

Knotenbezogene Bestimmung und Bewertung leistungsrelevanter Indikatoren bei Leistungsuntersuchungen im spurgeführten Verkehr

Ziel der Arbeit war die Untersuchung bestehender sowie die Findung neuer Kenngrößen, mit denen sich die Leistungsfähigkeit von Eisenbahnknoten analytisch beschreiben lässt.

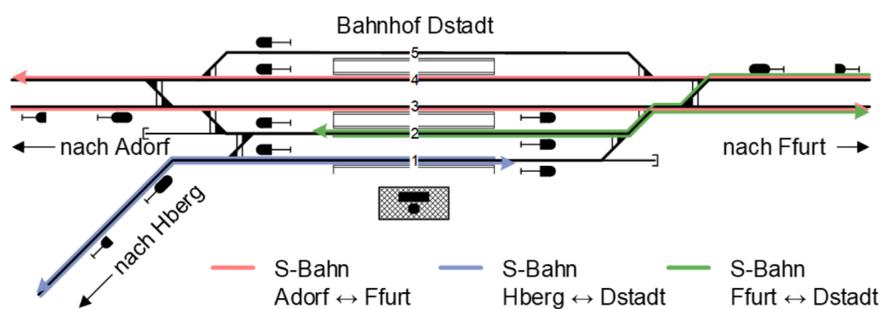
Dazu wurden im Rahmen der Literaturrecherche verschiedene Ansätze in Bezug auf die dort verwendeten Kenngrößen untersucht, wobei sich eine große Vielfalt der untersuchten Kenngrößen erkennen ließ. Von zentraler Bedeutung sind dabei zwei Ansätze:

- die Wartezeitsumme, die alle Verspätungen innerhalb eines Knotens aggregiert und einer zulässigen Summe gegenüberstellt
- die Verkehrsleistung, die sich aus der Zugzahl, der durchschnittlichen Fahrzeit und den Wartezeiten auf einem Streckenabschnitt ergibt

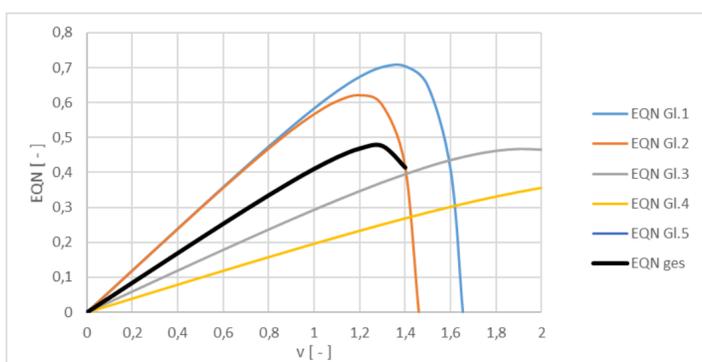


Foto: Jonathan Wölfle

Aufbauend auf einem mesoskopischen Modellansatz zur Ermittlung der Knotenleistungsfähigkeit, der zurzeit am IEV entwickelt wird, wurden die beiden obigen Ansätze modifiziert, um das betriebliche Geschehen im Knoten abbilden zu können. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die analytisch schwer zu fassende Interaktion der Züge in den Fahrstrahlenknoten gelegt.



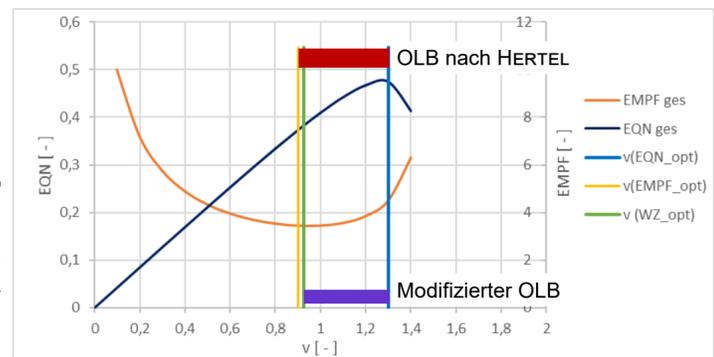
Spurplanskizze des fiktiven Bahnhofs Dstadt sowie Darstellung der verkehrenden Züge



Entwicklung der Verkehrsleistung einzelner Gleise des Bahnhofs Dstadt in Abhängigkeit der Verdichtung des Betriebsprogramms

Der entstandene MS-Excel-Prototyp ist in der Lage, das Zusammenspiel der Knoteninfrastruktur und des darauf abgewickelten Betriebsprogramms zu analysieren. Er kann bewerten, wie weit die Leistungsfähigkeit des Knotens ausgenutzt ist und wie das auf die Betriebsqualität wirkt.

Um auch andere aussagekräftige Indikatoren einzubeziehen, werden diese ebenfalls dargestellt und ermöglichen durch farbliche Hervorhebung die Identifikation besonders problematischer Konstellationen von Infrastruktur und Betrieb.



Optimaler Leistungsbereich des Knotens Dstadt. Statt der relativen Fahrplanempfindlichkeit nach HERTEL definiert dieser Ansatz den Zustand als Untergrenze einer sinnvollen Knotenbelastung, in dem die tatsächliche Summe aller Wartezeiten genau die zulässige Summe erreicht. Während die relative Fahrplanempfindlichkeit in manchen Knotenszenarien unplausible Werte ausgibt, passt der modifizierte OLB in den untersuchten Knoten gut zur betrieblichen Realität.

Gleis	Modellzugname	Ank.-rate λ_i [1/min]	Häufigkeit/Gl. h_i [-]	Erwartungswert der Störung				behinderungsbed. Wartezeit		Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4		
				Einbruch EX_i [min]	Vorbel. $EY_{v,i}$ [min]	Halt EY_{hi} [min]	Nachbel. $EY_{n,i}$ [min]	Knoten EY_i [min]	ET_{wi} [min]	ΣT_{wi} [min]	$\Sigma T_{w,zul,1,i}$ [min]	$q_{Q,1}$ [-]	$\Sigma T_{w,zul,2,i}$ [min]	$q_{Q,2}$ [-]	$\Sigma T_{w,zul,3,i}$ [min]	$q_{Q,3}$ [-]	$\Sigma T_{w,zul,4,i}$ [min]	$q_{Q,4}$ [-]
1	H-D-H	0,1	1	0,5	0	0,05	0	0,05	0,1682	1,0091	4,2515	24%	1,0629	95%	2,0407	49%	3,6441	14%
2	F-D-F	0,1	1	0,5	0,36	0,05	0,2	0,61	0,9327	5,5964	4,2515	132%	3,1886	176%	3,4012	165%	1,2147	41%
3	Adorf-Ffurt	0,1	1	0,5	0	0,05	0,36	0,41	0,4393	2,6357	4,2515	62%	2,1257	124%	1,7006	155%	1,8221	27%
4	Ffurt-Adorf	0,1	1	0,5	0,2	0,05	0	0,25	0,2377	1,4263	4,2515	34%	2,1257	67%	1,3605	105%	1,8221	27%
gesamt									10,667		8,503	125%	8,503	125%	8,503	125%	8,503	11%

Übersicht des Knotendatenblatts von Dstadt: Durch farbliche Markierung sticht der ausschussreiche Modellzug auf Gleis 2 auf. Anhand vier verschiedener Varianten wird die zulässige Wartezeitsumme mit der tatsächlichen verglichen, daraus ergeben sich zugspezifische Qualitätsfaktoren.

Bachelorarbeit von Jonathan Wölfle
Betreut von Dr. rer. nat. Fabian Hantsch
Bearbeitungszeitraum 10 2022 - 04 2023