

## **Einsatz von simulationsgestützten Lernszenarien für die Ausbildung im Projektmanagement bei Infrastrukturprojekten**

### ***Simulation-based Learning Scenarios for Project Management Trainings in Infrastructure Projects***

Björn Bockel, Konrad Spang, Fachgebiet Projektmanagement, Universität Kassel,  
Kassel (Germany), bockel@uni-kassel.de, spang@uni-kassel.de

**Abstract:** The challenge for education and training in project management lies in the dynamics of projects, which in workshops can only be taught and practiced with a sufficient number of people. This article provides an approach to transfer the management games for project management trainings at small and medium-sized enterprises (SME) into new simulation-based project management trainings. The dynamics and changes that occur in the daily project management business are randomly generated based on analysed projects. Without the need for many training participants, the advantage is to enable learning alone or in small groups. The article describes the conception of learning scenarios as well as the implementation using the simulation tool Plant Simulation and the project planning software MS-Project. Finally, practice tests of learning scenarios for workshops are presented.

### **1 Ausgangssituation**

Sollen angehende Projektleiter oder Projektteamteilnehmer die Inhalte des Projektmanagements erfahren, wird aktuell auf die Theorieausbildung und verschiedene Planspiele (bspw. Simgame 2017) zurückgegriffen. Meist wird unter den Stichworten „Simulation“ und „Echtzeit“ allerdings weniger Softwareunterstützung, sondern eher Brettspielcharakter (bspw. Proactivity 2017) oder die Verwendung von Whiteboards verstanden (bspw. ML Spectrum 2017). Ausgehend von dem Stand zu Planspielen und Schulungsanwendungen für das Projektmanagement wird besonders nach Softwareanwendungen gesucht, die in Interaktion mit den Projektteamteilnehmern verwendbar sind.

Vereinzelt existieren Anwendungen, die interaktiv einem festen Projektablauf folgen (Simultrain 2017; PM-Simulation 2017) und z. B. auf die Preisvorgaben der teilnehmenden Projektteams reagieren und somit den virtuellen Markt mit Angebot und Nachfrage abbilden (Topsim 2017). Die bestehenden Anwendungen können

allerdings nicht vor Ort an die individuellen Anforderungen eines Ausbildungsworkshops angepasst werden. Stattdessen muss gegebenenfalls ein neues Beispiel beim Hersteller gekauft oder dessen Modellierung in Auftrag gegeben werden.

In der Bearbeitung von komplexen Großprojekten (vgl. Spang 2016) sind selbst mehrtägige Kurse mit klassischen Planspielen nicht flexibel genug, um die Dynamik in der Projektbearbeitung für den Lernerfolg aller Beteiligten einzufangen. Besonders die dynamischen Randbedingungen und der Wechsel von Projektteammitgliedern sind in Schulungen und Planspielen ohne Softwareunterstützung nur aufwendig umzusetzen und bedürfen einer umfangreichen Vorbereitung.

An dieser Stelle soll für die Zielgruppe der KMU sowie für Forschungseinrichtungen die Projektmanagementausbildung mit Planspielen über die Simulation abgebildet werden, um die Dynamiken und den Wechsel der Datenbasis für verschiedene Szenarien integrieren zu können. Bisher ist eine Art kritische Masse von Workshopteilnehmern in Seminaren anzustreben, um bezüglich der dynamischen Faktoren einen entsprechenden Lernerfolg hervorzurufen. Mit dem Einsatz der Simulation dagegen besteht der Vorteil, dass auch alleine oder in kleinen Gruppen gelernt und Erfahrungen gesammelt werden können. Gleichzeitig können die Ergebnisse der Planung von den Projektteams bzw. den einzelnen Teilnehmern in die Simulation des nächsten Projektabschnitts eingespielt werden. Des Weiteren wird durch die direkte Kopplung der Schulungsinhalte an ein Simulationswerkzeug eine flexible Umsetzung erreicht, bei der schneller als bisher neue Beispiele eingelesen, angepasst und für den Ausbildungsbetrieb eingerichtet werden können.

Da MS-Project neben OpenProject (OpenProject 2017) oder TILOS (für Infrastrukturprojekte) eines der gängigsten Projektmanagementwerkzeuge beim Einsatz für kleine und mittlere Projekte ist, wird entsprechend der vom Fachgebiet Projektmanagement (Universität Kassel) ermittelten Kundenanforderungen die Lösung an die Standards von MS-Project angelehnt (vgl. Wenzel und Laroque 2015).

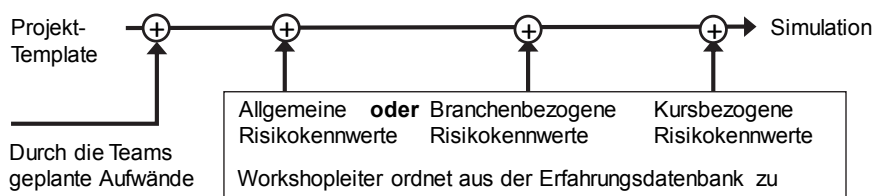
## **2 Inhalte der Erfahrungsdatenbank**

Bei der Planung von Projekten kommt es trotz aller Sorgfalt immer wieder zu nicht eingeplanten Herausforderungen mit extra Aufwänden, die über Nachträge aufwendig eingesteuert werden müssen. Aus diesem Grund sollen die Erfahrungen vergangener Projekte für die Planung von zukünftigen Projekten in Form von Risikokennwerten ermittelt und abgelegt werden. Unter Risikokennwerten wird in diesem Zusammenhang verstanden, welche Ursachen innerhalb einzelner Projektvorgänge zu Nachträgen gegenüber dem Angebot und somit zu Kosten- oder Zeiterhöhungen geführt haben. Durch die Kennwerte kann ein Risikofaktor gewonnen werden, der auf die zugehörigen Vorgänge bei der Planung von weiteren Projekten angewendet wird. Diese Ursachen mit den häufigsten Veränderungen für Kosten oder Zeit sind eine Grundlage, um auf branchennahe Projektinhalte zu schließen. So kann beispielsweise von der Erkundungsphase für Eisenbahntrassen auf die Erkundungsphase bei der Durchführung anderer Infrastrukturprojekte geschlossen werden, sollten noch keine Daten in der Datenbank vorliegen.

Am Fachgebiet Projektmanagement der Universität Kassel wurde in der Vergangenheit für Drittmittelgeber eine Analyse von abgeschlossenen Infrastrukturprojekten zur Aufstellung von Risikokennwertkatalogen durchgeführt. Dabei wurden die Ursachen

für Verzögerungen im zeitlichen Ablauf oder/ und zur Erhöhung der Kostenstruktur für über 100 Infrastrukturprojekte ausgewertet. Diese Ergebnisse über die ermittelten Risikokennwerte fließen in aggregierter Form in eine Erfahrungsdatenbank ein, die während der Simulation für die realitätsnahe Gestaltung des Beispielprojektverlaufs herangezogen wird.

Die Modifikationen aus der Erfahrungsdatenbank werden dem Projekt durch den Workshopleiter schrittweise zugeordnet. Auf der Basis eines Templates für den Projektablauf aus MS-Project werden später durch die Workshopeteilnehmer die geplanten Zeiten und Kosten hinterlegt. Grundsätzlich gibt es für die Zuordnung der Erfahrungen und Risikokennwerte auf der Simulationsseite drei Möglichkeiten (Abb. 1): Wenn für die Branche, in der das Simulationsprojekt durchgeführt wird, keine Datenbasis vorliegt, könnte auf sehr allgemeine branchenübergreifenden Risikokennwerte zurückgegriffen werden. Liegen, wie im gewählten Beispiel, Daten aus der Branche vor, können für den jeweiligen Vorgang die Verzögerungen und Kostenerhöhungen gezielt über die Ursachen zugeordnet werden. Zusätzlich kann der Workshopleiter für den Kurs manuell eine zusätzliche Modifikation einzelner Vorgänge einspielen. Diese kann bestehende Kennwerte ersetzen (absolute Modifikation) oder verändern (relative Modifikation).



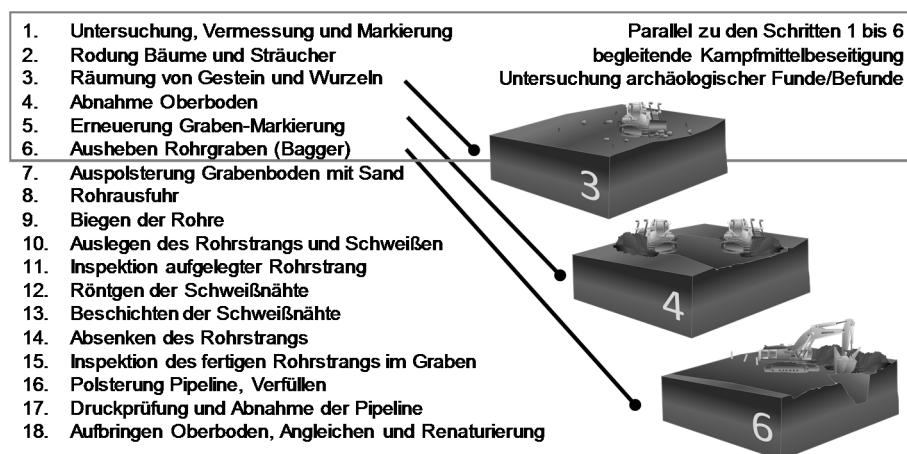
**Abbildung 1:** Zuordnung von Risikokennwerten in das Projekttemplate

Insgesamt gibt es so neben dem geplanten Zustand über die branchenspezifischen Kennwerte eine Modifikation von Laufzeit und Kosten, die zusätzlich für spezielle Herausforderungen des Kursinhaltes ergänzt werden kann.

### 3 Beispiel: Verlegen einer Pipeline

Für das erste Simulationsbeispiel wird das Verlegen einer Pipeline über Land realisiert, weil dieses für die verschiedenen Zielgruppen der Projektmanagementworkshops eine ausreichende Komplexität gewährleistet, aber trotzdem mit seinen fachlichen Inhalten ohne Vorkenntnisse einfacher zu verstehen ist, wie die meisten anderen Beispiele aus dem Bereich Infrastrukturprojekte. So ist die Planung einer Autobahn oder einer ICE-Trasse deutlich komplexer. Für das Verlegen der Pipeline existieren trotz des überschaubaren Prozesses verschiedene Wahlmöglichkeiten, um mögliche Optionen bei der Planung durch die Teams berücksichtigen zu können. Im ersten Schritt werden Querungen von Flüssen, Straßen oder Eisenbahntrassen nicht abgebildet. Eine weitere Ergänzung mit begleitender Erweiterung der Simulationsbausteine und Projektplan-Templates ist in der Planung. Die Arbeit an Steigungen und Gefällstrecken, an denen das Verlegen der Pipeline mit zusätzlichen Arbeitsschritten zu erfolgen hat, wird vereinfacht abgebildet. Das bedeutet, die Schritte der Pipeline

(Abb. 2) werden von der Vermessung, dem Verlegen und Schweißen der Pipeline-segmente bis zu den abschließenden Tests und der Renaturierung durchgeführt.



**Abbildung 2:** Auszug aus den Schritten der Pipelineverlegung (vgl. INGAA 2017)

Entlang der Bauabschnitte der Pipeline werden Höhenprofile hinterlegt, damit die Linienelemente im Simulationsmodell eine Steigung oder ein Gefälle aufweisen und bei einer späteren 3D-Visualisierung einen übersichtlichen Blick auf die Streckenführung erlauben. Des Weiteren findet die Markierung von Wald- und Freiflächen entlang der Pipeline entweder durch die Teams statt (in einem komplexeren zweitägigen Workshop) oder in der vereinfachten Anwendung sind diese Optionen durch den Workshopleiter voreingestellt. In einem solchen Fall wird eine feste Strecke im Projektbeispiel durchlaufen. Dabei kann, um die Teams herauszufordern und Variationen hervorzurufen, entweder jedes Team genau die gleiche Strecke und die gleichen Bedingungen (bspw. Produktionsfehler in der Pipeline, Rhythmus der Pipelineanlieferung, Wetter, Proteste gegen das Pipelineprojekt oder Schwankungen in der Bodenbeschaffenheit) durchlaufen. Zum zweiten können verschiedene Strecken aber gleiche Bedingungen oder die gleiche Strecke bei verschiedenen Bedingungen geplant werden. Die Bedingungen werden entweder durch den Workshopleiter gesetzt oder durch Zufallszahlenströme bestimmt. Der Verteilungsmechanismus für die Bedingungen gewährleistet, dass verschiedene Streckenprofile trotzdem die gleichen prozentualen Anteile für z. B. Wald, Felsen oder starke Steigungen enthalten. Auf diesem Wege bleiben verschiedene Teams in ihrer Planung vergleichbar.

Damit der Workshopleiter zufälligen Störungen und Randbedingungen für die Projektteams besser setzen kann, werden Störungen komplett im Vorfeld eingerichtet bzw. erzeugt. Der Workshopleiter kann entweder das Modell (siehe Abschnitt 4) die aufgestellte Störungsliste abarbeiten lassen, oder die Liste entsprechend seiner Workshopziele und Fallbeispiele modifizieren. Dabei wird zwischen dem Setzen von Störbereichen im Kalender und dem konkreten Eintragen von festen Störzeitpunkten zu einem genauen Termin unterschieden.

#### 4 Modellaufbau

Für jeden Projektvorgang tragen die Teams in MS-Project ihre geplanten Anfangstermine sowie die Dauer ein. Diese werden beim Export aus MS-Project in das Simulationsmodell übertragen, d. h., sie dienen mit Anfangs- und Endterminen sowie den benannten Kosten als Soll-Vorgabe laut Angebot. Nach dem Einlesen dieser Projektpläne wird aus den einzelnen Vorgangsdaten der Projektpläne mittels automatischer Modellgenerierung ein Modell erzeugt, die Ressourcen zugeordnet und die Eingangsdaten zusammen mit den verschiedenen Fällen aus der Erfahrungsdatenbank eingeschrieben. Die Datenbasis dieser Erfahrungsdatenbank stützt sich auf die Analyse bereits durchgeführter Projekte, wobei die aufgetretenen Risikofaktoren zu einer prozentualen Wahrscheinlichkeit für den Eintritt einzelner Fälle umgerechnet wurden. Das fertige Simulationsmodell kann ab diesem Punkt vollständig zufallsbasiert betrieben werden, teilweise statische und teils dynamische Parameter aufweisen oder alternativ durch den Anwender gezielte Fallvorgaben erhalten. Des Weiteren stellt das Tool einen Szenariomanager zur Verfügung, in dem die gewünschten Schulungsfälle für einen Projektverlauf hinterlegt und anschließend durch den Workshopleiter für die Übungsbeispiele aktiviert werden.

Theoretisch ist denkbar mit mehreren Teams ein Simulationsmodell mit Eingangsdaten zu steuern. Im Moment laufen für die Teams getrennte Simulationsmodellinstanzen auf teilweise gleicher Eingangsdatenbasis. Die Unterschiede liegen in der Route der Pipeline und in den getroffenen Entscheidungen der einzelnen Teams.

Für den Aufbau des Simulationsmodells werden für das oben beschriebene Beispiel „Legen einer Pipeline“ die Bausteine im Simulationswerkzeug Plant Simulation erstellt. Im Wesentlichen gibt es zwei Bausteine für die Simulation der Pipeline: die Knotenpunkte, in denen sich in den Bauabschnitten die Gewerke abwechseln, und die Linienelemente zwischen diesen Punkten, an denen die Pipeline nach gleichem Projektplan und gleichen Randbedingungen gelegt werden wird. Das bedeutet, dass der Anwender die Punkte der verschiedenen Gewerke und Bauabschnitte auf der Landkarte positioniert, Projektpläne zuordnet und dass dazwischen automatisch das Linienelement „Pipeline“ positioniert wird (Abb. 3).

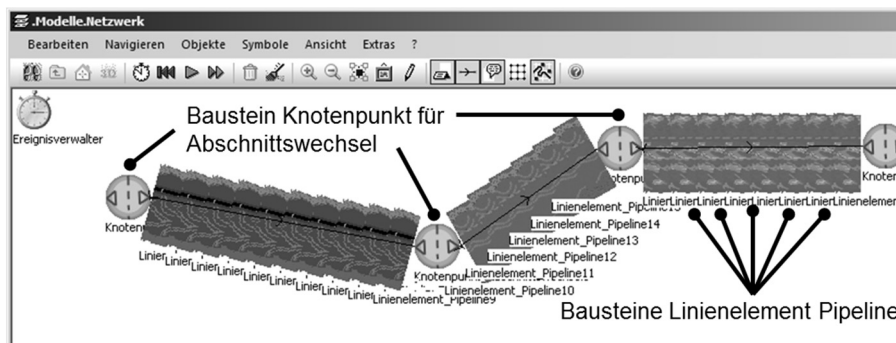


Abbildung 3: Simulationsmodell mit Knotenpunkten und Linienelement

Der Simulationsbaustein für ein Linienelement soll zwischen den Punkten für die einzelnen Bauabschnitte einen Teil des Pipeline Arbeitsstreifens abdecken. Das

Linienelement dimensioniert sich anhand der Angabe der im Arbeitsstreifen abzubildenden Pipelinelänge selbst und generiert die zugehörigen Fahrwege der Fahrzeuge. Somit wird über die automatische Skalierung gewährleistet, dass eine maßstäbliche Abbildung in Plant Simulation erfolgt, aber der Anwender keine einzelnen Straßen in das Simulationsmodell zeichnen muss.

Der Simulationsbaustein für einen Knotenpunkt, an dem die Wechsel zwischen Bauabschnitten oder Gewerken stattfinden, wird mit einem oder mehreren Vorgängern bzw. einem oder mehreren Nachfolgern sowie zur Auftragsliste des gesamten Projektes verlinkt. Im Knotenpunkt werden Plätze für die verschiedenen Fahrzeuge vorgehalten, die sich nach Abschluss eines Bauabschnitts in den nächsten Bauabschnitt bewegen, aber vor dem Start noch auf die Bearbeitung vorgelagerter Vorgänge warten müssen. Dies stellt natürlich eine Vereinfachung dar, da die Fahrzeuge sich eigentlich im letzten Linienelement aufhalten würden. Bereitstellflächen und Rohrlagerplätze werden ebenfalls im Knotenpunkt abgebildet.

Die Zuordnung der Ressourcen zu jedem einzelnen Vorgang kann über den Typ erfolgen oder über genau eine Ressource, also z. B. ein ganz bestimmtes Fahrzeug dieses Typs aus der Ressourcendatenbank. Da der Gesamtprojektplan soweit in Abschnitte heruntergebrochen wird, dass auf Bauabschnitts- und Gewerkeebene ein Plan zugeordnet werden kann, bedeutet dies für das Simulationsmodell, dass die Pipeline auf die jeweiligen Meter bezogen unterteilt werden muss. So unterscheiden sich beispielsweise die Projektpläne für freie Fläche oder Waldstreifen, auf denen eine langsamere und kostenintensivere Umsetzung aufgrund eines kleineren Arbeitsbereichs erfolgt. Ist beim Ziehen des Rohrgrabens für die Pipeline noch zusätzlich Gestein zu brechen, muss der zugehörige Projektplan durch die Teams um diese Tätigkeiten und Ressourcen ergänzt werden. Die langsamere Ausführung an steilen Hängen mit Einzelrohrverlegung und entsprechende Schweiß Tätigkeiten werden im aktuellen Modell nicht dargestellt, sondern über die erhöhten Zeiten mittels Projektplan abgebildet. Optional ist es möglich, die Planteile anhand von Ressourcenzuordnung bzw. Eigenschaften des Geländes zu aktivieren. Die Teams lernen allerdings mehr bei der manuellen Zuordnung der Ressourcen und der Aufteilung der Fahrzeuge auf die Bauabschnitte, während das Simulationsmodell versucht, mit den zugeteilten Ressourcen die anstehenden Aufgaben laut den jeweiligen Projektplänen schnellstmöglich abzuarbeiten. Das Modell liefert bei Überschreiten des Fertigstellungstermins den Teams einen Ansatzpunkt zur Überarbeitung ihrer Planung.

Das Simulationsmodell ist mit der beschriebenen Bausteinkonzeption hochflexibel, um für verschiedene Teams einen anderen Pipelineverlauf simulieren zu können. Die Abbildung der Fahrzeuge innerhalb des Linienbausteins wird für die Bagger und anderen Fahrzeuge ähnlich eines Zustandsautomaten umgesetzt (vgl. Borrmann et al. 2015 S. 200), wobei die Fahrzeuge von den Bereitstellflächen zum geplanten Einsatzort fahren, dort arbeiten oder auf den nächsten Prozessschritt warten. Optional kann bei dem Modell über die zugeordneten Ressourcen ein Arbeitszeitmodell für die Mitarbeiter bzw. für Störfälle in den Fahrzeugen hinterlegt werden.

Die Fahrzeuge melden die Ankunft am Zielort, wenn sie beispielsweise am Rohrlagerplatz oder an der richtigen Position entlang der Pipeline eingetroffen sind. Beim Abschluss eines Fahr- oder Arbeitsauftrages werden die Ergebnisse an eine zentrale Auftragsliste gesendet, die mit den Prioritäten der Teams hinterlegt ist. Die Fahrzeuge suchen automatisch die nächsten Aufträge anhand der Liste.

Die Fahrzeuge buchen sich mit angefallenen Kosten in den zugehörigen Projektvorgang ein, wobei bisher die Zustände „Arbeitend“ und „Wartend“ unterschieden werden, später sollen noch „Gestört“ und „Pause“ getrennt ermittelt werden. Die Wartezeiten an Knotenpunkten oder Bereitstellflächen werden dabei auf ein allgemeines Konto gebucht, während ansonsten die genaue Zuordnung von Projektvorgang und aktuellen Meter der Pipeline erfolgen kann. Jedes Linienelement meldet seinerseits die Ergebnisse und Fortschritte in eine Gesamtliste der Auswertungsbausteine und an den zum Projektvorgang verknüpften Simulationsbaustein „Vorgang“. Das Auswertungs- und Controllingmodul steht nur für die Workshopleitung zur Verfügung oder darf von den Teams erst in der Nachbesprechung verwendet werden. Angezeigt werden der eingangs eingestellte Planungs- und Sollstand entsprechend des Angebots sowie der tatsächlich simulierte Verlauf der Teams im Vergleich.

Der Controllingmodus läuft in den drei Dimensionen Zeit, Kosten und Qualität. Die Zeit wird auf der X-Achse aufgetragen und die Kosten auf der Y-Achse; die Qualität wird über die Z-Achse oder eine Farbcodierung realisiert. Standard ist die Darstellung von Zeit und Kosten, weil die Qualität der Pipelineverlegung mit der Maßgabe des vollständigen und geprüften Zustandes als konstant vorausgesetzt wird. Die Darstellung des Projektplans existiert in zwei Modi. Zum einen wird der Plan mit den tatsächlichen Anfangs- und Endterminen von Soll- und Ist-Vorgängen dargestellt, damit die Teams den zeitlichen Verzug betrachten können. Im zweiten Modus werden Soll- und Ist-Vorgang auf dem idealisierten Starttermin sozusagen „startterminneutral“ angezeigt, damit die Dimensionen von Zeiten und Kosten der Vorgänge im Soll/Ist-Vergleich besser deutlich werden.

## **5 Ablauf zur Workshoperstellung und -durchführung**

Ausgehend von der Aufgabenstellung wird für die Workshops ein zweistufiges Konzept vorgesehen. Dabei sind Arbeiten im Vorfeld zur Einrichtung des Simulationsmodells durch den Workshopleiter durchzuführen, und teilweise bestehen Aufgaben für die Teams während des eigentlichen Workshops. Zuerst müssen die Bausteine für das Beispiel der entsprechenden Branche vorliegen oder erstellt werden. Im Anschluss werden Musterprojektpläne erzeugt, die die korrekten Arbeitsreihenfolgen, aber noch nicht die tatsächlichen Kosten und Dauern enthalten. Das Ganze ist als eine Art Projekttemplate für die Teams zu verstehen, wenn sie die Simulation starten möchten. Die Aufgabenstellung enthält ausführlich die oben bereits vorgestellte Prozessabfolge zum jeweiligen Projekt. Zu Beginn der ein- bis zweitägigen Workshops werden die Teams gebildet und lesen sich in die Aufgabenstellung ein. Auf der Basis werden dann der Projektstrukturplan und die Abfolge in Form eines Gantt-Diagramms abgeleitet und der erforderliche Ressourceneinsatz kalkuliert. Zum Ende der Planungsphase im Workshop geben die Teams ein Angebot ab, in dem sie ihre kalkulierten Kosten und erforderliche Zeit zur Lösung der Aufgabenstellung benennen.

Der in MS-Project aufgestellte Plan kann zum Abschluss des ersten Workshopteils bereits in die Simulation eingespielt werden. Sind an dieser Stelle noch kleinere Fehler in den Listen für die Ressourcen und deren Zuordnung zu den Vorgängen, bleibt die Simulation wahrscheinlich stehen oder läuft nur sehr langsam ab. Mit diesem Feedback wird zum Ende des ersten Workshopteils eine Überarbeitung der Planung und der Angebote vorgenommen und diese anschließend fixiert.

Im zweiten Workshopteil werden die von der Workshopleitung erarbeiteten Musterpläne/-templates für die Teams bereitgestellt und dafür für jedes Simulationsintervall (hier eine Woche) die Ressourcenzuordnungen durch die Teams festgelegt. Des Weiteren haben die Teams die Zuordnung der Reihenfolge einzelner Bauabschnitte und Gewerke durchzuführen. Dies bedeutet, die einzelnen Projektpläne zwischen den beiden Punkten eines kleinen Pipelineabschnitts zu definieren. Die Simulation läuft nach Einstellung der Eingangsdaten in dem festen Intervall und die Teams sind für die Fortschrittskontrolle und das zugehörige Controlling selbst verantwortlich. Das Simulationsmodell läuft ohne Animation sehr schnell durch, damit die Teams nicht schon beim Betrachten des Modells die Fehler sehen können, die sie eigentlich durch die sorgfältige Analyse und das Projektcontrolling ermitteln sollen. Zum Ende jedes Intervalls werden die Teams die Möglichkeit haben, Änderungen in der Zuordnung, dem Ort des Ressourceneinsatzes oder der Ressourcenanzahl vorzunehmen. Gleichzeitig speichert die Simulation alle Ergebnisse des jeweiligen Teams bis zum aktuellen Zeitpunkt, diese sind somit für den Workshopleiter einsehbar und vergleichbar.

Bei dem Simulationslauf existieren zwei verschiedene Arten von Haltepunkten. Die einen sind in Abhängigkeit des vorgegebenen Intervalls und erwarten von den Teams die Eingabe der Vorgaben für das nächste Intervall. Die Simulation kann hier wieder gestartet werden. Feste Haltepunkte dagegen bilden für alle Teams eine Vorgabe, bei der sie auf die anderen Teams warten müssen, weil dann Vorgänge von außen auf die Teams einwirken (z. B. der Tausch von Teammitgliedern und die Neuordnung von Verantwortlichkeiten). Dieser Wechsel von den Teammitgliedern wird im Vorgehen ohne Simulationsunterstützung durch den Workshopleiter gezielt eingesteuert. Mit der Simulation kann ein Wechsel zu einem festen Zeitpunkt innerhalb des virtuellen Projektablaufs erfolgen, sodass die gleichen Bedingungen für alle Projektteams gesichert werden. Wenn die Teams das Projekt komplett bearbeitet haben, werden ihnen im Nachgang die Ergebnisse der anderen Teams angezeigt. Im Rahmen des Workshops werden unterschiedliche Herangehensweisen der Teams besprochen und ggf. die Simulation mit geänderten Parametern neu gestartet.

## **6 Aufbau verschiedener Lernszenarien**

Die Funktion und der Aufbau der Szenarien für Schulungszwecke richten sich nach den Kenntnissen der Workshopteilnehmer, die als Vorkenntnisse lediglich Basis MS-Project-Erfahrung mitbringen. Die Lernszenarien, die sich von einfacheren bis komplexeren Aufgabenstellungen erstrecken, können zusätzlich noch durch das Aktivieren weiterer Optionen ergänzt werden (Tab. 1). Das Aufsetzen eines neuen Lernszenarios aus bestehenden Auswahloptionen kann durch den Workshopleiter innerhalb von 15 Minuten umgesetzt werden. Zuerst läuft das Modell ohne Querungen und in einem steigungs- und gefällefremden Modus auf flacher Ebene, um erste Tests mit den Teams durchzuführen. Dann wird die Option für Waldflächen eingeschaltet, bevor Gestein beim Graben behindert. Anschließend wird die Option für besondere Arbeiten an steilen Hängen aktiviert, für die die Teams vier weitere Projektplanvarianten zu erstellen haben.



**Tabelle 1: Lernszenarien**

Lernszenario				Projektplananzahl
1	Flach	ohne Wald	weicher Boden	1
2	Flach	mit Wald	weicher Boden	2
3	Flach	mit Wald	mit Gestein	4
4	Steigungen	mit Wald	mit Gestein	8
Option 1	Wetter			
Option 2	schwankende Bodenbeschaffenheit			
Option 3	Schwankende Pipeline-Produktion	Schwankende Anlieferung		
Option 4	Austausch von Teammitgliedern			

Das Wetter und die Bodenbeschaffenheit variieren als dynamische Faktoren über die gesamte Projektlaufzeit, wenn sie aktiviert werden. So wird das zufällige Wetter in Anlehnung an hinterlegte Profile mit langanhaltenden Regenphasen die Arbeiten stärker verzögern und die Teams zu verschiedenen Zeitpunkten im Projekt vor neue Herausforderungen stellen. In der nächsten Option können beispielsweise Produktionsfehler in der Pipeline sowie der Rhythmus der Pipelineanlieferung für weitere Spannung sorgen. Der Austausch von Teammitgliedern zu einem festen Zeitpunkt im virtuellen Projekt wird gegebenenfalls ausgewürfelt, um nach dem Tausch die Kommunikation und das Teamgefüge zu testen.

Die Vorteile mehrerer Lernszenarien in Verbindung mit dem Einsatz der Simulation liegen unter anderem in der Wiederholbarkeit des Seminars, weil bei Variation der Parameter kein „Workshopjahrgang“ wie der nächste sein wird. Zusätzlich besteht die Option mit den gleichen Teams mehrere Iterationen während eines Workshops zu durchlaufen, wobei die Aufgabenstellung durch immer mehr Randbedingungen und Zufallsereignisse Schritt für Schritt schwieriger wird. Als Nebeneffekt der gezeigten Vorgehensweise muss der Workshopleiter weniger das Beispiel an sich meistern, sondern kann sich mehr auf die eigentliche Aufgabe der Moderation und Hilfestellung konzentrieren.

## 7 Fazit und Ausblick

Tests der vorgestellten Workshopabfolge mit den Lernszenarien sowie dem vorgestellten Simulationsmodell zeigen, dass es bei den Möglichkeiten des Simulationsmodells schwierig ist, den Workshopteilnehmern nicht zu viel abzunehmen. So bietet die Simulation Controllingfunktionen mit oder ohne programmierten Funktionen. Alle Funktionen mit programmierten Inhalten lassen sich durch Passworte mittels einer Benutzeranmeldung ausschalten. Wer sich allerdings mit dem Simulationswerkzeug auskennt, kann Diagramme zu Auswertungszwecken selbst einfügen. Die Lösung wäre, keine Modellvariationen außer der Streckenführung zuzulassen oder auf Runtime-Lizenzen zurückzugreifen.

In Zukunft sollen weiterhin mehr Optionen integriert werden, die mehr Variationen im Projektablauf hervorrufen, um den Herausforderungen des täglichen Projekttrainings entsprechen zu können. Außerdem liegen weitere Themen in der Umsetzung für Simulationsbausteine, wie beispielsweise zu Infrastrukturprojekten für den Bau von Eisenbahntrassen, zur Verlegung von Erdkabeln für die Energieversorgung oder für den Straßenbau. So soll die Simulationsumgebung und die Schulungen Schritt für Schritt um weitere Branchen und Anwendungsfälle erweitert werden. Der Transfer auf andere Bereiche (Sondermaschinenbau oder Planung einer Produktionslinie) ist denkbar, allerdings müssen die passenden Simulationsbausteine für die dynamische Abbildung erstellt werden.

Der Einsatz der simulationsgestützten Lernszenarien und deren Vergleich zwischen verschiedenen Teams zeigt das Potenzial, das in der Generierung von Variationen in der Aus- und Weiterbildung liegt. Gleichzeitig kommen die Teammitglieder (teilweise zum ersten Mal) mit einem Simulationswerkzeug in Kontakt und lernen dessen Einfluss auf die Absicherung von Projektplanungen kennen.

## Literatur

- Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (Hrsg.): Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden: Springer Vieweg 2015.
- Interstate Natural Gas Association of America INGAA; Fractracker: Pipeline Construction: Step by Step Guide. <https://www.fractracker.org/resources/oil-and-gas-101/pipeline-construction/>. Letzter Zugriff am 12.02.2017.
- ML Spectrum: Live Seminar mit einer Projektmanagement Simulation. <http://www.ml-spectrum.de/training-seminare-schulung-workshops/projektmanagement/projektmanagement-simulation/>. Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- OpenProject: Collaborative Project Management Software. [www.openproject.org](http://www.openproject.org). Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- PM-Simulation: Interaktive Projektmanagementsimulation. <http://www.pmsimulation.de/>. Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- proactivity: Planspiel proactivity. <http://www.proactivity.de/>. Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- Simgame: Projektmanagement Simulation. [www.simgame.de/projektmanagement-simulation-grundlagen.html](http://www.simgame.de/projektmanagement-simulation-grundlagen.html). Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- Simultrain: Projektmanagementsimulator für Projektmanagementtrainings. [www.simultrain.com](http://www.simultrain.com). Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- Spang, K. (Hrsg.): Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg 2016.
- Topsim: Planspiel Lösungen. [www.topsim.com/de/standard-planspiele.html](http://www.topsim.com/de/standard-planspiele.html). Letzter Zugriff am 14.02.2017.
- Wenzel, S.; Laroque, C. (Hrsg.): Schlussbericht zum Projekt simject - Simulationsgestütztes logistikintegriertes Projektmanagement im Anlagenbau. Kassel: Universitätsbibliothek Kassel, 2015.