

**Ganzheitliche Planung und Optimierung der
Betriebsabläufe des Endlagers Konrad mithilfe
eines diskreten Zeitereignis-Simulationstools**

Jost Kolb, DBE
Dr. Philip Harding, DBE (ANÜ)

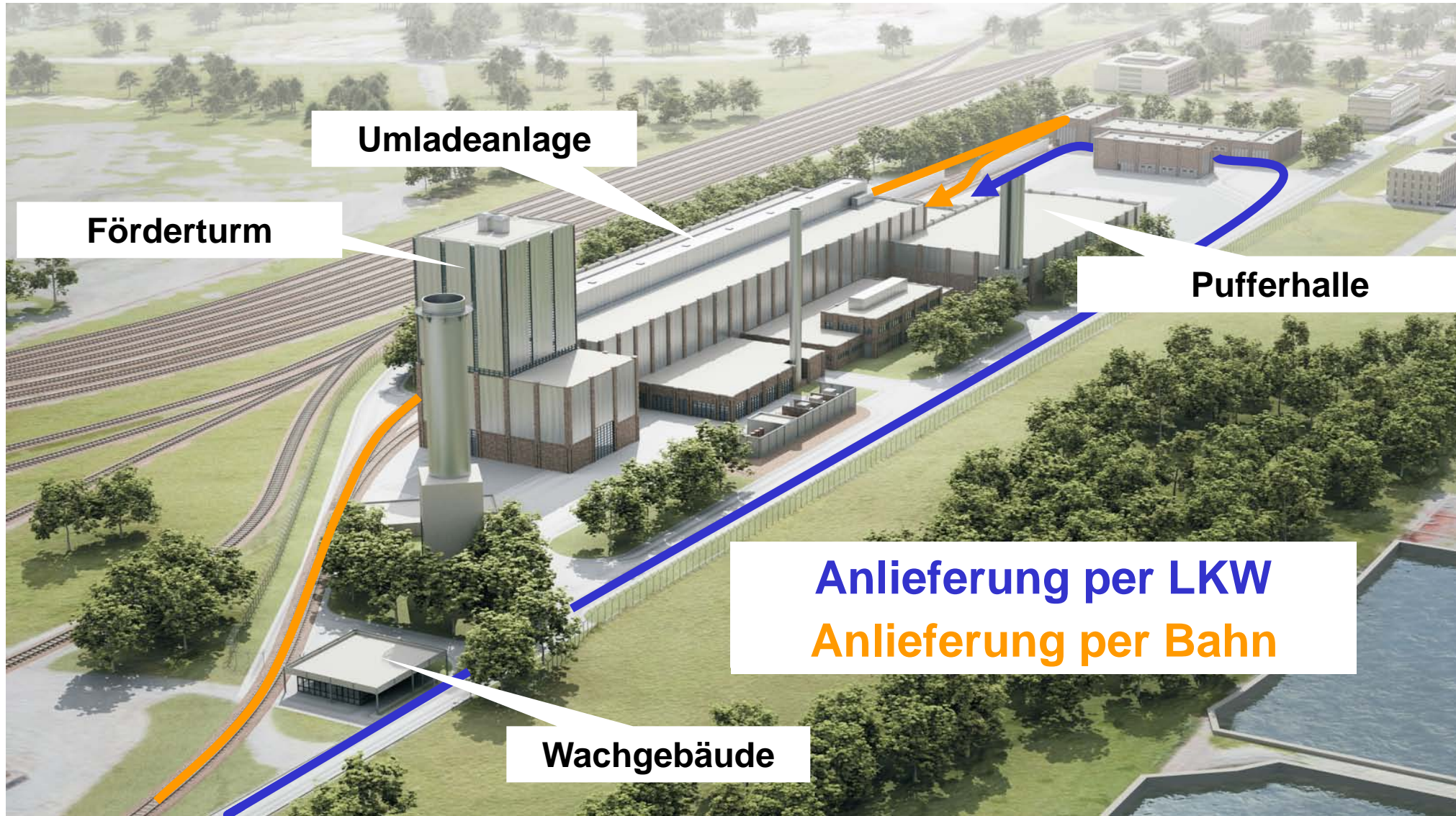
09.03.2017

BETRIEBSABLAUF UND AUFGABENSTELLUNG

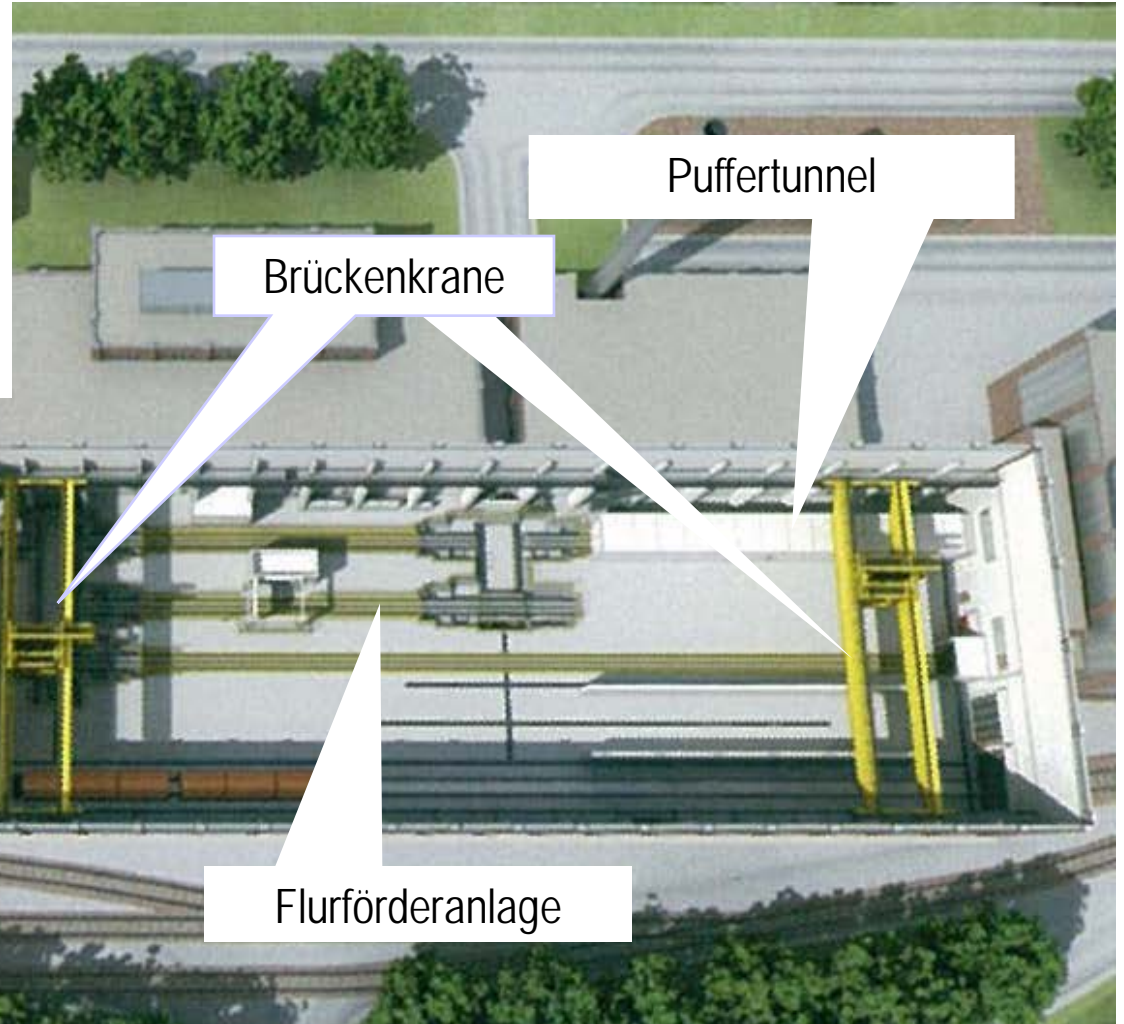
LÖSUNGSANSATZ

AUSWERTUNG

Projekt Errichtung Konrad



www.dbe.de



Trocknungsanlage LKW

Trocknungsanlage Waggon

Brückenkrane

Puffertunnel

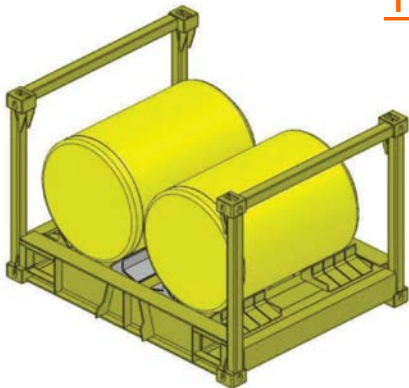
Flurförderanlage

Aufgabenstellung

(1) Untersuchung des Anlagenverhaltens im Hinblick auf den Anlagendurchsatz

- **Ermittlung der max. Annahmekapazität** pro Tag bei einschichtigem Betrieb
- **Überprüfung/Absicherung der Einlagerungsleistung** von im Jahresmittel 17 TE/d im Einschichtbetrieb (\equiv Einlagerung von max. 3400 TE bei 200 Einlagerungstagen gem. PfB)

Transporteinheiten (TE)



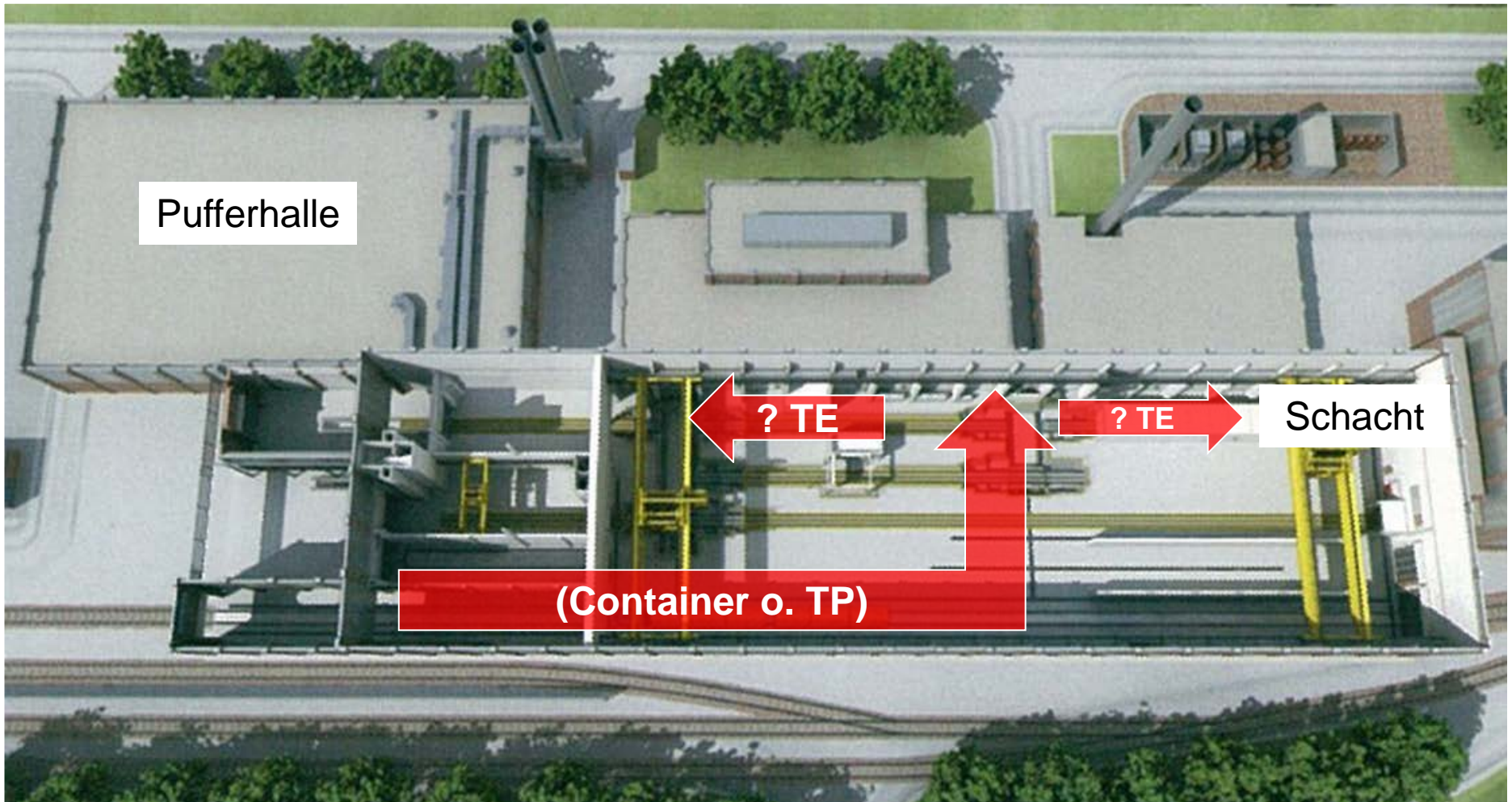
Tauschpaletten



Konrad-Container

Projekt Errichtung Konrad

Anlagendurchsatz: Wie viele Transporteinheiten (TE) können der Pufferhalle oder dem Schacht zugeführt werden, wie viele können endgelagert werden?



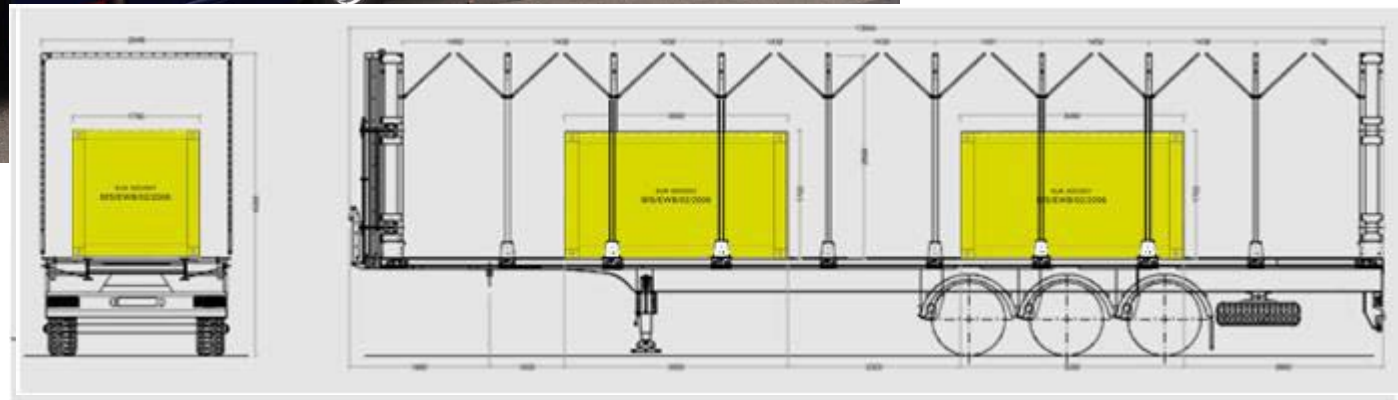
www.dbe.de

Projekt Errichtung Konrad

Transportkonzept LKW: Sattelaufleger mit zwei Konrad-Containern beladen



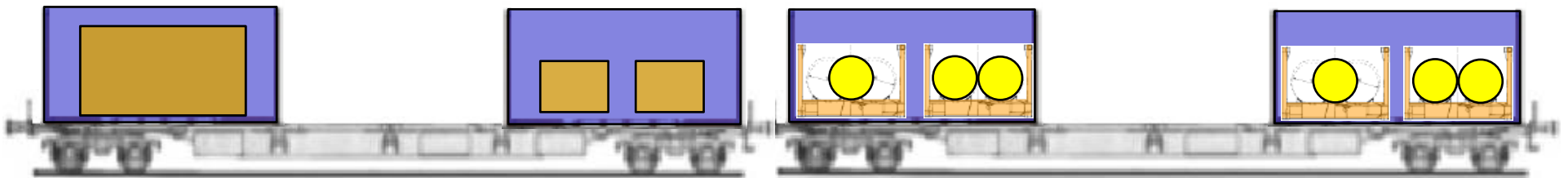
Quelle: SIEMENS/Daher-NCS



www.dbe.de

Projekt Errichtung Konrad

Transportkonzept Bahn: Containerflachwagen Sgns mit zwei 20' open-all-Containern

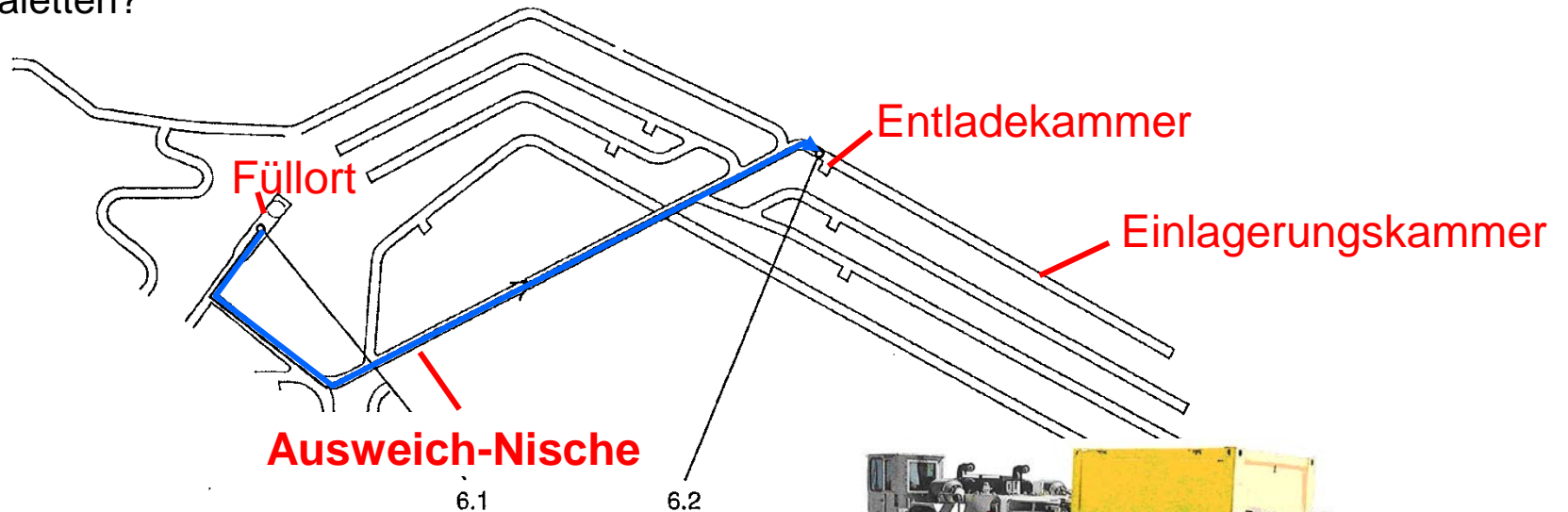


www.dbe.de

Aufgabenstellung

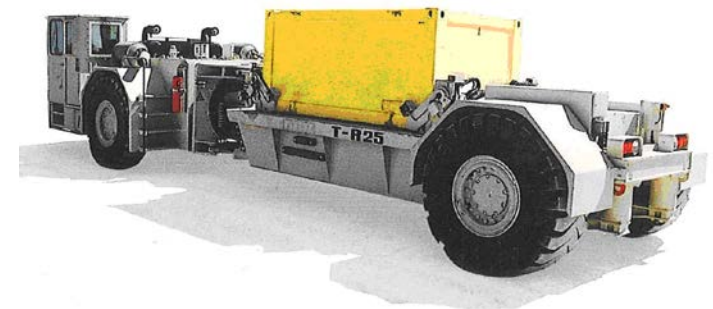
(2) Optimierung des Betriebsablaufs d. Konkretisierung der Prozessabläufe

- Was sind die optimalen Belegungen der Plateauwagen auf der Flurförderanlage?
- Wo ist die optimale Position der Transportwagenausweichnische / Abstellposition für Tauschpaletten?



6.1 Be- und Entladeposition Transportwagen

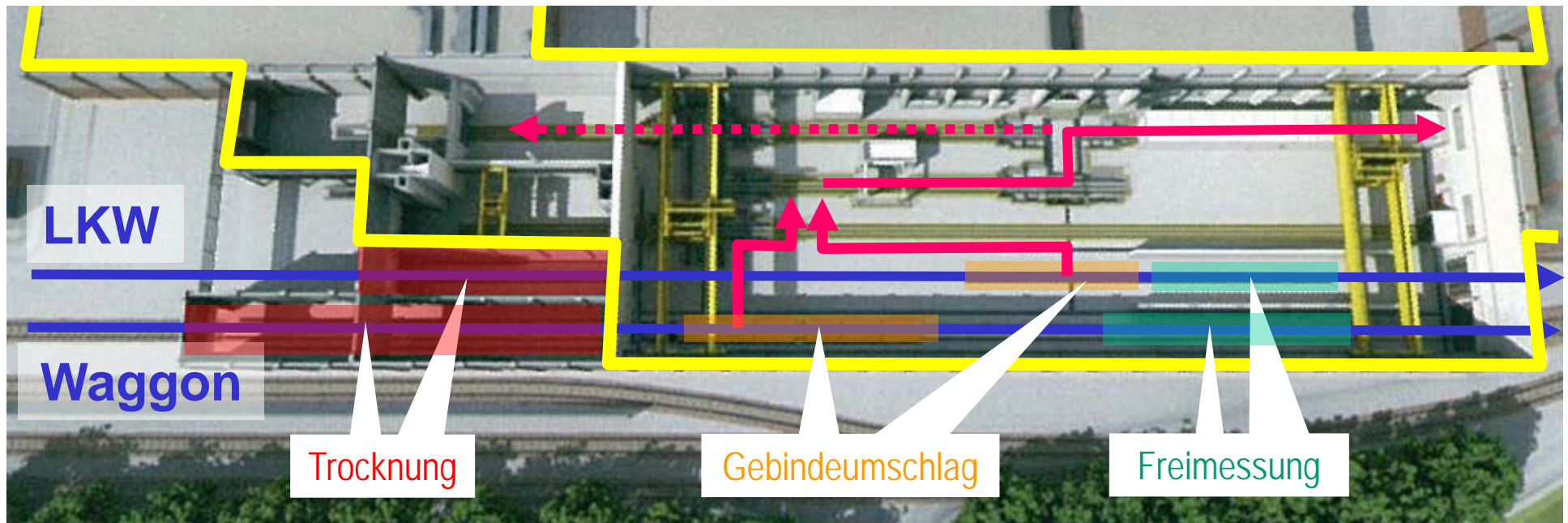
6.2 Warteposition Transportwagen



Aufgabenstellung

(3) Bewertung von Prozessdauern unter Berücksichtigung des gesamtheitlichen Anlieferungs- und Einlagerungsablaufs

- Was sind limitierende Faktoren bei der Anlieferung / Pufferung / Entpufferung?
- Wie beeinflusst die **Freimesszeit** den Anlagendurchsatz?



LÖSUNGSANSATZ

Projekt Errichtung Konrad

Modellierung des Betriebsablaufes mit dem Framework DESMO-J

Prozess: Kranentladung



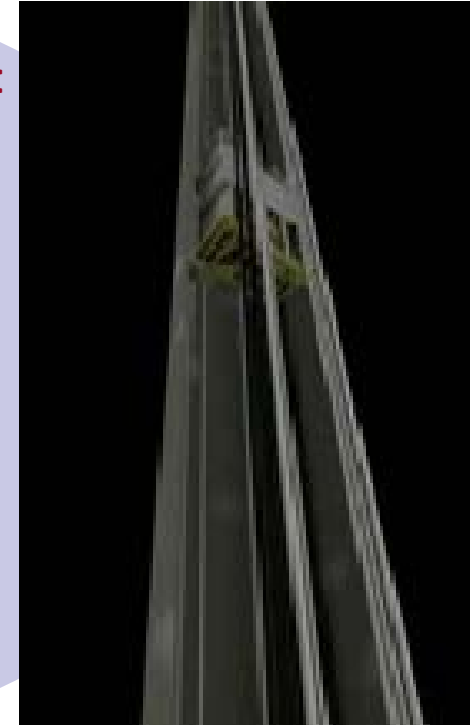
Entität: Transporteinheit

Prozess: Gebindettransport zum Puffertunnel



Entität: Plateauwagen

Prozess: Schachtförderung



Prozess: Einlagerung



Entlade-Kammer:
1 Pos.

Prozess: Transportwagen



Entität: Transportstrecke

Puffertunnel:
9 Pos.

Füllort:
1 Pos.

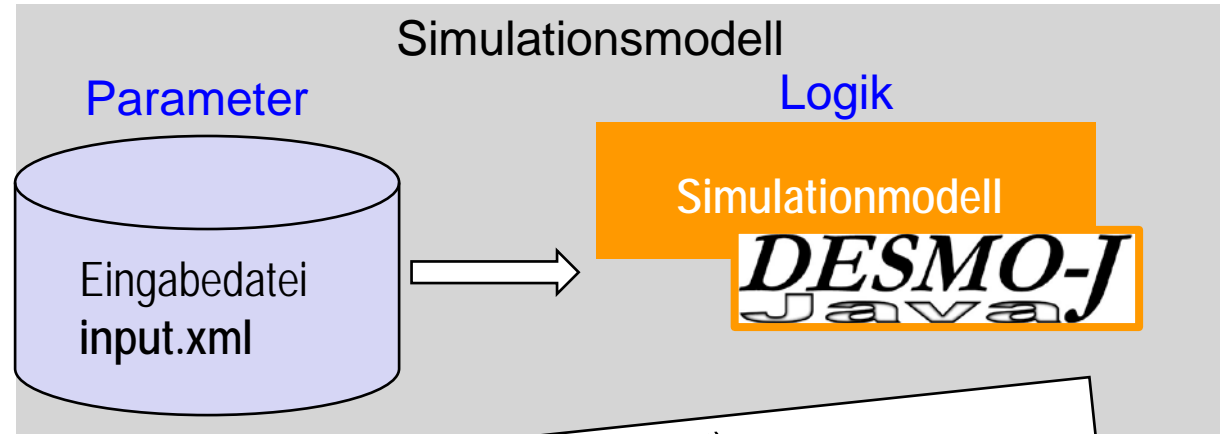
FFA:
4 Pos.

Warteschlangen

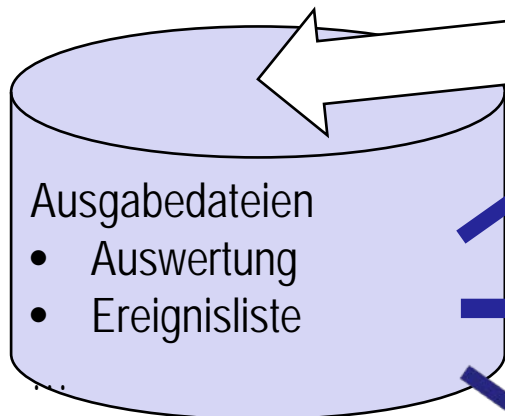
Logik: Funktionsablaufpläne der aktuellen Ausführungsplanung

Eingabe:

Prozessdauern und -parameter der signifikanten Prozesse auf Basis der aktuellen Ausführungsplanungen / gewünschte Simulationsrealisierung



...Rechnung... (ca. 1 ms für 8 Std.-Schicht)



Auswertung:

Überprüfung des Modellverhaltens
Auslastung v. Prozessen, Wartezeiten

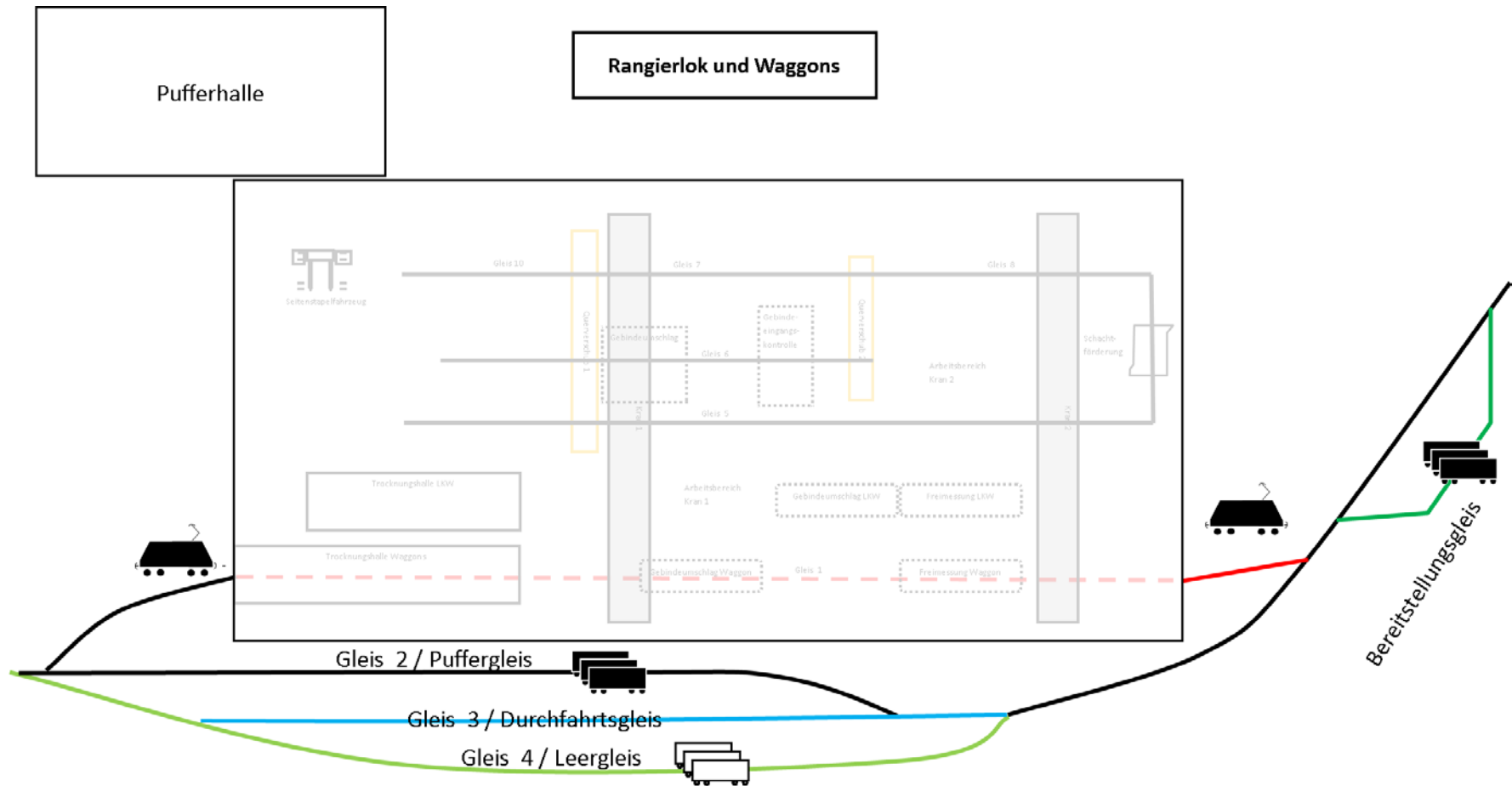
Überprüfung der Modellfunktionen
Logik, Verriegelungen zw. Prozessen

Makro zur Generierung von GANTT-Diagrammen in MS-Excel

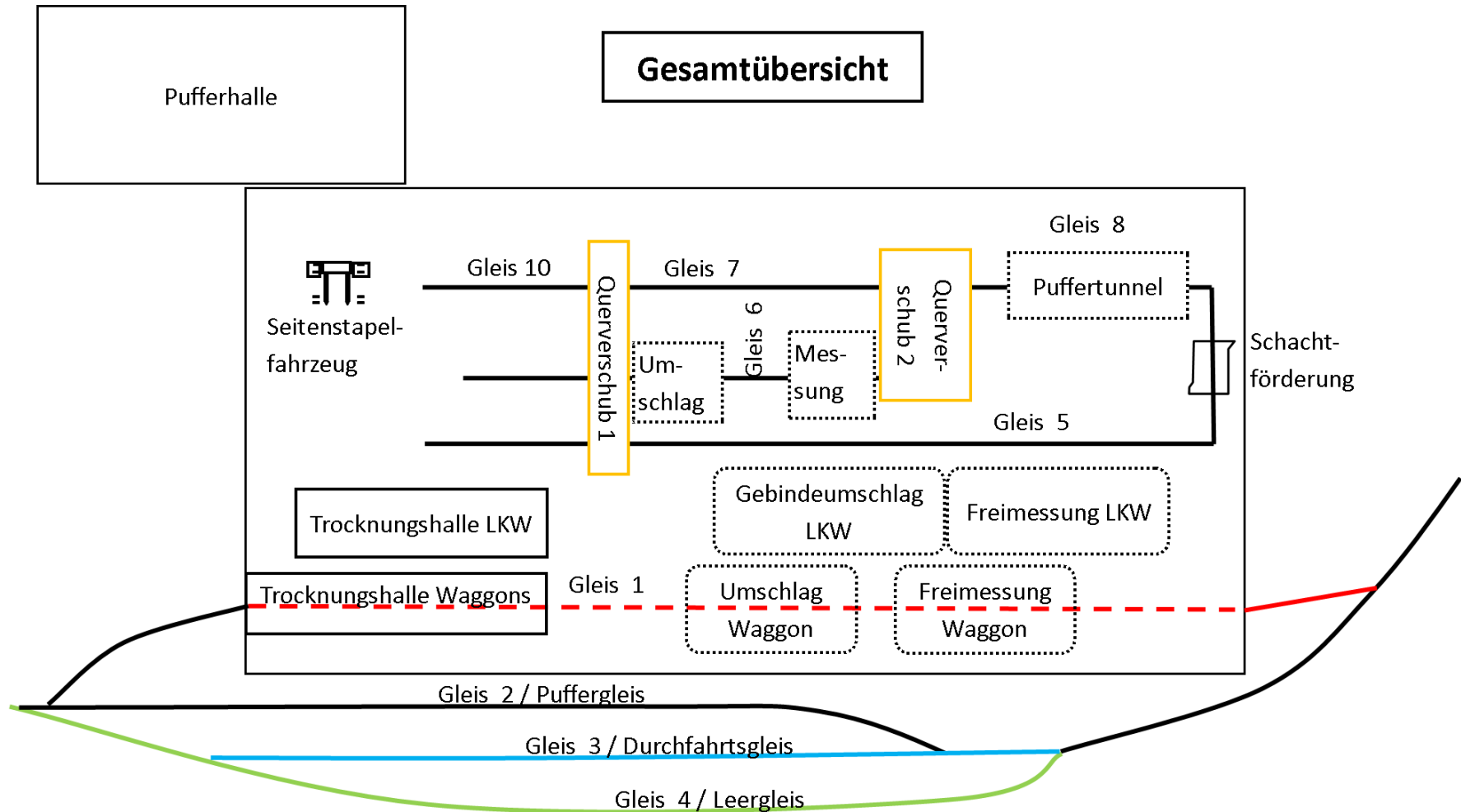
AUSWERTUNG

(1) Untersuchung der Auswirkungen aktueller Transportkonzepte auf den Anlagendurchsatz

Projekt Errichtung Konrad



Projekt Errichtung Konrad

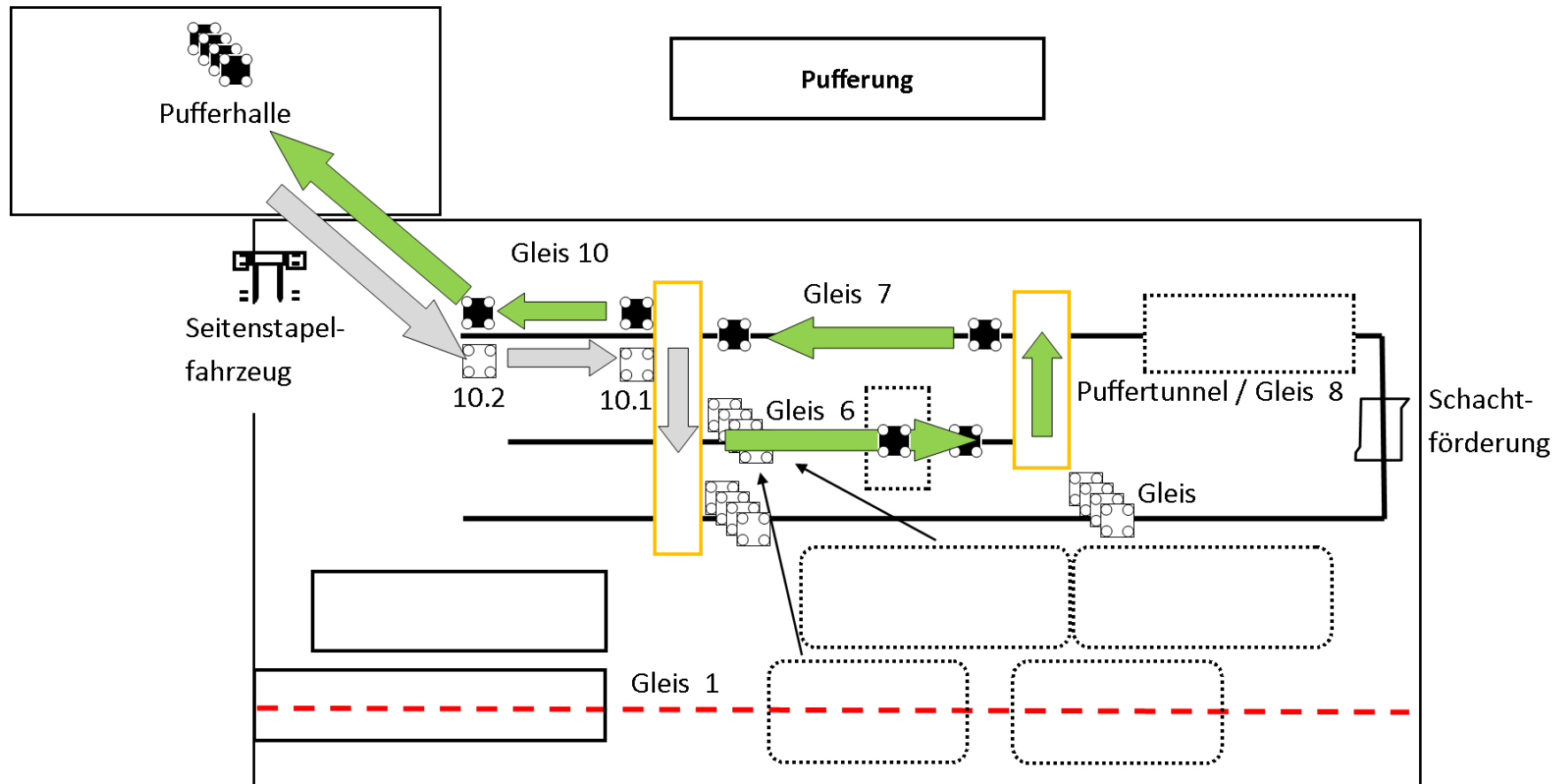


Anlagendurchsatz bei reiner Pufferung von Transporteinheiten

Ausgangsbedingungen:

- Ausschließliche Bahnanlieferung, doppelt oder dreifach beladene Waggons (Ergebnis unabhängig von der Art der TE)
 - Volles Puffergleis (7 Waggons), weitere Waggons stehen auf dem Bereitstellungsgleis
 - 1 Schicht wird simuliert (8h)
-
- [Animation der Simulation]

Projekt Errichtung Konrad

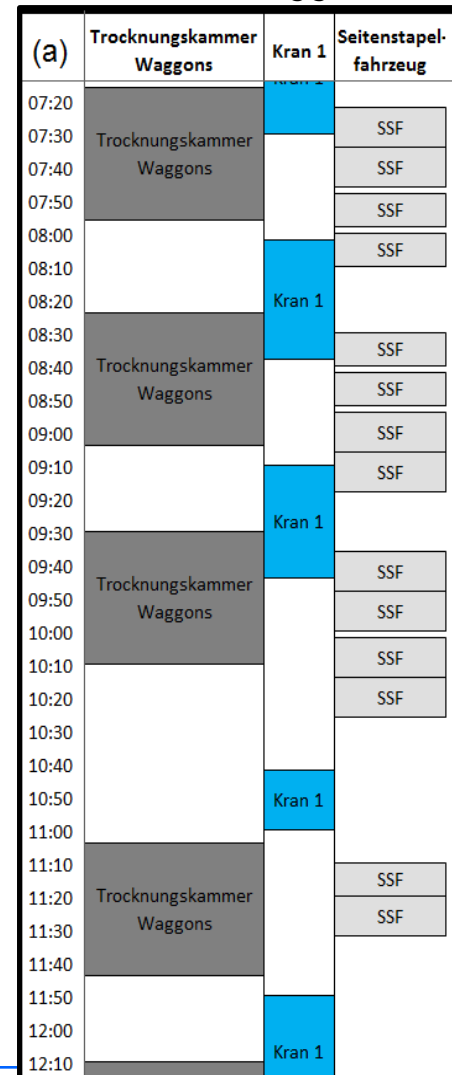


Projekt Errichtung Konrad

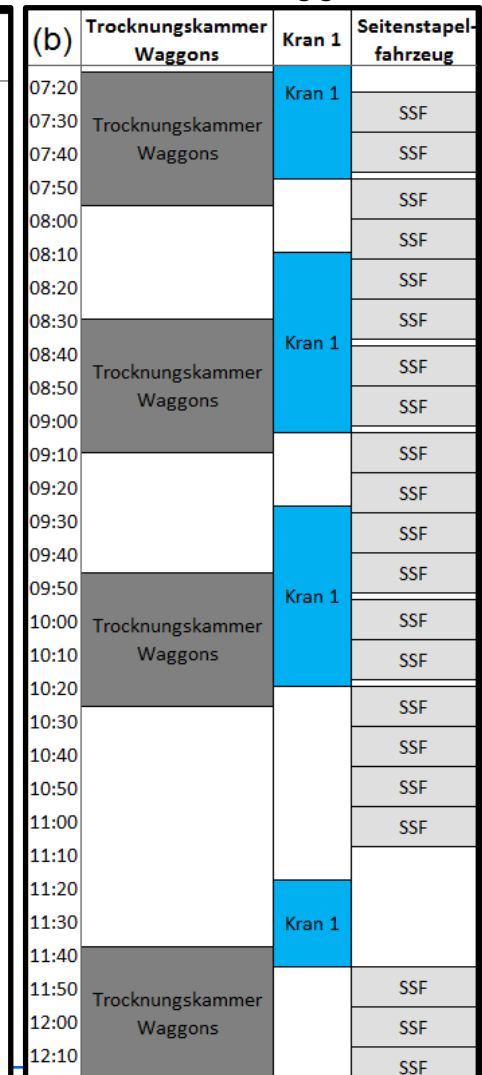
| Beladung der Waggons | Umgeladene TE | Gepufferte TE |
|----------------------|---------------|---------------|
| 2 TE pro Waggon | 22 | 20 |
| 3 TE pro Waggon | 29 | 26 |

- Bei 2 TE/Waggon: Auslegungsgrenze von 40 TE / Tag wird nicht überschritten.
- Bei 3 TE/Waggon: Erhöhte Anlieferungskapazität wird nicht an die Annahme weitergegeben.
- Analyse ergibt: Annahme (d.h., Prozesskette hinter dem Kran) verzögert die Anlieferung.

2 TE / Waggon



3 TE / Waggon

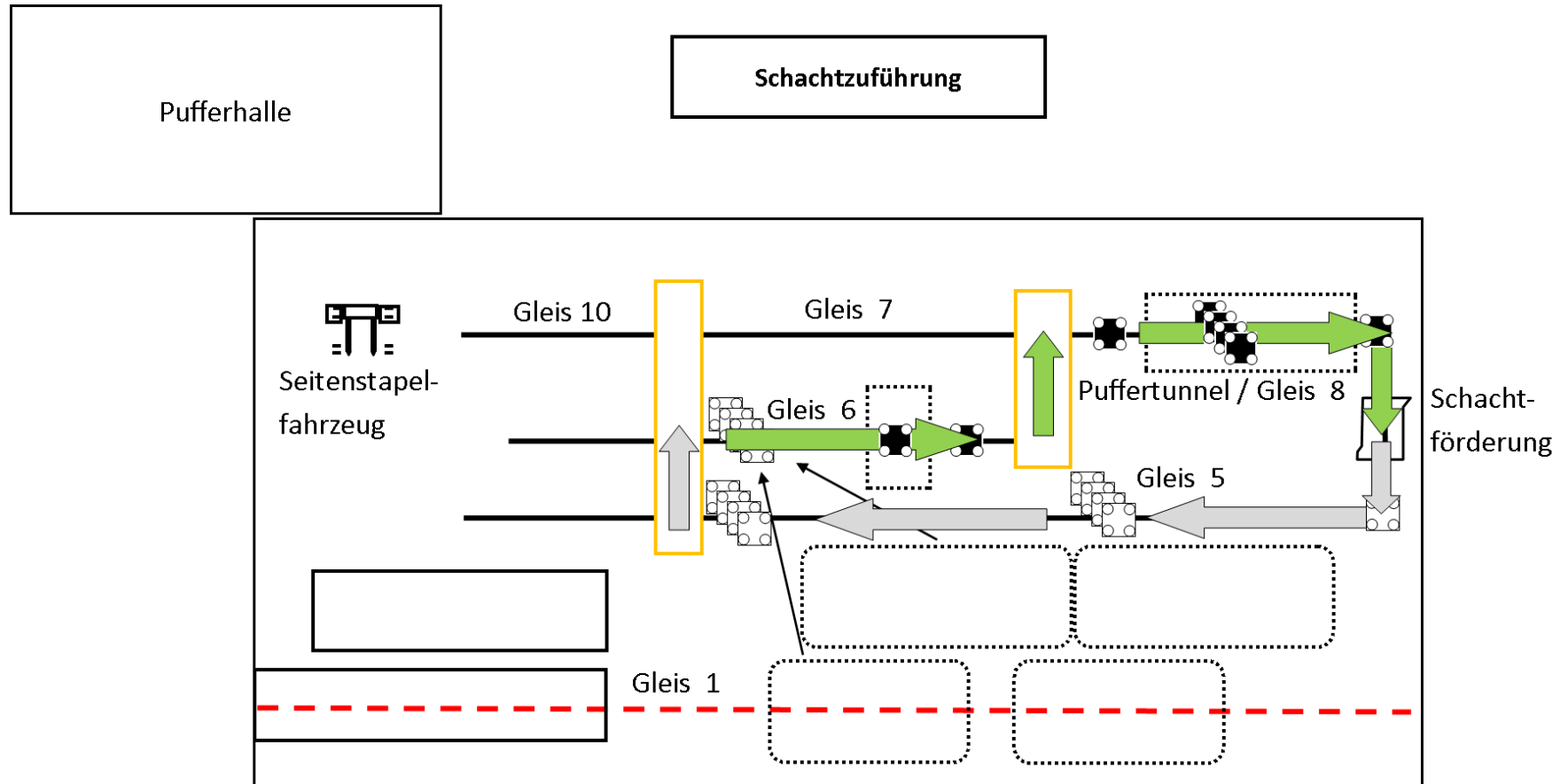


Untersuchung der Einlagerungsleistung im Einschichtbetrieb

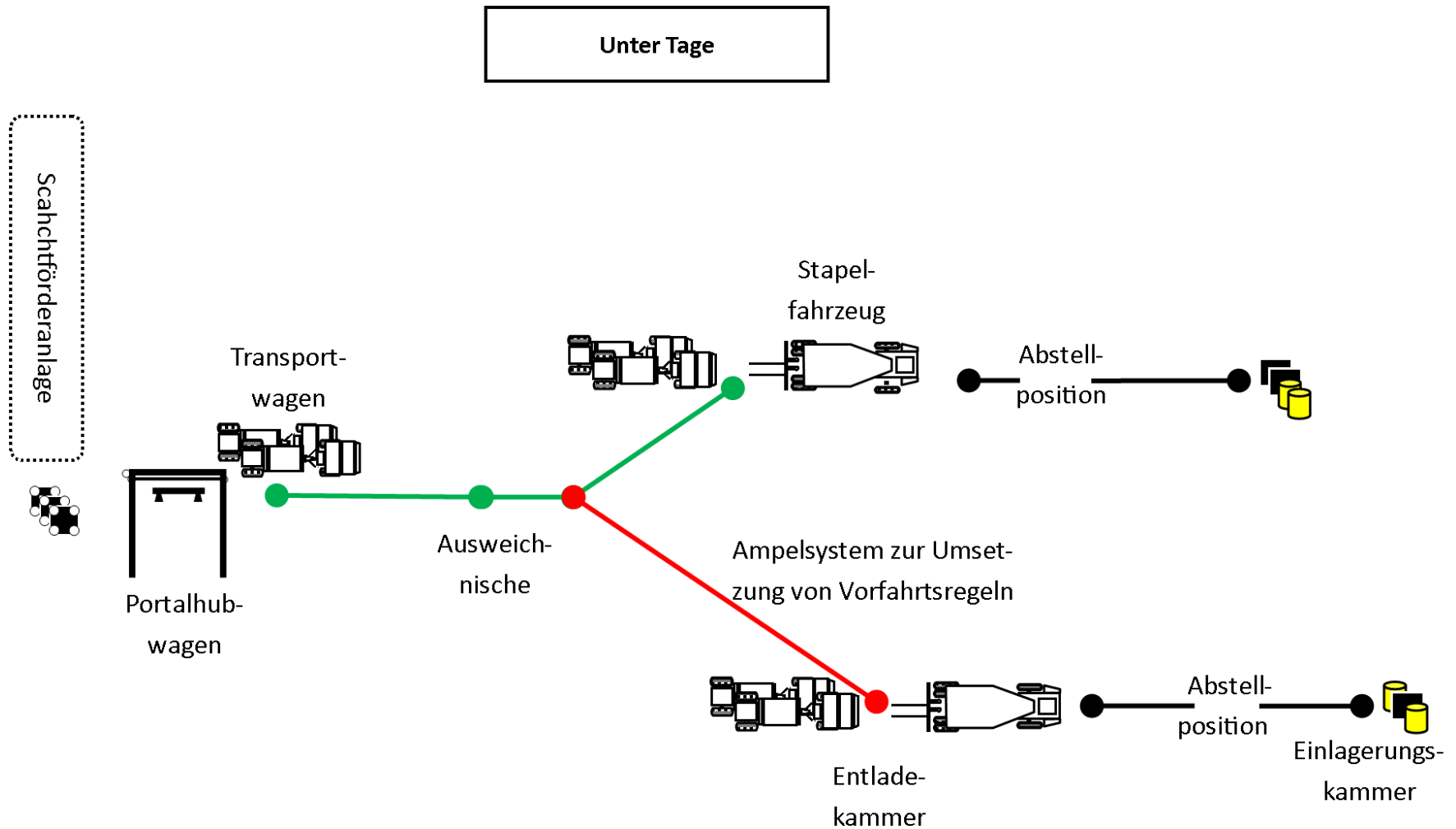
- Ausgangsbedingungen (**input.xml**):
 - Puffertunnel maximal mit **9 beladenen PW** belegt
 - Ausschließliche Bahnanlieferung, **zwei Transporteinheiten pro Waggon** (entweder Konrad-Container oder mit **zwei Rundgebinden beladene Tauschpaletten**)
 - **Zwei Transportwagen** beliefern ein Stapelfahrzeug in Kammer 02YEA83R001 an
 - Fahrstecke in der Einlagerungskammer: **330 m**
 - **Volles Puffergleis** (7 Waggons), weitere **Waggons stehen auf dem Bereitstellungsgleis**
 - 1 Schicht wird simuliert (8h)

- [Animation der Simulation]

Projekt Errichtung Konrad



Projekt Errichtung Konrad



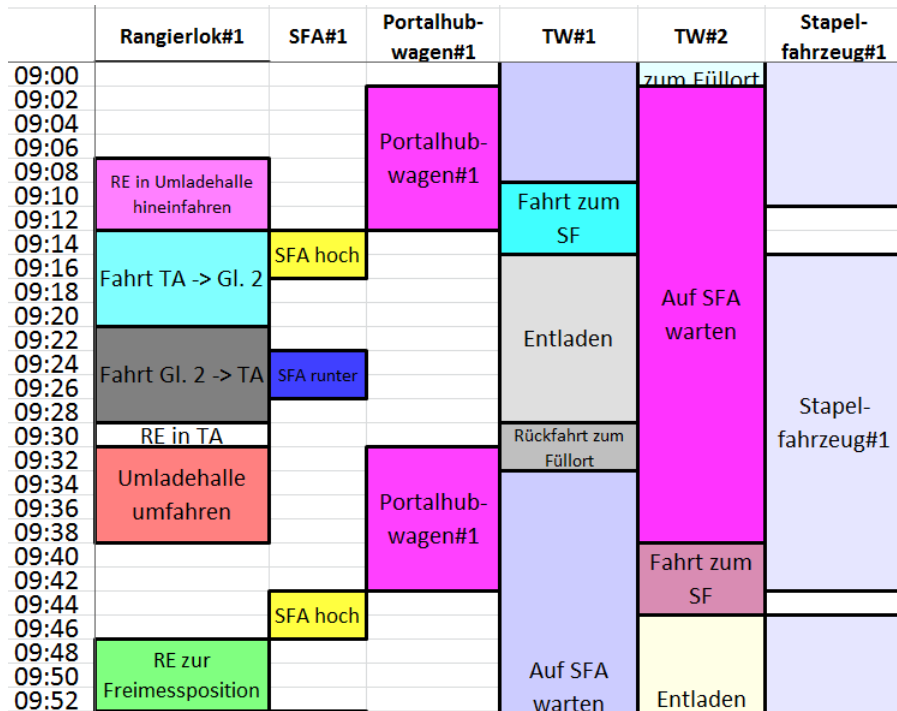
Projekt Errichtung Konrad

| Beladung der Waggon | Umgeladene TE | Eingelagerte TE |
|---------------------|---------------|-----------------|
| 2 KC pro Waggon | 22 | 18 |
| 2 TP pro Waggon | | 15 |

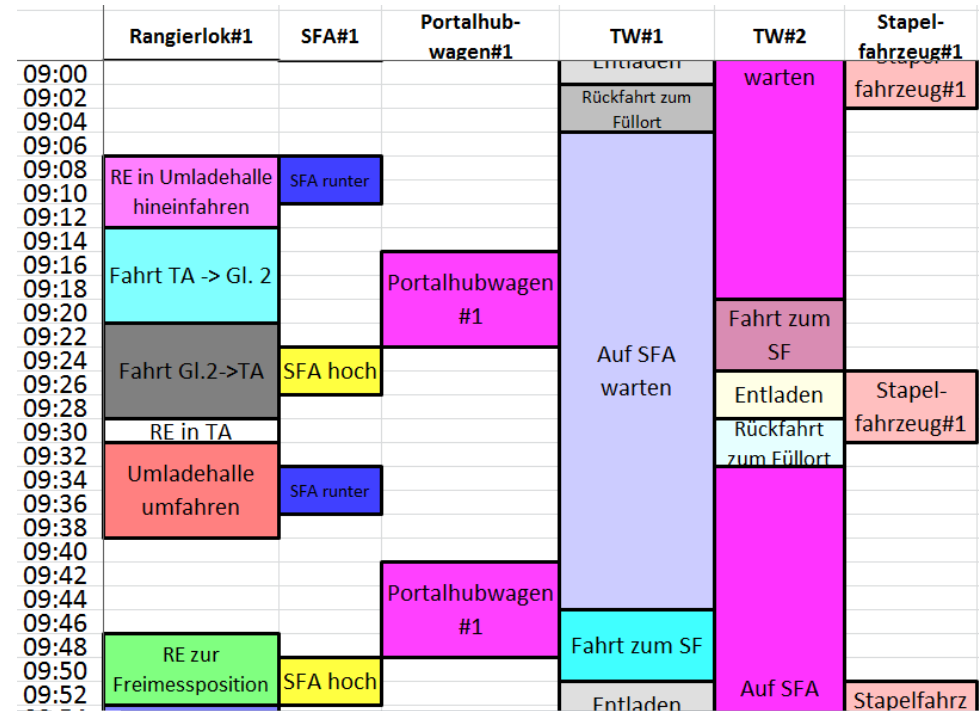
➔ geplante Einlagerungsraten können erreicht werden

Einlagerung der Tauschpaletten (TP) bleibt wg. der längeren Handhabungszeiten unter Tage deutlich hinter denen der Konrad-Container (KC) zurück

Tauschpaletten



Konrad-Container



www.dbe.de

AUSWERTUNG

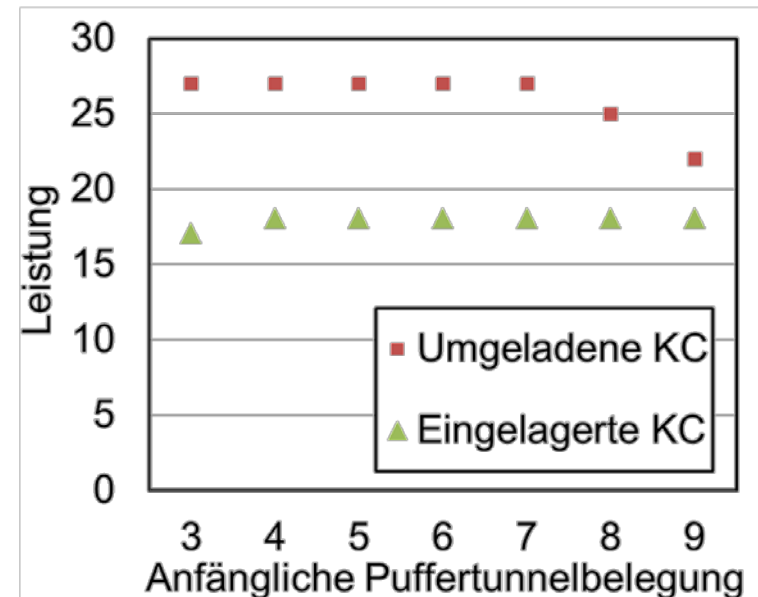
- (2) Optimierung des Betriebsablaufs durch Konkretisierung der Prozessabläufe

Puffertunnelbelegung

- Bei Erweiterung auf 3 TE / Waggon:
- Erhöhte Anlieferungskapazität führt zu einer Anreicherung der TE im Puffertunnel und erhöht die Annahmemeistung nur unwesentlich.

➔ **Optimum liegt zwischen 4 und 7 Plateauwagen zu Schichtbeginn**

| Beladung der Waggon | Umgeladene TE |
|---------------------|---------------|
| 2 KC pro Waggon | 22 |
| 2 TP pro Waggon | |
| 3 TE / Waggon | 24 |

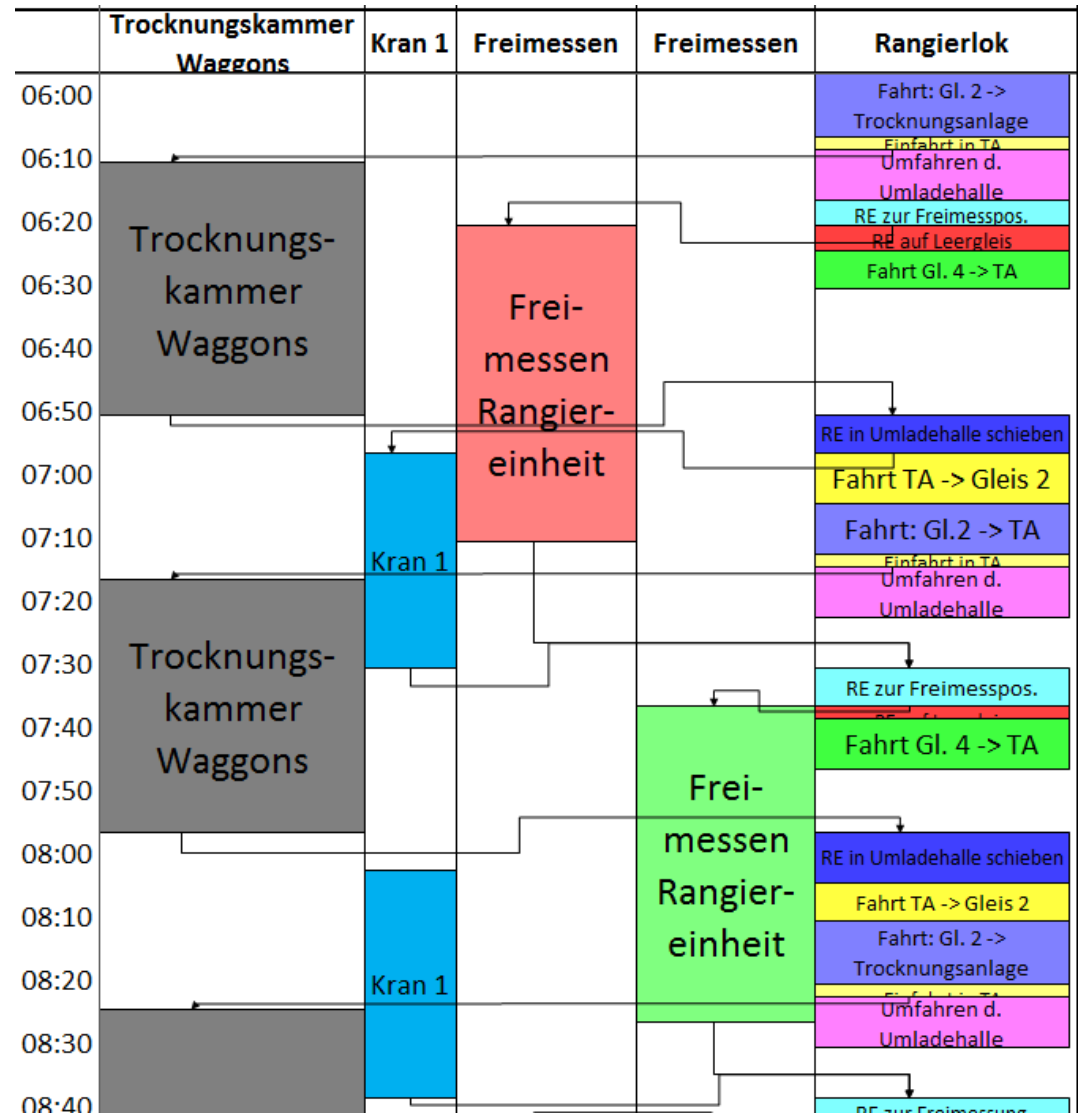


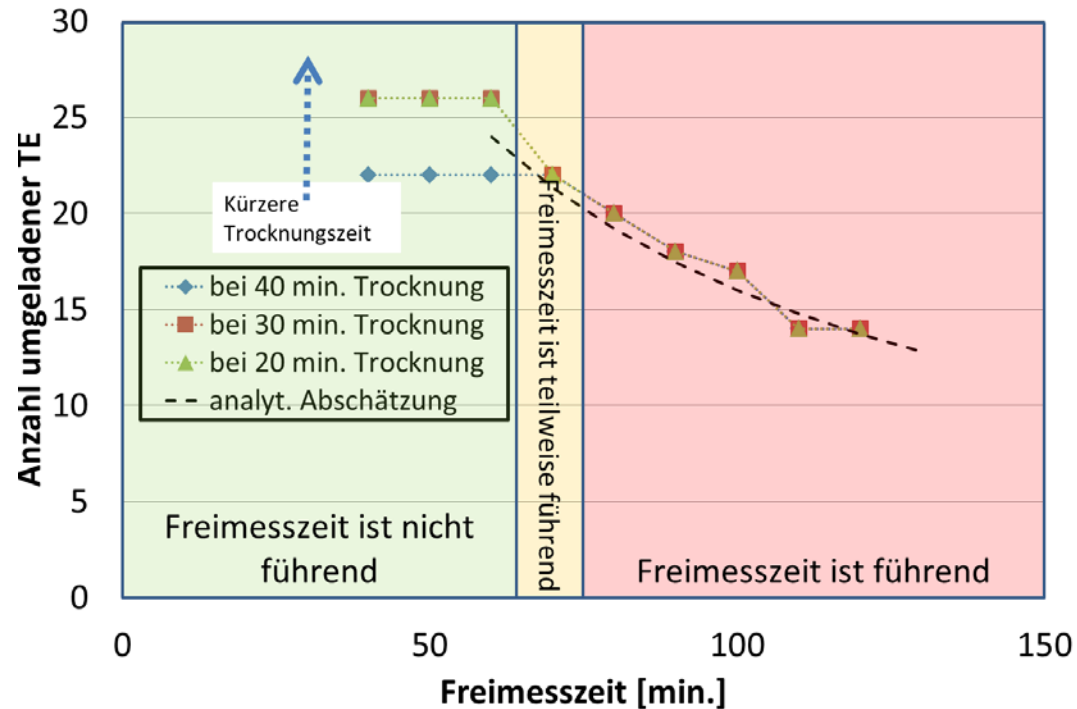
AUSWERTUNG

(3) Bewertung von Prozessdauern unter Berücksichtigung des gesamtheitlichen Anlieferungs- und Einlagerungsablaufs

Projekt Errichtung Konrad

- Frage:** Ist die gegenwärtige Zeit für eine Freimessung (50 min.) limitierend für den Anlagendurchsatz?
 - Trivial für LKW-Anlieferung, da ausschließlich sequentielle Prozesse
- Abhängig von Fahrzeiten der Rangierlok, der Trocknungszeit und Umladezeit (Kran)





- **Antwort:** Bei 2 TE / Waggon wird je nach Trocknungsdauer die Freimesszeit zwischen 60 min und 70 min zeitlich führend.

(Bei 3 TE / Waggon erst zwischen 70 min und 90 min.)

Fazit

- Mit dem Framework DESMO-J wurde eine Java-Applikation programmiert, mit der die Anlieferung, Annahme und Einlagerung von Abfallgebinden im Endlager Konrad hinreichend genau simuliert werden kann.
- Hierdurch wird die **Bewertung und Optimierung von Prozessen** im Hinblick auf deren Auslastung ermöglicht.
- Die nach PFB genehmigte Einlagerungsrate von im Jahresmittel 17 TE/Schicht kann erreicht werden.
- Zur Umsetzung der Einlagerungsleistung von 17 TE/Schicht ist zu Schichtbeginn eine Puffertunnelbelegung zwischen 4 TE und 7 TE erforderlich.
- Die Freimesszeiten für die Anlieferungsfahrzeuge sind ausreichend bemessen.
- Aus den Simulationsergebnissen können **Randbedingungen zur optimalen Auslastung des Endlagers** abgeleitet werden, die bei der Auswahl und Bereitstellung der Abfallgebinde von den Ablieferungspflichtigen genutzt werden können.

Projekt Errichtung Konrad



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

www.dbe.de