

## Ableitung einer optimalen Linienlänge im Schienenpersonennahverkehr

Im Schienenpersonennahverkehr besteht zunehmend die Tendenz zur Bildung langer Linien mit zahlreichen und häufigen Halten, wodurch umsteigefreie Direktverbindungen entstehen und Wendezeiten auf das notwendige Mindestmaß beschränkt werden können. Allerdings unterliegt der Eisenbahnbetrieb betriebsexternen und betriebsinternen stochastischen Störeinflüssen, welche sich auf die resultierenden Verspätungsverläufe der betrachteten Linie negativ auswirken. Insbesondere bei langen Linien mit zahlreichen Halten ist der negative Einfluss der Störungen vergleichsweise stark. Diese führen neben der Beeinflussung der Mittelwerte zu einer beträchtlichen Streuung der Verspätungen.



Foto: Magnus Kizele

Ziel dieser Arbeit war die Ableitung eines allgemeinen Ansatzes zur Bestimmung einer optimalen Linienlänge im Schienenpersonennahverkehr, unter welcher bei gegebenen Störeinflüssen die resultierenden Verspätungsverläufe hinsichtlich der auftretenden Mittelwerte und Streuungen eine akzeptable, definierte Qualität aufweisen.

$$Z(n) = \max(p(n) * VN(n))$$

$$Z(n) = \text{Zielfunktion}$$

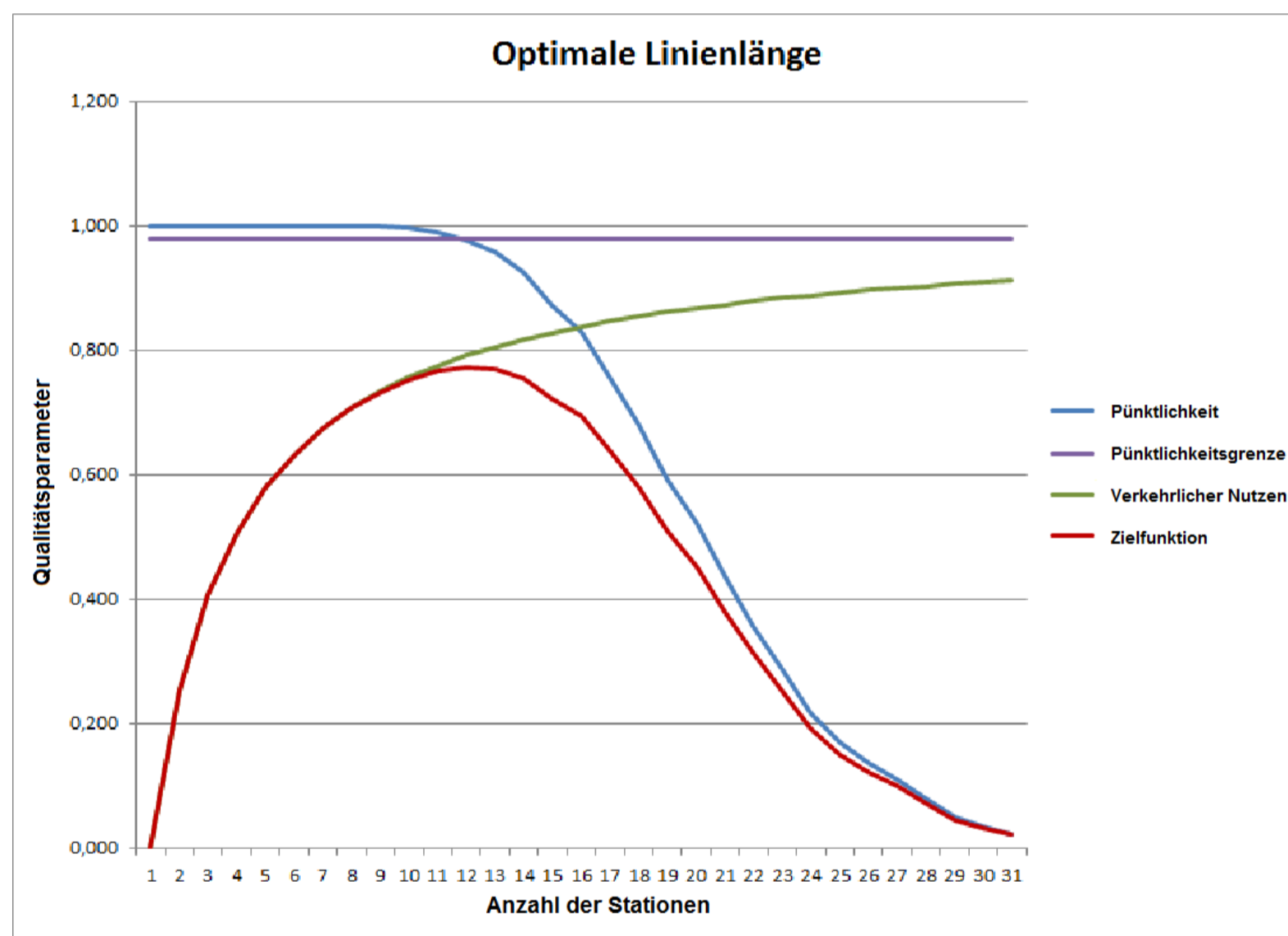
$$n = \text{Anzahl der Stationen; } n \in \mathbb{N}$$

$$p(n) = \text{Pünktlichkeitsgrad an der } n\text{-ten Station}$$

$$VN(n) = \text{Verkehrlicher Nutzen bei einer Linie mit } n \text{ Stationen}$$

Die vorgeschlagene Zielfunktion wurde als Produkt aus der Pünktlichkeit und dem Verkehrlichen Nutzen gewählt. Der Verkehrliche Nutzen setzt sich zusammen aus dem Verhältnis zwischen dem verkehrlichen Anteil der Regelbeförderungszeit und dem betrieblichen plus dem verkehrlichen Anteil der Regelbeförderungszeit.

Durch Maximierung der Zielfunktion unter Einhaltung der nachfolgend definierten Nebenbedingungen kann die optimale Linienlänge abgeleitet werden.



Nebenbedingungen:

1) Keine negative Anzahl an Stationen

2) Die Pünktlichkeit an der n-ten Stationen soll größer gleich der Pünktlichkeitsgrenze sein (z.B. gemäß Verkehrsvertrag)

$$p(n) \geq p_0$$

$$p(n) = \text{Pünktlichkeit an der } n\text{-ten Station}$$

$$p_0 = \text{Pünktlichkeitsgrenze}$$

$$n \in \mathbb{N}$$

Die Nebenbedingungen sind im dargestellten Beispiel erfüllt. Der Schnittpunkt der Pünktlichkeit mit der Pünktlichkeitsgrenze liegt genau über dem Maximum der Zielfunktion. Damit liegt hier die optimale Linienlänge bei 12 Stationen.

Bachelorarbeit von Magnus Kizele  
Betreuer: Dr. rer. nat. Fabian Hantsch  
Bearbeitungszeitraum: 11.2016 - 05.2017