

Konzeptpapier – Train Manager Module (TMM)

vorläufiger Entwurf (Schritt 0021c)

1 Inhalts- und Abbildungsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

1 Inhalts- und Abbildungsverzeichnis.....	1
2 Bereits im Konzeptpapier – Basismodul erschienen.....	1
3 Einleitung.....	3
3.1 Ergebnisse des "Rollercoaster"-Projektes von 2008.....	3
3.2 Modellierung der Gleisanlage.....	4
3.2.1 Klassendiagramm für Gleise und Weichen.....	6
3.3 Fahrzeuge.....	6
3.3.1 Klassendiagramm für Fahrzeuge.....	8
3.3.2 Spezifische Fahrzeug-Prototypen.....	8
3.3.2.1 SrrWagon2axA.....	9
3.4 Züge.....	9
4 Die Beispiel-Gleisgeometrie.....	11
4.1.1 SrrTrackGeometryABI.....	12
4.1.2 SrrTrackSectionA.....	13
4.1.3 SrrTurnout(Left/Right)A.....	13
5 Anhang.....	14
5.1 Nähere Informationen über die SRR-Objekte von SRR v0.01 – Train Manager Module.....	14
5.1.1 SrrBasicTrackSection – Basic Track Section.....	14
5.1.2 SrrSwitchB – N-Way Switch.....	14
5.1.3 SrrBasicTurnout2Way – Basic 2-Way Turnout.....	14
5.1.4 SrrTransformationA (Versuchsstadium).....	14
5.1.5 SrrAxle (Versuchsstadium).....	14
5.1.6 SrrVehicleDriveBasic (Versuchsstadium).....	15
5.1.7 SrrWagon2axA (Versuchsstadium).....	15

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellierung der Gleisanlage als Doppelpunktgraph.....	5
Abbildung 2: Klassendiagramm für Gleise und Weichen.....	6
Abbildung 3: Klassendiagramm für Fahrzeuge.....	8
Abbildung 4: Transformationen eines SrrWagon2ax.....	9
Abbildung 5: Züge, Zugsteile, Fahrzeuge und Module.....	11
Abbildung 6: Die "ABI" Gleisgeometrie.....	13
Abbildung 7: Die 30° - Weichengeometrie.....	14

2 Bereits im Konzeptpapier – Basismodul erschienen

- Das Gesamtkonzept und die Architektur

- Begriffe
- SRR v0.01
- Grundlegende Konzepte
- Das SRR Framework im Überblick

3 Einleitung

Das SRR Framework enthält folgende Komponenten, die bei der Implementierung einer SrrTrains Anlage oder eines SrrTrains Modells verwendet werden

- SRR Controller
- Modulkoordinator
- SRR Objekte

Der SRR Controller und der Modulkoordinator sind nun modular¹ aufgebaut. Beide bestehen aus

- einem Basismodul
- einem Train Manager Modul
- eventuell in Zukunft weiteren Modulen

SRR Objekte, die nichts mit Zügen und Gleisen zu tun haben, funktionieren auch mit einem Modulkoordinator, der nur aus dem Basismodul besteht.

Modulkoordinatoren, die nur aus dem Basismodul bestehen, benötigen auch nur das Basismodul des SRR Controllers.

Die SRR Objekte hingegen, um die es in diesem Konzeptpapier geht, benötigen einen Modulkoordinator mit Train Manager Modul und dieser wiederum benötigt einen SRR Controller mit Train Manager Modul.

3.1 Ergebnisse des "Rollercoaster"-Projektes von 2008

- Die Gleisanlage wird durch einen Doppelpunktgraphen entsprechend der Dissertation von Daniel Hürlimann (ETH Zürich) modelliert
- Jede Achse wird unabhängig von den anderen Achsen über die Gleisanlage bewegt. Basis dafür ist das *deltaEss*-Ereignis, das jeder Achse bei jedem Frame gesendet wird
- Jede Achse hat eine Transformations-Eigenschaft (Position und Orientierung), die mit jedem Bild neu berechnet wird
- Position und Orientierung der Fahrzeuge wird von Position und Orientierung der Achsen abgeleitet
- Jede Kante des Doppelpunktgraphen hat auch *geometrische Eigenschaften*, die es ermöglichen, Position und Orientierung aller Achsen basierend auf deren Eigenschaften *ess*, *parentEdge*, *isAtoB* und *inverse* zu berechnen:
 - *ess* ist der momentane Ort der Achse relativ zur Elternkante, gemessen in Metern Abstand vom "A"-Knoten.
 - *parentEdge* ist die momentane Elternkante der Achse
 - *isAtoB* gibt an, ob *deltaEss* zu *ess* addiert oder davon subtrahiert werden muss (die

¹ Der Begriff *Modul* wird in SrrTrains mehrfach verwendet

- Module als Teile von SrrTrains Anlagen – diese werden vom sog. Modulautor bereitgestellt
- Module des SRR Controllers und des Modulkoordinators – diese sind Teile des SRR Framework

"Vorwärtsrichtung des Zuges" zeigt "von A nach B" oder "nicht von A nach B")

- **inverse** gibt an, ob die Achse relativ zum Fahrzeug/Zug in "Vorwärtsrichtung" montiert ist oder nicht. Das ist dann wichtig, wenn die Rotation der Achse sichtbar wird oder wenn die Graphik der Achse nicht spiegelsymmetrisch aufgebaut ist.
- Weichen werden durch **Switch**-Objekte modelliert (genau genommen SrrSwitchB-Objekte), die als Kinder von Knoten des Doppelpunktgraphen auftreten. Die **actualState**-Eigenschaft der **Switch**-Objekte dient als Basis der Wegefindung der Achsen durch den Doppelpunktgraphen.

3.2 Modellierung der Gleisanlage

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel eines Doppelpunktgraphen, wie er verwendet wird, um eine Gleisanlage zu modellieren.

Dabei gelten folgende Regeln:

- Jede Kante referenziert zwei Endknoten, **Knoten "A"** und **Knoten "B"**
- Jeder Knoten hat genau einen Nachbarknoten
- Jeder Knoten referenziert 0, 1 oder mehrere Kanten
- Wenn ein Knoten auf mehr als eine Kante zeigt, enthält er einen **Schalter(Switch)** für die Weiche

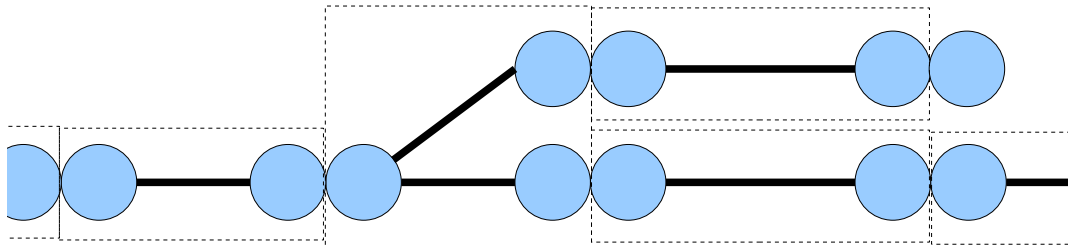


Abbildung 1: Modellierung der Gleisanlage als Doppelpunktgraph

Der Doppelpunktgraph wird mit Hilfe der SRR-Objekte **SrrTrackNode** und **SrrTrackEdge** aufgebaut.

Kanten und Knoten werden durch die übergeordneten Elemente **Gleisabschnitt** und **Weiche** organisiert (siehe die gestrichelten Kästchen in Abbildung 1). **Gleisabschnitt** und **Weiche** werden zur Zeit durch die Prototypen **SrrBasicTrackSection** und **SrrBasicTurnout2Way** realisiert.

Mit SRR wird auch eine **Beispiel-Gleisgeometrie** veröffentlicht, die durch eine andere ersetzt werden könnte. Diese Gleisgeometrie stellt Prototypen zur Verfügung, die bereits die graphische Repräsentation von Schienen und Weichen enthalten und einfach in einem Modul vom Modulautor

instanziiert werden können (sie sind also statische Modelle, eben Gleis- und Weichenmodelle).

3.2.1 Klassendiagramm für Gleise und Weichen

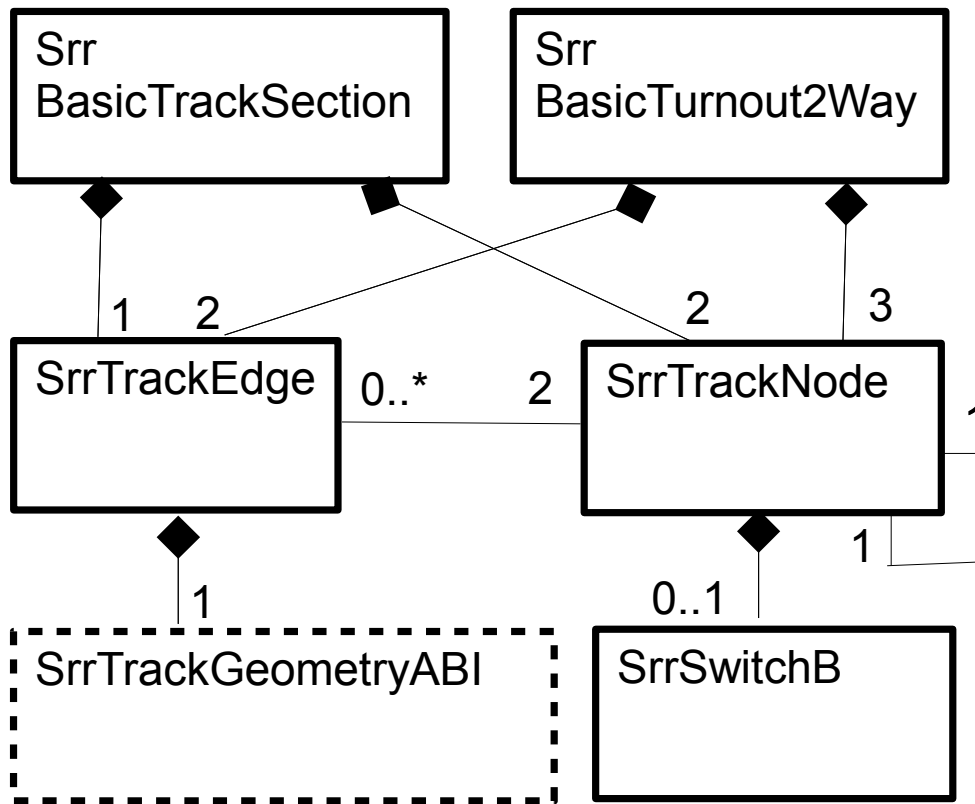


Abbildung 2: Klassendiagramm für Gleise und Weichen

Abbildung 2 zeigt die Beziehungen der SRR-Objekte, die benötigt werden, um eine Gleisanlage zu modellieren. **SrrTrackGeometryABI** ist gestrichelt umrandet, da dieser Prototyp eigentlich kein SRR-Objekt ist, sondern ein Teil der **Beispiel-Gleisgeometrie**.

Der Endbenutzer (Modulautor) muss nicht alle Details dieses Diagramms kennen, da es genügt, die statischen Modelle der **Beispiel-Gleisgeometrie** zu benutzen, um Gleise und Weichen anzulegen

Anmerkung: Dreiwegweichen sind noch nicht realisiert.

3.3 Fahrzeuge

Fahrzeuge werden mit Hilfe folgender SRR Objekte realisiert

- Achsen
- Antriebe
- Führerstände

Wenn Achsen im "Laufachsenmodus" sind, berechnen sie ihren Winkel entsprechend des deltaEss

Ereignisses, ansonsten gibt der Antrieb den Winkel für alle seine Achsen vor – damit kann man auch ein Schleudern beim Anfahren und ein Blockieren der Achsen beim Bremsen simulieren.

Antriebe synchronisieren sich mit Hilfe von Netzwerk-Sensoren, um in allen Szeneninstanzen dieselbe Winkelgeschwindigkeit darzustellen, die Stellung der Achsen (Treibstangen!) wird NICHT synchronisiert.

Führerstände liefern den Input für die Antriebe (z.B. die Schaltstufe) und geben Rückmeldungen der Antriebe aus (z.B. Tachometer). Antriebe und Führerstände können auf Zugesebene miteinander "verdrahtet" werden.

Auch ein Waggon kann einen Antrieb enthalten (einen "basic vehicle drive", der unter anderem zum "Schieben des Fahrzeuges per Hand" verwendet wird)

3.3.1 Klassendiagramm für Fahrzeuge

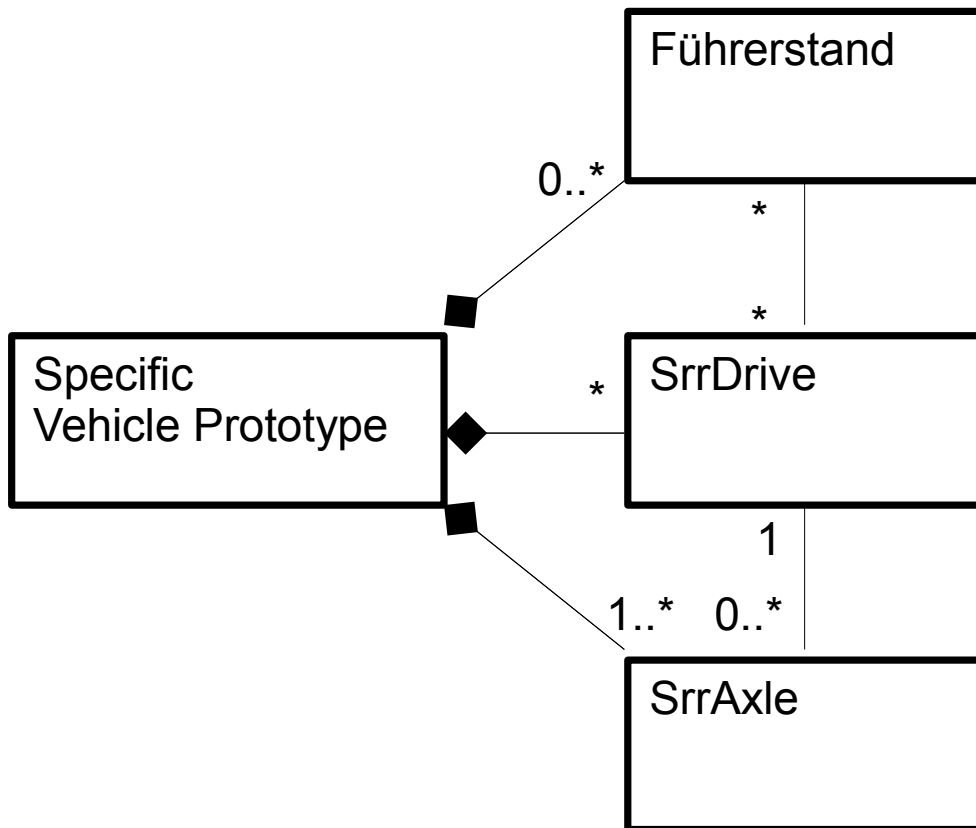


Abbildung 3: Klassendiagramm für Fahrzeuge

Abbildung 3 zeigt die Beziehungen der SRR-Objekte, die benötigt werden, um ein Fahrzeug zu modellieren.

3.3.2 Spezifische Fahrzeug-Prototypen

Die spezifischen Fahrzeug-Prototypen sind SRR Objekte, die die Achsen, Antriebe und Führerstände zu spezialisierten Fahrzeugen zusammenfügen, um es dem Modellautor zu erleichtern, ein SrrTrains Fahrzeug-Modell zu erstellen.

Zur Zeit gibt es folgende spezifische Fahrzeug-Prototypen

- SrrWagon2axA

Spezifische Fahrzeug Prototypen funktionieren in drei verschiedenen Situationen

- alleinstehendes Fahrzeug – der User hat das File des Modells direkt geöffnet
- statisches Modell – ein Modul hat den Fahrzeugprototypen statisch instanziiert und mit modParam initialisiert

- dynamisches SrrTrains Modell – eine Anlage hat das Fahrzeug mit Hilfe der Mechanismen des Train Manager Moduls geladen und auf die Gleise gesetzt

3.3.2.1 SrrWagon2axA

SrrWagon2axA ist ein zwei-achsiger Waggon, der aus den beiden Transformationen der Achsen eine Transformation für den Waggon berechnet – das Modell nimmt alle drei Transformationen entgegen um die Achsen und den Waggon am richtigen Ort und mit der richtigen Orientierung darzustellen.

Dabei gelten folgende geometrische Zusammenhänge:

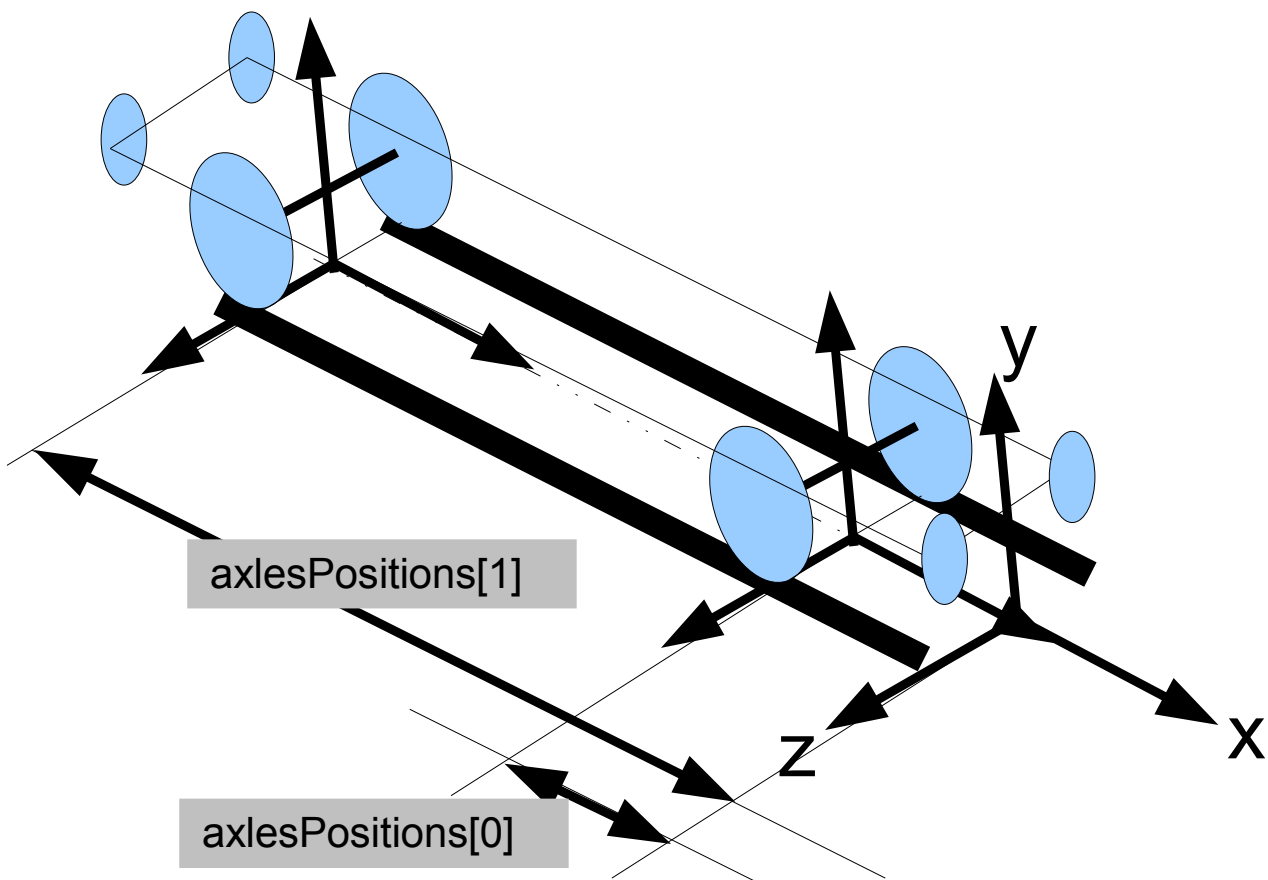


Abbildung 4: Transformationen eines SrrWagon2ax

Die Werte `axesPositions[0]` und `axesPositions[1]` (sowie der Wert `length` – Länge über Puffer) werden vom Modellautor vorgegeben, die Transformationen des Waggons und der Achsen werden daraus berechnet. Wenn der Waggon alleinstehend oder als statisches Modell verwendet wird, liegt die vordere Pufferebene wie in der Zeichnung über dem Ursprung, bei einem Waggon, der auf den Schienen steht, ergeben sich die Transformationen aus den `ess`-Eigenschaften der Achsen.

Der Modellautor muss die Transformationen an `<Transform>`-Knoten weitergeben, die im Modell enthalten sein müssen.

3.4 Züge

Züge bestehen in SrrTrains aus Fahrzeugen:

Es gibt kein Fahrzeug, das keinem Zug zugeordnet ist. Auch ein alleinstehender Waggon ist in SrrTrains ein Zug.

Jeder Zug und jedes Fahrzeug sind einem Modul zugeordnet. Wenn ein Zug über eine Modulgrenze fährt, können eine Zeit lang die vorderen Fahrzeuge des Zuges bereits dem neuen Modul zugeordnet sein, wobei die hinteren Fahrzeuge noch dem alten Modul zugeordnet sind. Der Zug besteht dann aus zwei (oder mehr) **Zugsteilen**.

Das Zug-Objekt und das Zugteil-Objekt sind unsichtbare Objekte, welche hauptsächlich den Zweck haben, die Kraftanteile F (*eff*) aller Antriebe und eventuelle Impuls-Sprünge (Stöße Δp) der Höhe Δs (*deltaPee*) zu sammeln, um stets einen Wert für die aktuelle Geschwindigkeit des Zuges errechnen zu können (*vau*). Aus *vau* wird dann zu jedem gerenderten Frame der Wert Δs (*deltaEss*) errechnet, der an die Achsen weitergegeben wird, um diese über die Gleisanlage zu bewegen (diese vereinfachte Berechnung ignoriert die unterschiedliche Länge von Sekante und Gleisbogen im gebogenen Gleisstück).

Das **Achs-Objekt** ist das Objekt, das das Fahrzeug mit dem Gleis verbindet und aus der Position und Orientierung der Achsen wird in weiterer Folge die Position und Orientierung der Fahrzeuge bei jedem Frame neu errechnet.

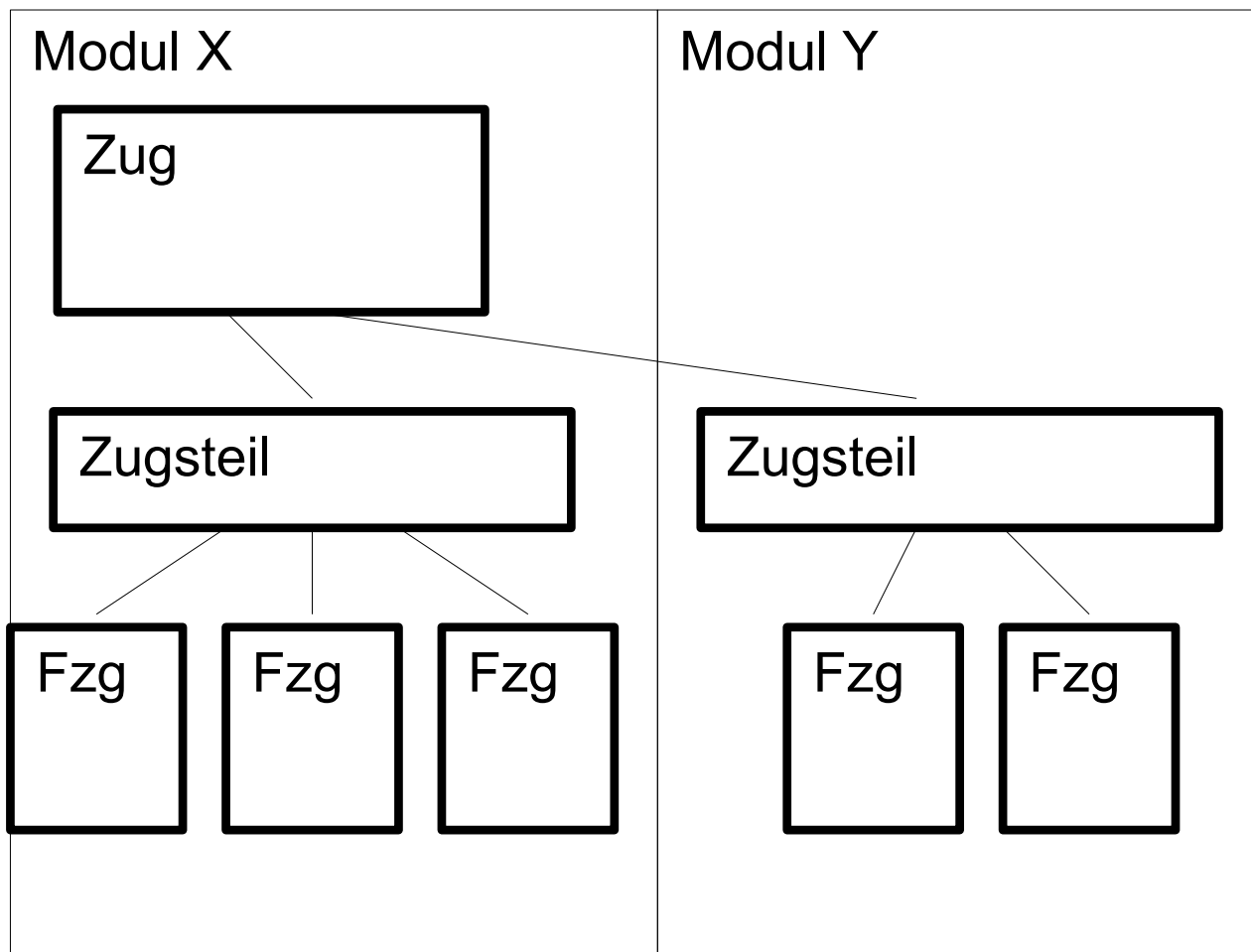


Abbildung 5: Züge, Zugteile, Fahrzeuge und Module

4 Die Beispiel-Gleisgeometrie

Die Gleisgeometrie von SRR folgt den Ergebnissen des „Rollercoaster“-Projektes. Aufgrund einiger Rückmeldungen von potentiellen Usern ist es jedoch zu wenig, eine Gleisanlage aus **geraden Stücken und Kreisbögen** zusammensetzen. Vielmehr wurde gefordert auch Übergangsbögen modellieren zu können.

Aus diesem Grund wurde entschieden, die „Gleisgeometrie ABI“ nicht als unveränderlichen Bestandteil von SRR zu belassen, sondern ein abstrakteres Interface zur Verfügung zu stellen welches erst durch eine konkrete Gleisgeometrie zu einem für den Endbenutzer brauchbaren Interface adaptiert wird.

Die „Gleisgeometrie ABI“ wird als ein Beispiel einer solchen Gleisgeometrie mitveröffentlicht, kann aber durch eine andere Geometrie (*z.B. parabolische Modellierung*) ersetzt/ergänzt werden.

Gleichzeitig werden *einige statische Modelle* veröffentlicht, welche direkt in einem Modul verwendet werden können, um Gleise und Weichen zu erzeugen.

4.1.1 SrrTrackGeometryABI

Jede Gleiskante (SrrTrackEdge) besitzt geometrische Eigenschaften, die es ermöglichen:

- eine graphische Repräsentation des Gleises während der Initialisierung zu berechnen
- für jede Achse zu jedem Frame eine neue Transformation zu berechnen, die aus folgenden 4 Vektoren besteht:
 - translation
 - forward
 - up
 - right

SrrTrackGeometryABI bietet genau diese 2 Funktionen für die *Beispiel-Gleisgeometrie*, in der Kurven- und Geradenstücke durch je 3 Punkte (Ortsvektoren) und zwei Normalenvektoren definiert sind.

Die Eckpunkte der „ABI“-Gleisgeometrie sind in folgendem Bild anschaulich gemacht. Dabei sind

- vectorA.....der Ortsvektor des Startpunktes
- vectorB.....der Ortsvektor des Endpunktes
- vectorI.....der Ortsvektor eines Zwischenpunktes
- normalA.....ein Normalvektor am Punkt A
- normalB.....ein Normalvektor am Punkt B

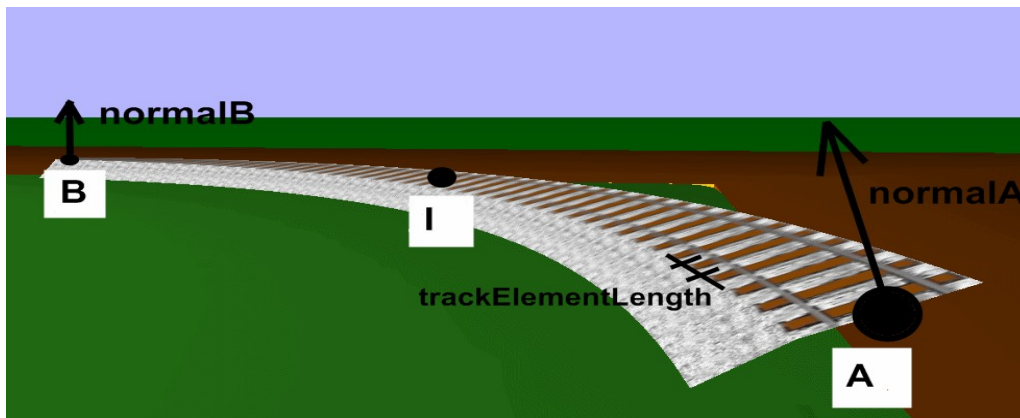


Abbildung 6: Die "ABI" Gleisgeometrie

4.1.2 SrrTrackSectionA

SrrTrackSectionA ist ein statisches Modell zur Erzeugung eines Gleistückes und verwendet einen SrrTrackGeometryABI Knoten, einen SrrTrackEdge Knoten und zwei SrrTrackNode Knoten, um damit einen SrrBasicTrackSection Knoten zu initialisieren.

Die geometrischen Parameter, die während der Initialisierung von SrrTrackGeometryABI geliefert werden, werden in eine graphische Repräsentation ähnlich einem Märklin M-Gleis umgesetzt.

4.1.3 SrrTurnout(Left/Right)A

SrrTurnout(Left/Right)A verwendet zwei SrrTrackGeometryABI Knoten, zwei SrrTrackEdge Knoten und drei SrrTrackNode Knoten sowie einen SrrSwitchB-Knoten, um damit einen SrrBasicTurnout2Way Knoten zu initialisieren und somit eine Weiche zu realisieren.

Die geometrischen Parameter, die während der Initialisierung der beiden SrrTrackGeometryABI Knoten geliefert werden, werden in eine graphische Repräsentation ähnlich einem Märklin M-Gleis umgesetzt.

Weiters wird die graphische Repräsentation des Weichenhebels samt Touch-Sensor in diesem Prototypen definiert.

Die jeweils 5 Vektoren für die SrrTrackGeometryABI Knoten werden aus den 3 Parametern A (Weichenspitze), B0 (Endpunkt des geraden Zweiges) und R (Radius) berechnet, es wird ein Abzweigwinkel von konstant 30° angenommen.

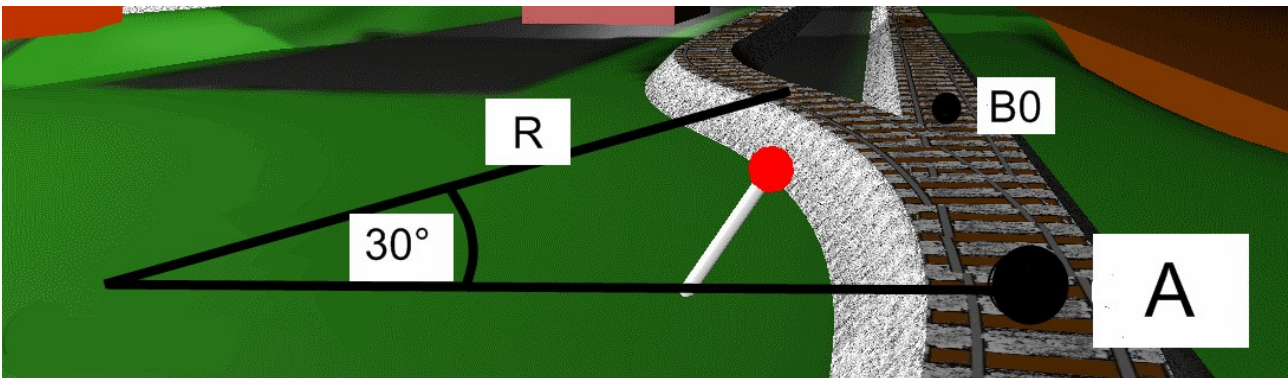


Abbildung 7: Die 30° - Weichengeometrie

5 Anhang

5.1 Nähere Informationen über die SRR-Objekte von SRR v0.01 – Train Manager Module

5.1.1 SrrBasicTrackSection – Basic Track Section

Dieses SRR-Objekt orchestriert zwei SrrTrackNode Knoten und einen SrrTrackEdge Knoten und liefert damit die Basis für alle Gleisabschnitte mit beliebigen Gleisgeometrien.

5.1.2 SrrSwitchB – N-Way Switch

Dieses SRR-Objekt liefert die Basis für einen Weichenschalter (2-Weg-Weichen und 3-Weg-Weichen).

5.1.3 SrrBasicTurnout2Way – Basic 2-Way Turnout

Dieses SRR-Objekt orchestriert drei SrrTrackNode Knoten und zwei SrrTrackEdge Knoten und liefert damit die Basis für alle 2-Weg-Weichen mit beliebigen Gleisgeometrien.

5.1.4 SrrTransformationA (Versuchsstadium)

Dieser Prototyp (der streng genommen kein SRR-Objekt ist) liefert die Basis, um die Transformation einer Achse vom "Gleisgeometrie"-Knoten an den Benutzer des SrrAxle-Knotens (also das Modell des Fahrzeuges) zu liefern. Der Modellautor muss diese Transformation verwenden, um die Achse darzustellen.

Die spezifischen Fahrzeug-Prototypen verwenden die Transformationen der Achsen, um daraus die Transformation des Fahrzeugs zu berechnen, welche wiederum vom Modellautor verwendet wird, um das Fahrzeug darzustellen.

5.1.5 SrrAxle (Versuchsstadium)

Dieses SRR-Objekt bietet die Basis, um jedwede Achse eines Modells (Fahrzeuges) zu modellieren.

Dieser Prototyp erhält vom Zug das "deltaEss"-Ereignis und löst dadurch die Fortbewegung des Fahrzeuges aus.

5.1.6 SrrVehicleDriveBasic (Versuchsstadium)

Jedes Fahrzeug (Vehicle) enthält neben einer beliebigen Anzahl von Achsen auch eine beliebige Anzahl von Antrieben. VehicleDriveBasic wird vom SRR-Objekt SrrVehicle automatisch angelegt und bietet grundlegende Antriebsarten (z.B. manuelles Schieben eines Fahrzeuges).

5.1.7 SrrWagon2axA (Versuchsstadium)

Dieses SRR-Objekt (ein sog. spezifischer Fahrzeug-Prototyp) orchestriert 2 SrrAxle-Objekte und ein SrrVehicle-Objekt, um damit einen 2-achsigen Waggon zu instrumentieren.