

Steffen Fritz • Alex Holz •
Heinz Werner Kramski

WENN ES NICHT SO GUT LÄUFT

EMULATION, EIGENSCHAFTEN UND ÄSTHETIK

Rückblick

Die Computerspielesammlung des Deutschen Literaturarchivs (DLA) umfasste im Herbst 2021 20 im Katalog nachgewiesene Titel. Beginnend mit *Dem Schatz im Silbersee*, veröffentlicht 1993 für MS-DOS 5.0, befinden sich im Bestand Spiele für die meisten relevanten Microsoft-Windows-Versionen bis Windows 7, darunter neun Spiele für Windows XP. Neben Spielen für Windows-Betriebssysteme sind *Zwerg Nase* für MacOS X aus dem Jahr 2003 sowie das webbrowserbasierte Textadventure *ichkannnichtmehr.exe*, veröffentlicht 2017, archiviert. Das ›jüngste‹ Spiel war *The Franz Kafka Videogame* aus dem Jahr 2018. Das DLA konzentriert sich auf die Sammlung und Bereitstellung von PC-Spielen (MS-DOS, Windows, gegebenenfalls Apple) in der Annahme, dass *literarische* und *narrativ herausragende* Computerspiele im Sinne seiner Sammelprinzipien auf dieser Plattform nahezu vollständig vertreten sind. Die Erhaltung und Bereitstellung von *Spielkonsolen* und ihren speziellen Datenträgern würde demgegenüber nochmals komplexere Herausforderungen mit sich bringen.¹

Seit 2021 wurden sowohl die Erwerbung weiterer Spiele als auch die Instrumente referatsübergreifender Zusammenarbeit von Archiv, Bibliothek, Entwicklung und Forschung deutlich ausgebaut und vorangetrieben. In einem gemeinsamen Wiki werden technische Konzepte zur Diskussion gestellt und praktische Handreichungen gegeben. Spiele können in einem Forum vorgeschlagen und bewertet werden. Die Erwerbungsentscheidung trifft die Mediendokumentation in der Bibliothek, berücksichtigt aber, wie die EDV die technische Erhaltungskomplexität einschätzt. Der Bestand der Computerspiele mit literarischem Bezug konnte stark vergrößert werden und wächst weiter. Die Sammlung bildet schon jetzt ein weites Spektrum ab, auch hinsichtlich der technischen Anforderungen, die mit der Bewahrung der Spiele einhergeht. Während Titel, die vor der Entwicklung einer hardware-

¹ Siehe auch *Computerspiele*. (<https://www.dla-marbach.de/bibliothek/computerspiele/>, Zugriff: 12. Mai 2022).

beschleunigten Grafik entstanden, im Regelfall gut emulierbar sind, trifft dies auf neuere Spiele nicht ohne weiteres zu. Damit und mit dem wachsenden Bestand treten zunehmend Fragen der Bereitstellung in den Fokus.

Formen der Bereitstellung

In der Vergangenheit stand im DLA der Sammlungsaspekt im Vordergrund. Mangels geeigneter IT-Infrastruktur konnten die erworbenen Spiele Benutzer:innen und Forscher:innen nur in Form von leblosen Installationsmedien (CDs und DVDs) und gedruckten Handbüchern zur Verfügung gestellt werden. Es versteht sich von selbst, dass damit nur sehr wenige Fragen der Forschung beantwortet werden können. Eine adäquate Bereitstellung der Spiele erfordert indes, dass sie als digitale Objekte authentisch ausgeführt werden können. Das heißt, dass sie in ihrer beabsichtigten Performanz interaktiv erlebt und bedient werden können und alle signifikanten Eigenschaften wahrnehmbar und untersuchbar sind:

Ist ein Spiel nicht mehr ausführbar, muss man es als komplett verloren betrachten, da noch nicht einmal Ergebnisse seiner Existenz, von Spielständen und Screenshots vielleicht einmal abgesehen, nachvollziehbar bleiben. Hier gilt zudem, dass Mitschnitte von Spielabläufen, je nach Art eines Computerspiels, nur sehr unvollständig Auskunft geben können und sich daher für wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Feld nur sehr bedingt eignen.²

Dies gilt auch dann, wenn die typische Nutzung am DLA nicht vor allem das Spiele-Erlebnis sucht, sondern analytische Fragestellungen beantworten will. Damit entstehen jedoch hohe Anforderungen an eine Bereitstellungs- und Wiedergabeumgebung, zumal nicht nur die unvermeidlichen Emulationsverluste,³ sondern auch betriebliche Aspekte zu Kompromissen zwingen.

Zur Optimierung denkbarer Formen der Bereitstellung wollen wir zunächst folgende Szenarien unterscheiden:

2 Dirk von Suchodoletz: Funktionale Langzeitarchivierung digitaler Objekte. Erfolgsbedingungen des Einsatzes von Emulationsstrategien. Freiburg im Breisgau 2008, S. 49 (<https://files.dnb.de/nestor/edition/01-suchodoletz.pdf>, Zugriff: 12. Mai 2022).

3 Vgl. in diesem Beitrag den Abschnitt: Wo entstehen Verluste?

1. *Gaming PC (Original-Hardware)*: Das Spiel läuft vollständig auf einem leistungsfähigen lokalen PC (mit leistungsfähiger Grafikkarte) auf echter Hardware. Der PC entspricht den oder übertrifft die Systemanforderungen der Spiele.
2. *Lokaler PC mit lokaler Emulation*: Das Spiel läuft in einem klassischen Emulator (mit emuliertem Betriebssystem und gegebenenfalls emulierter Hardware) auf einem leistungsfähigen lokalen PC mit gegebenenfalls anderem Betriebssystem und gegebenenfalls anderer Hardware. Der Emulator entspricht den Systemanforderungen, der PC übertrifft sie.
3. *Lokaler PC mit Javascript-Emulation im Browser, Bereitstellung über das Internet Archive*:⁴ Das Spiel läuft in einem Emulator (mit emuliertem Betriebssystem und gegebenenfalls emulierter Hardware) in einem aktuellen Webbrowser auf einem leistungsfähigen lokalen PC mit gegebenenfalls anderem Betriebssystem und gegebenenfalls anderer Hardware. Der Emulator entspricht den Systemanforderungen, der PC übertrifft sie.
4. *Lokaler PC mit »Emulation as a Service« (EaaS) im Browser*:⁵ Das Spiel läuft in einem Emulator (mit emuliertem Betriebssystem und gegebenenfalls emulierter Hardware) auf einem leistungsfähigen Server mit anderem Betriebssystem und gegebenenfalls anderer Hardware. Interaktion findet statt über Netzwerke mit einem aktuellen Webbrowser auf einem »normalen« lokalen PC. Der Emulator entspricht den Systemanforderungen, der lokale PC kann sie eventuell unterschreiten. Den *Emulation-Service* kann a) ein Dienstleister oder – prinzipiell, ungeachtet des notwendigen Aufwandes – b) das DLA selbst zur Verfügung stellen.
5. *Lokaler PC mit »Gaming as a Service« (GaaS) via Streaming*:⁶ Das Spiel läuft in einer virtuellen Maschine (VM, mit eigenem Betriebssystem, virtualisierter

4 Das Internet Archive verfügt derzeit über 1,4 Mio. Objekte in seiner *Internet Archive Software Collection* (<https://archive.org/details/software>), von denen rund 198.500 für diverse Rechnerarchitekturen in der *Software Library* (<https://archive.org/details/softwarelibrary>) direkt zur Ausführung im Browser zur Verfügung stehen. Dabei kommen zum Beispiel die Javascript-basierten Emulatoren *JSMESS* (<https://github.com/jsmess/jsmess>) oder *EM-DOSBOX* (<https://github.com/dreamlayers/em-dosbox>) zum Einsatz. Die Software-Library ist weiter gegliedert: 7.500 MS-DOS-Spiele findet man zum Beispiel in https://archive.org/details/softwarelibrary_msdos_games, und die *Historical Software Collection* (<https://archive.org/details/historicalsoftware>) präsentiert 86 Software- und Spielemeilensteine nochmals herausgehoben mit erläuternden Artikeln. (Zugriff: 12. Mai 2022).

5 Emulation-as-a-Service Documentation. 2017. (<https://web.archive.org/web/20210226105112/http://eas.uni-freiburg.de/docs/>, Zugriff: 9. Mai 2022).

6 Sehr preisgünstige, leistungsschwache PCs würden am Markt nicht akzeptiert, wären sie nicht in der Lage, (Youtube-)Videos bis zu einer Auflösung von 1080p (Full HD) mit Hardwareunterstützung via Streaming ruckelfrei wiederzugeben. Das kann man

Hardware und einer speziellen physischen Grafikkarte) auf einem leistungsfähigen Server mit anderem Betriebssystem und gegebenenfalls anderer Hardware. Interaktion findet statt über Netz hoher Bandbreite mit einem in der Regel proprietären Protokoll zwischen Streaming-Server und -Client auf einem »normalen« lokalen PC. Die VM entspricht den Systemanforderungen, der lokale PC kann sie unterschreiten. Den *Gaming-Service* kann erneut prinzipiell a) ein Dienstleister oder b) das DLA selbst zur Verfügung stellen. Denkbar ist auch eine Variante dieses Szenarios, bei der keine VM, sondern eine Gaming-PC nach 1. in eingeschränkter Form als Streaming-»Server« verwendet wird.

In der Bewertung der beschriebenen Möglichkeiten der Bereitstellung sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen:

1. *Eignung für ältere Spiele*: Verlustarme, möglichst authentische Ausführung von älteren Spielen (zum Beispiel MS-DOS, Flash) ohne spezielle Hardwareanforderungen.
2. *Eignung für neuere Spiele*: Verlustarme, ruckelfreie, möglichst authentische Ausführung von aktuellen Spielen mit zum Beispiel hochauflösenden 3D-Szenen, die auf hardwarebeschleunigte Grafikausgabe angewiesen sind.
3. *Leistungsbedarf PC*: Hardwareanforderungen an den lokalen (Client-)Rechner der Nutzer:in.
4. *Ortsunabhängigkeit*: Möglichkeit, ein Spiel an wechselnden Clients ohne größere Installation zu nutzen, möglichst auch mit einer Synchronisierung von Spielständen etc.
5. *Externe Abhängigkeiten*: Abhängigkeit von externen Dienstleistern, Spiele-Bibliotheken, Publishern oder Ähnlichem.
6. *Zeitbedarf*: Absehbare Dauer bis zur Einführung.
7. *Aufwand*: Finanzieller und personeller Aufwand sowie technische Komplexität.
8. *Langlebigkeit*: Nutzungsdauer der Lösung bis zur Ablösung.
9. *Rechtssicherheit*: Vermeidung von rechtlichen Risiken, Konformität zu Lizenzvereinbarungen etc.

Aus einer ersten, tentativen Bewertung der beschriebenen Bereitstellungsformen im DLA unter diesen neun Aspekten (mit Punkten von 0 bis 10⁷) ergibt

sich zu Nutzen machen und komplexe Spielegrafik an einem externen leistungsfähigen Rechner berechnen und nur den Bildschirminhalt als Quasi-Video zum lokalen PC streamen. Der Rückkanal für Tastatur, Maus- und Gamepad-Input stellt nur geringe Anforderungen an die lokale Hardware.

- 7 Die negativen Aspekte müssen invertiert werden, damit sich eine einheitliche Dar-

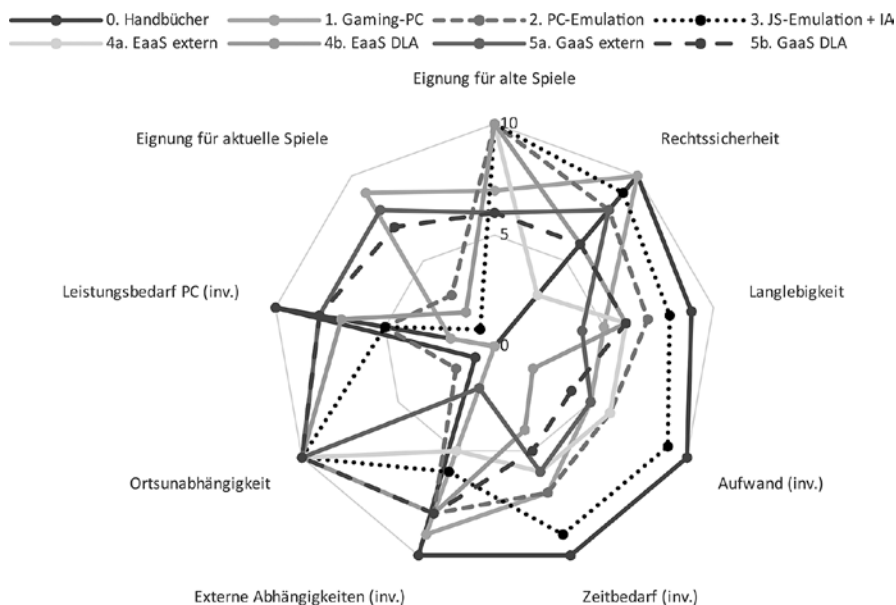


Abb. 1: Bewertete Bereitstellungsformen im Überblick.

sich folgendes Bild:⁸ Browser-basierte Emulation via Internet Archive ist der einfachste Weg, historische MS-DOS-Spiele oder ähnliche im Lesesaal zur Verfügung zu stellen, braucht es doch dafür kaum mehr als kuratierte Linksammlungen und Kopfhörer. Diese unter Verwaltungsgesichtspunkten ideale Lösung eignet sich jedoch nicht für aktuelle Spiele.

Grundsätzlich sind für moderne Spiele Szenarien günstig, in denen ihre Leistungsansprüche auf zentral verwaltete Server oder Ähnliches ausgelagert werden können, da im DLA an den Arbeitsplätzen und im Lesesaal der typische Büro-PC dominiert, der für Spiele schlecht geeignet ist. Leider stehen für EaaS und GaaS kaum externe Dienstleister zur Verfügung. Eine EaaS-vergleichbare Infrastruktur, wie sie in den USA nicht nur die Emulationen, sondern auch die Spiele selbst den teilnehmenden Institutionen zugänglich

stellung ergibt. Eine *hohe Punktzahl* etwa beim Leistungsbedarf kennzeichnet also *geringe Leistungsanforderungen*.

⁸ Visualisiert wird hier lediglich eine Einschätzung aus betrieblicher Sicht und Erfahrung. Die Bewertung stützt sich nicht auf objektive Daten und nicht einmal auf Umfragewerte unter Fachleuten oder Ähnliches und kann sich im Lichte weiterer Erfahrungen auch noch ändern.

macht,⁹ ist aus Urheberrechtsgründen in Europa nicht in Sicht. Lizenz- und Beschaffungsprobleme müssen hierzulande doch wieder von jeder Einzelinstitution geschultert werden. Gleichzeitig hat das DLA auch keine Erfahrung mit einer EaaS-Lösung im Eigenbetrieb, sodass hierzu erst einmal ein (zeit-)aufwändiges Projekt gestartet werden müsste.

Ähnliches gilt für GaaS. Neben teuren VM-Lösungen zum Beispiel in der Amazon-Cloud¹⁰ verbleibt vor allem Blade Shadow als Anbieter von frei bespielbaren, cloud-basierten Windows-PCs,¹¹ doch hat Shadow nach Insolvenz und Neustart vor einiger Zeit die Preise für Privatanwender:innen auf 30 EUR/Monat verdoppelt und würde für den Einsatz im professionellen Umfeld nochmals höhere Nutzungsgebühren (inkl. Support) fordern, sodass der Kostenvorteil gegenüber eigener, lokaler Hardware dahinschmilzt, selbst wenn man den Administrationsaufwand berücksichtigt, der mit der Bereitstellung eigener Hardware einhergeht. Das günstige Streaming-Angebot etwa von GeForce NOW¹² wiederum stellt keinen frei konfigurierbaren virtuellen PC zur Verfügung, sondern nur einen relativ kleinen Katalog von Spielen, unter denen nur wenige aus dem definierten Sammelprofil zu finden sind.¹³ Es ist damit zu rechnen, dass Cloud-Gaming in Zukunft wachsen und weitere kommerzielle Angebote generieren wird.¹⁴ Derzeit sind die Dinge jedoch noch zu sehr im Fluss, zu teuer oder doch mit zu großen Einschränkungen behaftet, um einen Einstieg für das DLA nahezulegen. Eine eigene umfassende GaaS-Serverinfrastruktur wiederum unabhängig von einem kommerziellen Dienstleister aufzubauen, ist im DLA aus Kapazitätsgründen derzeit nicht leistbar.

Für moderne Spiele bleibt daher nur der Einstieg über lokale Original-Hardware, auch wenn die Beschaffungs- und Betreuungskosten hoch ausfallen, sie zunächst nur an Einzelplätzen genutzt werden kann, mit einer raschen

- 9 Emulation-as-a-Service Infrastructure [Homepage]. (<https://www.softwarepreservationnetwork.org/emulation-as-a-service-infrastructure/>, Zugriff: 9. Mai 2022).
- 10 AWS und NVIDIA. GPU-Leistung von der Cloud bis zum Edge. (<https://aws.amazon.com/de/nvidia/>, Zugriff: 9. Mai 2022).
- 11 Shadow [Homepage]. (<https://shadow.tech/de/>, Zugriff: 9. Mai 2022).
- 12 GeForce NOW [Homepage]. (<https://www.nvidia.com/de-de/geforce-now/>, Zugriff: 9. Mai 2022).
- 13 GeForce NOW. Unterstützte Spiele. (<https://www.nvidia.com/de-de/geformte/geformte-experience/games/>, Zugriff: 9. Mai 2022).
- 14 Eine umfassende Übersicht über die schon heute zahlreichen verschiedenen Cloud-Gaming-Anbieter bietet der Reddit-User Matbonucci (<https://www.reddit.com/user/matbonucci/>) als *Miguel's cloud gaming spreadsheet* (<https://sheet.zohopublic.eu/sheet/published/1ciiy43a6foe6d7a4426a9e51bfa8d66e869d>, Zugriff: 9. Mai 2022).

Veralterung der Hardware gerechnet werden muss und Virtualisierungsvorteile wie Snapshots nicht zur Verfügung stehen. Ins Gewicht fällt auch, dass die einzurichtenden Sonder-Rechner dem Bestreben der IT entgegenstehen, durch Standardisierung von Arbeitsplätzen den Supportaufwand für Treiber und Spezialsoftware etc. zu minimieren. Immerhin entsprechen Gaming-Einzelplatz-PCs dem in den meisten Lizenzbestimmungen vorgesehenen Einsatz fast mustergültig, und ihre Abhängigkeit von externen Dienstleistern ist naturgemäß minimal.

Als Nebeneffekt erlauben Gaming-PCs durch ihren Leistungsvorsprung auch den Einstieg in PC-basierte Emulationen, insbesondere für solche Spiele, die nicht über Browser und das Internet-Archive zur Verfügung stehen.

In der praktischen Umsetzung bei der Inbetriebnahme von Gaming-PCs setzt das DLA ergänzend auf die etablierte Bereitstellungsplattform Steam des Anbieters Valve,¹⁵ die über Steam-Cloud¹⁶ für die meisten Spiele eine zentrale Verwaltung von Spielständen bietet und so eine hohe örtliche und zeitliche Unabhängigkeit auch bei physischen PCs bietet.¹⁷ Die gespeicherten Spieledaten in der Steam-Cloud sind sogar über eine Webschnittstelle erreichbar, sodass mit einigem Entwicklungsaufwand eine forschungsorientierte Snapshot-ähnliche Verwaltung von Spielständen bestimmter Meilensteine oder ähnlichem entwickelt werden könnte – ein notwendiger Schritt, wenn Spielesituationen reproduzierbar und zitierbar gemacht werden sollen oder wenn neuen Nutzer:innen wieder eine saubere Ausgangsbasis zur Verfügung gestellt werden soll.

Bei der Prüfung verschiedener herstellerepezifischer Streaming-Protokolle hat sich gezeigt, dass Steam mit dem Steam-Link-Protokoll¹⁸ eine praktikable

15 Steam [Homepage]. (<https://store.steampowered.com/>, Zugriff: 12. Mai 2022).

16 Steam Support: Steam Cloud. (<https://help.steampowered.com/de/faqs/view/68D2-35AB-09A9-7678>, Zugriff: 9. Mai 2022).

17 Ausdrücklich sei Steam hier nur im Zusammenhang mit einer erleichterten *Bereitstellung* gepriesen. Für die *Archivierung* und langfristige *Erhaltung* setzt das DLA natürlich auf DRM-freie Offline-Datenträger aus Verkaufspaketen oder von Plattformen wie Good Old Games (GoG [Homepage], <https://www.gog.com/>), auf die die bewährten Erhaltungsmaßnahmen angewendet werden können, die schon beim Erhalt von unikalen Vor- und Nachlassmaterialien zum Einsatz kommen. Die günstigen Preise der meisten Spiele sowie die mögliche »Familien«-Struktur von Steam-Accounts (Steam Support: Familienansicht, <https://help.steampowered.com/de/faqs/view/6B1A-66BE-E911-3D98>), die sich gut für Archivar:innen und deren Nutzer:innen dehnen lässt, rechtfertigen aber selbst den *zusätzlichen* Erwerb von Steam-Lizenzen allein für die aktuelle Bereitstellung. (Zugriff: 9. Mai 2022).

18 Remote Play Anywhere. (<https://store.steampowered.com/remoteplay#anywhere>, Zugriff: 9. Mai 2022). Der Begriff »Steam Link« ist schillernd und wird von Valve

Minimalversion einer lokalen Streaming-Lösung bereits integriert in seinem Standard-Client anbietet. Steam Link bietet zwar keinen Multi-User-Betrieb wie bei einer vollwertigen GaaS-Lösung, aber doch die Grafikleistung eines Gaming-PCs an beliebigen Büro- und Lesesaal-PCs (und prinzipiell auch an völlig anderen Clients wie Tablets oder TV-Boxen) für zumindest ein einziges laufendes Spiel. Gegenüber kommerziellen Streaming-Diensten und -Protokollen von NVIDIA oder ähnlichen mag Steam-Link geringfügige Nachteile bei der Latenz und Wiedergabequalität haben, aber für die am DLA interessanten Genres, bei denen es überwiegend nicht um kampfentscheidende Millisekunden geht, dürften diese nicht ins Gewicht fallen. Diese Form lokalen GaaS-Streamings lässt sich mit unerwartet geringem Aufwand realisieren. Aus Sicherheitsgründen muss Steam-Link auf das lokale Netz im DLA beschränkt werden.

Insgesamt ergeben sich vier Bereitstellungsformen, die das DLA in naher Zukunft realisieren kann, und die gemeinsam die ganze Bandbreite der betrachteten Spiele-Epochen abdecken: *Gaming-PC*, *PC-Emulation*, *JS-Emulation* und *GaaS DLA* (in der Variante mit einem Gaming-PC als Minimal-»Server«): Alle Formen der Bereitstellung erfordern, schon aus rechtlichen Gründen, dass Installationsmedien von Spielen oder zumindest lizenzierte Installationsdateien vorhanden sind. Ohne DRM¹⁹-freie Medien oder Offline-Installer ist zudem keine Erhaltung möglich. Spiele, die ausschließlich mit effektivem Kopierschutz vertrieben werden, entziehen sich daher der Archivierung.

Analoges Begleitmaterial und gegebenenfalls Hintergrund- und Kontextmaterial aus der Entstehungsphase bilden weiterhin wichtige Teile der Überlieferung und lassen sich mit den vorhandenen Verfahren sammeln, erschließen und bereitstellen, wenn auch die Erwerbungsprinzipien dafür noch verfeinert und Kontakte aufgebaut werden müssen.

Exemplarische Spieler:innenprofile, Spielstände von Meilensteinen, Walkthroughs und »God-Mode«-Cheats dagegen sind neue digitale Archivobjekte, die für einen effizienten Forschungsaufenthalt begleitend zu den eigentlichen Spielen bereitgestellt werden müssen. Kaum jemand wird seine Spielanalyse auf unterstem Level beginnen wollen, wenn die Zeit knapp ist und die gesamte Spielewelt ausgebreitet zur Verfügung stehen soll. Für diese neu-

zudem offenbar synonym mit »Remote Play« verwendet. Gemeint ist hier das technische Verfahren und nicht eine frühere, nun obsolete Hardware-Streaming-Box gleichen Namens.

19 Digital Rights Management. In der Bibliotheks- und Archivwelt oft nur halb im Spaß als »Digital Restrictions Management« bezeichnet.

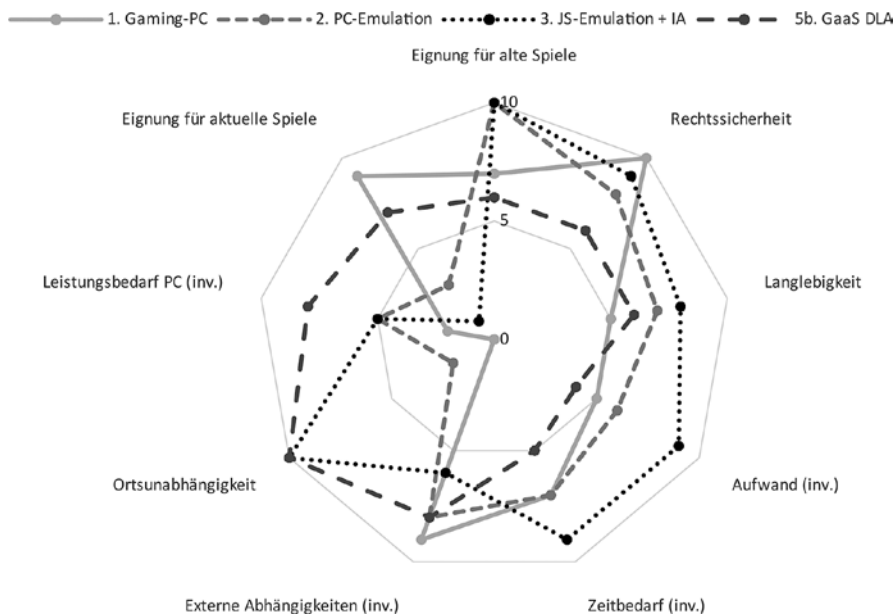


Abb. 2: Kurz- und mittelfristig geeignete Bereitstellungsformen.

artigen Archiv- und Bereitstellungsobjekte müssen geeignete Verfahren noch entwickelt und Verbindungen mit den Communities gesucht werden.

Schließlich sind Emulatoren und Betriebssysteme, die wir heute als »aktuell« bezeichnen, ihrerseits fragile digitale Objekte der digitalen Langzeitarchivierung, sodass sich als Fallback vielleicht doch zusätzliche Screenshots und Screencasts von entscheidenden Spielsituationen anbieten, um Emulationslücken überbrücken zu können. Auch hier ist offen, wie diese neuen Erschließungsleistungen erbracht werden können, da aussagekräftige Screencasts erfahrungsgemäß zeitaufwändig sind.

Nach den unikalen digitalen Vor- und Nachlässen und der Literatur im Netz tut sich mit den Computerspielen erneut ein Sammlungsgebiet des DLA auf, in dem fundiertes IT-Knowhow die bibliothekarisch-archivalische Expertise abteilungsübergreifend ergänzen muss. Bei der Bereitstellung wird dies besonders deutlich, aber informationstechnische Aspekte wie der zu erwartende Bereitstellungsaufwand oder die zu erwartenden Emulationsverluste sollten schon bei Erwerbungsentscheidungen systematisch mitberücksichtigt werden.

Wo entstehen Verluste?

Bleibt noch die Frage: welche Verluste drohen trotz all der konservatorischen und technischen Maßnahmen? Jens Martin-Loebel²⁰ führt, mit Bezug auf die Emulation, den aus den Sprachwissenschaften entlehnten Begriff des *Translation Gap* ein. Damit bezeichnet er jene Abweichungen und Verluste, die beim Übersetzen des Spiels aus seiner Originalumgebung in die emulierte Umgebung entstehen.

Selbst wenn wir über Original-Datenträger oder exakte digitale Kopien verfügen, entstehen in der Bereitstellung über einen Emulator Verluste. Das Spektrum reicht von kleinen, kaum wahrnehmbaren Farbverschiebungen oder minimalen Unterschieden in der Abspielgeschwindigkeit bis hin zum kompletten Verlust, weil die geeignete Hard-/Software fehlt oder das System sich nicht emulieren lässt.

Dabei fallen besonders Effekte auf, die erst im Zusammenspiel von Hard- und Software entstehen. So können die Signale, die an Ausgabegeräte wie Monitor oder Lautsprecher geliefert werden, auf beiden Systemen identisch sein und doch durch den Einfluss der Hardware unterschiedlich bei den Spieler:innen ankommen. Computerspielen, die ursprünglich auf einem Röhrenmonitor gespielt wurden und nun über einen Emulator auf einem Flachbildschirm ausgegeben werden, fehlen beispielsweise die typischen Effekte der Kathodenstrahlröhre wie die charakteristische Textur, Bildrauschen, Farbbluten, Bewegungsunschärfe, das Nachglühen des Bildes oder die durch die gewölbte Bildschirmoberfläche entstehende Verzerrung an den Rändern. Emulatoren können diese Effekte beispielsweise über digitale Filter simulieren, verbrauchen dafür aber auch mehr Rechenleistung.

Auch bei der Sound-Ausgabe beeinflusst die ursprüngliche Hardware spürbar das Ergebnis, sodass auf aktueller Hardware das einfache Original-Audiosignal für eine authentische Wiedergabe nicht ausreicht. Die Bearbeitung der Tonwiedergabe in Echtzeit ist jedoch sehr aufwändig und ressourcenintensiv, weshalb hier häufig auf vorgefertigte Samples zurückgegriffen wird.

Die technischen Makel der Originalumgebung, wie zum Beispiel die Bewegungsunschärfe, wurden mitunter im Sinne des Spieles genutzt und so selbst zu einem Teil des Werkes. Es muss also mehr als der Quellcode des

²⁰ Jens-Martin Loebel: Lost in Translation. Leistungsfähigkeit, Einsatz und Grenzen von Emulatoren bei der Langzeitbewahrung digitaler multimedialer Objekte am Beispiel von Computerspielen. Glückstadt 2014, S. 104 (<https://skriptorium.org/de/publikationen/translation-gap/lost-in-translation-kap4/>, Zugriff: 12. Mai 2022).

Spiels erhalten werden, da die Original-Hardware und ihre Effekte auf das Spielerlebnis einen Teil der Rezeptionsumgebung ausmachen. Die weiterentwickelte Technik aktueller Systeme muss, vor diesem Hintergrund, die damaligen »Mängel« in der Emulation aufwändig nachbauen oder zumindest simulieren, um ein annähernd authentisches Spielerlebnis bieten zu können.

Eine wichtige Rolle spielt dabei die Bildgröße. Viele Spiele wurden und werden im Fullscreen-Modus gespielt. Heutige Monitore sind jedoch deutlich größer und höher aufgelöst als ihre Vorgängermodelle. Das ursprüngliche Bild kann nicht mehr ohne weiteres bildschirmfüllend wiedergegeben werden, sondern nur noch in einem kleineren Bildschirmfenster. Wenn die ursprünglichen Rastergrafiken noch skaliert werden müssen, entstehen auch hier Qualitätsverluste. Gleichzeitig verändert sich die Spielwahrnehmung gegenüber einer Fullscreen-Single-Task-Sitzung ohne Internet, wenn neben dem Spielfenster ein Browser geöffnet sein kann, mit dem man etwa ein Walkthrough betrachtet.

Ein weiterer wichtiger Bereich, in dem Verluste auftreten, betrifft die haptische Seite von Computerspielen. Das Spielerlebnis mit einem Joystick unterscheidet sich deutlich von der Bedienung mit der Tastatur oder einem Touchpad. Gerade bei Spielen wie der 1984 unter anderem für den C64 erschienenen Sportsimulation *Summer Games*, in welcher der Joystick möglichst schnell oder in bestimmten Mustern bewegt werden musste, um die eigene Figur erfolgreich ins Ziel zu bringen, gehört das haptische Erlebnis zum Spiel. *Summer Games* lässt sich auch mit Maus und Tastatur bedienen, zum Beispiel über das Internet Archive als Javascript-Emulation im Browser (Szenario 3), ist dort jedoch deutlich einfacher zu bewältigen und auch weniger physisch. Anders als bei der Bild- oder Tonausgabe kann hier die fehlende Hardware nicht durch Softwarefilter oder Rechenleistung ausgeglichen werden.

Neben diesen vor allem technisch begründeten Verlusten gibt es auch wertvolles Material, das erst durch das Spielen oder während des Spielverlaufs entsteht. Inhalte aus sozialen Interaktionen im Spiel oder aus externen Diensten wie Chat-, Sprach- oder Videokonferenzen (TeamSpeak, Discord etc.), Foren, Cheat-Sammlungen, Videokanäle mit Playthroughs/Walkthroughs, Kommentare, Beschreibungen, Artworks etc. werden kaum gesichert und sollten, zumindest exemplarisch, dokumentiert und in die Bewahrungsstrategie mit aufgenommen werden.

Nicht zuletzt verursachen auch die Emulatoren selbst sowie die Systeme, auf denen sie laufen, oftmals Fehler und unbeabsichtigte Effekte. So können in den komplizierten, geschachtelten Umgebungen leicht Verluste durch falsch konfigurierte Hard- und Software, ungeeignete oder schlecht konfi-

gurierte Emulatoren oder fehlerhafte Installationsdateien entstehen. Andererseits eröffnen Emulatoren neue Möglichkeiten für eine Analyse, indem sie erlauben, Spielabläufe zu beschleunigen oder zu verlangsamen oder entgegen dem Design des Ursprungsspiels Spielsituationen zu speichern und wieder zu laden.

Die Möglichkeiten für Verluste und Abweichungen vom Original bei der Erhaltung und Bereitstellung von Computerspielen sind zahlreich und sehr breit gefächert. Emulatoren ermöglichen es, Spiele auch ohne Original-Hardware zugänglich zu halten, garantieren jedoch keine Vollständigkeit oder gar umfassende Authentizität des Spielerlebnisses. Daher ist es umso wichtiger, dass neben der technischen Implementierung auch »signifikante Eigenschaften der Interaktion (zum Beispiel in den Metadaten) festgehalten werden, um künftigen Nutzern einen Eindruck des Interaktionskonzeptes vermitteln zu können.«²¹

Insgesamt dürfte am Deutschen Literaturarchiv der Spielraum für Emulationen und nicht historisch getreue Hardware aber größer sein als zum Beispiel in Computerspielmuseen, da oft nicht die in kleinsten Details authentische, historische Spieleumgebung, sondern die strukturell unversehrte und korrekte Ausführung der digitalen Werke im Mittelpunkt des literaturwissenschaftlichen Forschungsinteresses stehen dürfte. Selbstverständlich ist das ein fluider Bereich, in dem Theorie und Praxis in den nächsten Jahren gemeinsam einen angemessenen Weg definieren müssen.

21 Loebel (Anm. 20), S. 153.