

Informatives Sound Design und Spatial Audio in FPS Games

VON NICOLAS VONDRU | 26. NOVEMBER 2021
ABSCHLUSSARBEIT - STUDIO GAME EXTENDED
Fachhochschule Luzern (HSLU) – Digital Ideation 3. Semester

1 Abstract

Sound Design in Games bietet viele Möglichkeiten dem Spieler Informationen über das Spielgeschehen in Form von Audiosignalen zu vermitteln. Inhalt dieser Arbeit ist die Einführung eines grundlegenden Vokabulars in den Bereichen des informativen Sound Designs und spatial Audio von FPS Games. Viele Begriffe und Konzepte lassen sich aber auch auf Spiele andere Genres übertragen. Dieses Vokabular wird anschliessend verwendet, um eine Analyse des Sound Designs von Overwatch anzustellen. Dabei werden Designentscheide der Entwickler erläutert und mit den vorgestellten Konzepten in Verbindung gebracht. Abschliessend werden die Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit kurz zusammengefasst.

2 Fragestellung

In dieser Arbeit möchte ich analysieren wie Sound Design Elemente in 3D First Person Shooter Spielen eingesetzt werden, um dem Spieler zusätzliche Informationen über den aktuellen Spielverlauf zu vermitteln.

3 Bisherige Erkenntnisse

Die Bedeutung von Sound Design und spatial Audio in Computerspielen im Allgemeinen, und in First Person Shootern im Speziellen, ist unumstritten (Ng & Nesbitt, 2013). Das spiegelt sich auch in den Studien wider, die in den vergangenen Jahren zu diesem Thema veröffentlicht wurden. Schreiben Ng & Nesbitt im Jahr 2013 noch, dass das Gebiet des informativen Sound Designs nicht umfassend erforscht und beschrieben sind, so zeigen diverse Studien aus den Jahren 2018 bis 2020, dass sich Entwicklung und Forschung diesem Thema zugewendet haben (Broderick et al., 2018), (Wang & Olivieri, 2018), (Beig et al., 2019), (Semionov & McGregor, 2020). Im Folgenden werden Erkenntnisse dieser Studien erläutert und damit einhergehende Fachbegriffe eingeführt, welche in der anschliessenden Analyse Einsatz finden.

3.1 Elemente des informativen Sound Designs

Informatives Sound Design beschäftigt sich mit den Aspekten des Sound Designs, die dem Spieler nebst einem immersiven Erlebnis vor allem zusätzliche Informationen über den aktuellen Spielverlauf vermitteln (Broderick et al., 2018). Eng damit verbunden ist das Konzept der **Sonification**, das den Einsatz von Sounds als Resultat von Spielerinteraktionen und vordefinierter Events innerhalb eines Spiels beschreibt (Broderick et al., 2018). Innerhalb der Sonification wird zwischen «Auditory Icons», «Earcons» und «Speech» unterschieden (Ng & Nesbitt, 2013).

Auditory Icons sind Sounds, die auf Ereignissen aus der realen Welt basieren und Informationen über die darin involvierten Objekte vermitteln. Ziel des Sound Designs in diesem Bereich ist es, relevante Informationen für das jeweilige Spiel zu definieren und in Auditory Icons zu enkodieren. Welche Schlussfolgerungen der Spieler aus diesen Informationen zieht ist stark von den Erfahrungen und Absichten des Spielers abhängig (Ng & Nesbitt, 2013). Ein Beispiel dafür ist der Klang von Schritten eines Spielecharakters. Dieses Auditory Icon kann etwa Informationen über die Eigenschaften des Charakters vermitteln (Gewicht, Beschaffung der Kleidung insbesondere Schuhe, Gangart, etc.). Ebenfalls können Informationen über die Beschaffenheit der Oberfläche und des Materials vermittelt werden, auf welcher der Charakter läuft.

Earcons hingegen sind Audiosignale, die nicht aufgrund eines natürlichen Ereignisses entstehen. Sie werden von Spieleentwicklern gezielt eingesetzt, um die Spielerführung in einem spezifischen Gameplayaspekt zu verbessern. Möchte der Spieler etwa eine Granate werfen, hat aber keinen

Vorrat an Granaten mehr, so kann dies dem Spieler durch das Abspielen eines synthetischen Warntons signalisiert werden. Anders als bei Auditory Icons lässt sich die Bedeutung von Earcons kaum durch Erfahrungen des Spielers aus der realen Welt nachvollziehen. Allerdings setzen viele Spiele bei vergleichbaren Events auf ähnliche Signaltöne, wodurch Spieler*innen mit Vorerfahrungen aus ähnlichen Spielen deren Bedeutung schneller erfassen, als neue Spieler*innen (McGookin & Brewster, 2004).

Der Einsatz von **Speech**, also Informationen in Form von gesprochenem Text, in Computerspielen ist weit verbreitet, in Titeln des FPS Genre jedoch eher sparsam eingesetzt. Das liegt daran, dass FPS Spiele meist auf schnelle Handlungen und Reaktionen setzen, während die Informationsvermittlung durch gesprochenen Text relativ langsam ist und dem Spieler ein hohes Mass an Konzentration abfordert (Broderick et al., 2018), (Ng & Nesbitt, 2013).

Informative Soundelemente können einen Einfluss sowohl auf die **Orientierungsfähigkeit** als auch die **Entscheidungsfindung** der spielenden Person haben. Gerade in hektischen Spielen wie First Person Shootern, in denen der Spieler mit einer Vielzahl an visuellen und auditiven Elementen konfrontiert wird, ist ein massgeschneidertes und ausgewogenes informatives Sound Design von essenzieller Bedeutung für ein positives Spielerlebnis. Abgesehen von der informativen Bedeutung unterschiedlicher Soundelemente, ist die **Lokalisation der Soundquelle** im 3D Raum des Spiels ein weiterer wichtiger Aspekt im Sound Design eines FPS Spiels (Broderick et al., 2018).

3.2 Spatial Audio – Lokalisation von Soundquellen im 3D Raum

Die Implementierung von akkurat lokalisierbaren Soundquellen, sogenanntem «**Spatial Audio**», in Videospielen hat eine lange Geschichte und umfasst eine Fülle an Konzepten und Technologien. Seit dem Aufkommen von VR-Technologien werden diese Konzepte verstärkt erforscht und weiterentwickelt, da eine realistische und räumliche Wiedergabe von Audio in VR Inhalten eine Kernkomponente für immersive Erfahrungen darstellt (Beig et al., 2019).

Für die Implementation von lokalisierbaren Soundquellen gilt es zwei grundlegende Aspekte zu beachten: **Die Welt und deren Objekte** in welcher Sound wiedergegeben wird, und die diesen beeinflussen, und die physische Wiedergabe des Sounds durch **Hardware und damit einhergehende Wahrnehmung** des Spielers. Diese Aspekte und die damit verbundenen technischen Herausforderungen sind eng miteinander verknüpft. Um diese Konzepte zu erläutern, wird ein Beispiel zu Hilfe gezogen.

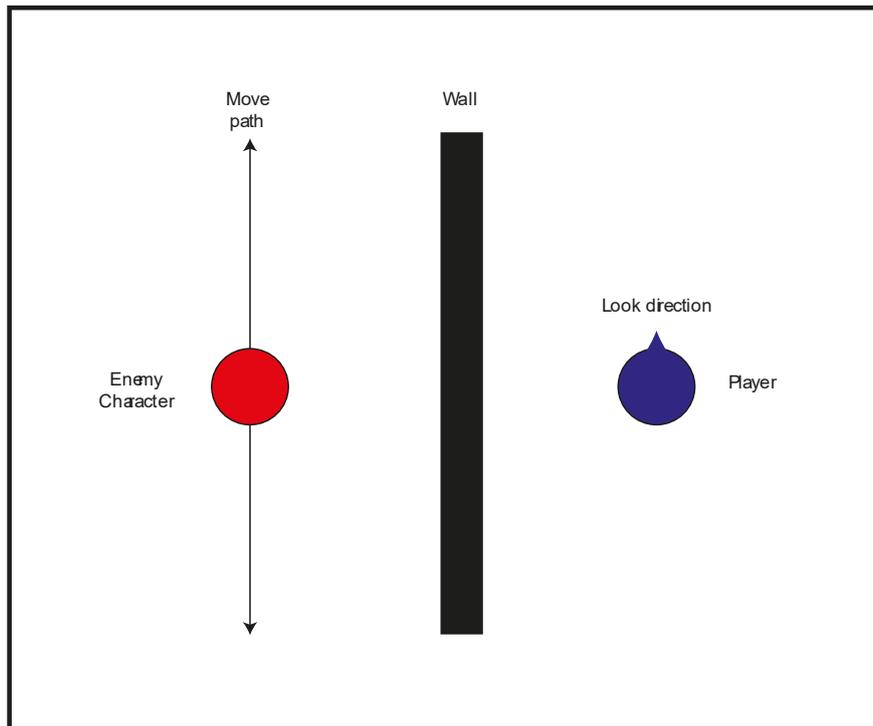


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung mehrerer Charaktere in einem Raum

Der Spieler befindet sich zusammen mit einem gegnerischen Charakter in einem Raum. Eine Wand trennt die beiden Charaktere voneinander. Der Gegner bewegt sich parallel zu der Wand auf und ab, der Spieler blickt parallel entlang der Wand.

Schritt für Schritt werden nun Techniken für eine realistische Soundwiedergabe eingeführt.

Damit der Spieler den Gegner korrekt lokalisieren kann, muss sowohl das Spiel als auch die verwendete Audio-Hardware mindestens mit zwei **Stereo-Kanälen** arbeiten. Dadurch kann der Spieler zwischen Positionen von Soundquellen auf der horizontalen Ebene unterscheiden. Durch ein **Panning** der Lautstärke (**interaural intensity difference - IID**) zwischen diesen beiden Kanälen ist eine differenziertere Lokalisierung der Position möglich, was dann erforderlich ist, wenn sich der gegnerische Charakter parallel zum Spieler bewegt. Diese Differenzierung wird durch die verzögerte Wiedergabe des Tons auf den beiden Kanälen noch verstärkt (**inaural time difference – ITD**) (Semionov & McGregor, 2020), (Eriksson, 2017).

Um eine Lokalisation auf der vertikalen Ebene zu ermöglichen, werden auf Software-Ebene unterschiedliche Effekte wie **Absorption, Refraktion und Reflektion** auf die Soundeffekte angewendet. Der Einsatz solcher Techniken wird unter dem Begriff HRTF (head related transfer functions) zusammengefasst. Ein HRTF simuliert die physikalischen Eigenschaften von Klangwellen, die in der realen Welt auf unsere Ohren treffen und müssen für ein optimales Ergebnis für jeden Menschen individuell abgestimmt werden (Semionov & McGregor, 2020). Vertikale Lokalisation ist mit herkömmlicher Stereo-Technologie nicht umsetzbar, weshalb entweder Surround Sound Headsets mit mehr als zwei Lautsprechern (**true surround**) oder virtuelle Surround Sound Technologien (**virtual surround**) zum Einsatz kommen. Letztere ermöglichen die Simulation von Raumklang durch den Einsatz von HRTF's auf herkömmlichen Stereo Lautsprechern. Bekannte Technologien zur Virtualisierung von Raumklang sind etwa **Dolby Atmos, Windows Sonic oder DTSX** (Eriksson, 2017).

Neben der Platzierung von Soundquellen im 3D Raum spielen auch die physikalischen Gegebenheiten der Welt eine Rolle, in welcher diese abgespielt werden. **Audio Occlusion** beschreibt den Einfluss auf Sounds, die durch physikalische Objekte wie eine Wand hindurch und somit gedämpft wahrgenommen werden. Spiele berechnen Occlusion meistens mit Hilfe von **Raycasts**, welche von der Soundquelle ausgehen, sich durch den Raum bewegen und dabei mit dessen Geometrie interagieren, bis sie schliesslich auf den Hörer (in diesem Fall den Spieler) treffen (Beig et al., 2019). Anschliessend wird ermittelt, welche Interaktionen mit dem Raum stattgefunden haben und entsprechend werden Effekte wie **Low-Pass Filter** und **Lautstärke Reduktion** auf die abgespielten Sounds angewendet. Diese Effekte simulieren annäherungsweise die physikalischen Umstände der realen Welt (Semionov & McGregor, 2020).

Im Beispiel oben befinden sich beide Charaktere in einem Raum. Mit ähnlichen Techniken wie bei Occlusion werden zusätzliche Effekte auf die Sounds angewendet, die die Raumcharakteristik widerspiegeln. Dabei werden zusätzlich zum Sound der direkt beim Empfänger ankommt sogenannte **Early Sounds** und **Late Sounds** mit einer leichten Verzögerung (50ms – 80ms) abgespielt. Diese verstärken den direkten Sound und erzeugen beim Spieler ein Gefühl für den Abstand zu Wänden und anderen Objekten im Raum und dessen Grösse (Semionov & McGregor, 2020).

Die Berechnung von Raycasts für die Umsetzung von Occlusion und Early / Late Sounds wird meist softwareseitig gelöst, was nicht zu unterschätzende Performance Kosten verursacht. In einem 2019 erschienen Artikel von Forschenden der University of Ontario, wird ein neuartiger Ansatz vorgestellt, welcher das Rendern von spatial Audio über ein GPU basiertes Voxel Graph System ausführt (Beig et al., 2019). Die Autoren kommen zum Schluss, dass durch Einsatz dieses Systems die Performance zur Laufzeit gesteigert werden kann, vor allem bei komplexen geometrischen Szenen (Beig et al., 2019).

4 Analyse: Sound Design in Overwatch

In einer Analyse des Spiels Overwatch von Blizzard Entertainment beschreibe ich, welche oben beschriebenen Elemente des informativen Sound Designs und spatial Audio eingesetzt und wie diese implementiert wurden.

Dabei stütze ich mich hauptsächlich auf Informationen aus einer Präsentation im Rahmen der Game Developers Conference (GDC) aus dem Jahr 2016. Zusätzlich mache ich Beispiele basierend auf eigener Erfahrung, welche die vorgestellten Konzepte belegen.

Inhalte des GDC Talks werden in diversen vorangegangenen Studien referenziert und weiter ausgeführt. Erkenntnisse dieser Studien fliessen in die Ergebnisse der Analyse mit ein.

5 Ergebnisse der Analyse

Overwatch ist ein taktisches FPS Spiel in welchem 12 Spieler in zwei Teams à 6 Spieler gegeneinander antreten. Jeder Spieler hat dabei die Wahl zwischen 32 unterschiedlichen Heroes, welche alle über einzigartige Waffen und Fähigkeiten verfügen. Das Spielgeschehen läuft sehr schnell und der Spieler wird mit einer Vielzahl an Informationen, sowohl visueller als auch auditiver Natur, konfrontiert, auf welche es in Sekundenbruchteilen zu reagieren gilt.

Die Vision des Cheftwicklers Jeff Kaplan war es, dass Overwatch ein Spiel werden sollte, dass nur durch Sound und quasi mit ausgeschaltetem Monitor gespielt werden könne (Shur, 2017), (BlizzardMC, 2016). Das klingt nach einem sehr ambitionierten Ziel, bedenkt man die Komplexität und Vielzahl an Gameplayelementen in diesem Spiel. Es finden sich jedoch Quellen im Internet, die Versuche von blinden Personen zeigen das Spiel zu spielen. Dabei sieht man, dass eine grundsätzliche

Navigation und Lokalisation von gegnerischen Aktivitäten sogar für blinde Spieler durchaus möglich ist (Saylor, 2017).

Das Entwicklerteam hat dem Sound Design einen sehr hohen Stellenwert eingeräumt und hat Sound Systeme entwickelt, die auf die Anforderungen des Gamedesigns von Overwatch massgeschneidert sind. Diese Systeme gliedert Scott Lawlor bei seinem Talk an der GDC 2016 in 5 Säulen (Pillars, siehe Abbildung 2) (BlizzardMC, 2016).



Abbildung 2: Säulen des Sound Designs in Overwatch (BlizzardMC, 2016)

5.1 A Clear Mix

Bei der Menge an Sounds, ausgelöst durch diverse Events und Spieleraktionen ist es essenziell, dass für den Spieler wichtige Informationen nicht untergehen. Um dies zu erreichen wurde ein Importance-System entwickelt, das in jedem Frame ermittelt welche Relevanz jeder Sound für den Spieler gerade aufweist (BlizzardMC, 2016).

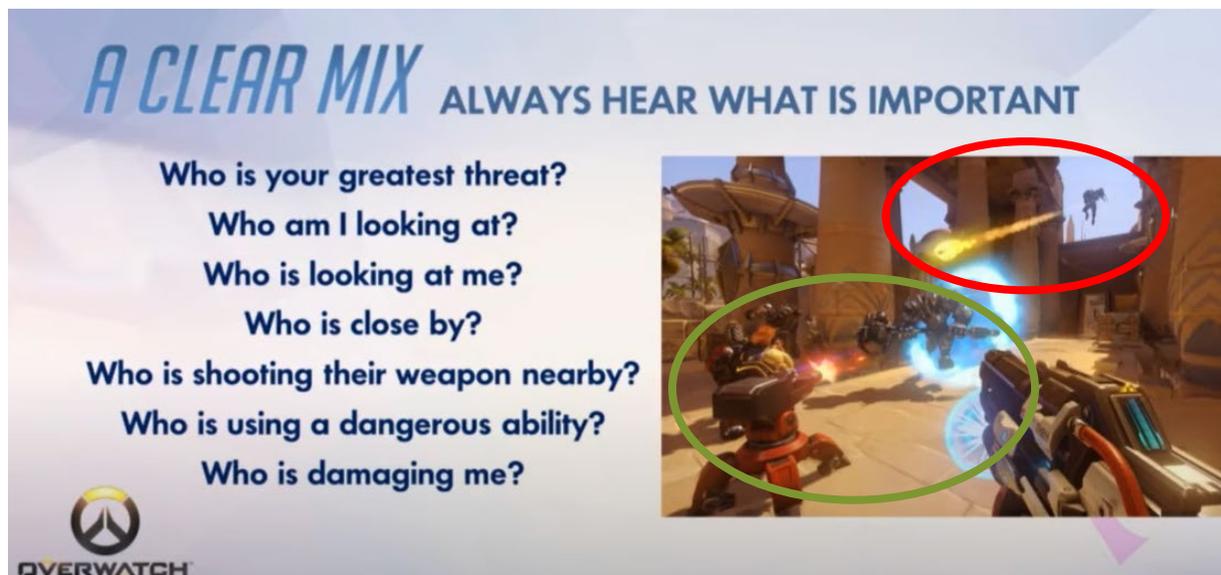


Abbildung 3: A clear mix - Always hear what is important (BlizzardMC, 2016)

Nach den Kriterien aus Abbildung 3 wird die Relevanz jedes Sounds bewertet und entsprechend werden diese gefiltert und angepasst. Abbildung 3 zeigt einen Screenshot einer Szene aus Overwatch. Der Spieler und seine Teammitglieder sind in einen Kampf verwickelt wobei diverse

Sounds in Form von Auditory Icons, Earcons und Speech auftreten. Ein **Beispiel für ein Auditory Icon** ist etwa das Geräusch, welches der gelbe Raketenschuss im oberen Teil des Bildes verursacht. Dieses von einem gegnerischen Spieler produzierte Icon wird vom System mit sehr hoher Relevanz bewertet, da sich die Quelle im Sichtfeld des Spielers befindet, das Geschoss in Richtung des Spielers fliegt und beim Auftreffen ein hohes Mass an Schaden verursachen würde. Somit werden in diesem Moment Lautstärke und sonstige Equalizer für diesen Sound so eingestellt, dass es für den Spieler gut hörbar ist.

High	Pharah	120
Medium	Reinhardt	98
	Torbjorn	87
Low	Pharah	45
	Tracer	43
	Symmetra	38
	Symmetra Turret	36
	Torbjorn Turret	35
Cull	Hanzo	20
	Widowmaker	18
	Reinhardt	16
	SeventySix	15
	Mercy	8
	Tracer	2

Weniger relevant sind in diesem Moment etwa die Schrittgeräusche, welche die Teammitglieder des Spielers verursachen. Diese sind in diesem Moment weniger gut hörbar, da sie nur wenig relevante Informationen für den Spieler bereitstellen. Aus demselben Grund sind Schritt- und Schussgeräusche der Teammitglieder generell weniger gut hörbar als die des gegnerischen Teams. Auch diese Schritt- und Schussgeräusche sind Beispiele für Auditory Icons.

In der dargestellten Szene verteidigen der Spieler und sein Team einen Stützpunkt gegen das gegnerische Team. Dieses versucht innerhalb eines Zeitlimits auf den Punkt zu gelangen und diesen von Verteidigern zu säubern. Mögliche **Earcons** in

Abbildung 4: Spielobjekte in unterschiedliche Gefahr-Kategorien unterteilt (BlizzardMC, 2016)

diesem Szenario wären die Geräusche, welche auftreten, sobald sich das Zeitlimit dem Ende nähert oder der Punkt kurz vor der Übernahme durch die Gegner steht. Durch diese Earcons sind kartenweit zu hören und sollen den Spielern beider Teams Information über den aktuellen Spielstand vermitteln.

5.2 Pinpoint Accuracy

Neben dem Importance-System, das die Hörbarkeit von wichtigen Events regelt, ist die Lokalisierbarkeit dieser Events ein Kernelement des Sound Designs von Overwatch. Scott Lawrence erklärt wie sie Pinpoint Accuracy (also punktgenaue Genauigkeit) erreichen wollen, indem Konzepte wie **Occlusion, Distanz und Raum und 3D Audio (spatial Audio)** implementiert werden (BlizzardMC, 2016).

Die Grundlagen von Occlusion wurden bereits im Kapitel 3.2 Spatial Audio – Lokalisation von Soundquellen im 3D Raum erläutert. Die Entwickler von Overwatch haben ein eigenes Pathfinding System entwickelt, das berechnet um wie viel Prozent der schnellstmögliche begehbare Pfad von der Soundquelle zum Spieler vom direkten Pfad (durch Wände / Objekte hindurch) abweicht. Je grösser dieser Wert umso stärker



Abbildung 5: Pinpoint Accuracy to locate your threats (BlizzardMC, 2016)

wird der Sound occluded, also gedämpft. Die Idee dieser Methode ist, dass Gegner schlecht hörbar sind die dem Spieler nahe sind, aber einen weiten Weg zurücklegen müssen, um diesen zu erreichen, weil eine Wand dazwischen liegt. Somit wird Raum im Audio Mix frei, der von wichtigeren Sounds eingenommen werden kann (BlizzardMC, 2016).

Konzepte von **Early und Late Sounds** kommen ebenfalls zum Einsatz, um einen Eindruck von Distanz und Raum zu vermitteln. Dazu werden in jedem Frame durch mehrere Raycasts Informationen zur Umgebung des Spielers ermittelt, welche anschliessend ausgewertet werden um entsprechende Filter und Equalizer auf die Sounds anzuwenden.



Abbildung 6: Distance and Space (BlizzardMC)

Für die Platzierung und damit einhergehende Wiedergabe der **Sounds im 3D Raum** setzt Overwatch auf Dolby Atmos, eine Technologie zur Virtualisierung von Surround Sound in einem Stereosystem.

5.3 Gameplay Information

Overwatch umfasst eine Fülle an Gameplayelementen und Interaktionen. Um dem Spieler dabei zu unterstützen diese während dem Spiel zielführend voneinander zu unterscheiden und zu erkennen, Setzen die Entwickler auf **Audio Cues in Form von Auditory Icons und Earcons** zur Unterstützung der visuellen Inhalte.

Das umfasst mitunter folgende Elemente (BlizzardMC, 2016):

- Jeder der wählbaren 32 Helden haben einzigartige Schrittgeräusche
 - o Auditory Icons
- Klare Gameplay Cues
 - o Earcons
 - o Beispiele:
 - Signalton, wenn Zeit bald abläuft
 - Signalton wenn Checkpoints erreicht werden
 - Signalton wenn Punkt eingenommen wird
 - Veränderung des Schussgeräuschs, wenn Waffe bald nachgeladen werden muss
 - o Speech / Auditory Icons
 - o Beispiel:
 - Voiceline wenn Held stirbt / Schaden erhält (individuell pro Held)
- Sound passt sich dem Kontext an
 - o Earcons

- Beispiele:
 - Neben Signaltönen verändert sich auch Geschwindigkeit und Pitch des Soundtracks, wenn ein Punkt kurz vor der Einnahme steht oder die Zeit abläuft

5.4 Informative Hero Voice Overs

Alle Helden haben vordefinierte und individuelle Voicelines, welche bei bestimmten Events im Spielverlauf automatisch getriggert werden, um Gegner und Mitspieler über das Auftreten des Events zu informieren. Dieses Konzept wird noch weiter verfeinert dadurch, dass Spieler je nachdem in welchem Team sie sind, welche Rolle ihr Held einnimmt nicht dieselben Informationen erhalten wie die anderen Spieler (BlizzardMC, 2016). Diese Voicelines sind eine Form von **Speech**, die jedoch sehr kurzgehalten sind, um die Konzentration des Spielers nicht zu stark zu beanspruchen. Nach einiger Zeit weiss der Spieler intuitiv was diese Cues bedeuten ohne dass er auf den Inhalt des Texts achten muss.

Hero	Stimulus	Broadcast	Category	Heard?
Reinhardt	Shield activate	Friendly + Player	Chatter	×
Pharah	Jump	Player	Exerts	✓
Pharah	Rocket barrage	Enemy + Player	Critical	✓
Pharah	Damage taken	Involved Heroes	Pain	×
Pharah	Death	All	Death	✓
Widowmaker	Enemy killed - Crit	Player	Chatter	×
Reinhardt	Shield low health	Player	Chatter	×
Reinhardt	Charge activate	All	Critical	✓
Reinhardt	Charge unsuccessful	Player	Chatter	×

Abbildung 7: Voice Example Phara's View (BlizzardMC)

Dieses Konzept liefert einen wichtigen Beitrag dazu, dass Spieler nicht mit unnötigen Informationen bombardiert werden, ohne dabei wichtige Informationen zu verpassen.

6 Schlussfolgerungen

Informatives Sound Design und spatial Audio sind sehr vielschichtige und weitgefaste Themengebiete, die eingesetzt werden können, um das Gameplayerlebnis des Spielers zu verbessern. Aus Sicht des Gameentwicklers bieten diese Konzepte eine Fülle an Möglichkeiten, um das eigene gezielt Gamedesign zu unterstützen und zu erweitern.

Das Vokabular und die Technologien im Sound Design sind ebenso zahlreich wie verwirrend, da es viele Überschneidungen und Ähnlichkeiten zwischen diesen gibt. Fundierte Grundkenntnisse in diesem Bereich ermöglichen dem Entwickler aber zielgerichtete und bewusste Entscheidungen zu treffen, wenn es um das Sound Design des Spiels geht.

Aus der Analyse von Overwatch wird klar, dass es nicht ein Konzept gibt, dass auf alle Spiele angewandt werden kann. Jedes Spiel hat unterschiedliche Mechaniken, Spielelemente und

Ansprüche an die Spieler. Diese Diversität im Gamedesign erfordert eine ebenso grosse Flexibilität und Kreativität im Sound Design. Die Kritiken und Einschätzungen von Experten im Gamebereich bestätigen, dass die Entwickler von Overwatch mit ihrem Sound Design sehr hohe Standards setzen, welche heute zu Tage nicht von vielen Titeln erreicht werden.

7 Literaturverzeichnis

- Beig, M., Kapralos, B., Collins, K., & Mirza-Babaei, P. (2019). G-SpAR: GPU-Based Voxel Graph Pathfinding for Spatial Audio Rendering in Games and VR. *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CIG.2019.8847959>
- BlizzardMC. (2016, 19. April). *Overwatch – The Elusive Goal: Play by Sound (GDC 2016)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6OP0hzTTJ4Q>.
Abgerufen am: 24.11.2021
- Broderick, J., Duggan, J., & Redfern, S. (2018). The Importance of Spatial Audio in Modern Games and Virtual Environments. *2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/GEM.2018.8516445>
- Eriksson, P.-R. (2017). A Comparison Of Two Commercially Available Alternatives For Spatializing Audio Over Headphones In A Game Setting (Dissertation). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-63912>
- McGookin, D. K., & Brewster, S. A. (2004). Understanding concurrent earcons: Applying auditory scene analysis principles to concurrent earcon recognition. *ACM Transactions on Applied Perception*, 1(2), 130–155. <https://doi.org/10.1145/1024083.1024087>
- Ng, P., & Nesbitt, K. (2013). Informative sound design in video games. *Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment Matters of Life and Death - IE '13*, 1–9. <https://doi.org/10.1145/2513002.2513015>
- Saylor, S. (2017, 29. Juni). BLIND GAMER plays OVERWATCH [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zhec9TyjCAU>.
Abgerufen am: 25.11.2021

Semionov, K., & McGregor, I. (2020). Effect of various spatial auditory cues on the perception of threat in a first-person shooter video game. *Proceedings of the 15th International Conference on Audio Mostly*, 22–29. <https://doi.org/10.1145/3411109.3411119>

Shur, Etelle, (2017). "Remixing Overwatch: A Case Study in Fan Interactions with Video Game Sound" https://scholarship.claremont.edu/scripps_theses/1076

Wang, R., & Olivieri, V. (2018). Sound Design for Video Games: An Interdisciplinary Course for Computer Science and Art Students. *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 981–986. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159577>

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung mehrerer Charaktere in einem Raum.....	3
Abbildung 2: Säulen des Sound Designs in Overwatch (BlizzardMC, 2016).....	5
Abbildung 3: A clear mix - Always hear what is important (BlizzardMC, 2016).....	5
Abbildung 4: Spielobjekte in unterschiedliche Gafahr-Kategorien unterteilt (BlizzardMC, 2016)	6
Abbildung 5: Pinpoint Accuracy to locate your threats (BlizzardMC, 2016).....	6
Abbildung 6: Distance and Space (BlizzardMC).....	7
Abbildung 7: Voice Example Phara's View (BlizzardMC).....	8