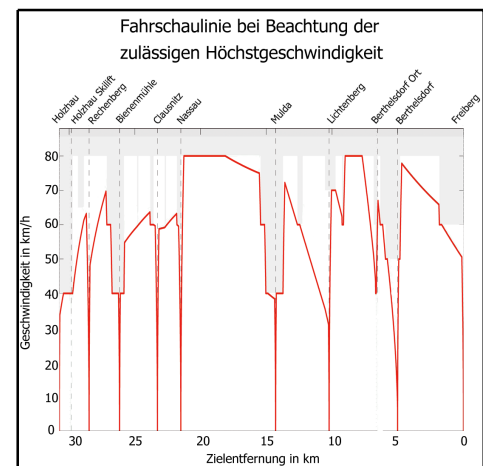


Untersuchung des Einflusses von Bedarfshalten auf die Energieeffizienz des Bahnbetriebs

In der vorliegenden Arbeit wurde die energieoptimale Zugsteuerung in der Art erweitert, dass energetische Einsparpotenziale durch Bedarfshalte abgeschätzt werden konnten, ohne die Pünktlichkeit außer Acht zu lassen.

Um fundierte Aussagen zur Wirkung von Bedarfshalten auf die Energieeffizienz treffen zu können, mussten Schwachstellen des vorhandenen Optimierungsverfahrens zur Berücksichtigung von Bedarfshalten beseitigt werden. Als wesentlicher Baustein wurde hierfür das Gradientensuchverfahren implementiert und erweitert. Die damit verbundene Berücksichtigung diskontinuierlicher Streckenhöchstgeschwindigkeiten ermöglicht realitätsnahe Aussagen zum Zeit- und Energiebedarf. Erst auf dieser Grundlage ließen sich Fahrplanvorgaben bewerten und optimieren.



Für den wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz folgten anschließend Untersuchungen zur Prognose relevanter Einflussgrößen. Neben der Haltewahrscheinlichkeit an Bedarfshalten wurden die Aufenthaltszeiten jeder Station vorhergesagt. Folglich ist es möglich, bereits vor Fahrtantritt auf die zu erwartende Fahrzeitreserve zu schließen und deren Verteilung vor Kenntnis der tatsächlichen Ereignisse vorzunehmen. Hinzu kam der Entwurf eines Reglers, der über eine Rückkopplung zwischen den tatsächlichen und den prognostizierten Haltezeiten eine Neuverteilung der Fahrzeitreserve nach jedem Halt durchführt, um die ganzheitliche Optimierung einer Fahrt von Start- bis Zielhalt zu gewähren.

Neben der Energieoptimierung fand die Pünktlichkeit als wesentliches Qualitätskriterium des Öffentlichen Personennahverkehrs über den mehrkriteriellen Optimierungsansatz Berücksichtigung. Bei der Verteilung der Fahrzeitreserve werden so energieoptimale Lösungsvorschläge mit den verbundenen verspäteten Ankunftszeiten abgewogen. Eine Einschränkung des Suchraums ermöglicht das Vermeiden vorzeitiger Abfahrten und die bedarfsfallunabhängige Sicherung von Anschlusszeiten.

Der neu entstandene Optimierungsalgorithmus wurde in MATLAB umgesetzt und ließ Simulationen am Beispiel der Demonstrationsstrecke von Holzhausen nach Freiberg zu. Unter Kenntnis empirischer Erhebungsdaten wurden verschiedene Bedarfshaltszenarien unter Variation von Fahrplan und Anschlüssen auf deren Energieeffizienz geprüft. Bei unveränderten Fahrplanvorgaben konnten mit der maximalen Umwandlung der Festhalte in Bedarfshalte Einsparungen von über 15 Prozent gegenüber dem Ist-Zustand erzielt werden. Geeignete Fahrplananpassungen, Anschlussverkürzungen und probabilistische Annahmen verstärkten das Einsparpotenzial zusätzlich.



Student: Christian Gassel
Kontakt: christian_gassel@gmx.de

Betreuer: Dr.-Ing. Thomas Albrecht