

Anschlussoptimierung durch flexible Anschlüsse in LinTim

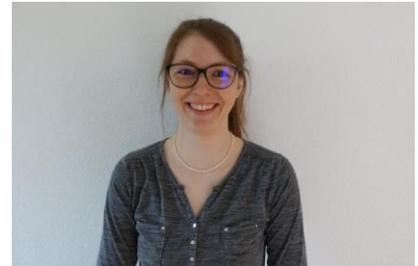
Ein wichtiges Qualitätsmerkmal des öffentlichen Verkehrs besteht in einer kurzen Reisezeit, worauf nicht zuletzt gut abgestimmte Anschlüsse Einfluss nehmen. Heute verwendet die Stadtbus Winterthur ein Excel-Tool, welches für jede mögliche Busabfahrt innerhalb einer Stunde gewichtete Umsteigezeiten für Anschlüsse an einem Bahnhof berechnet. Diese Anwendung stösst bei Buslinien mit mehreren Anschlussbahnhöfen an seine Grenzen.

Eine Möglichkeit zur Berechnung eines Fahrplans, bei der Umsteigebeziehungen an mehreren Bahnhöfen berücksichtigt werden können, bietet die Anwendung LinTim (**Line**planning and **Tim**etabling). In diesem Tool kann ein optimaler Fahrplan, unter Berücksichtigung von Anschlüssen an mehreren Knoten, mittels eines Periodic Event Scheduling Problems (kurz PESP) mathematisch berechnet werden. In LinTim ist das PESP-Modell so implementiert, dass vordefiniert wird, dass die erste Wiederholung einer Verbindung einen Anschluss auf die erste Wiederholung einer weiteren Verbindung bietet, was nicht zwingend optimal ist. Wird das PESP-Modell um flexible Anschlussbedingungen erweitert, so wird der Entscheid welche Wiederholungen zueinander einen Anschluss bieten dem Modell überlassen.

In dieser Arbeit werden die zuvor beschriebenen Methoden kombiniert, sodass eine Buslinie an fixierte Zugankünfte an zwei Knoten mittels flexibler Anschlüsse in LinTim optimiert werden kann. Das Verfahren wird anhand der Buslinie 660, welche Anschlüsse an zwei Bahnhöfen bieten soll, erarbeitet und getestet. Zunächst wird die bestehende Infrastruktur der Buslinie 660 mit Anschlusszügen erweitert. Anschliessend wird mittels Standard-Funktion in LinTim das zugehörige Event-Activity-Netzwerk berechnet, welches in einem weiteren Schritt durch die flexiblen Anschlussbedingungen ergänzt wird. Letztlich wird wiederum mit der Standard-Funktion in LinTim der optimale Fahrplan mit dem erweiterten PESP-Modell berechnet.

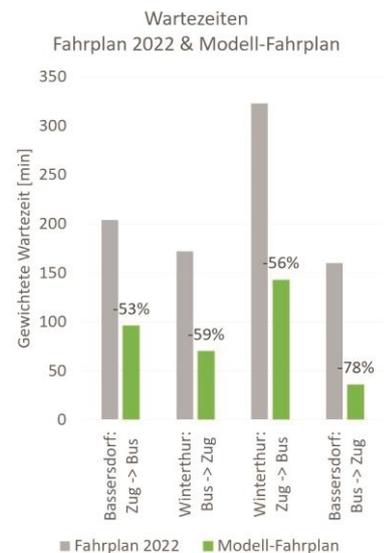
Die vorgenommene Implementierung in LinTim wird durch das Lösen des erweiterten PESP-Modells in Excel verifiziert, womit sichergestellt ist, dass die hinzugefügten flexiblen Anschlüsse in LinTim zum gewünschten Resultat führen.

Ein Vergleich des in dieser Arbeit berechneten Fahrplans mit dem Fahrplan 2022 zeigt, dass durch das vorgestellte Verfahren – im Falle der Buslinie 660 – die gewichtete Gesamtwartezeit um 59.8% reduziert werden kann. Dieses Resultat verspricht ein hohes Potenzial für die Anschlussoptimierung einzelner Buslinien mittels PESP und flexiblen Anschlüssen.



Diplomandin
Maria Zumkehr

Dozierende
Stephan Bütikofer
Reimond Matthias Wüst



Ein Vergleich der gewichteten Wartezeit für jede Umsteigebeziehung zeigt, dass mit dem Modell-Fahrplan zwischen 53-78% der gewichteten Wartezeit eingespart werden kann.