

## Star Citizen

## IST DAS TECHNISCH MACHBAR?

**Star Citizen soll nicht nur ein Spiel werden, sondern viel mehr ein eigenes, virtuelles Universum von bislang unerreichtem Umfang vor uns ausbreiten. Das macht auch eine technische Basis nötig, die es so bisher noch nicht gegeben hat.**

Von Nils Raettig

Star Citizen ist in vielerlei Hinsicht einzigartig. Das liegt vor allem an den Dimensionen, die das Spiel, das noch lange nicht fertig ist (und es vermutlich auch nie so wirklich sein wird), bereits gesprengt hat – und noch sprengen will. Eine erfolgreiche Crowdfunding-Kampagne mit inzwischen 191 Millionen Spendendollar. Ein stetig wachsendes Team mit inzwischen über 500 Mitarbeitern an mehreren Standorten in den USA, Kanada, England und Deutschland. Ein riesiges Universum mit Hunderten von Systemen samt begehbaren Planeten, Monde, Städten und Raumstationen. Und darin genug zu tun und zu entdecken, um sich alleine oder gemeinsam mit zahlreichen anderen menschlichen Spielern in ein- und derselben Welt mit möglichst viel Spaß austoben zu können. Diese Meilensteine und Ziele sind längst nichts Neues, schließlich liegt der Start der Crowdfunding-Kampagne zu Star Citizen inzwischen fast sechs Jahre zurück. Außerdem werden die immer ambitionierteren Ziele nicht nur von Spieleplattformen wie der GameStar, sondern auch von den Entwicklern Cloud Imperium Games (CIG) selbst in Form von regelmäßigen Videoformaten wie »Around the Verse« oder »Calling all Devs« in einer Ausführlichkeit begleitet, die wie so vieles an dem Spiel ihresgleichen sucht.

Die Antwort auf die eine zentrale Frage schwebt dabei aber stets wie ein Damoklesschwert über dem Spiel: Ist Star Citizen mit all seinen Ambitionen technisch überhaupt machbar? Auch wir haben uns dieser Frage bereits mehrfach gewidmet, seit unserem letzten Besuch bei Cloud Imperium Games im vergangenen Jahr hat sich aber einiges getan. Höchste Zeit, den Entwicklern wieder auf die Finger zu schauen und sie zu befragen, woran sie gerade arbeiten und welche technischen Herausforderungen sie noch zu meistern haben.

#### Altbekanntes Damoklesschwert

Neben dem Erscheinen der lange ersehnten Alpha 3.0 mit begehbaren Himmelskörpern betrifft das vor allem den neuen, vierteljährlichen Update-Rhythmus samt öffentlich einsehbarer Roadmap, die uns über die wichtigsten Entwicklungsschritte in den kommenden Versionen informiert. Das tut die Roadmap verständlicherweise nur sehr oberflächlich, während CIG auf der anderen Seite alleine im letzten halben Jahr auf dem Youtube-Kanal zu Star Citizen knapp 90 Videos mit einer Länge von insgesamt über 53 Stunden veröffentlicht hat. Um stattdessen gezielte Einblicke in die wichtigsten technischen Entwicklungen im vergangenen Jahr und in der (näheren) Zukunft zu bekommen, haben wir CIG jede Menge Fragen zu der Technik von Star Citizen gestellt.

Nicht alle unsere Fragen wurden beantwortet. Nick Shepherd findet als PR-Direktor eine gewohnt schmeichelhafte Erklärung dafür, die da lautet, dass wir so gute Journalisten seien, dass mehr Leute als Interviewpartner ins Boot geholt werden mussten, um Antworten zu finden – was nicht immer geklappt hat. Termine, Termine, Termine.

Das ist auch durchaus nachvollziehbar, schließlich stellt die für den 10. Oktober im Public Test Universe (PTU) anstehende Alpha 3.3 die mit Abstand wichtigste Veröffentlichung in diesem Jahr dar. Das lässt den Zeitplan der Programmierer, die sich wirklich tagtäglich mit der Technik beschäftigen und auskennen, sehr eng werden.

#### Zwei Seiten einer Medaille

Wer sich die Roadmap zu Star Citizen anschaut, der sieht für die Alpha 3.3 im Bereich »Core Tech« (der sich auf die technische Basis des Spiels bezieht) so viele Einträge wie bei derzeit keiner anderen Version. Und gleich fünf Stück davon widmen sich in verschiedener Hinsicht dem berühmten-berühmten Object Container Streaming. Bevor wir uns näher anschauen, was es mit diesen und anderen Einträgen auf sich hat, lohnt sich allerdings ein Blick darauf, was die Roadmap ist – und was nicht.

Die Einträge darin basieren aus Gründen der Transpa-

renz auf dem Tool JIRA, das CIG auch intern für die Projektplanung nutzt. Dabei werden die Abgabetermine einerseits bewusst eher aggressiv gewählt, was für einen stärkeren Fokus auf die anstehenden Aufgaben sorgen soll. Andererseits können diese Termine aber stets geändert und Aufgaben auf eine spätere Version verschoben werden, wenn CIG das für sinnvoll und angebracht hält, um die eigenen Qualitätsstandards erfüllen zu können. Neben der Roadmap soll vor allem auch die vierteljährliche Veröffentlichung neuer Versionen von Star Citizen dabei helfen, den Unterstützern des Spiels einen stetigeren Fortschritt aufzuzeigen, als das in der Vergangenheit der Fall war. Grundsätzlich kann es aber immer noch passieren, dass entscheidende Neuerungen es doch nicht in die nächste Version schaffen, weil sie mehr Zeit in Anspruch nehmen als ursprünglich gedacht.

Apropos »viel Zeit in Anspruch nehmen«: Das gilt laut dem leitenden Netzwerk-Programmierer Clive Johnson auch für die Pflege der Projektplanung selbst – was dazu führen kann, dass manche Einträge in der





Die Welt von Star Citizen soll nicht nur mit schierer Größe, sondern auch spielerisch überzeugen. Der Weg dahin ist aber noch weit.

Roadmap doppelt unter verschiedenem Namen enthalten sind. Teils ist das auch wegen unterschiedlicher Teams der Fall, die jeweils mit einem eigenen Fokus an ähnlichen Techniken arbeiten.

Ein Beispiel dafür sind nach Johnsons Angaben das besagte Object Container Streaming und das Network Bind Culling: »Diese Techniken sind wirklich zwei Seiten derselben Medaille. Die Unterscheidung war nur deshalb sinnvoll, weil sie verdeutlicht hat, welches Team sich mit welchen konkreten Aufgaben beschäftigt. OCS ist beim Entitäten-System aufgehoben, NBC beim Netzwerk-Team«. Da die Arbeiten daran letztlich demselben Ziel dienen, wurde aus den beiden unterschiedlichen Teams übergangsweise ein einzelnes, deutlich größeres Team ge-

macht, um bessere Absprachen zu ermöglichen. Das Ziel von OCS und NBC lautet im Kern, dass jeder einzelne Spieler (beziehungsweise Client) nur die Entitäten lädt, die auch in seiner Nähe und für ihn relevant sind. Ein Object Container kann dabei eine verschiedene Zahl von Entitäten enthalten, also etwa einen einzelnen Gegenstand, ein Gebäude oder eine ganze Siedlung.

#### Updates, wenn der Client sie braucht

Für einen optimalen Umgang mit Entitäten spielt auch das sogenannte »Network Entity Streaming« (NES) eine wichtige Rolle. Sobald der Server einem Client die Anweisung gegeben hat, eine bestimmte Entität zu berechnen, muss der Client auch entsprechende Updates dazu erhalten (wie beispielswei-

se Positionsänderungen). Geschieht das zu früh, kann es im Update-Vorgang zu Fehlern kommen, weil die Entität noch nicht vorhanden ist, um die Updates entsprechend umzusetzen. Geschieht es zu spät, wird die Entität aufgrund veralteter Informationen nicht korrekt dargestellt. »Das Network Entity Streaming soll genau dieses Problem lösen und dafür sorgen, dass die Clients immer genau dann Updates für neu berechnete Entitäten erhalten, wenn sie sie brauchen«, so Johnson. Gleichzeitig ist NES auch ein Beispiel für eine Technik, die mehrfach in der Roadmap vorhanden ist.

Die aktuellere Bezeichnung dafür ist laut Johnson »Asynchronous Background Spawning«, wobei das in der Roadmap voran gestellte »[Object Container Streaming]« deut-

## FUNDING STATS

### STAR CITIZEN LIVE STATS



FUNDS RAISED  
191,919,853



STAR CITIZENS  
2,070,207

### CROWDFUNDING TIMELINE

HOUR DAY WEEK MONTH



Laut offiziellen Angaben wurde Star Citizen bislang mit fast 200 Millionen US-Dollar unterstützt. Die monatlichen Spenden liegen momentan im Bereich von etwa 2 Millionen US-Dollar.

## Wie Hurston entsteht



Wie genau Tools eingesetzt werden, um einen neuen Planeten zu erschaffen, erläutert der Persistent Universe Lead Level Designer Andreas Johansson am Beispiel von Hurston. Der riesige Planet soll samt Monden mit der Alpha 3.3 im Oktober veröffentlicht werden. In einem ersten Schritt wird eine Liste mit interessanten Orten erstellt. Im Falle von Hurston enthält diese Liste beispielsweise die Stadt Lorville, Außenposten auf der Planetenoberfläche, Untergrund-Einrichtungen, Müllhalden und so weiter. Diese »Tier 0«-Liste wird schließlich um kleinere Inhalte ergänzt, etwa Siedlungen, fahrende Händler,

Absturzstellen, Minen oder Farmen. Die restliche Planetenfläche ohne POIs wird mit einer Mischung aus per Hand, prozedural und zufällig platzierten Inhalten gestaltet.

Große Städte wie Lorville nennt Johansson als ein Beispiel für eine komplett von Hand gemachte Location, was nahe liegt, da sich viele Spieler hier aufhalten werden. Aus diesem Grund bekommen auch die Orte in unmittelbarer Nähe zu Lorville mehr Aufmerksamkeit geschenkt, was sich in zusätzlichen »kleineren POIs« wie Außenposten äußert. Das besondere an solchen kleineren POIs ist die Tatsache, dass es sich um prozedural er-



stellte Inhalte handelt, die aus modularen Einzelteilen bestehen – und die auf vielen verschiedenen Planeten und Monden wiederverwendet werden können.

Dazu bietet das entsprechende Tool die Möglichkeit, einzelne Teile auszutauschen, die Materialien und den Abnutzungsgrad zu ändern und so weiter, um die Location je nach Bedarf an einen Planeten oder Mond anzupassen. Um sicherzugehen, dass alles am richtigen Ort ist und keine Unstimmigkeiten auftreten, wird aber auch prozedural erstellten (und platzierten) Inhalten oft noch per Hand der letzte Feinschliff verpasst.

lich macht, welchem Teil der Grundlagen-Technik es zugeordnet wird. Auch das »Background Spawning« ohne den Zusatz »Asynchronous« ist letztlich Teil dieses Aufgabenbereichs. Warum dann nicht einfach die alten Bezeichnungen aus der Roadmap löschen? Johnsons Antwort darauf ist nachvollziehbar: »Wenn wir Namen ändern oder inzwischen veraltete Aufgaben komplett aus-

der Roadmap löschen, dann könnte das so aussehen, als würden wir Features streichen. Natürlich arbeiten wir daran, die Roadmap so genau wie möglich zu gestalten. Aber die Bezeichnungen und Namen der verschiedenen Aufgaben sind wahrscheinlich weniger wichtig als die tatsächlichen Arbeiten, die wir durchführen, um diese Aufgaben zu erledigen«. Dass die Arbei-

ten am Object Container Streaming so viel Zeit in Anspruch nehmen, hängt auch mit der Code-Basis zusammen, wie Principle Gameplay Engineer Steve Humphreys in Bezug auf die Roadmap-Ziele »Code Conversion« und »Game Object Extensions Conversion« erklärt. »Diese beiden Roadmap-Ziele beziehen sich auf das Aktualisieren des alten Codes, um ihm zu erlauben, mehr Aufga-



**890 JUMP BY ORIGIN JUMPWORKS**  
GREYBOX PHASE IN PROGRESS

In die Raumschiffe von Star Citizen fließt viel Arbeit, die teils etwas absurde Formen annimmt. So besitzt die hier zu sehende 890 Jump neben diesem Pool auch eine Art kleine Grotte in einem angrenzenden Raum.



Das Innenleben der Schiffe wurde zu Beginn von Hand gebaut, inzwischen gibt es aber Tools dafür, die die Arbeitsabläufe stark vereinfachen.

ben parallel auf Hintergrund-Threads der CPU zu bearbeiten. Ein großer Teil des ursprünglichen Gameplay-Codes basiert auf der Lua-Skriptsprache, die dazu neigt, nur auf dem Haupt-Thread ausgeführt werden zu können. Der Wechsel zu C++-Code verbessert dagegen generell die Performance und erlaubt die Code-Ausführung auf mehreren Threads gleichzeitig.«

Das bringt auch in Hinblick auf das Berechnen von Entitäten Vorteile mit sich, weil diese Aufgaben dank des neuen Codes auf Hintergrund-Threads verteilt werden können, statt auf den Haupt-Thread beschränkt zu sein. Auf der anderen Seite wird der Haupt-Thread für den Code des Spiels dadurch nicht mehr zusätzlich ausgebremst, wenn er benötigte Daten aus dem Speicher lädt (etwa Texturen), was eine stabilere Framerate ermöglichen soll.

#### Client und Server: gleichermaßen wichtig

Möglichst viele Kerne (beziehungsweise Threads) auslasten zu können, ist aber nicht nur für die Clients, sondern auch für die Server sehr wichtig, wie Humphreys betont:

»Wir wollen die Aufgaben gleichmäßiger auf die laufenden Threads verteilen. Das gilt sowohl für die Clients als auch für die Server. Die beste Leistung wird erst durch das möglichst vollständige Auslasten aller im System vorhandener CPU-Kerne erzielt.«

Wie wichtig das Object Container Streaming dafür ist, betont auch Tony Zurovec, Game Director des Persistent Universe (also der Spielwelt, die wir in Star Citizen erkunden). Er sieht es wenig überraschend als die derzeit größte technische Herausforderung an, die Cloud Imperium Games meistern

muss. Das begründet er vor allem damit, dass es sich eben nicht um eine isolierte Technik handelt, sondern um etwas, das weite Teile des genutzten Spiel-Codes betrifft – die alle aktualisiert werden müssen, um OCS zu unterstützen.

Techniken wie OCS und das Network Bind Culling bilden laut Zurovec auch eine wichtige Basis für die zweite große Herausforderung, die seiner Meinung nach das Server Meshing darstellt. Laut Roadmap soll es mit der Version 3.6 veröffentlicht werden, die für das zweite Quartal 2019 geplant ist. Statt nur einen einzigen virtuellen Server pro Instanz des Spiels zu nutzen, sollen sich damit mehrere Server die Aufgaben teilen, ohne dass Ladebildschirme nötig werden.

Momentan liegt die maximale Spielerzahl pro Server bei 50. Während in der Vergangenheit generell vier Kerne pro Server zum Einsatz kamen, lässt sich die Zahl der Kerne dabei inzwischen dynamisch anpassen, um die Ressourcen effizienter verteilen zu können. Dass das Spiel wie oben angesprochen generell flexibler im Umgang mit vorhandenen Threads wird, hilft hier enorm, weil ein Server so je nach Situation mit nur einem CPU-Kern auskommen oder auch fast ein Dutzend davon auslasten kann, wenn auf dem Server entsprechend viel los ist.

#### Server Mesh: Es gibt noch viel zu tun

Auch wenn der Code von Star Citizen der Idee des Server Meshing immer mehr entgegenkommt und man in diesem Sinne bereits ein Stück weit daran gearbeitet hat, stehen viele grundlegende Schritte auf dem Weg dorthin noch aus. Dabei ist man laut Zurovec natürlich auf die Hardware von Amazon

und deren Infrastruktur angewiesen. Wir erinnern uns: Statt der CryEngine hat CIG inzwischen Amazons Lumberyard Engine lizenziert, die wiederum auf der CryEngine basiert. Generell verfolge man aber eine »sehr individuelle Lösung« für dieses komplizierte Problem.

Bevor die Technik in Gänze getestet werden kann, müssen noch diverse Hürden genommen werden. Dazu zählen die konkreten Backend-Dienste, die die Verteilung der Server kontrollieren, die reibungs- und überganglose Verwaltung einzelner Spieler über verschiedene Server hinweg sowie das dynamische Festlegen der konkreten Aufgabenbereiche, die die Server jeweils übernehmen. »Wir arbeiten daran, alles so gut es geht vorzubereiten, aber es werden unausweichlich Anpassungen am System nötig sein, wenn wir versuchen, statt einem einzigen Server pro Instanz die neue Lösung mit einem Verbund mehrerer Server zur Verwaltung einer Instanz umzusetzen, wobei jeder einzelne Server nur eine begrenzte Sicht der gesamten Datenmenge besitzt«, so Zurovecs vorsichtiger Blick in die Zukunft.

Auf konkrete Spielerzahlen will er sich noch nicht festlegen. Er hält es aber für wahrscheinlich, dass man zunächst eher vorsichtig startet – und wird dann doch etwas genauer: »Vielleicht ein paar Mal das, was ein typischer Server unterstützt« (was Zahlen wie 150 oder 200 Spieler pro Instanz nahelegt). Nach und nach sollen die Spielerzahlen weiter erhöht werden. Um das zu erreichen, sind Optimierungen bei der Auslastung der einzelnen Server entscheidend, auch weil sie sich durch die Verbindung im Mesh gegenseitig beeinflussen.



Solche Dogfights laufen im Arena Commander schon mit 60 fps. Jetzt muss noch der Rest nachziehen.

### Neue Herangehensweisen

Dass immer mehr Ressourcen in Spielmechaniken und neue Funktionen gesteckt werden können, wie Zurovec schildert, hängt auch damit zusammen, dass immer größere Teile der technischen Basis des Spiels stehen. Im Verlauf des vergangenen

Jahres konnte Cloud Imperium Games deshalb dazu übergehen, sogenannte »Feature Teams« zu gründen, in denen sich eine möglichst optimal geeignete Gruppe von Mitarbeitern eine längere Zeit um spezifische Probleme kümmert. »Das war immer das Ziel und es klingt offensichtlich, aber wenn sich

die Technologie in einem frühen Stadium befindet, fällt es oft sehr schwer, zu rechtefertigen, dass wichtige Ressourcen für ein bestimmtes Feature verwendet werden, das es vielleicht erst in einem halben Jahr oder in einem Jahr in das Spiel schafft, während du gleichzeitig mit grundlegenden Mechaniken beschäftigt bist, die die Spieler in wenigen Wochen zu Gesicht bekommen sollen«.

Als ein passendes Beispiel führt Zurovec die KI für den Kampf an, die lange Zeit nur die Ressourcen bekommen hat, die eben noch übrig waren – was zu vergleichsweise langsamen Fortschritten geführt hat. Jetzt arbeitet stattdessen ein ganzes Team aus Programmierern, Designern und Animationsexperten daran, die sich ausschließlich diesem einen Problem widmen. Dadurch sollen in deutlich kürzerer Zeit ungleich größere Fortschritte erzielt werden als noch zuvor.

Es gibt aber immer noch viel an der technischen Basis zu tun, sodass Ressourcen aus den Feature-Teams teilweise wieder abgezogen werden müssen. Wenig überraschend nennt Zurovec das Object Container Streaming als Beispiel. Um die Chancen zu erhöhen, es wie geplant mit der Version 3.3 ins Spiel zu integrieren, wurden gleich von mehreren Teams Programmierer-Ressourcen für diese Aufgabe in Anspruch genommen.

### Tools für jeden Zweck

Unabhängig von der Zusammensetzung der verschiedenen Teams sind die Tools, die sie nutzen, ein sehr wichtiger Baustein für den Erfolg ihrer Arbeit. Das gilt insbesondere mit Blick auf die Größe, die die Welt von Star Citizen einmal erreichen soll, was auch Chris Roberts in der »Reverse the Verse«-Folge

## Knackpunkt KI

Eine weitere Herausforderung für die Performance, die bislang eher selten als solche im Vordergrund stand, ist die KI des Spiels. Viele Bereiche davon sind noch nicht in die aktuelle Alpha-Version implementiert, beispielsweise große Teile der Shooter-KI oder der KI für das Fliegen von Raumschiffen. In Kombination mit der Tatsache, dass das Spiel später einmal zu 90 Prozent von KI-gesteuerten Figuren bevölkert werden soll, legt das Bedenken in Sachen Performance nahe.

Auf unsere Frage danach antwortet Zurovec, dass die KI aus seiner Sicht in der Tat eine große Herausforderung für die Performance darstellen werde, insbesondere im Hinblick auf die Server. Man arbeite aber bereits an zahlreichen Lösungen des Problems. Dazu zählen die schon angesprochenen Optimierungen am Code, eine bessere Verteilung der nötigen Berechnungen auf mehrere Kerne (und später auch auf mehrere Server) sowie das Streichen vieler unnötiger Berechnungen, die der Spieler ohnehin nicht sehen oder bemerken würde.

Letzteres wird über sogenannte »leichtgewichtige« NPC-Entitäten realisiert, wobei aber immer noch Rücksicht auf die Wirtschaftssimulation im Hintergrund genommen werden muss. Diese vereinfachte Simulation kennt viele Konzepte nicht, die normalerweise hohen Rechenaufwand bedeuten, beispielsweise Animationen, Kollisionsabfragen oder die Wegfindung. Die Entitäten innerhalb der Wirtschaftssimulation können aber immer noch verstehen, ob sie mehr Geld damit verdienen, Fracht zu transportieren oder in einer Fabrik zu arbeiten.

Das produziert wiederum Daten, die auf zahlreiche Strukturen im Spiel Einfluss haben – und damit auch auf das, was einen Spieler an einem bestimmten Ort genau erwartet. Von der Wirtschaftssimulation werden die Spieler gleichzeitig erst nach und nach immer mehr sehen, was einen Kontrast zu Techniken wie dem Object Container Streaming darstellt, die eher zu einem bestimmten Zeitpunkt als ein fertiges Ganzes in das Spiel integriert werden.

In Bezug auf die KI-Figuren, die am Betrieb eines Raumschiffs beteiligt sind, gibt es ähnliches Optimierungspotenzial. Selbst wenn ein Spieler eine solche Figur nicht sehen kann, soll sie natürlich ihre Aufgaben wie etwa die Reparatur eines defekten Antriebs in einer angemessenen Zeit erledigen, auf »kosmetische Details« wie die passenden Animationen kann dabei aber ohne Verschlechterung des Spielerlebnisses verzichtet werden. Und Zurovec ergänzt, dass sich viele Arbeiten problemlos um ein paar Frames verzögern lassen, um eine zu hohe Auslastung der CPU zu verhindern, solange das dem Spieler nicht weiter auffällt.

# JETZT WECHSELN UND FERNSEHER SICHERN!

## 1&1 DSL INTERNET & TELEFON

ab **9,99** €/Monat\*  
Für 12 Monate, danach 24,99 €/Monat.



### Fernseher inklusive!\*

Entscheiden Sie sich jetzt für 1&1 DSL und sichern Sie sich einen Full HD Smart-TV zu unseren DSL Highspeed-Tarifen.\*



Der 1&1 HomeServer+ mit neuester WLAN-Technologie für bestes Internet im ganzen Haus!



☎ 02602 / 96 90



**1und1.de**

\*1&1 DSL Basic für 9,99 €/Monat für 12 Monate, danach 24,99 €/Monat. Inklusive Telefon-Flat ins dt. Festnetz, Internet ohne Zeitlimit (monatlich 100 GB bis zu 16 MBit/s, danach bis zu 1 MBit/s) und 1&1 DSL-Modem für 0,- €. Oder auf Wunsch auch mit Internet-Flat und leistungsstarkem 1&1 HomeServer+ für 4,99 €/Monat mehr. Auf Wunsch Sharp Full-HD Fernseher 32"/81cm (Typ LC-32F17768E, Energieeffizienzklasse A+) ab einmalig 299,- € oder Fernseher inklusive zum Beispiel bei 1&1 DSL 16 für 29,99 €/Monat. Router-Versand 9,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Montabaur



Der Wechsel zu Amazons Lumberyard-Engine ist auch mit Blick auf die für Star Citizen benötigte Netzwerk-Infrastruktur erfolgt.

vom 29.06.2018 betont. Mit Tools sind spezialisierte Anwendungen gemeint, die bestimmte Arbeitsabläufe vereinfachen, teilweise sogar automatisieren und so merklich beschleunigen, beispielsweise in Bezug auf das Erstellen eines neuen Planeten oder einer neuen Stadt. Neben der passenden Zahl solcher Tools muss auch der jeweilige Funktionsumfang stimmen, wie Zurovec betont: »Spieler können [unser Tool] zum prozeduralen Erstellen von Planeten und Monden bereits in Aktion erleben, aber es gibt immer noch einen großen Katalog an Funktionen, die wir in dem Tool ergänzen wollen«.

Bereits vorhandene Tools können sich auf der anderen Seite auch für Teams als nützlich erweisen, die ursprünglich gar nichts damit zu tun hatten, was Lead Gameplay Engineer Mark Abent an der Erstellung von Raumschiffen illustriert: »Unser Raumschiff-Team hat die Objekte in den unterschiedlichen Modellen zunächst per Hand platziert, was ein sehr zeit- und ressourcenintensiver Prozess gewesen ist. Irgendwann haben wir festgestellt, dass sich unser In-Engine-Editor sehr gut für diesen Zweck eignet. Damit kann das Raumschiff-Team dieselbe Arbeit in zehn Minuten statt wie zuvor in mehreren Stunden erledigen«.

### Offene Fragen mit rotem Faden

Im Fall der Fragen, auf die wir bislang keine Antwort erhalten haben, ist ein roter Faden erkennbar, der allerdings nicht allzu sehr überrascht: In den meisten Fällen thematisieren sie auf die eine oder die andere Art die Performance des Spiels.

Dazu zählen unter anderem die maximale Menge an CPU-Kernen und Arbeitsspeicher, von der Star Citizen voraussichtlich profitieren kann, potenzielle Besonderheiten im Umgang mit unterschiedlichen Prozessor-Architekturen von AMD und Intel sowie mit von beiden Herstellern genutzten Techniken wie der virtuellen Kernverdoppelung und eine Konkretisierung der Pläne für die Implementierung der Low-Level-Grafikschnittstelle Vulkan statt DirectX (die laut früheren Aussagen fest eingeplant ist, da sie auf Seiten der Clients eine möglichst optimale Auslastung der vorhandenen Ressourcen und vor allem der CPU mit sich bringen soll).

Uns war natürlich bewusst, dass konkrete Aussagen dazu in Anbetracht des Alpha-Zustands des Spiels generell schwerer fallen, da sich im Laufe der Entwicklung noch so viel an der Technik ändern wird. Interessante Antworten können solche Fragen aber erfahrungsgemäß dennoch hervorbringen.



Seit der Alpha 3.0 können wir endlich (wenige) Planeten betreten.

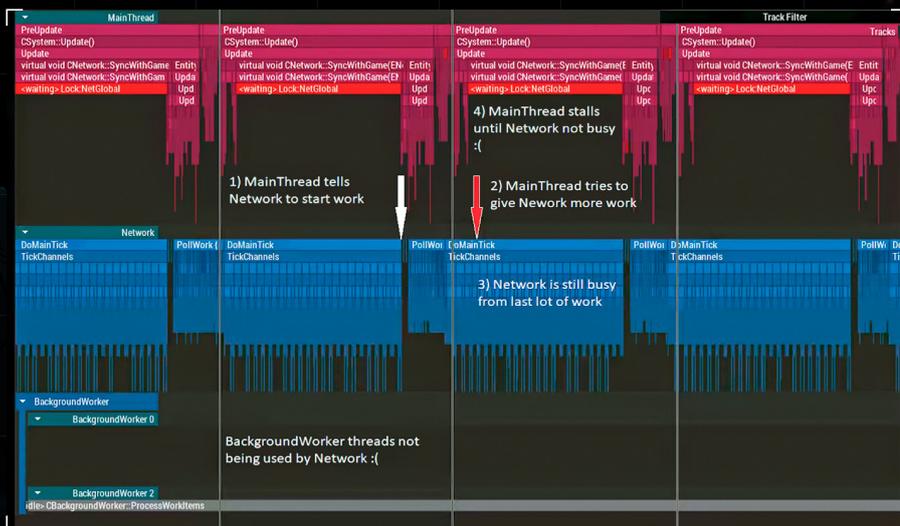
## Alles Threads oder was?

Ein kurzer Exkurs zum Begriff »Thread«: In Bezug auf einen Prozessor ist damit gemeint, wie viele Aufgaben er gleichzeitig bearbeiten kann. Jeder vorhandene CPU-Kern entspricht mindestens einer Aufgabe. »Mindestens« deshalb, weil es das sogenannte »Simultaneous Multi-Threading« (bei Intel-CPU's auch als »Hyper-Threading« bekannt) erlaubt, einen physikalischen Kern zwei Aufgaben parallel bearbeiten zu lassen. Unterstützt ein Prozessor diese Technik, entspricht seine maximale Zahl an Threads also seiner doppelten Kernzahl.

Wie die vorhandenen Threads von einem Spiel genutzt werden, hat sich auch durch das technische Voranschreiten in Form von Prozessoren mit immer mehr Kernen verändert, was Humphreys ebenfalls thematisiert: »Früher lief der größte Teil des Spiel-Codes auf einem einzigen (Haupt-)Thread, andere Threads wurden für Dinge wie Physikberechnungen genutzt. Aber da CPUs über immer mehr Kerne verfügen, ist es sinnvoll, mehr Aufgaben über die vorhandenen Kerne zu verteilen, indem wir mehr Threads parallel nutzen und Teile des Spiel-Codes darauf ausführen«.

Im Fall von Star Citizen soll zwar weiterhin ein Haupt-Thread genutzt werden, es gibt aber zwei Strategien, um die anderen Threads möglichst gut auszulasten: Die Stapelverarbeitung kommt dann zum Einsatz, wenn eine größere Zahl ähnlicher Aufgaben parallel ansteht (etwa das Aktualisieren von 50 KI-Figuren, das sofort geschehen muss). Hintergrundaufgaben werden stattdessen für länger laufenden Arbeiten genutzt, beispielsweise für das Berechnen einer Fahrzeug-Entität, was länger als einen Frame dauern kann, da es auch von Faktoren wie dem Speicherzugriff abhängt.

Ein gutes Beispiel dafür liefert eine Nachzügler-Antwort, die uns erst kurz vor der Fertigstellung dieses Artikels erreichte. In der entsprechenden Frage gehen wir darauf ein, dass es in der aktuellen Alpha selbst mit sehr flotter Hardware wegen bekannten Limitierungen der Engine oft schwerfällt, mehr als 30 fps zu erreichen – und wollen gleichzeitig wissen, wie groß der durch das Object Container Streaming in etwa zu erwartende Performance-Zuwachs wohl ausfallen wird. Mit einer bestimmten Prozentzahl antwortet Steve Humphreys darauf nicht, was wenig überrascht, auch weil die Performance von vielen verschiedenen Faktoren wie der jeweiligen Hardware des Client-PC's, dem genutzten Server und den darauf passierenden Dingen abhängt. Mit Blick auf die Zahl an Entitäten, die mit und ohne OCS dargestellt werden müssen, wird er allerdings am Beispiel von Port Olisar sehr konkret. Hält sich ein Spieler dort auf, müssen ohne Object Container Streaming ungefähr 70.000 Entitäten berechnet werden, mithilfe der Technologie sind es dagegen nur noch etwa



CIG erklärte in einem Video die Hauptprobleme mit Haupt- und Hintergrundprozessen.

9.000. Das entspricht fast einer Reduzierung auf ein Zehntel des ursprünglichen Werts. Gleichzeitig betont Humphreys, dass es bei der Implementierung von OCS nicht nur um eine Verbesserung der Performance geht, sondern auch darum, eine dichtere Bevölkerung (damit sind Personen und Fahrzeuge gemeint) zu ermöglichen.

### Kein Ende in Sicht

Einerseits haben wir auf viele unserer Fragen spannende und aufschlussreiche Antworten erhalten. Andererseits gibt es immer noch eine sehr große Zahl an offenen Fragen, für die vermutlich keiner der über 500 Mitarbeiter bei Cloud Imperium Games derzeit eine konkrete Antwort parat hat.

Nach etwa sechs Jahren an Konzeptions- und Entwicklungszeit ist das eine bekannte Situation, die sich auch in den noch kommenden Jahren so schnell nicht ändern wird. Seit unserem Besuch im Entwicklerstudio Foundry 42 in Frankfurt am Main vor etwa einem Jahr hat sich aber dennoch einiges spürbar verändert. Man merkt sowohl an der

neuen Roadmap als auch an vielen der Antworten, die wir erhalten haben, dass die so wichtigen Umbauten am technischen Grundrüst stetig voranschreiten. Und wenn dafür immer weniger Ressourcen verwendet werden müssen, kann deutlich mehr Zeit in die Erstellung der eigentlichen Welt mit ihren zahlreichen Planeten, Monden und Spielmechaniken gesteckt werden, die letztlich den Reiz des Ganzen ausmachen sollen.

Das bedeutet gleichzeitig aber auch, dass das eingangs erwähnte Damoklesschwert immer wieder neu für Cloud Imperium Games und Star Citizen geschärft wird und nicht aufhört, zu schweben. Denn wenn dieses Universum samt seiner Bevölkerung und Möglichkeiten immer weiter wachsen sollen, dann muss auch die technische Basis entsprechend mitwachsen können.

Darüber ist sich das Entwicklerteam unserem Eindruck nach absolut bewusst. Ob man aber aus technischer Sicht auf all das ausreichend vorbereitet sein wird, was die ambitionierten Pläne von CIG für Star Citizen vorgeesehen haben, muss die Zukunft zeigen. ★



**Nils Raettig**  
@nraettig

Ich finde es nachvollziehbar, wenn man dem Projekt Star Citizen skeptisch gegenübersteht. Gute Gründe dafür sind in meinen Augen unter anderem die sehr lange Entwicklungszeit ohne ein wirkliches Ende in Sicht, bereits jetzt schon teils astronomische Kosten und jede Menge offene Fragen zur Machbarkeit. Trotz all dem ist es aber aus technischer Sicht sehr spannend zu verfolgen, mit welchen Mitteln und Wegen CIG Star Citizen zu dem einzigartigen Spiel machen will, das es mit Blick auf die sich stetig weiter entwickelnden Pläne einmal sein soll. Natürlich wird es auch trotz der neuen Roadmap und der Updates immer wieder zu Verzögerungen bei der Implementierung neuer Features kommen. Und die großen Herausforderungen, die unter anderem die immer breiter gefächerte KI und die wachsenden Spielerzahlen mit sich bringen, geben in Hinblick auf die Performance trotz Object Container Streaming, Server Meshing und Co. durchaus Anlass zur Sorge. Ich habe aber den Eindruck, dass Cloud Imperium Games stetig technische Fortschritte erzielt. Das äußert sich nicht zuletzt in den zahlreichen durchdachten und aufschlussreichen Antworten, die ich auf meine Fragen erhalten haben, wobei auch die nicht beantworteten Fragen ein durchaus interessantes Bild zeichnen. Vieles darauf ist zwar nicht klar erkennbar, was sich vermutlich auch nicht allzu schnell ändern wird. Ich beobachte die Entwicklung des Spiels aber weiter gespannt, zumal CIG mit der Alpha 3.3 und dem dann hoffentlich kommenden Object Container Streaming samt seinen zahlreichen komplementären Techniken die nächste Chance hat, einer breiteren Öffentlichkeit zu beweisen, dass es technisch voran geht.

## Unsere Ansprechpartner



Antworten auf unsere Fragen hat unter anderem der Lead Network Programmierer Clive Johnson geliefert, der hier rechts neben dem Lead Gameplay Programmierer Rob Johnson zu sehen ist. Verwandt sind die beiden übrigens nicht.



Zu unseren Ansprechpartnern zählt auch der für das Persistent Universe als Game Director verantwortliche Tony Zurovec, der hier rechts neben Chris Roberts in einer Ausgabe von »10 for the Chairman« zu sehen ist.