

Gottfried Mayer, BMW AG
Sven Spieckermann, Niklas Stöhr, SimPlan AG
Felix Özkul, Sigrid Wenzel, Universität Kassel

FALLBEISPIELE AUS PRODUKTION UND LOGISTIK FÜR DIE VERKNÜPFUNG VON EREIGNISDISKRETER SIMULATION UND PROCESS-MINING

SimProve – Verknüpfung von ereignis-
diskreter Simulation und Process-Mining zur
effizienteren Analyse und Gestaltung von
Produktions- und Logistiksystemen



Laufzeit September 2021 – September 2023

SimProve Abschlussevaluation, 12.09.2023



Der Informatiker **Wil van der Aalst** gilt als **Gottvater des Process Mining**. Jetzt heuert er beim Münchner Milliarden-Start-up Celonis an. Warum nur? Ein Gespräch über das derzeit wohl **heißeste Megathema der IT-Welt**.

Wirtschaftswoche,
24. August 2021



Wil van der Aalst ist Informatikprofessor an der RWTH Aachen und ab September Chief Scientist beim deutschen Start-up Celonis.
Bild: PR

Das hört sich eigentlich ziemlich simpel an...

Das ist es auch – und ich bin erstaunt, dass es so lange gedauert hat, bis

solche / **Und wo sind die Grenzen der Technologie?**

Neunzig Mit Process Mining ist es immer möglich zu zeigen, was tatsächlich diese Er passiert ist – da gibt es praktisch keine Grenzen. **Aber wenn man**

ist schli Process Mining benutzt, um vorherzusagen, was in Zukunft passieren wird, gibt es sehr viele Limitationen. Denn wenn man nicht über viel Daten verfügt und ein Prozess sehr kompliziert ist, lässt sich eben nur wenig vorhersagen – das ist unrealistisch.

	Ereignisdiskrete Simulation	Process Mining
Modellierungsdauer	☹️	😊
„Erfahrungen aus der Zukunft“	😊	☹️

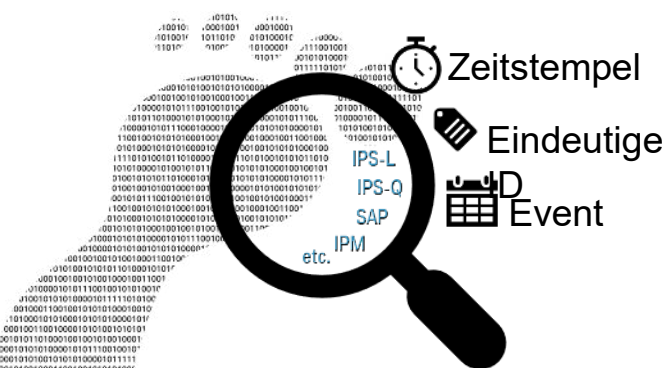
Process Mining ermöglicht mittels datenbasierter Analyse eine erhöhte Prozesstransparenz & nachhaltige Prozessverbesserung.



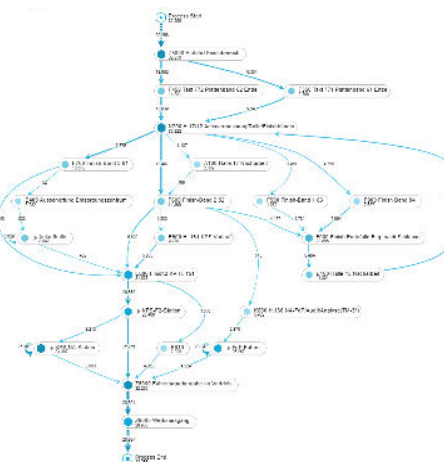
Process Mining ist eine Technik des Prozessmanagements, die es ermöglicht, **Businessprozesse auf Basis digitaler Spuren in IT-Systemen** (Logbuch-Einträge) zu rekonstruieren. Die in den Systemen gespeicherten einzelnen Schritte des Prozesses werden so zusammengefügt und der **Prozess in seiner Gesamtheit visualisiert und analysierbar**.

Wie funktioniert Process Mining?

Auslesen des digitalen Fußabdrucks



Darstellung Ist-Prozess



Was ist der Business Value?

Prozesse analysieren und verbessern

- Prozesstransparenz herstellen
- Ist- und Soll-Prozess vergleichen um Prozessabweichungen zu identifizieren
- Bottlenecks/ Ineffizienzen identifizieren
- Informationen aus den Ist-Prozessen im OtD für Planungsaktivitäten im ItO bereitstellen
- Durchlaufzeit- und Root-Cause-Analysen durchführen

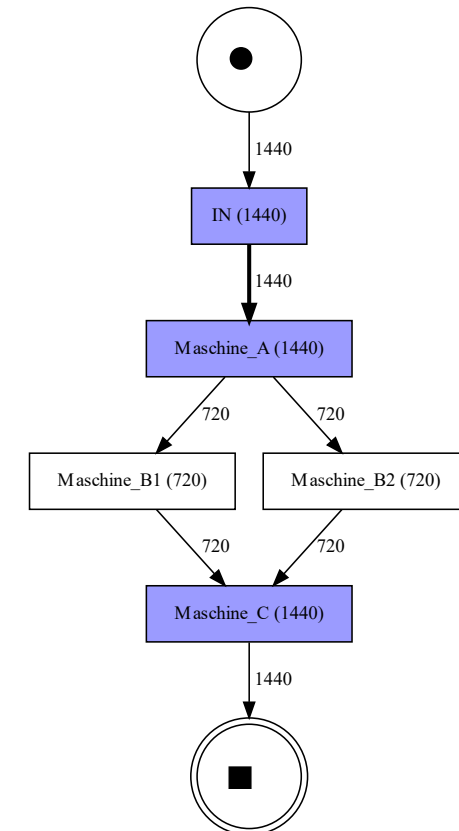
Process Mining ist eine **digitale Prozessmanagement Methode** und ein **Befähiger zur datengestützten Prozessverbesserungsarbeit**.
Process Mining ist **kein** weiteres Big Data Analytics-, Monitoring- oder KPI Tool.

Extensible Event Stream (XES)

```
<trace>
  <string key="concept:name" value="1" />
  <event>
    <string key="concept:name" value="IN" />
    <date key="time:timestamp" value="2023-08-09T00:00:00" />
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="Maschine_A" />
    <date key="time:timestamp" value="2023-08-09T00:00:40" />
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="Maschine_B1" />
    <date key="time:timestamp" value="2023-08-09T00:01:20" />
  </event>
  <event>
    <string key="concept:name" value="Maschine_C" />
    <date key="time:timestamp" value="2023-08-09T00:13:05" />
  </event>
</trace>
```



Directly-Follows Graph (DFG)

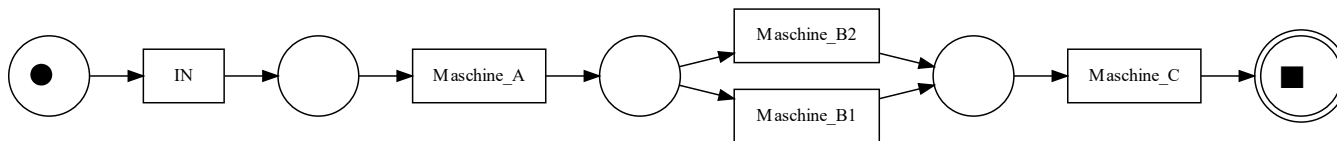


Auszug Eventlog & Prozessgraph



concept:name	time:timestamp	case:concept:name
IN	,2023/08/09 00:00:00.0000 ,	1
Maschine_A	,2023/08/09 00:00:40.0000 ,	1
IN	,2023/08/09 00:00:45.0000 ,	2
Maschine_B1	,2023/08/09 00:01:20.0000 ,	1
Maschine_A	,2023/08/09 00:01:25.0000 ,	2
IN	,2023/08/09 00:01:30.0000 ,	3
Maschine_B2	,2023/08/09 00:02:05.0000 ,	2
Maschine_A	,2023/08/09 00:02:10.0000 ,	3
IN	,2023/08/09 00:02:15.0000 ,	4
Maschine_A	,2023/08/09 00:02:55.0000 ,	4
IN	,2023/08/09 00:03:00.0000 ,	5
Maschine_B1	,2023/08/09 00:03:05.0000 ,	3
Maschine_A	,2023/08/09 00:03:40.0000 ,	5

Comma Separated Value (CSV)



Petri-Netz

Process Mining hilft Simulation

- Übernahme aktueller Prozessdaten in bereits bestehende Simulationsmodelle
- Ableitung einfacher, prozessorientierter Simulationsmodelle direkt aus den Prozessgraphen
- Validierung komplexer Simulationsmodelle durch Vergleich von Prozessgraphen

Simulation hilft Process Mining

- Process Mining arbeitet auf Ist-Ereignisprotokollen
- Erzeugung von Ereignisprotokollen für alternative Prozessabläufe mit Hilfe von Simulationsmodellen

Persona: Simulationsexperte

Als Simulationsexperte

möchte ich schnell ein Abbild des Istzustandes der realen Linie in ein bestehendes Simulationsmodell übertragen
um eine Modellvalidierung vorzunehmen, Optimierungen am Modell zu verproben und um schnell auf Anfragen der Produktion reagieren zu können.

Als Simulationsexperte

möchte ich ein „Prozessmodell“ (Blackboxmodell) aus den Istdaten erzeugen und dieses durch Restriktionen ergänzen
um Bottleneckanalysen durchzuführen und für Bestandslinien ohne Simulationsmodell ein Modell generieren zu können.

Als Simulationsexperte

möchte ich einen Vergleich der Simulationslogfiles und der Realdaten (Logdateien) durchführen
um eine Validierung des Simulationsmodell zu ermöglichen.

Persona: Prozessoptimierer

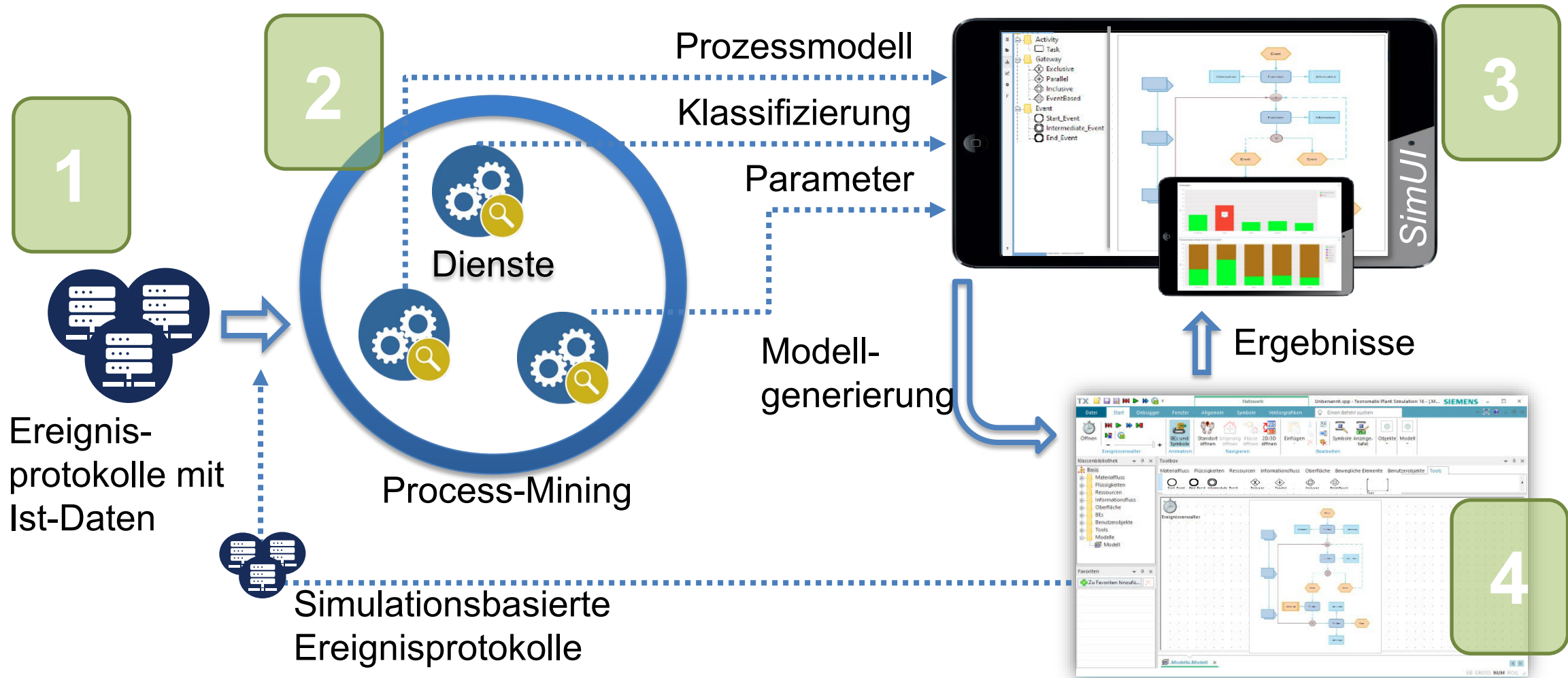
Als Prozessexperte

möchte ich die Auswirkungen meiner Verbesserungsvorschläge simulieren (lassen)
um die Wirksamkeit der Verbesserung so wie Auswirkungen von Restriktionen abzuschätzen und zu bewerten.

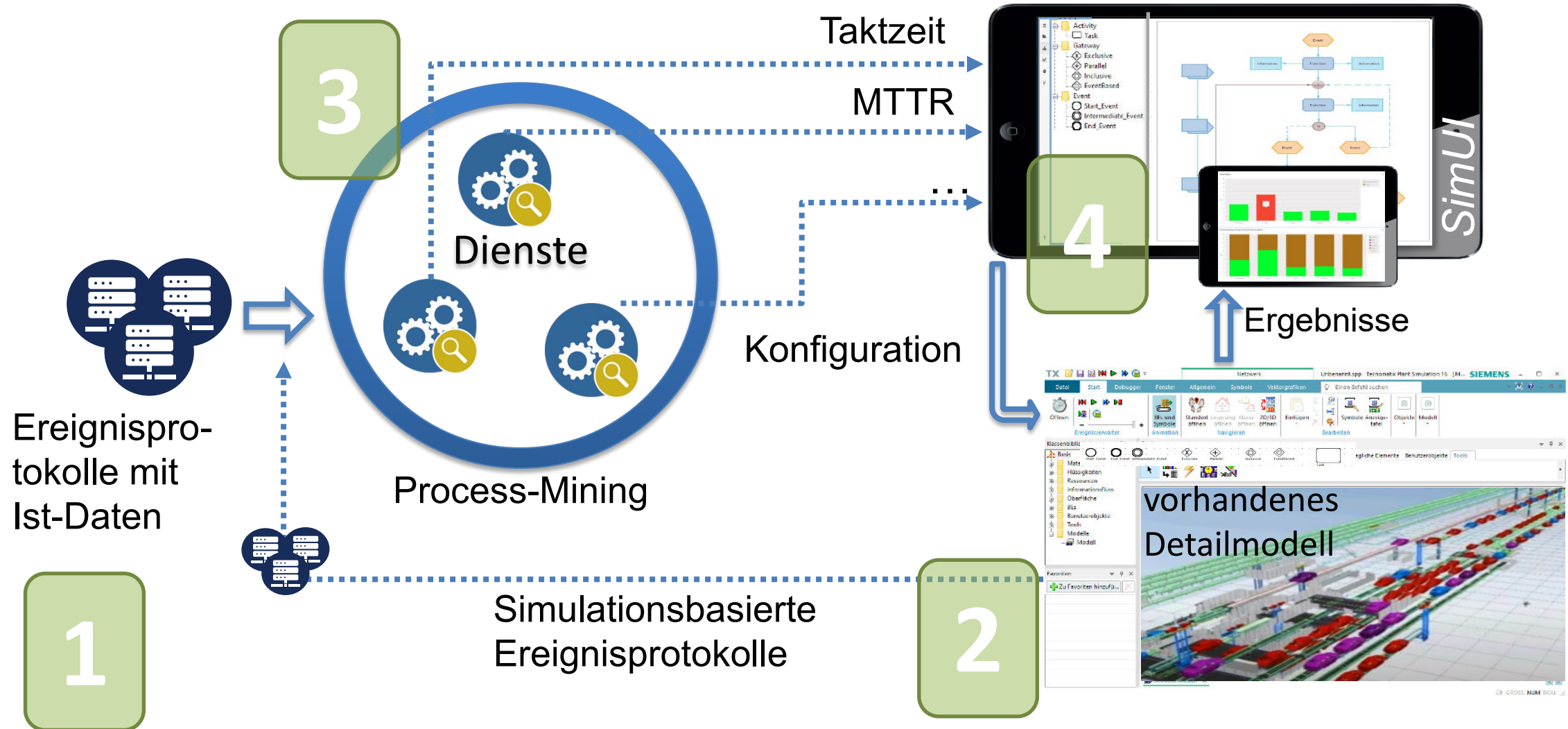
Als Prozessexperte

möchte ich den Sollprozess aus dem Simulationsmodell ins Process Mining übertragen und mit dem Istprozess abgleichen
um die Ergebnisse mit dem Planstand abgleichen und um Abweichungen identifizieren zu können.

Konzept 1 – Simulation hilft Process Mining



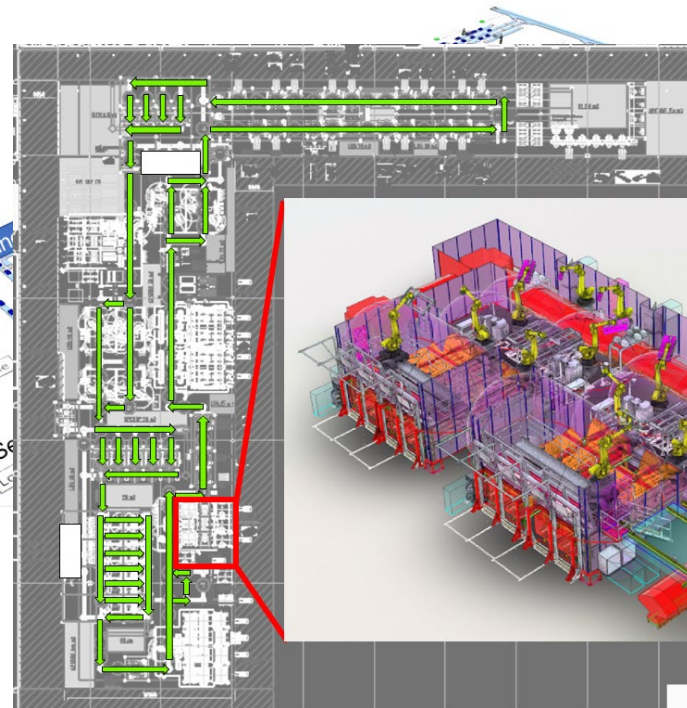
Konzept 2 – Process Mining hilft Simulation



Test- und Demonstrationsfälle (Auszug)

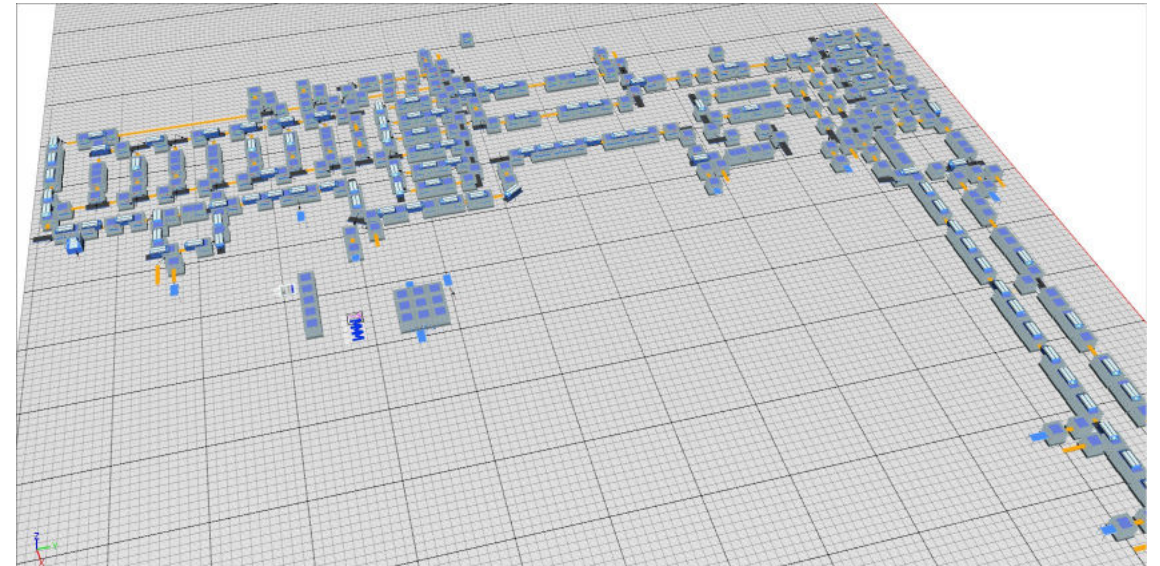
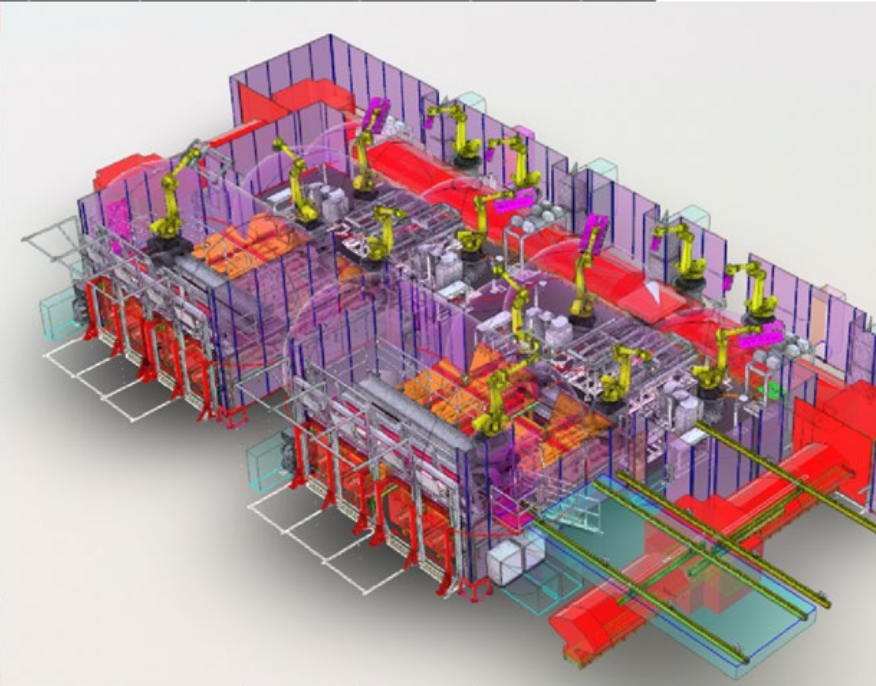
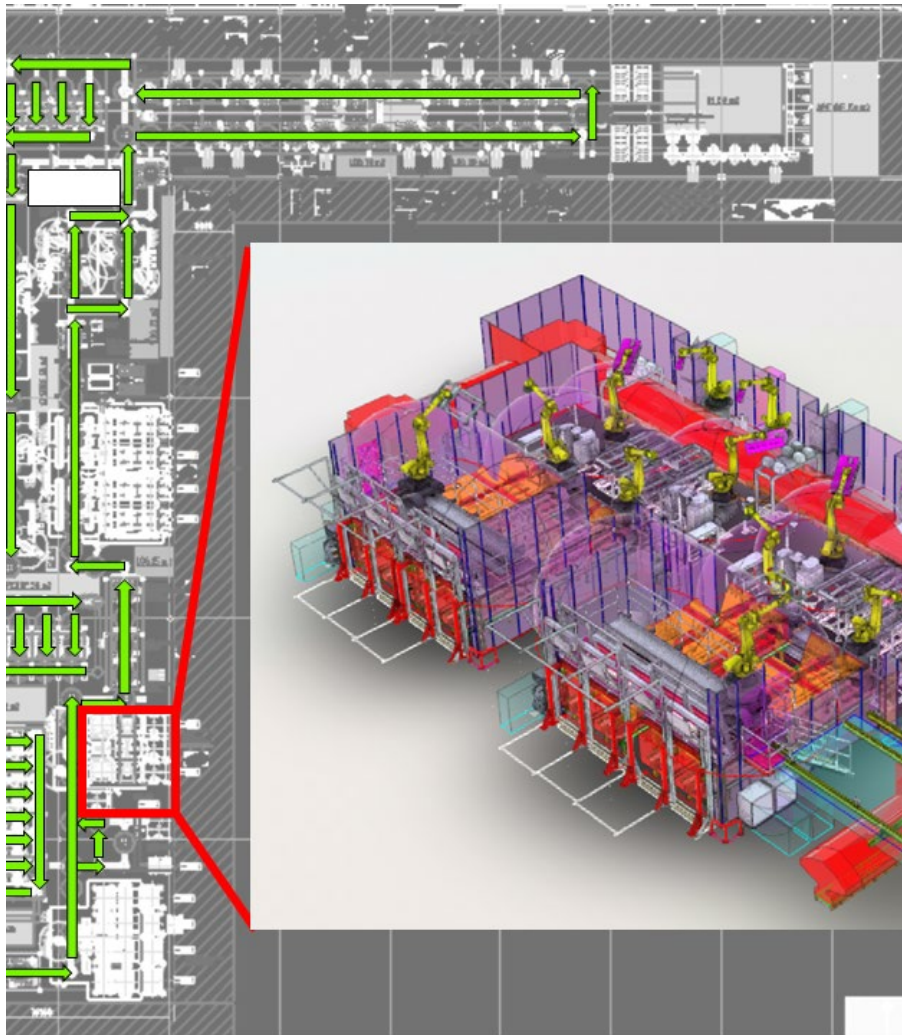


Materialflusslabor Universität Kassel,
Fachgebiet Produktionsorganisation und Fabrikplanung

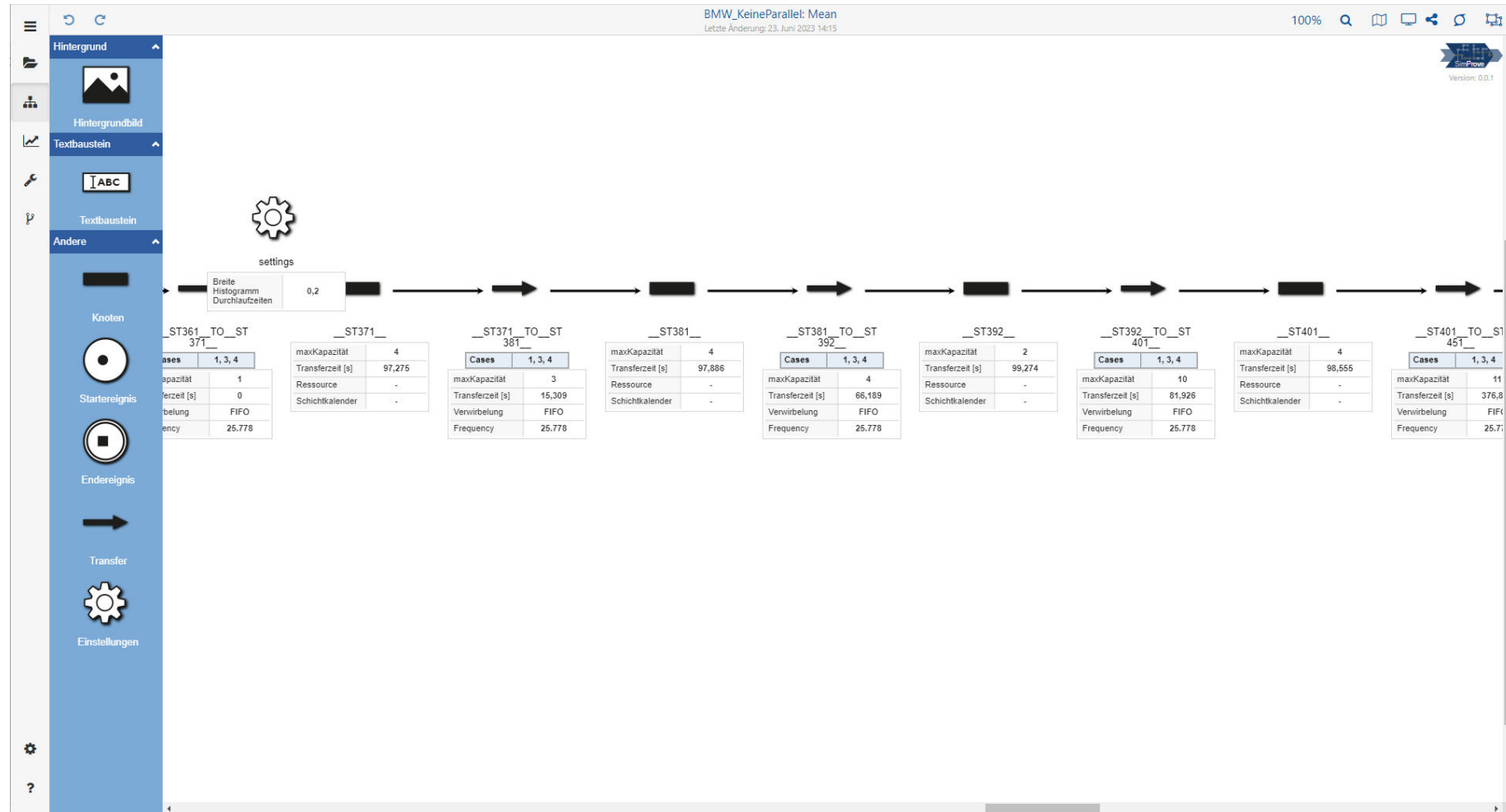


Hochvoltspeichermontage
BMW

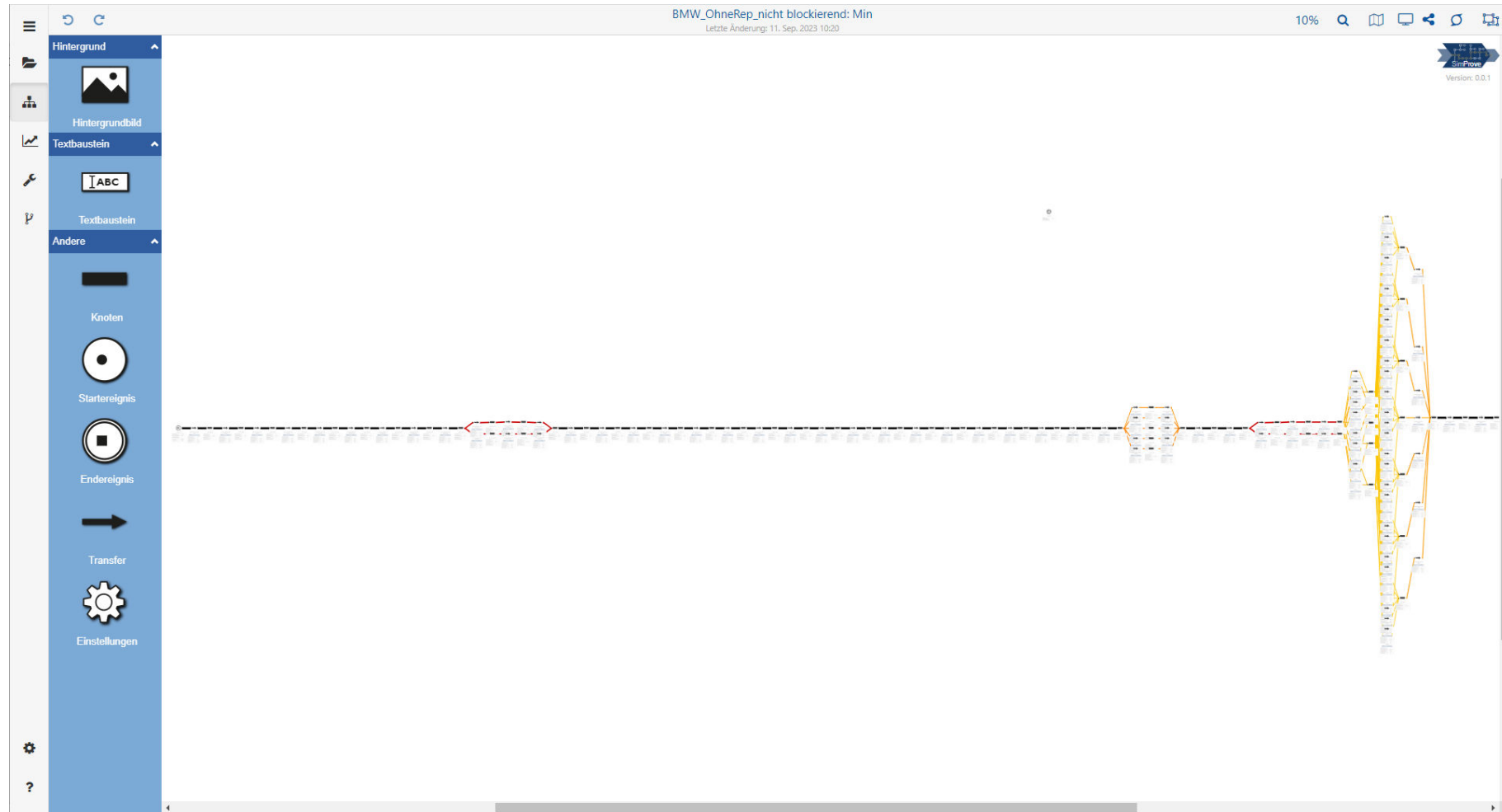
BMW Fallbeispiel Hochvoltspeichermontage



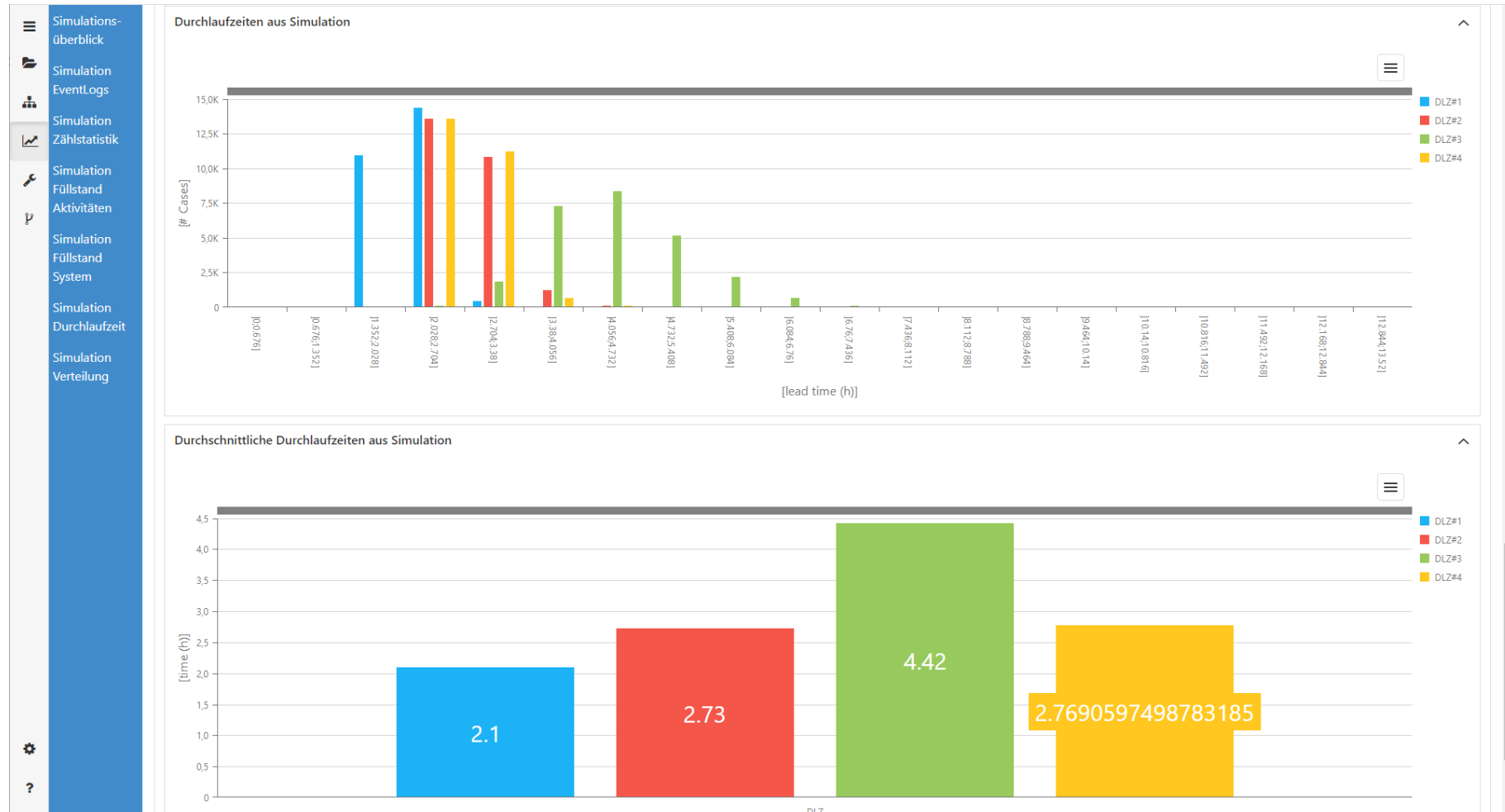
Live Demo: Annäherung über lineare Struktur



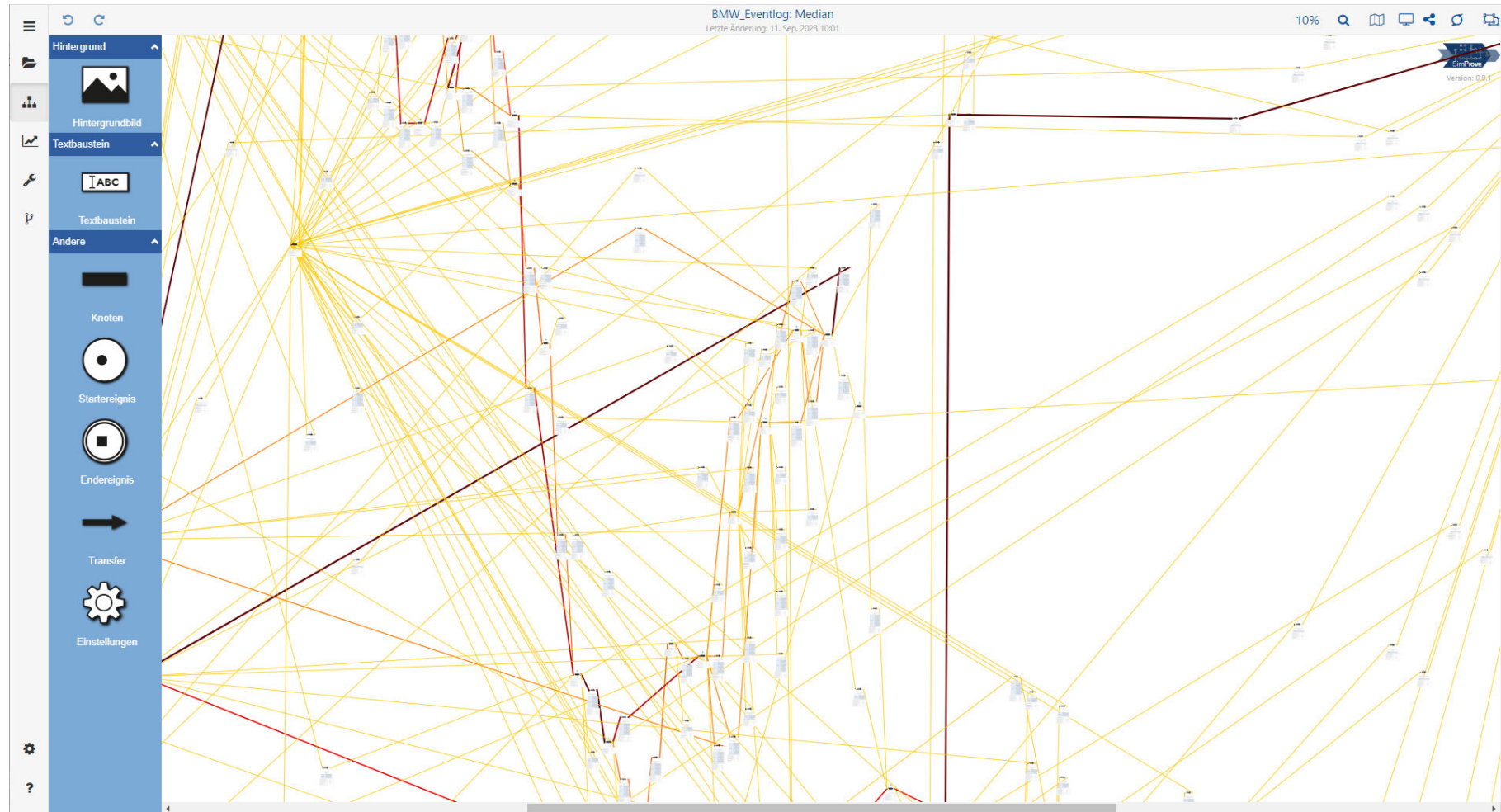
Live Demo: Reale Struktur



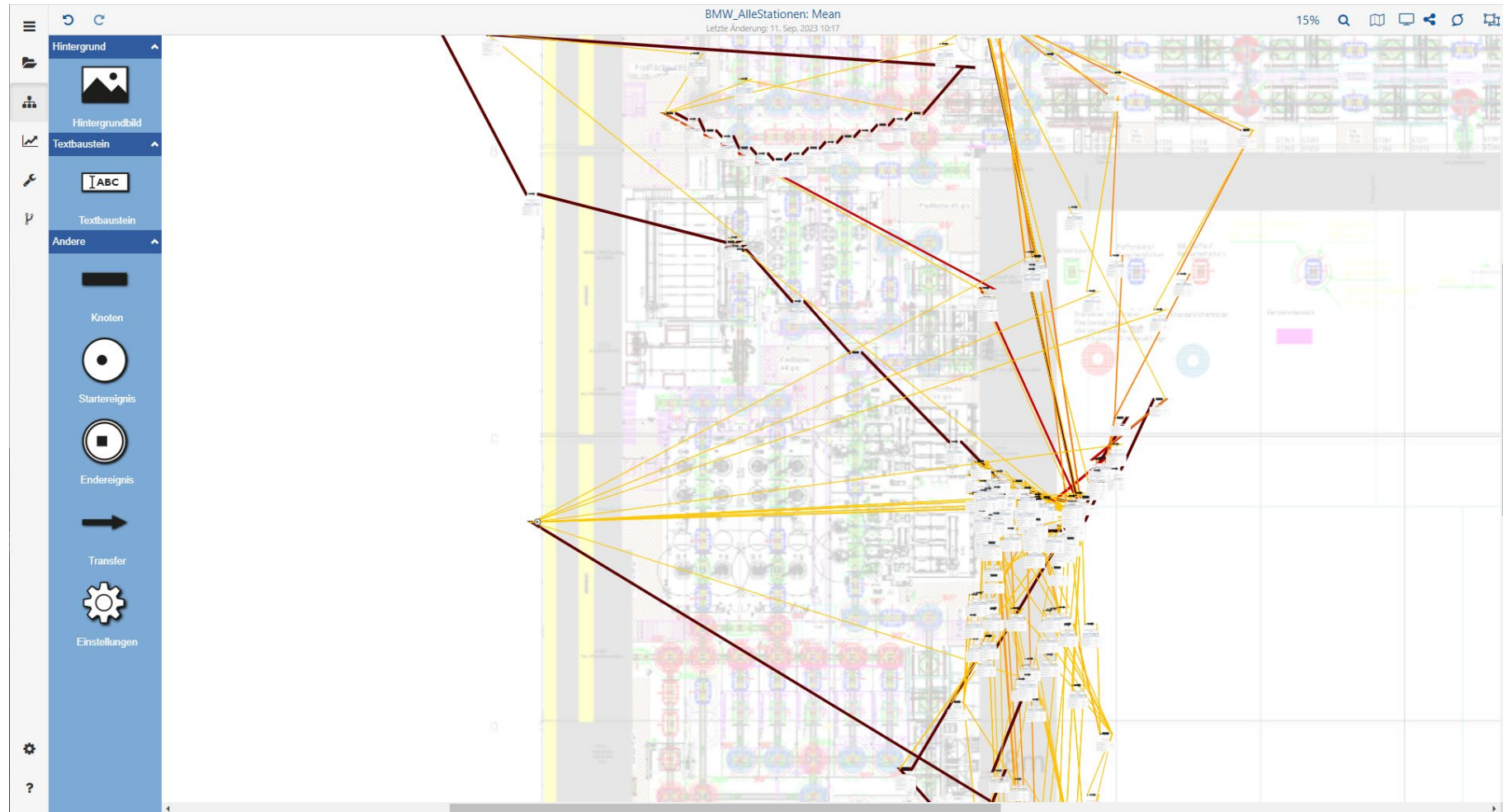
Live Demo: Validierung anhand der Durchlaufzeit



Live Demo: Unbereinigte Realdaten



Live Demo: Layoutorientierung



- Vergleichsweise einfach: der Weg vom Ereignisprotokoll zum prozessbezogenen Simulationsmodell
- Herausforderungen
 - Abgleich von Prozessgraphen mit Layouts
 - Geeignete Modellierung von Steuerungsentscheidungen (Verzweigungen / Zusammenführungen)
 - Gewinnung von Daten (... welcher Anteil einer Prozesszeit ist Bearbeitungszeit ...)
- Nächste Schritte
 - Simulation von Prozessgraphen wird online zur Verfügung gestellt
 - Layout- vs. Strukturbezug sowie Datengewinnung → Forschungsgegenstand