks und Erzeugung neuer Brut. Zeugt der Spieler zu viel neue Bienen, kippt das Gleichgewicht und die Kolonie stirbt an einem Mangel an Nahrung. Das grobe Konzept des Gameplay Loops ist in [Abbildung 21](#) veranschaulicht.

4.6 Spielende

VIELLEICHT PUNKTESYSTEM ODER ANZAHL BIENEN? ANZAHL SCHWÄRMEN ODER ANZAHL ÜBERLEBTER JAHRE?

4.7 Mechaniken

Es wurden nun in *Sektion 2* und *Sektion 3* einige Mechaniken und Eigenheiten von älteren und neu erschienenen Management Games untersucht und Hypothesen dazu angeführt. Diese Hypothesen und Mechaniken, welche sich als besonders interessant und nutzerfreundlich erweisen, werden nun unter Berücksichtigung der in *Sektion 4.1* erörterten Vorgänge innerhalb einer Bienenkolonie konkretisiert und ausgefeilt. Außerdem werden die in *Sektion 1* definierten Eigenschaften eines Resource Management Games berücksichtigt und versucht, die untersuchten Gegebenheiten (Ressourcen, Ökonomie, Informationsgehalt und Verwaltungssaspekte) möglichst sinnvoll mit den Vorgängen einer Bienenkolonie zu kombinieren, um daraus ein Spiel zu gestalten, welches sehr stark an die echten Vorgänge einer solchen angelehnt ist.

4.7.1 Ressourcen

Die im Spiel vorhandenen Ressourcen sind in [Tabelle 5](#) aufgelistet. Die Gründe für die Auswahl der Ressourcen sind *Sektion 4.1.1* zu finden. *Honigtau* wird nicht als Ressource implementiert, da diese von lebenden Tieren extrahiert wird, und aufgrund von weiteren benötigten Modellen und Animationen keine weiteren Tiere neben den eigentlichen Bienen implementiert werden. Um das Spiel spannender und etwas komplexer zu gestalten werden verschiedene *Sources*, *Converter* und *Drains* (vgl. *Sektion 1.1.2*) verwendet. Alle involvierten Ressourcen, wie auch baubare Waben, sind in [Abbildung 22](#) skizziert. Die Zahlen sind dabei rein experimentell und müssen im Verlauf der Tests gegebenenfalls angepasst werden.

Nektar Nektar wird ausschließlich von Blumen extrahiert, welche eine *Source* darstellen. Jedoch ist an jede Blume eine Bedingung geknüpft. Blumen haben ein eigenes Inventar für Nektar und Pollen,

Tabelle 5: Verfügbare konkrete Ressourcen

Nahrung	Nektar, Honig, Pollen, Royal Jelly, Wasser
Baumaterial	Bienenwachs
Einheiten	Königinnen, Drohnen, Arbeitsbienen

welches bei Extraktion durch eine Biene geleert wird und neu regenerieren muss. Eine Biene sollte also frequentiv die Blumen wechseln, um möglichst viele Ressourcen zu sammeln. Nektar hat eine gewisse Lebensdauer und wird nach einiger Zeit schlecht, wodurch eine gewisse Anzahl von Nektar aus dem Spiel entfernt wird. Diese Lebensdauer agiert dadurch als *Drain*.

Pollen Die zweite Ressource sind die Pollen, welche ebenfalls von Blumen extrahiert werden. Pollen können unter anderem verwendet werden, um neue Blumen zu pflanzen und spielen daher gerade im Frühling eine große Rolle, aber auch für das Herstellen für Bienenwachs und Gelée Royal. Pollen besitzen eine etwas längere Lebensdauer und können daher über den Winter gelagert werden. Dadurch, dass Pollen mehrere Anwendungsfälle besitzen, muss der Spieler abwägen, für welchen er diese Ressource am ehesten verwendet beziehungsweise wie er die vorhandenen Ressourcen aufteilt.

Honig Honig ist eine manuell hergestellte Ressource, welche an einem *Evaporator*, also einer leicht umgebauten Wabe, von einer Biene hergestellt werden kann. Dieser Evaporator stellt, neben den anderen baubaren Waben, einen *Converter* dar. Ein wichtiger Aspekt des Honigs ist der Fakt, dass man mehr als ein Nektar pro Honig verwenden muss, damit der Spieler abwägen muss, ob es die Herstellung wert ist. Dadurch entsteht mehr Komplexität und der Spieler besitzt Entscheidungsfreiheit. So könnten manche Spieler versuchen, lediglich genug Honig für den Winter herzustellen, und andere wiederum jeglichen Nektar direkt in Honig umwandeln. Es entsteht somit eine mögliche *Strategie*.

Bienenwachs Entgegen der anderen Ressourcen ist Bienenwachs keine Nahrung. Diese Ressource wird einzige und allein für den Bau neuer Strukturen verwendet. Diese Strukturen werden im Folgenden näher erläutert. Bienenwachs muss an einem *Mixer* hergestellt werden, welcher sowohl Honig als auch Pollen verwendet, um neues Bienenwachs herzustellen. Aus diesem Bienenwachs können dann *Brutwaben*, *Lagerwaben* und *Refiner* hergestellt werden, wie auch ein neuer Stock, sollte man den gegebenen verlagern wollen.

Gelée Royal Eine weitere fundamentale Ressource ist das Gelée Royal oder auch *Royal Jelly*, welches an einem *Refiner* durch Vermischen von Pollen und Honig erzeugt werden kann. Diese Ressource ist wichtig für das Heranziehen einer neuen Königin und wird in die Brutwabe einer *Arbeitsbienenlarve* gegeben, damit diese sich zu einer Königin entwickelt.

Wasser Die einzige nicht vom Spieler sammelbare oder lagerbare Ressource ist Wasser. Dieses müssen die Bienen durch Nahrung aufnehmen (Nektar besitzt mehr Wasser als Honig), oder über das Trinken an einem Fluss. Da im Winter keine Ausflüge gestattet sind, ist es wichtig, dass Bienen vor dem Winter genug Wasser zu sich nehmen, um nicht zu verdursten.

Königin, Drohne und Arbeitsbiene Diese greifbaren Ressourcen sind das Fundament des Spiels, wobei neue Bienen, analog zu *Sektion 4.1.3*, kastenspezifisch herangezogen werden können, mehr dazu im Folgenden Abschnitt.

4.7.2 Jahreszeiten

Es gibt vier verschiedene Jahreszeiten, *Frühling*, *Sommer*, *Herbst* und *Winter*. Alle 30 Tage wechselt die Jahreszeit zur jeweils nächsten. Jede Jahreszeit ist dabei anders und bietet andere, mögliche Events. Jegliche Angaben von Chancen sind dabei rein experimentell und müssen im späteren Verlauf getestet werden.

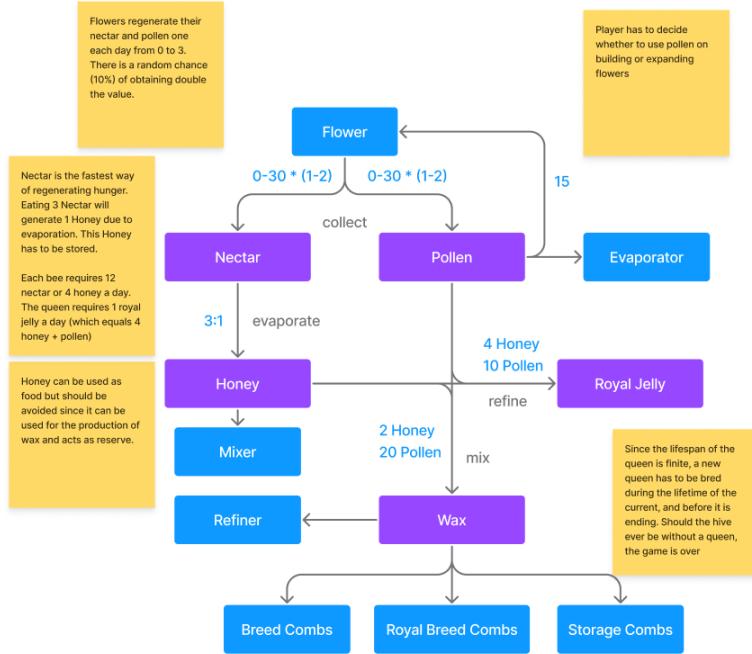


Abbildung 22: Ressourcenverlauf und mögliche Umwandlungen

Frühling ist die Zeit, in welcher neue Blumen sprießen. Es gibt ein besonderes Event namens *Pollenflug*, wobei besonders viele Blumen sprießen, was es dem Spieler durchaus erleichtern kann, neue Nahrung zu beschaffen. Das Event hat eine Chance von $\frac{1}{30}$ pro Tag zu passieren, und kann pro Jahr maximal ein Mal geschehen.

Sommer ist die Zeit der Hitze und des *Schwärms*. Deshalb gibt es zwei Events welche passieren können, das erste ist die *Dürre*, wobei einige Blumen sterben und manche Flüsse austrocknen. Die Chance dafür ist pro Tag $\frac{1}{60}$. Das zweite ist das Schwärmen, welches jedes Jahr erneut passiert, insofern eine Königin vorhanden ist. Dabei wird angegeben, dass die Königin den Stock verlassen wird. Deshalb ist der Spieler dazu gezwungen, eine neue Königin heranzuziehen, da ansonsten keine Königin mehr vorhanden sein wird. Die Königin wird dabei einen kleinen Anteil der Kolonie mitnehmen (mindestens eine *Arbeitsbiene* und 20% der Arbeitsbienen). Diese Zahl ist variabel und wird gegebenenfalls angepasst. Der Spieler wird also etwas zurückgesetzt und gezwungen, zu handeln, was die Herausforderung durchaus erschwert.

Herbst bringt zwei negative Events mit sich. Es kann jeden Tag mit einer $\frac{1}{60}$ Chance passieren, dass jegliche Blumen weniger Ertrag geben in entweder Pollen oder Nektar. Auch hier wird der Spieler dazu gezwungen, sich anzupassen und sinnvoll darauf zu reagieren. Zudem ist die Chance auf Regen durchaus etwas höher, als sonst in den Jahreszeiten. Als wiederkehrendes Event, analog zum Schwärmen, steht jedes Jahr der *Drohnenkrieg* beziehungsweise die *Drohnenschlacht* an, wobei sämtliche Drohnen aus dem Stock

Winter ist die Zeit des Notstands. Die Bienen sind in dieser Zeit nicht ausflugfähig und müssen in ihrem Bienenstock warten, bis der Winter endet. Daher muss darauf geachtet werden, dass genug Honig gelagert ist, damit die Kolonie überleben kann. Sollte Regen während dieser Zeit fallen, ist dieser stattdessen Schnee. Es sterben zu dieser Jahreszeit sämtliche Blumen ab, wodurch, selbst wenn eine Biene rausfliegen würde, es keine Möglichkeit gibt, Nahrung zu beschaffen.

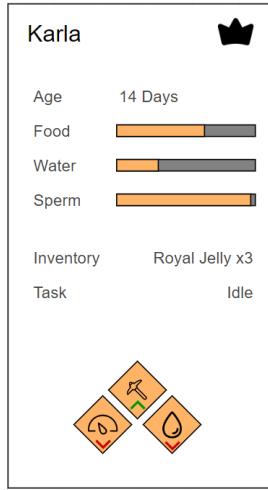


Abbildung 23: Skizze des Informationsfensters einer ausgewählten Biene

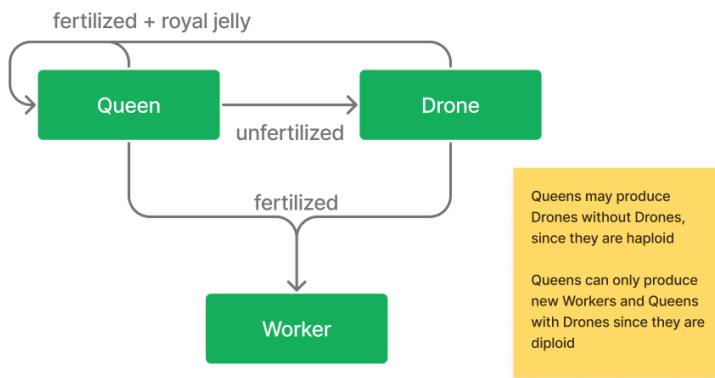


Abbildung 24: Reproduktionsverhalten der Bienen

4.7.3 Bienen

Die Bienen sind das Herzstück des Spiels und werden analog zu *RimWorld* indirekt gesteuert. Eine Biene hat mehrere Eigenschaften. Sämtliche aufgelisteten Eigenschaften sind visuell dargestellt als Skizze in Abbildung 23.

Kasten Es gibt analog zu einer realen Bienenkolonie drei verschiedene Kästen. Jede Biene besitzt eine Variable in Form einer Enum, welche angibt, ob es sich um eine Königin, eine Drohne oder eine Arbeitsbiene handelt. Aufgrund dieser Information werden etliche Entscheidungen getroffen, darunter das gezeigte Modell, wovon es drei verschiedene für jede Kaste gibt, die möglichen ausführbaren Aktionen und die Lebensdauer. Es können kastenspezifisch neue Bienen herangezogen werden. Wie auch in der realen Welt werden für die Arbeitsbienen befruchtete Eier benötigt, für die Königinnen befruchtete Eier und Royal Jelly, und für die Dronen lediglich unbefruchtete Eier. Diese Mechanik ist in Abbildung 24 schematisch dargestellt.

Alter Das Alter der Biene ist von zentraler Bedeutung. Für die Königin ist es entscheidend einzuschätzen, wie lange diese noch lebt, für die Arbeitsbienen ist es wichtig zu erkennen, welche Arbeiten und Aufgaben diese übernehmen kann. Eine Biene am Ende ihres Lebens ist biologisch nicht mehr in der Lage, die neue Brut zu füttern, und dient lediglich dem Sammeln von Ressourcen.

Hunger Eine Biene hat das Bedürfnis nach Nahrung. Der Nahrungs Balken wird mit der Zeit weniger, weshalb die Biene Nahrung beschaffen muss, jedoch nicht aktiv. Ist Nahrung vorhanden und die Biene erreicht einen Schwellenwert, wird sich diese Biene die Nahrung eigenständig aus dem Lager entnehmen. Ist der Wert der Nahrung zu lange auf 0, stirbt die Biene. Die voreingestellte Reihenfolge der verspeisten Nahrung lautet:

$$\text{Nektar} > \text{Honig} > \text{Pollen}$$

Royal Jelly wird nicht von den Arbeitern angerührt und wird lediglich von der Königin verspeist, genau so wie für das Heranziehen neuer Königinnen zur Larve gegeben. Stetige Bewegung sorgt für schnelleren Hunger. Die Reihenfolge der Nahrung kann vom Spieler angepasst werden, wodurch mehr Entscheidungsfreiheit gegeben ist und mehr Taktik angewandt werden kann. So könnte ein Spieler möglichst viele Pollen sammeln und diese als primäre Nahrungsquelle nutzen. Natürlich müssen diese Mechaniken ausgiebig getestet werden, sodass verschiedene Strategien nicht zu unausgeglichen sind.

Durst Bienen benötigen Flüssigkeit, genauer gesagt Wasser. Dieses wird nicht im Stock gelagert, sondern an Flüssen getrunken. Je mehr sich eine Biene bewegt, desto mehr Flüssigkeit benötigt diese. Sinkt dieser Wert auf 0, wird die Biene nach kurzer Zeit sterben.

Samen Diese Eigenschaft hat lediglich eine Königin, und gibt an, wie viel Samen der Drohnen noch vorhanden sind um neue und befruchtete Eier zu legen. Es ist wichtig darauf ein Auge zu haben, da ohne verfügbare Samen weder Arbeitsbienen, noch Königinnen herangezogen werden können.

Inventar Das Inventar besitzt jede Biene und zeigt an, was diese gerade trägt. Getragen werden können Nektar, Pollen, Honig, Royal Jelly und Bienenwachs. Es kann zeitgleich nur eine Art von etwas getragen werden, und die Menge richtet sich nach der Art des Getragenen. Die Ausnahme dabei stellen Pollen dar, welche in den *Pollensäckchen* zeitgleich zu anderen Dingen getragen werden.

Auftrag Der momentane Auftrag ist ebenfalls Teil der Biene. Dieser zeigt dem Nutzer, was diese Biene gerade vorhat und wieso sie sich zu der bestimmten Stelle bewegt.

Genetische Eigenschaften / Traits Die genetischen Eigenschaften beziehungsweise *Traits* sind immer exakt drei Stück. Diese können sowohl *positive* als auch *negative* Auswirkungen auf die Effizienz der einzelnen Biene haben. Die möglichen Traits und ihre Wahrscheinlichkeiten sind in [Tabelle 6](#) zu finden. Die Traits sind vererbbar, wobei bei der Vererbung eine Chance besteht, dass ein Trait *mutiert* und deshalb in einen anderen, zufälligen, geändert wird. Wird eine Königin von mehreren verschiedenen Drohnen besamt, werden die Erbinformationen gespeichert. Ob der jeweilige Trait nun von der Seite des Vaters oder der Seite der Mutter übernommen wird, ist gleichverteilt 50:50. Seien die besamenden Drohnen folgende:

- Droehe A: Schillernd, Arbeitsfreudig, Gesegnet
- Droehe B: Schillernd, Arbeitsfreudig, Verflucht
- Droehe C: Schillernd, Großer Magen, Verdampfer

Und die Königin besäße folgende Eigenschaften:

- Königin: Schillernd, Großer Magen, Empfänglich

Dann gelten folgende Chancen für die Traits der Brut:

- Schillernd: 100%
- Empfänglich: $\frac{1}{2}$
- Großer Magen: $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$
- Arbeitsfreudig: $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$

Tabelle 6: Mögliche Traits einer Biene

Arbeitsfreudig / Arbeitsscheu (Alle)	Erledigt alle Aufgaben 10% schneller / langsamer	12%
Sammelfreudig / Sammelscheu (Arbeitsbiene)	Sammelt Ressourcen 15% schneller / langsamer	12%
Fingerfertig / Grobmotorisch (Arbeitsbiene)	Stellt neue Ressourcen 10% schneller / langsamer her.	12%
Sparsam / Freigiebig (Arbeitsbiene)	Verbraucht beim Füttern etwas weniger / mehr Nahrung.	12%
Empfänglich / Unempfänglich (Königin)	Benötigt weniger / mehr Drohnen um die Samen zu füllen und hat mehr / weniger Kapazität.	12%
Gesegnet / Verflucht (Alle)	Lebt ein längeres / kürzeres Leben.	12%
Wasserspeicher / Verdampfer (Alle)	Benötigt weniger / mehr Wasser und verbraucht weniger / mehr.	12%
Kleiner / Großer Magen (Alle)	Benötigt weniger / mehr Nahrung und verbraucht weniger / mehr.	12%
Königliche Immunität (Drone)	Die Drohne ist ausgenommen von der Drohnenschlacht.	2%
Schillernd (Alle)	Die Biene sieht anders aus als gewöhnliche Bienen.	2%

- Gesegnet: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$
- Verflucht: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$
- Verdampfer: $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$

Die Traits, welche speziell auf eine gewisse Art von Kaste gelten, werden im Hintergrund gespeichert und es wird ein neuer Trait gezogen. Dieser wird sich vorgemerkt. Sollte die Arbeitsbienenlarve also zur Königin herangezogen werden, wird der vorgemerkte Trait durch den Erstgezogenen ersetzt.

Mutation Damit eine Diversität entstehen kann, und nicht stetig die gleichen Traits in der Kolonie weitervererbt werden, bedarf es der Möglichkeit einer Mutation. Es besteht eine geringe Chance, dass *nach dem Ziehen* eines vererbten Traits, dieser Trait durch einen völlig anderen ersetzt wird.

4.7.4 Aktionen

Es gibt 6 verschiedene, vom Spieler ausführbare, Anordnungen. Diese werden verwendet, um die Bienen indirekt zu steuern und den Stock somit möglichst am Leben zu erhalten.

Sammeln wird verwendet, um von den in der Spielwelt vorhandenen Blumen den Nektar und die Pollen zu extrahieren. Diese Aktion ist lediglich von Arbeitsbienen im späten Alter ausführbar.

Bestäuben verwendet Pollen, um neue Blumen zu erstellen, welche als weitere Quelle von Nektar und Pollen agieren. Dies kann sinnvoll sein, sollten nicht genug Blumen vorhanden sein, etwa im Frühling nach einem harten Winter. Diese Aktion ist ebenfalls nur von älteren Bienen ausführbar.

Besamen ist eine Aktion, welche lediglich den Drohnen vorbehalten ist. Mit Auswahl der Königin finden sich nacheinander Drohnen, bis die Königin keine weiteren Samen speichern kann.

Eier legen wird lediglich von der Königin ausgeführt. Nach Auswahl einer passenden Brutwabe (normale Brutwabe oder königliche Brutwabe), fliegt die Königin zu der jeweiligen Stelle und legt ein Ei ab. Ob dieses befruchtet ist oder nicht hängt davon ab, ob die Königin Samen gespeichert hat.

Abbrechen wird verwendet, um eine bereits ausgeführte Anordnung zurückzuziehen. Anders als die anderen Aktionen ist hierfür keine Biene nötig.

Zerstören kann verwendet werden, um vom Spieler gebaute Strukturen wieder zu vernichten. Diese Aktion ist lediglich von mittelalten Arbeitsbienen ausführbar und ist auf den Bienenstock beschränkt.

4.7.5 Strukturen

Es gibt, analog zu den Aktionen, 6 verschiedene, baubare Strukturen. Diese dienen in den meisten Fällen als *Converter* und Arbeitsstätte der Bienen, aber auch als Lagerplatz. Sämtliche baubare Strukturen sind [Abbildung 22](#) zu entnehmen.

Evaporator ist ein Converter, um aus Nektar Honig herzustellen. Dieser wird, wie in [Abbildung 22](#) erkennbar, aus Pollen hergestellt. Mit Klick auf den gebauten Evaporator können Aufträge erstellt werden, wodurch festgelegt werden kann, wie viel Honig hergestellt werden soll. Für diese Aufträge müssen Bienen am Evaporator arbeiten.

Mixer ist ebenfalls ein Converter und wird verwendet, um aus Honig und Pollen Bienenwachs herzustellen. Zum Bau dieser Struktur wird Honig verwendet, wodurch ein zuvor gebauter Evaporator sinnvoll ist. Das Auftragssystem ist analog zum Evaporator.

Refiner wird verwendet, um aus Honig und Pollen Royal Jelly herzustellen, wobei für den Bau dieser Struktur Bienenwachs verwendet wird. Dadurch kann es sinnvoll sein, einen Mixer gebaut zu haben. Das Auftragssystem ist analog zu dem Evaporator und dem Mixer.

Lagerwaben sind essenziell zum Speichern und Lagern bestimmter Ressourcen. In diesen Lagerwaben können Nektar, Pollen, Honig, Royal Jelly und Bienenwachs gespeichert werden, wobei eine Lagerwabe nur eine Art von Ressource halten kann, und ebenfalls ein quantitatives Limit für diese Ressource besitzt. Für den Bau einer Lagerwabe wird Bienenwachs verwendet.

Brutwaben werden für die Fortpflanzung beziehungsweise Eierhaltung der Königin verwendet. Junge Arbeitsbienen werden lediglich angeordnet Nektar oder Honig zu liefern. Wird die Larve zu einer Puppe, muss außerdem von einer Arbeitsbiene die Brutwabe durch Bienenwachs bedeckt werden.

Königliche Brutwaben sind ähnlich zu den normalen Brutwaben, mit der Ausnahme, dass lediglich befruchtete Eier dort gelegt werden können, und die jungen Arbeitsbienen zu der Larve Royal Jelly geben, falls vorhanden.

4.7.6 Brutvorgang

Um neue Bienen herzustellen, wie bereits zuvor erläutert und in [Abbildung 24](#) erkennbar, verschiedene Bienen für verschiedene Resultate benötigt. Wird ein Ei in eine Brutkammer gelegt, beginnt ab diesem Zeitpunkt die Metamorphose, analog zu den in [Sektion 4.1.4](#) erläuterten Vorgängen. Das gelegte Ei wird nach einer gegebenen Zeit zu einer Larve, danach zu einer Puppe und anschließend zu einer voll ausgewachsenen Biene.

Stadium 1: Ei Das Ei liegt nach dem Legen in der Brutwabe. Zu diesem Stadium ist lediglich erkennbar, ob befruchtet oder unbefruchtet. Die Wabe muss ein Mal mit Nahrung, vorzugsweise Nektar oder Honig, gefüllt werden, damit das Ei überlebt. Nach einigen Tagen schlüpft daraus eine Larve und die Nahrung in der Brutwabe ist verbraucht.

Stadium 2: Larve Die Larve ist das Stadium, in welchem Royal Jelly dazugegeben werden kann. Liegt das Ei in einer Königlichen Brutkammer, wird einmalig Royal Jelly statt gewöhnlicher Nahrung dazugegeben. Damit entwickelt sich eine königliche Puppe statt einer herkömmlichen und die Nahrung wird verbraucht.

Stadium 3: Puppe Die Puppe benötigt, anders als die anderen Stadien, zusätzlich zur Nahrung noch Bienenwachs, welches die Brutwabe bedeckt. Zuerst muss Nahrung dazugegeben, danach die Wabe bedeckt werden. Sobald die Biene alt genug ist, schlüpft sie aus der Puppe und bricht durch die Wachsschicht. Eine erwachsene Biene ist somit herangereift.

Stadium 4: Ausgewachsen Das ausgewachsene Stadium ermöglicht sämtliche Aktionen einer Biene. In diesem Stadium befinden sich die meisten Bienen.

Literatur

- [1] Ernest W. Adams und Joris Dormans. *Game mechanics: Advanced game design*. New Riders, 2012.
- [2] Ernest W. Adams und Joris Dormans. *Game mechanics: Advanced game design*. New Riders, 2012, S. 61–62.
- [3] *Age of Empires Official Page*. URL: <https://www.ageofempires.com/games/aoe/> (besucht am 03.08.2022).
- [4] *Age of Empires Ressourcen*. URL: <https://ageofempires.fandom.com/wiki/Resource> (besucht am 04.08.2022).
- [5] *Age of Empires Technologien*. URL: [https://ageofempires.fandom.com/wiki/Technology_\(Age_of_Empires\)](https://ageofempires.fandom.com/wiki/Technology_(Age_of_Empires)) (besucht am 05.08.2022).
- [6] *AllGame Rezension zu Sim City 2000*. URL: <https://web.archive.org/web/20141115005407/http://www.allgame.com/game.php?id=11771&tab=review> (besucht am 05.08.2022).
- [7] *Amits Thoughts on Grids*. URL: <http://www.cs-students.stanford.edu/~amitp/game-programming/grids/> (besucht am 21.08.2022).
- [8] *Arcology in Sim City 2000*. URL: <https://simcity.fandom.com/wiki/Arcology> (besucht am 05.08.2022).
- [9] *Backstories*. URL: <https://rimworldwiki.com/wiki/Backstories> (besucht am 09.08.2022).
- [10] Nina Baur und Blasius Jörg. *Handbuch Methoden der Empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014.
- [11] Thomas Borovskis. *PC Games Test, Spiel des Monats*. URL: <https://www.pcgames.de/15-Jahre-PC-Games-Thema-206368/Tests/Age-of-Empires-612590/> (besucht am 04.08.2022).
- [12] Josh Bycer. *How Event-Driven Game Design Keeps The Player Guessing*. Dezember 2016. URL: <https://game-wisdom.com/critical/event-driven-game-design> (besucht am 08.08.2022).
- [13] *Chess Piece Value*. URL: <https://www.chess.com/terms/chess-piece-value> (besucht am 07.08.2022).
- [14] *Civilization 1*. URL: <https://web.archive.org/web/20150918012513/https://www.civilization.com/en/games/civilization-i/> (besucht am 04.08.2022).
- [15] *Colonist*. URL: <https://rimworldwiki.com/wiki/Colonist> (besucht am 09.08.2022).
- [16] *Definition einer Wirtschaft*. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/wirtschaft-54080> (besucht am 08.08.2022).
- [17] *Definition Metamorphose (engl. metamorphosis)*. URL: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/metamorphosis> (besucht am 17.08.2022).
- [18] *Die Bienenkönigin*. URL: <https://www.bee-careful.com/de/initiative/die-bienenkoenigin/#:~:text=Neben%20dem%20Ablegen%20der%20Eier,auch%20w%C3%A4hrend%20des%20Schw%C3%A4rmens%20%E2%80%93%20zusammen.> (besucht am 17.08.2022).
- [19] *Entstehungsgeschichte von Civilization*. URL: https://web.archive.org/web/20140222210101/http://www.gamasutra.com/view/feature/1523/the_history_of_civilization.php?print=1 (besucht am 04.08.2022).
- [20] *Ernährung von Bienen*. URL: <https://honig-und-bienen.de/ernaehrung-der-biene/> (besucht am 15.08.2022).
- [21] *Events*. URL: <https://rimworldwiki.com/wiki/Events> (besucht am 09.08.2022).
- [22] *Featured Creature: European Honey Bee*. URL: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/BEES/euro_honey_bee.htm (besucht am 15.08.2022).
- [23] Karl von Frisch. *Aus dem Leben der Bienen*. Springer, 1977.
- [24] *GameRankings Metacritic*. URL: <https://web.archive.org/web/20160305152046/http://www.gamerankings.com/pc/90380-age-of-empires/index.html> (besucht am 04.08.2022).

- [25] *Geschlechtsbestimmung bei Honigbienen*. URL: <https://www.lernhelper.de/schuelerlexikon/biologie-abitur/artikel/geschlechtsbestimmung-bei-honigbienen#> (besucht am 17.08.2022).
- [26] Dan Hastings. *What Is Fog of War?* Oktober 2019. URL: <https://nerdburglars.net/what-is-fog-of-war/> (besucht am 08.08.2022).
- [27] Karen Holtzblatt und Hugh Beyer. *Contextual design: A customer-center approach to software design*. Morgan Kaufmann, 1997, S. 64–66.
- [28] *Homozygot und Heterozygot*. URL: <https://studyflix.de/biologie/homozygot-und-heterozygot-2664> (besucht am 17.08.2022).
- [29] *IGDB Eintrag von Age of Empires*. URL: <https://www.igdb.com/games/age-of-empires> (besucht am 02.08.2022).
- [30] *IGDB Eintrag von Civilization*. URL: <https://www.igdb.com/games/sid-meiers-civilization> (besucht am 04.08.2022).
- [31] *IGDB Eintrag von Sid Meier's Civilization: Beyond Earth*. URL: <https://www.igdb.com/games/sid-meiers-civilization-beyond-earth> (besucht am 04.08.2022).
- [32] *IGDB Eintrag von Sim City 2000*. URL: <https://www.igdb.com/games/simcity-2000> (besucht am 05.08.2022).
- [33] Petri Lankoski und Staffan Bjork. *Game research methods: An overview*. ETC Press, 2015.
- [34] *Liste aller Sim City 2000 Gebäude*. URL: https://simcity.fandom.com/wiki/List_of_SimCity_2000_buildings (besucht am 05.08.2022).
- [35] *Liste aller verzeichneten Civilization Spiele*. URL: <https://www.igdb.com/collections/civilization> (besucht am 04.08.2022).
- [36] *Liste an Ressourcen in Civilization*. URL: https://civilization.fandom.com/wiki/List_of_resources_in_Civ1 (besucht am 04.08.2022).
- [37] Ed Lomas. *Review: Sim City 2000*. SSega Saturn Magazin", Ausgabe Nummer 1, November 1995. 1995.
- [38] *MacUser Rezension zu Sim City 2000*. 1995. URL: https://web.archive.org/web/20000122070956/http://macuser.zdnet.com/mu_1295/personal/gameroom.html (besucht am 05.08.2022).
- [39] Laurent Mathevet, Jacopo Perego und Ina Taneva. *On Information Design in Games*. Feb. 2017. DOI: [10.13140/RG.2.2.35431.34724](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35431.34724).
- [40] *Mental Break*. URL: https://rimworldwiki.com/wiki/Mental_break (besucht am 09.08.2022).
- [41] *Nahrung der Bienen*. URL: <https://www.die-honigbiene.de/nahrung-der-bienen.html> (besucht am 15.08.2022).
- [42] *Nicht alles, was nach Frucht klingt, ist automatisch auch gesund. Anders als häufig vermutet, ist Fructose weder "besser" noch "gesünder" als weißer Industriezucker*. URL: <https://www.minimed.at/medizinische-themen/stoffwechsel-verdauung/fructose/#:~:text=Gleich%20wie%20Glucose%2C%20der%20Traubenzucker,so%20hohe%20S%C3%BC%C3%9Fkraft%20wie%20Traubenzucker.> (besucht am 15.08.2022).
- [43] *PC Player Magazin*. 1997. URL: <https://archive.org/details/PC-Player-German-Magazine-1997-12/page/n77/mode/1up> (besucht am 04.08.2022).
- [44] *Power Play*. 1997. URL: <https://archive.org/details/powerplaymagazine-1997-11/page/n121/mode/1up> (besucht am 04.08.2022).
- [45] *Resource Management, Game Mechanics Fandom*. URL: https://gamedesign.fandom.com/wiki/Resource_Management (besucht am 07.08.2022).
- [46] *Resources*. URL: <https://rimworldwiki.com/wiki/Resources> (besucht am 10.08.2022).
- [47] *Rezension Civilization AllGame*. URL: <https://web.archive.org/web/20141115032525/http://www.allgame.com/game.php?id=20216&tab=review> (besucht am 04.08.2022).
- [48] *Rezension Civilization Game Informer*. URL: <https://web.archive.org/web/19971120012730/http://www.gameinformer.com/oct95/civ.htm> (besucht am 04.08.2022).

- [49] *Rezension Civilization Next Generation.* "Civilization", Next Generation Ausgabe Nummer 10, Oktober 1995. 1995.
- [50] Cory Roberts. *Timeline of SimCity*. Jan. 2018. URL: <https://medium.com/shinkansen-retrogaming/timeline-of-simcity-5dbc81e2b764> (besucht am 05.08.2022).
- [51] *Screenshot Game Over in Sim City 2000*. URL: <https://imgur.com/a/fuf0cf2> (besucht am 05.08.2022).
- [52] SergiuHellDragoonHQ. *SimCity 2000 - Gameplay (PC/HD)*. Zeitstempel 9:34. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jk7BkwksgX8> (besucht am 05.08.2022).
- [53] Yvens Serpa. *The Pillars of Internal Economy — An Introduction to Game Economics*. Oktober 2020. URL: <https://yvensserpa.medium.com/the-pillars-of-internal-economy-an-introduction-to-game-economics-38d8e73d5afa> (besucht am 08.08.2022).
- [54] *Siegbedingungen Civilization*. URL: [https://civilization.fandom.com/wiki/Victory_\(Civ1\)](https://civilization.fandom.com/wiki/Victory_(Civ1)) (besucht am 04.08.2022).
- [55] *Sim City 2000 Tipps und Tricks*. 1996. URL: <https://www.somacon.com/p606.php> (besucht am 05.08.2022).
- [56] *Sim City 2000, EA*. URL: <https://www.ea.com/de-de/games/simcity/simcity-2000#description> (besucht am 05.08.2022).
- [57] *Traits*. URL: <https://rimworldwiki.com/wiki/Traits> (besucht am 09.08.2022).
- [58] *User Manual für Sim City 2000, digitalisiert*. URL: <https://classicreload.com/sites/default/files/sim-city-2000-manual.pdf> (besucht am 05.08.2022).
- [59] *Vergleich Civilization Spiele*. URL: <https://www.pcgamesn.com/best-civilization-games> (besucht am 04.08.2022).
- [60] *Was ist eine Arkologie*. URL: <https://spiegato.com/de/was-ist-eine-arkologie> (besucht am 05.08.2022).
- [61] *Was machen Honigbienen im Winter?* URL: <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/haetten-sies-gewusst/tierhaltung/was-machen-honigbienen-im-winter#:~:text=Honigbienen%20machen%20keinen%20Winterschlaf.,der%20Traube%20sitzt%20die%20K%C3%B6nigin.> (besucht am 17.08.2022).
- [62] *What is Resource Management and Why Is It Important?* URL: <https://www.planview.com/resources/guide/resource-management-software/resource-management-leverage-people-budgets/> (besucht am 07.08.2022).
- [63] *Wie entsteht ein Bienenschwarm?* URL: <https://www.bee-careful.com/de/initiative/bienenschwarm/> (besucht am 17.08.2022).
- [64] *Wie lange leben Bienen?* URL: <https://bienen.info/wie-lange-leben-bienen/> (besucht am 17.08.2022).
- [65] *Wie machen Bienen Honig aus Nektar?* URL: https://www.t-online.de/leben/familie/id_69540058/wie-machen-bienen-honig-aus-nektar-.html (besucht am 15.08.2022).
- [66] *Wildbienen und Honigbienen, Unterschiede und Gemeinsamkeiten*. URL: <https://www.deutschewildtierstiftung.de/aktuelles/wildbienen-und-die-honigbiene-unterschiede-und-gemeinsamkeiten> (besucht am 15.08.2022).

Notizen

Offene Fragen

- Age of Empires und Civ noch ausbauen?
- Genauer auf alle Nachfolger und Vorgänger eingehen, mit Publishern, Developern und Änderungen?
- Wirklich alle verfügbaren Rezensionen suchen und reinpacken?
- Umfrage zu gespielten Klassikern über Discord?
- Noch Anno 1602 als Klassiker hinzufügen?
- Notable Mentions? Crusader Kings, Anno 1602,
- Für Verwaltung noch Quelle suchen? Schwer
- Indirketes vs Direktes steuern von Einheiten (AoE vs RimWorld)
- Wie kann man Hexabees steigend schwerer machen?
- Welche Belohnung kann den Spieler zufrieden stellen?
- Noch den Bienenstockbau unter 4.1. erläutern? Waben, Wachs?

Wo unterscheiden sich Resource Management Games von anderen spielen - Main Gameplay Loop

Ideen

- HexaBees turn based, oder RTS?
- Falls RTS dann
- Für Neuerscheinungen:
- RimWorld
- (Stellaris)
- Factorio
- Frostpunk (Moral als abstrakte Ressource / Ansteigende Gefahr)
- Age of Darkness (Ansteigende Gefahr)
- Northgard
- Potioncraft (maybe spielen)
- Magic: The Gathering
- Siedler von Catan
- Alle Klassiker mit den neusten Version vergleichen
-

Fremdwörter

- Game engine
- Real Time Strategy
- launch arcos
- Singeplayer (Game)
- Isometrisch
- Domination
- Space Race
- tangible
- intangible
- concrete
- abstract
- source
- drain
- converter
- trader
- fog of war
- event
- replayability

Abkürzungen

- SAT - Sega Saturn, Konsole
- RTS
- R - Residents
- C - Commercial
- I - Industries
- KI
-

Interview für RimWorld

-