

# Serious Gaming als Methode zur Evaluation betrieblicher Prozesse

Anwendung von Serious Gaming zur Evaluation der Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb (Richtlinie 400)

MORITZ CICHOS | MATTHIAS KOPITZKI

**Die Methode des Serious Gaming wird in vielen Bildungsbereichen eingesetzt. Durch die aktive Teilnahme der Lernenden und den spielerischen Ansatz lassen sich Inhalte auf nachhaltige Art und Weise vermitteln. Aufgrund der einfachen Darstellung komplexer Zusammenhänge eignet sich das Serious Gaming auch als Evaluationsmethode – z. B. bei der Konzeption neuer Prozesse. Angewendet wird die Methode zur Evaluation der Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb (Richtlinie (Ril) 400). Mithilfe einer Modellbahnanlage werden betriebliche Szenarien erprobt und wird die Anwendbarkeit der neuen Regeln getestet. Durch die Anwendung des Serious Gaming konnten bereits wertvolle Erkenntnisse für die Regelerstellung gewonnen werden. Weitere Anwendungsgebiete sind geplant.**

## Herkunft und Definitionen

Die Idee von Spielen ist nicht neu: Bereits 3000 v. Chr. existierte das Spiel „Senet“, aus dem sich das heutige Dame-Spiel entwickelte. Es diente neben religiösen Zwecken insbesondere auch der Wissensvermittlung und kann daher bereits als frühe Form des Serious Game angesehen werden [1]. Doch was ist ein Serious Game überhaupt? Mit Game ist das Spiel bestehend aus Spielidee, Spielablauf, Spielmedium und Spielregeln gemeint. „Gaming“ hingegen stellt den Prozess des Spielens in den Vordergrund. Serious Gaming lässt sich demzufolge als „Ernsthaftes Spielen“ übersetzen.

## Definition mit Lehr- und Lernbezug

Den Begriff des „Serious Game“ im heutigen Sinne prägte erstmalig Clark C. Abt 1970 in seiner gleichnamigen Veröffentlichung. Ein zentraler Aspekt besteht darin, dass das Spiel nicht in erster Linie zur Unterhaltung gedacht ist, sondern immer ein expliziter Bildungszweck verfolgt wird [2]. Im Allgemeinen lassen sich folgende Charakteristika von Serious Gaming zusammenfassen:

- Verfolgung von Lernzielen
- Wissens- und Kompetenzerwerb durch praktische Anwendung
- Modellhafte Abbildung bzw. Abstraktion der Realität

- Spielerischer Aufbau zur Steigerung von Motivation und Leistung
- Einnehmen von Rollen und gegenseitige Interaktion
- Durchspielen von Szenarien unter Beachtung von Spielregeln.

Neben dem Begriff „Serious Gaming“ existieren zahlreiche verwandte Termini wie Game-based learning, Planspiel/Gaming Simulation und Gamification. An dieser Stelle soll eine kurze Einordnung und Abgrenzung erfolgen. Hinsichtlich des Lehr- bzw. Lerngedankens können die Begriffe Serious Gaming sowie Planspiel bzw. Gaming Simulation als Synonym betrachtet werden. Das Serious Gaming wird darüber hinaus auch im Kontext von Evaluationen angewendet.

Game-based learning umfasst alle Methoden, die Lernumgebungen mit Spielen beinhalten. Dazu zählen neben Serious Games auch Rollenspiele. Somit ist das Game-based learning als Hyperonym zu sehen. Der Begriff „Gamification“ hingegen umfasst lediglich die Einbindung von spielerischen Elementen in andere Lehr- und Lernmethoden. Beispielsweise kann dies ein Quiz am Ende einer Lehrinheit sein, welches mit einem Wettbewerbs- und Belohnungssystem verknüpft ist. Die eingebauten Elemente stellen jedoch kein eigenständiges Spiel dar.

## Definitionen mit Konzeptions- und Evaluationsbezug

Neben dem Lehr- und Lernbezug wird die Methode des Serious Gaming im Kontext der Evaluation angewendet. Auch an dieser Stelle soll eine Definition thematisiert werden: Nach [3] könne Serious Gaming als mentaler Wettbewerb verstanden werden, der dazu dient, „ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen oder Verhalten der Spieler zu beobachten.“ Das Ergebnis kann dabei beispielsweise eine Produktidee oder ein Prozessablauf sein. Vor diesem Hintergrund kann Serious Gaming als Teil des Design-Thinking-Prozesses im Rahmen der Ideenentwicklung betrachtet werden.

Der zweite Aspekt aus der Definition von [3] zielt auf die Beobachtung konkreten Verhaltens und damit auf die Evaluation ab. Einerseits kann analysiert werden, wie sich Menschen in bestimmten, induzierten Situationen verhalten (Verhaltensforschung). Andererseits kann man z. B. eine erstellte Regel evaluieren, indem man untersucht, ob das gewünschte Verhalten gezeigt wird. Dieselbe Quelle apostrophiert das Serious Gaming passenderweise als „Experimentgestützte Evaluationsmethode“ [3].

Für die weitere Betrachtung sind folgende ergänzende Charakteristika bzgl. des Begriffs Serious Gaming maßgebend:



Abb. 1: Simulation eines mechanischen Stellwerks mittels Virtual Reality

Quelle: [6]



Abb. 2: Aufbau des „Edugame Railway Operations“

Quelle: [7]

- Inhalt des Spiels: zu testendes Produkt oder zu evaluierender Prozess
  - Beobachtung von Verhalten der Teilnehmer
  - Ideenfindung im Rahmen des Design Thinking bei vorgegebener Problemstellung.
- Insgesamt zeigt sich, dass die Methode des Serious Gaming viele Facetten umfasst. Ein Spiel muss dabei nicht nur den Lernaspekt verfolgen, es kann mit den Zielen der Evaluation und Konzeption verknüpft werden.

### Anwendung

Im Folgenden soll betrachtet werden, wo Serious Games zur Anwendung kommen, um einen praktischen Einblick in die Methode zu erhalten. In den meisten Fällen steht der Lerneffekt bzw. der Kompetenzgewinn bei Serious Games im Fokus. So finden Serious Games beispielsweise in der medizinischen Bildung Anwendung in Form von digitalen Spielen – oft auch in Kombination mit Virtual Reality (VR) oder Augmented Reality (AR). Ein wesentlicher Vorteil von Serious Games in diesem Bereich ist, dass keine negativen Auswirkungen bei Fehlentscheidungen zu erwarten sind, da es sich um eine Simulation bzw. um ein Modell handelt.

Auch im Bereich der Eisenbahn werden bereits Serious Games verwendet. Hinsichtlich der Hochschulbildung ist das Lehr- und Lernspiel „Edugame Railway Operations“ zu erwähnen, das im Lehrinnovationsprojekt „Basic-Rail-Infrastructure-Organization game“ (BRIO game) weiterentwickelt wurde [4]. In aufeinander aufbauenden Komplexitätsstufen erlernen die Teil-

nehmer Kompetenzen in den Bereichen Fahrtdynamik, Zugfolgesicherung, Fahrwegsicherung sowie Betriebsplanung und -steuerung. Neben der Hochschulbildung kommen Ansätze von Serious Gaming auch in der Aus- und Weiterbildung von Stellwerkspersonal zum Einsatz: Mittels VR-Brille werden Stellwerke simuliert und wird notwendiges, praktisches Wissen vermittelt [5]. Die Abb. 1 und 2 illustrieren die beiden zuvor aufgeführten Anwendungsbeispiele.

### Serious Gaming zur Evaluation bahnbetrieblicher Prozesse

Nachfolgend soll thematisiert werden, welchen Nutzen Serious Gaming bei der Evaluation von Prozessen und Regeln erzielen kann bzw. welche Vorteile gegenüber anderen Evaluationsmethoden bestehen. Als konkreter Anwendungsfall wird im zweiten Schritt aufgezeigt, wie die Methode derzeit bei der Erstellung der Ril 400 eingesetzt wird.

### Nutzen von Serious Gaming

Nach einem Artikel der TU Braunschweig ist die Methode des Serious Gaming gut geeignet, „um besondere Situationen individuell, emotional und intellektuell erfahrbar zu machen“ [8]. Besondere Situationen ergeben sich bei der Neukonzeption von Betriebsverfahren, da technische und organisatorische Eckpunkte gänzlich neu gedacht werden; altvertraute Prozesse und Regeln finden keine Anwendung mehr. Da die Vorstellungskraft des Menschen begrenzt ist und durch alleiniges theoretisches

Durchdenken meist nicht alle notwendigen Aspekte berücksichtigt werden können, bietet es sich an, diese Fälle mittels Serious Gaming zu veranschaulichen und erfahrbar zu machen. Eine erfolgreiche Anwendung zeigt sich beim EU-Forschungsprojekt „Movingrail“ 2020: Hier galt es, neue Betriebsregeln für Moving Block zu testen und bewerten. An dieser Stelle wurde das Serious Gaming als Evaluationsmethode gewählt, um dessen Vorteile bei der Bewertung der Regeln für das neue Abstandshalteverfahren zu nutzen [9].

Neben der Veranschaulichung und besseren Erfahrbarkeit lassen sich noch weitere Nutzen von Serious Games aufzeigen: Durch die Möglichkeit der Abstraktion und das Einnehmen verschiedener Abstraktionsebenen kann die Komplexität des Systems Eisenbahn auf das notwendige Maß reduziert und können damit betriebliche Prozesse greifbar gemacht werden. Das Beispiel des „Edugame Railway Operations“ nutzt dabei eine Holzeisenbahn als Modell und ist somit auf einer hohen Abstraktionsebene angesiedelt, währenddessen die Stellwerkssimulation mittels VR eine ausgeprägte Detailtiefe erreicht. Je nach Anwendungszweck bzw. Untersuchungsgegenstand kann das entsprechende Abstraktionsniveau gewählt werden.

Ein weiterer Vorteil von Serious Gaming als Methode ist, dass das heuristische und pragmatische Handeln des Menschen im Vordergrund steht und somit keine Verhaltensannahmen getroffen werden müssen. Außerdem werden nicht nur das Verhalten und Handeln eines Einzelnen berücksichtigt – vielmehr können die Interaktionen vieler am Prozess Beteiligter abgebildet werden. Dies ist insbesondere für komplexe betriebliche Szenarien, wie die Evakuierung eines Zuges, von Bedeutung. Im Serious Gaming können die Spieler ihre zugewiesene Rolle einnehmen und miteinander in Interaktion treten. Somit können beispielsweise Meldewege getestet werden.

Es lässt sich zusammenfassen, dass beim Serious Gaming durch die visuelle und haptische Wahrnehmung im Zusammenhang mit realen Interaktionen Abläufe viel einfacher durchdrungen, Probleme offenbart und Verbesserungen abgeleitet werden können. Die zahlreichen Vorteile und die Anwendung im Rahmen von Movingrail zeigen, dass die Methodik des Serious Gaming dazu prädestiniert ist, neue bahnbetriebliche Regeln zu evaluieren.

### Entwicklung eines Serious Game am Beispiel der Ril 400

Mit der Ril 400 werden statt der Handlungs- und Funktionsorientierung die innovativen Ansätze der Schutzziel- und Prozessorientierung verfolgt. Im Vergleich zur heutigen Fahrdienstvorschrift (Ril 408) kann somit die Komplexität reduziert und die Anwenderfreundlichkeit gesteigert werden. Im Rahmen der Evaluation sind die neuen Ansätze

kritisch zu untersuchen. Insbesondere steht dabei die Überprüfung der Anwendbarkeit, Korrektheit und Vollständigkeit der Regeln im Vordergrund. Analog zur Regelwerkserstellung wurde im ersten Schritt die Struktur des Regelwerks (=Strukturprozess) zur Evaluation herangezogen. In späteren Schritten erfolgt darauf aufbauend die Evaluation einzelner, konkreter Regeln. Für die Evaluation wurde die Methode des Serious Gaming herangezogen, da sie – wie zuvor beschrieben – viele Vorteile bietet. Im Folgenden soll beschrieben werden, wie das Serious Game entwickelt wurde.

Der Prozess orientiert sich am Leitfaden für den Ablauf einer Evaluation gemäß Abb. 3.

**1. Problembestimmung**

Der erste Schritt bei der Entwicklung der Evaluation ist die Problembestimmung. Wie eingangs erläutert, umfasst der Untersuchungsgegenstand zunächst die initial entwickelte Struktur der Ril 400 in Form des Strukturprozesses. Außerdem müssen Anforderungen an den Untersuchungsgegenstand definiert werden. In diesem Fall werden die Anforderungen als eine Liste betrieblicher Situationen – differenziert nach Regel-, Abweichungs- und Störungsbetrieb – formuliert, die vom Regelwerk abgedeckt werden müssen. Einen Auszug aus der Liste betrieblicher Situationen enthält Tab. 1.

**2. Spielkonzeption**

Aufbauend auf der Problembestimmung erfolgt im zweiten Schritt der Serious-Gaming-Erstellung die Spielkonzeption. Dazu zählen im Wesentlichen das Spieldesign und die Spielregeln. Aufgrund des zunächst hohen Abstraktionsniveaus bietet sich eine Modellbahn (ohne Stellwerksanbindung) als Medium für das Serious Game an. Für den Aufbau der Modellbahnanlage wurde eine Infrastruktur entwickelt, die möglichst viele Gegebenheiten der realen Infrastruktur und zugleich alle Aspekte des betrieblichen Zielbildes (BZB) abbildet. So wurden beispielsweise ein- und zweigleisige Strecken, Bahnübergänge, Bereiche mit und ohne Oberleitung sowie ETCS Level 2 oS (ohne Signal) berücksichtigt. Ein Ausschnitt des zugrunde liegenden Lageplans ist in Abb. 4 ersichtlich. Die Steuerung der Fahrzeuge auf der Infrastruktur erfolgt per Funkfernsteuerung – d.h. ohne typische Bedienelemente und Anzeigen im Führerraum.

Aufbauend auf den betrieblichen Situationen und dem Lageplan wurden bisher mehr als

	Betriebliche Situation
Regelbetrieb	Einfache Fahrt von Betriebsstelle zu Betriebsstelle
	Stärken einer Fahrt
	Fahrten zu Anschlüssen
Abweichungsbetrieb	Fahrten mit Lademaßüberschreitung
	Fahrten im Baugleis
Störungsbetrieb	Gleisfreimeldestörung
	Störung des ETCS-Bordgerätes
	Unbefahrbare Stelle im Gleis

**Tab. 1:** Auszug betrieblicher Situationen als Anforderungsliste für die Ril 400

zehn verschiedene Szenarien entwickelt, die als Spielablauf dienen und sowohl den realen Regelbetrieb als auch den Abweichungs- und Störungsbetrieb auf der fiktiven Infrastruktur widerspiegeln. Bevor die Szenarien mit echten Spielern durchgeführt wurden, fanden drei interne Serious-Gaming-Veranstaltungen als Probendurchlauf statt.

**3. Spielphase**

Für die Spielphase – d.h. für die eigentliche Durchführung des Serious Game – werden vier bis fünf geeignete Spieler mit fortgeschrittenen Kenntnissen im Bahnbetrieb benötigt. Eine Herausforderung besteht darin, entsprechende Spieler zu akquirieren, da sie je Serious Gaming ca. vier bis fünf Stunden gebunden sind und somit nicht ihrer eigentlichen Tätigkeit nachgehen können.

Die Spielphase des Serious Gaming gliedert sich in die folgenden vier Abschnitte:

1. Einführung in die Ril 400
2. Technische Einführung in das Serious Gaming
3. Szenario Regelbetrieb
4. Szenario Abweichungs- und Störungsbetrieb

Jedes Szenario enthält einen Fahrplan mit den durchzuführenden Fahrten sowie zu beachtende (infrastrukturelle) Besonderheiten. Im Regelbetrieb liegt der Fokus auf typischen bahnbetrieblichen Aufgaben – wie beispielsweise die Zugvorbereitung, das Einstellen und Sichern des Fahrweges, ebenso das Zulassen und Durchführen der Fahrt. Im Abweichungs- und Störungsbetrieb stehen die Abläufe der Störungsbehandlung sowie die Kommunikationswege beim Durchführen der Fahrten im Vordergrund.

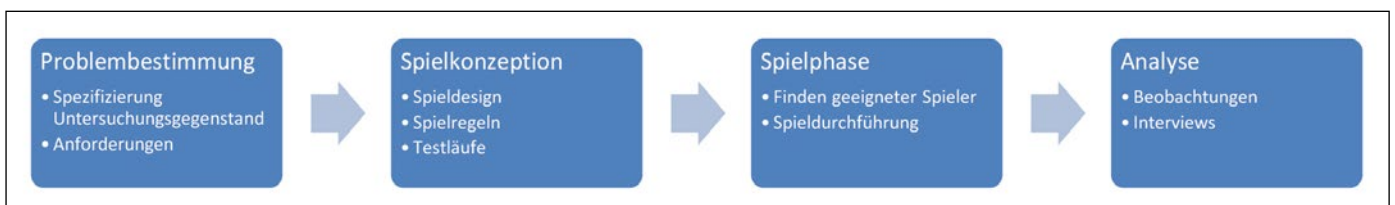
Während der Szenarien übernehmen die Teilnehmer eine konkrete Rolle im Bahnbetrieb, beispielsweise Fahrdienstleiter (Fdl), Trieb-

fahrzeugführer (Tf) oder Instandhalter. Ziel eines jeden Szenarios ist es, Fahrten im eigenen Verantwortungsbereich unter Beachtung des Strukturprozesses der Ril 400 durchzuführen und dabei miteinander in Interaktion zu treten. Abb. 5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Aufbau des Serious Game. Zu sehen ist der fiktive Bahnhof Regensburg mit zwei bereitstehenden Fahrten.

**4. Analyse**

Die letzte Phase der Evaluation ist die Analyse. Sie beginnt bereits während der Spielphase, indem die Spieler bei der Durchführung der Szenarien beobachtet werden. Insbesondere wird bei der Beobachtung darauf geachtet, ob Unklarheiten bezüglich des Regelwerks oder des Szenarios auftreten. Dies äußert sich durch Nachfragen der Spieler bzw. Diskussionen untereinander.

Zur Analyse zählen ebenfalls die Interviews bzw. das Einholen von Rückmeldungen anhand standardisierter Fragen zum Ablauf des Szenarios im Anschluss an das Serious Gaming. Alle analysierten Aspekte lassen sich wie folgt kategorisieren: Prozessfehler, Regelwerkslücke und Verständnisproblem. Aus diesen Analyseergebnissen können Verbesserungsmaßnahmen für die Struktur der Richtlinie abgeleitet und umgesetzt werden. Die Prozessschritte Spielphase, Analyse und anschließende Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen können als iterativer Prozess angesehen werden, wobei die Spieler, die Szenarien und die zugrunde liegende Regelwerksstruktur variabel sind. Erkennbar ist, dass die Zahl der analysierten Prozessfehler, Regelwerkslücken und Verständnisprobleme mit zunehmender Zahl an Iterationen abnimmt, was auf den Erfolg des Serious Gaming als Evaluationsmethode schließen lässt.



**Abb. 3:** Leitfaden für den Ablauf einer Evaluation

Quelle: In Anlehnung an [3]

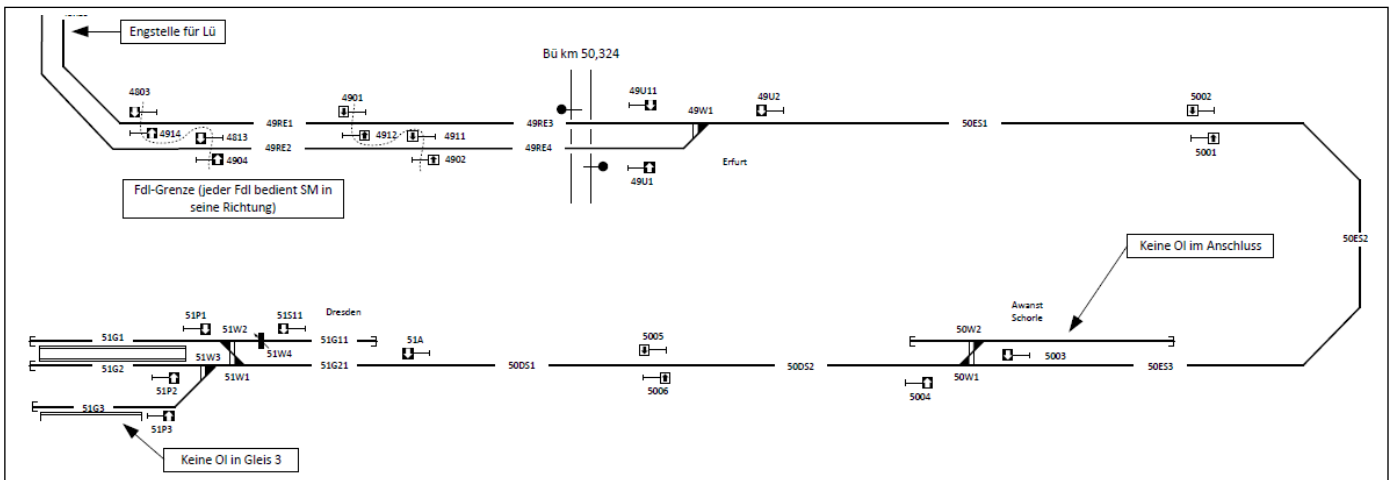


Abb. 4: Ausschnitt aus dem Lageplan Serious Gaming

Quelle: Stephan Altmann, DB Netz AG

Beispielsweise wurden im Strukturprozess der Ril 400 fahrtunabhängige Prozesse – insbesondere für die Störungsbeseitigung und das Absichern von Arbeiten – ergänzt. Dessen Inhalte ließen sich vorher nur schwer in den fahrtbezogenen Prozessen abbilden.

### Zusammenfassung und Ausblick

Durch die zahlreichen Vorteile von Serious Gaming gegenüber anderen Methoden ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten sowohl in der Lehre als auch in der Evaluation. Aufgrund der guten Veranschaulichung komplexer Zusammenhänge eignet sich die Methode als Hilfsmittel bei der Konzeption neuer Betriebsverfahren.

Eine konkrete Anwendung stellt die Evaluation der Ril 400 dar. Mithilfe des Serious Gaming konnten bereits wertvolle Erkenntnisse im Zuge der Konzeption einer Regelwerksstruktur gewonnen werden. Trotz der zeit-, personal- und kostenintensiven Entwicklung und Durchführung der Serious Games sind weitere Anwendungsfälle bezüglich der Ril 400

geplant: Mit Fortschreiten der Regelwerkserstellung sollen konkrete Regeln – beispielsweise das Sichern des Fahrweges – sowie deren Zusammenwirken getestet werden. In diesem Kontext ist auch eine Steigerung des Detaillierungsgrades vorgesehen, indem die Arbeitsplätze von Fdl und Tf in Form von entsprechenden Stellwerks- und Fahr simulatoren nachgebildet werden.

Tatsache ist, dass das Serious Gaming eine probate Methode darstellt, um im Bereich bahnbetrieblicher Prozesse Evaluationen durchzuführen und damit neue Konzepte zu entwickeln. Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei nahezu unbegrenzt. ■

### QUELLEN

- [1] Tolsk, D.; Dadaczynski, K.; Horstmann, D. (2018): Einführung in die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft von Serious Games (for Health). In: Prävention und Gesundheitsförderung 13 (4), S. 272–279. DOI: 10.1007/s11553-018-0667-9
- [2] Abt, C. C. (1970): Serious Games. New York: Viking (14)
- [3] Lang, F.; Püschel, T.; Neumann, D. (2012): Serious Gaming – Spiele als experimentgestützte Evaluationsmethode. In: Mattfeld, D. C.;

- Robra-Bissantz, S. (Hg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012: Tagungsband der MKWI 2012. Unter Mitarbeit von Universitätsbibliothek Braunschweig. Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, Gito, S. 767–780
- [4] Technische Universität Braunschweig (Hg.) (2020): IFEV | Basic-Rail-Infrastructure-Organization game (BRIO game). Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/abu/aktuelles-und-terminen/news-detailansicht/ifev-basic-rail-infrastructure-organization-game-brio-game>, zuletzt aktualisiert am 16.12.2022, zuletzt geprüft am 16.12.2022
- [5] Jennerich, M.; Klose, E.; Sträter, O. (2020): Studie zu Simulationstechnologien in der Wissensvermittlung. Aus- und Fortbildung von Fahrleitern. In: Deine Bahn 07/2022
- [6] Deutsche Bahn AG (Hg.) (2022): DB eröffnet digitales Lehrstellwerk für Fahrleitenden. Aus- und Weiterbildung in Norddeutschland fit für die Zukunft • Praxistransfer durch Anbindung an das Stellwerk Maschen. Unter Mitarbeit von Tim Cappelmann. Online verfügbar unter <https://www.deutschebahn.com/pr-hamburg-de/aktuell/presseinformationen-regional/db-eroeffnet-digitales-lehrstellwerk-fuer-fahrleitenden-7675514>, zuletzt aktualisiert am 17.05.2022, zuletzt geprüft am 10.01.2023
- [7] Scheidt, M. (2020): IFEV | Basic-Rail-Infrastructure-Organization game (BRIO game). Hg. v. TU Braunschweig. Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/abu/aktuelles-und-terminen/news-detailansicht/ifev-basic-rail-infrastructure-organization-game-brio-game>, zuletzt aktualisiert am 08.07.2020, zuletzt geprüft am 10.01.2023
- [8] Technische Universität Braunschweig (Hg.) (2022): Game-based Learning. Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/lehreundmedienbildung/konzepte/game-based-learning#695724>, zuletzt aktualisiert am 16.12.2022, zuletzt geprüft am 16.12.2022
- [9] Goverde, R. (2021): MOVINGRAIL Deliverable D1.1. Report on Moving Block Operational and Engineering Rules



Abb. 5: Bahnhof Regensburg im Serious Gaming Ril 400

Quelle: Sebastian Post, DB Netz AG



### Moritz Cichos

Doktorand, Professur für Verkehrssicherungstechnik, TU Dresden  
Referent digitale Prozesse im Bahnbetrieb  
DB Netz AG, Frankfurt  
moritz.cichos@deutschebahn.com



### Matthias Kopitzki

Leiter Konzeptionen für Digitalisierung Bahnbetrieb  
Leiter Entwicklung betriebliche Prozesse und Regelwerke DSD  
DB Netz AG, Frankfurt  
matthias.m.kopitzki@deutschebahn.com