# Unsere Optimierungsprojekte im Schienenverkehr

## Familienfreundliche Schichtplanung

Die Ausgangssituation bei den Schichtplänen des Fahrpersonals:

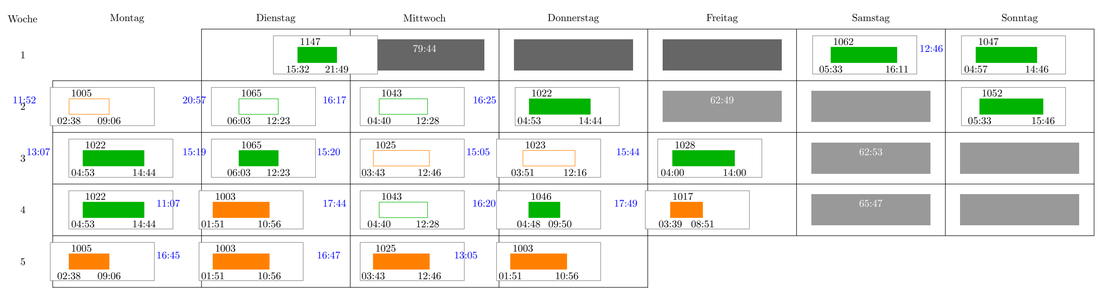
- Das Zugpersonal arbeitet in unregelmäßigen Schichten.
- Äußere Einflüsse erfordern oft kurzfristige Einsätze.
- Dadurch ist die Freizeit schwer verlässlich zu planen.

Projektidee: Wie kann die Mathematik helfen, die Verlässlichkeit der Schichtpläne zu erhöhen – trotz der komplexen Tarifverträge?

| Mitarbeiter | Dauer | Schichten | Dispotage | NS (B/E/U) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2048:28 | 244 | 50 (25,8%) | 113 (54/37/22) |
| 2 | 2164:59 | 260 | 60 (30,0%) | 90 (64/23/3) |
| 3 | 2127:25 | 258 | 57 (28,4%) | 90 (35/42/13) |
| 4 | 2097:25 | 255 | 55 (27,5%) | 103 (42/43/18) |
| 5 | 2145:54 | 260 | 61 (30,7%) | 89 (45/42/2) |
| 6 | 2084:28 | 254 | 54 (27,0%) | 104 (31/66/7) |
| 7 | 2078:40 | 257 | 53 (26,0%) | 98 (35/38/25) |
| 8 | 2109:54 | 260 | 60 (30,0%) | 87 (35/41/11) |
| 9 | 2102:30 | 254 | 56 (28,3%) | 102 (34/57/11) |
| 10 | 2098:10 | 256 | 53 (26,1%) | 96 (45/42/9) |
| 11 | 2136:38 | 260 | 62 (31,3%) | 100 (48/40/12) |
| 12 | 2146:50 | 257 | 63 (32,5%) | 88 (29/47/12) |
| 13 | 2107:58 | 255 | 58 (29,4%) | 96 (41/49/6) |

Erreichte Ziele:

- Modelle zur automatisierten Schichtplanerstellung
- Schnelle Lösungsalgorithmen basierend auf Dekomposition
- Erhöhte Robustheit der Pläne unter Störungseinflüssen

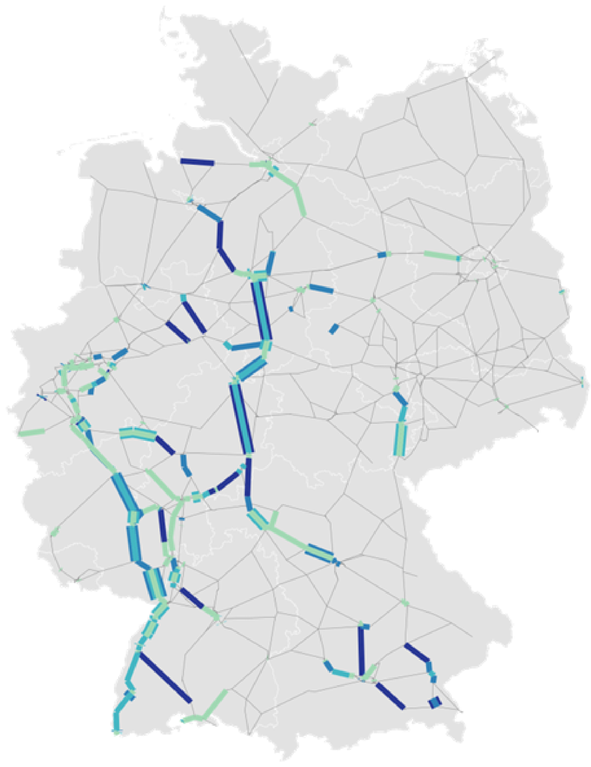



## Ausbauplanung für das Schienennetz

Die interne Verkehrsprognose der Deutschen Bahn AG bis 2030:

- Wachstum im Güterverkehr um bis zu 2% / Jahr
- Zunahme von Engpässen im Schienennetz

Welche Strecken im Netz müssen zu welchem Zeitpunkt ausgebaut werden, um den zusätzlichen Verkehr zu bewältigen?



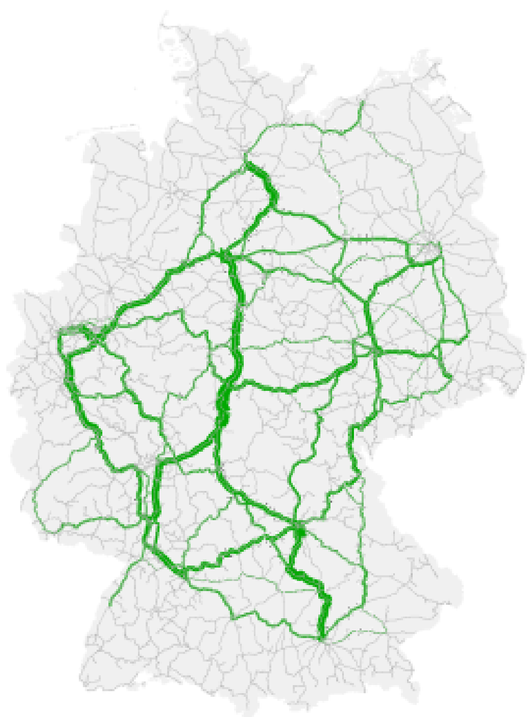
Die Projektergebnisse:

- Investitionsmodelle für einen optimalen Schienennetzausbau
- Mathematische Verfahren zur Reduktion der Modellgröße
- Ein Software-Tool zur Planungsunterstützung

## Sendungsbündelung im Güterverkehr

Im sogenannten Einzelwagenverkehr werden einzelne Sendungen aus wenigen Wagen in Rangierbahnhöfen zu Zügen gebündelt.

Zentrale Frage: An welchen Bahnhöfen sollen welche Wagen zu welchen Zügen gebündelt werden?



Kostenfaktoren:

- Gefahrene Zugkilometer
- Personalkosten
- Wagenkosten
- Umstellkosten

Herausforderungen:

- Hohe Zahl operativer Planungsrestriktionen
- Hohe Sendungszahlen: 50.000 Wagen / Tag
- Komplexe Wartezeitabhängigkeiten der Wagen

Ergebnisse des Projektes:

- Deutliche Reduktion der Transportkosten (ca. 8%)
- Verkürzung der Transportzeiten und höhere Zugauslastung
- Integration in DB-Planungssoftware „Logistics Designer“

## Reduktion der Spitzenlast im Bahnstromnetz

Der Bahnverkehr ist der größte Stromverbraucher in Deutschland (2% Gesamtanteil, entspricht dem Verbrauch der Stadt Berlin).

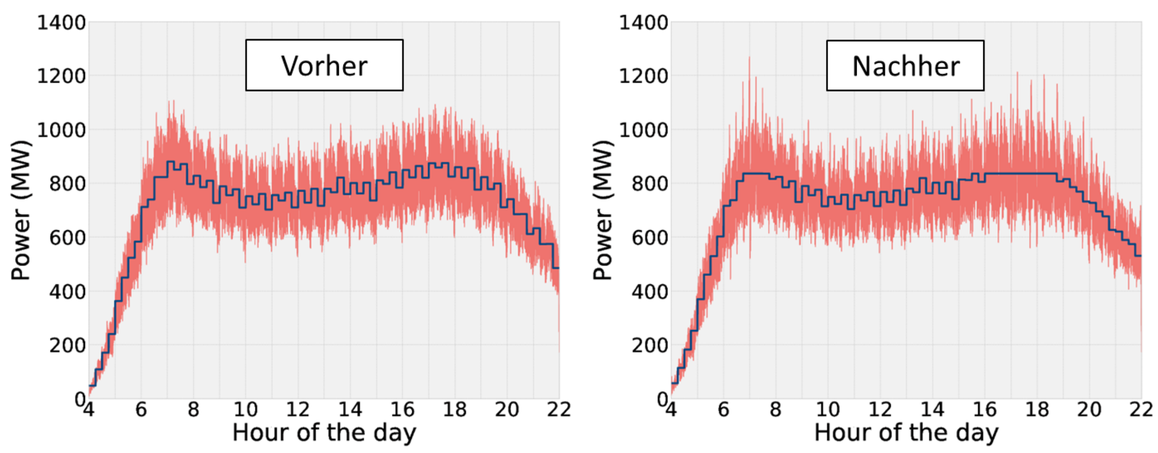
Die Stromkosten im Bahnverkehr hängen von zwei Faktoren ab:

- Gesamtenergieverbrauch aller Züge (ca. 75% der Kosten)
- 15-Minuten-Spitzenlast (ca. 25% der Kosten)

Die jährlichen Kosten für Traktionsstrom betragen ca. 1 Mrd. €!

Ansatz zur Spitzenlastminimierung: Verschiebe die Zugabfahrten leicht, um zu viele gleichzeitige Abfahrten zu vermeiden.

Eine Studie für den deutschlandweiten Personenfahrplan 2015:




- 21955 Züge an einem Wochentag, 04:00 Uhr bis 22:00 Uhr
- Spitzenlast sinkt um 44 MW, max. Verschiebung: ± 3 Min.
- Mögliche Kosteneinsparung: mehr als 5 Mio. € / Jahr