

ENERGIEEFFIZIENTE FAHRPLANOPTIMIERUNG IM ADA LOVELACE CENTER



Dr. Andreas Bärmann, Patrick Gemander, Lukas Hager, Oskar Schneider

Das ADA Lovelace Center

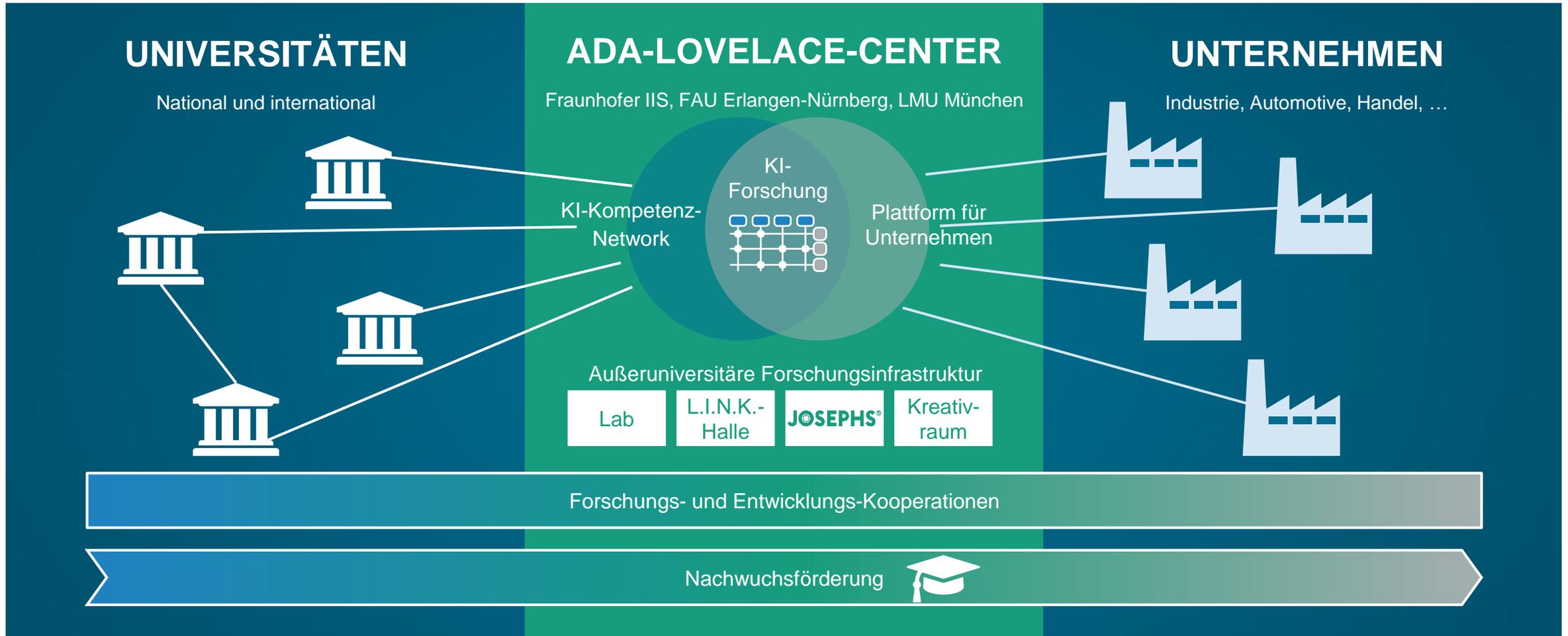
Ziele und Angebot

- ENTWICKLUNG VON DATA-ANALYTICS-VERFAHREN
- KI-PLATTFORM FÜR DIE INDUSTRIE
- AUSTAUSCH ZWISCHEN INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT
- NACHWUCHSFÖRDERUNG
- STRATEGISCHE INTERNATIONALE KOOPERATIONEN



Das ADA Lovelace Center

Ein Netzwerk, das Forschung und Industrie zusammenbringt



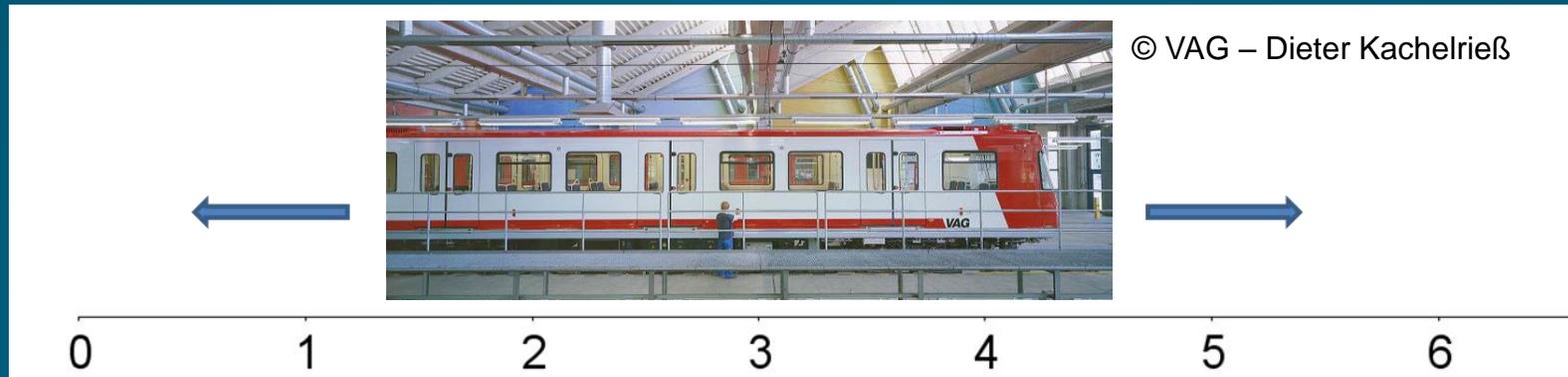
Energiekosten sparen durch optimierte Fahrpläne

Hintergründe zum Stromverbrauch im deutschen Schienennetz

- Der Zugverkehr ist der größte Stromverbraucher in Deutschland (11 Milliarden kWh / 2% des Gesamtverbrauches)
- Ausgaben der Deutschen Bahn AG für Traktionsstrom: ca. 1 Mrd. € / Jahr
- Typische Kostenverteilung eines Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU):
 - 75% für den Gesamtenergieverbrauch
 - 25% für die Spitzenlast
- Auf beide Kostenanteile hat der Fahrplan großen Einfluss!

Energiekosten sparen durch optimierte Fahrpläne

Die mathematische Sicht auf optimale Fahrpläne

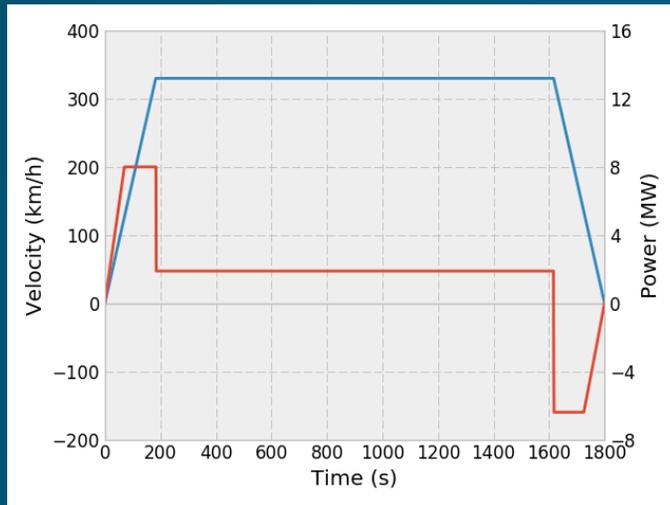


- Es gibt sehr viele mögliche Fahrpläne:
Bei 4 Zügen mit je 3 Teilstrecken, also insgesamt 12 Abfahrten,
und jeweils 7 wählbaren Abfahrtszeitpunkten gibt es $7^{12} \approx 14.000.000.000$ mögliche Fahrpläne
- Mit modernen mathematischen Algorithmen kommt man noch in viel größere Bereiche!
Zum Beispiel: 300.000 Abfahrten im deutschlandweiten Personenverkehr an einem Wochentag

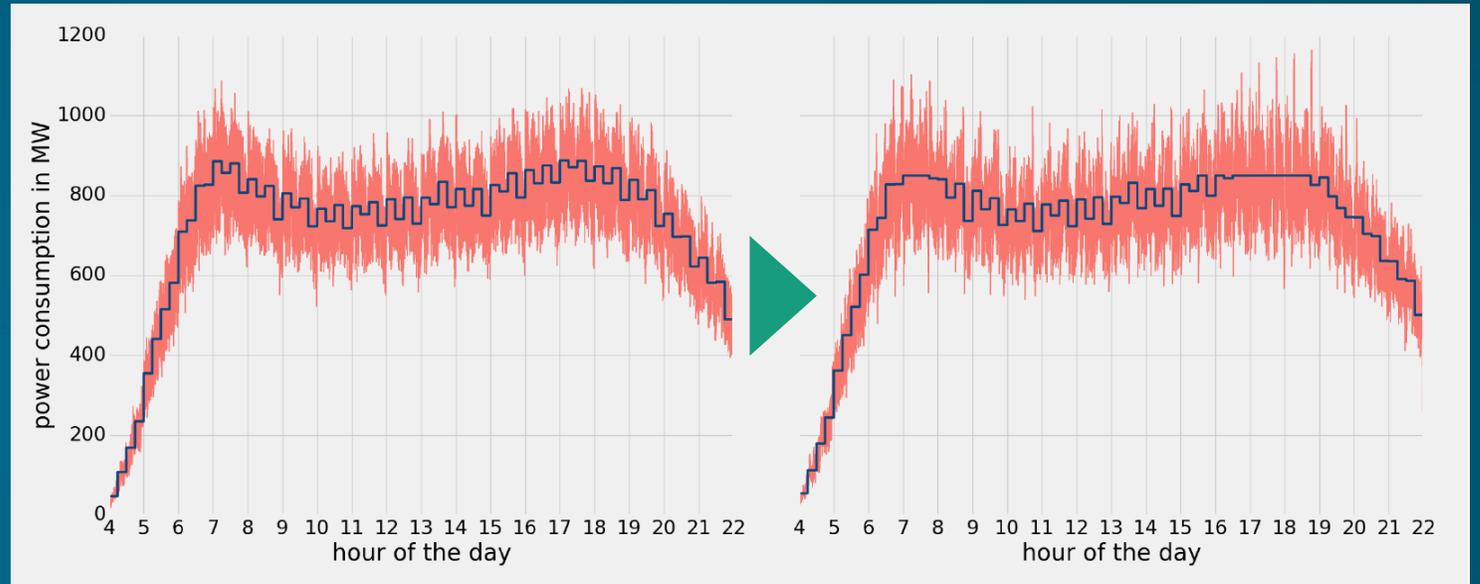
Energiekosten sparen durch optimierte Fahrpläne

Ergebnisse für den DB-Personenverkehr

IDEALISIERTES PROFIL



VORHER



- 22.000 Regional- und Fernzüge, 4 – 22 Uhr, Verschiebung: ± 3 Minuten
- Einsparung in der Spitzenlast: 38 MW, entspricht einem 7-stelligen Betrag / Jahr
- Lösungszeit des Problems: ca. 3 Minuten



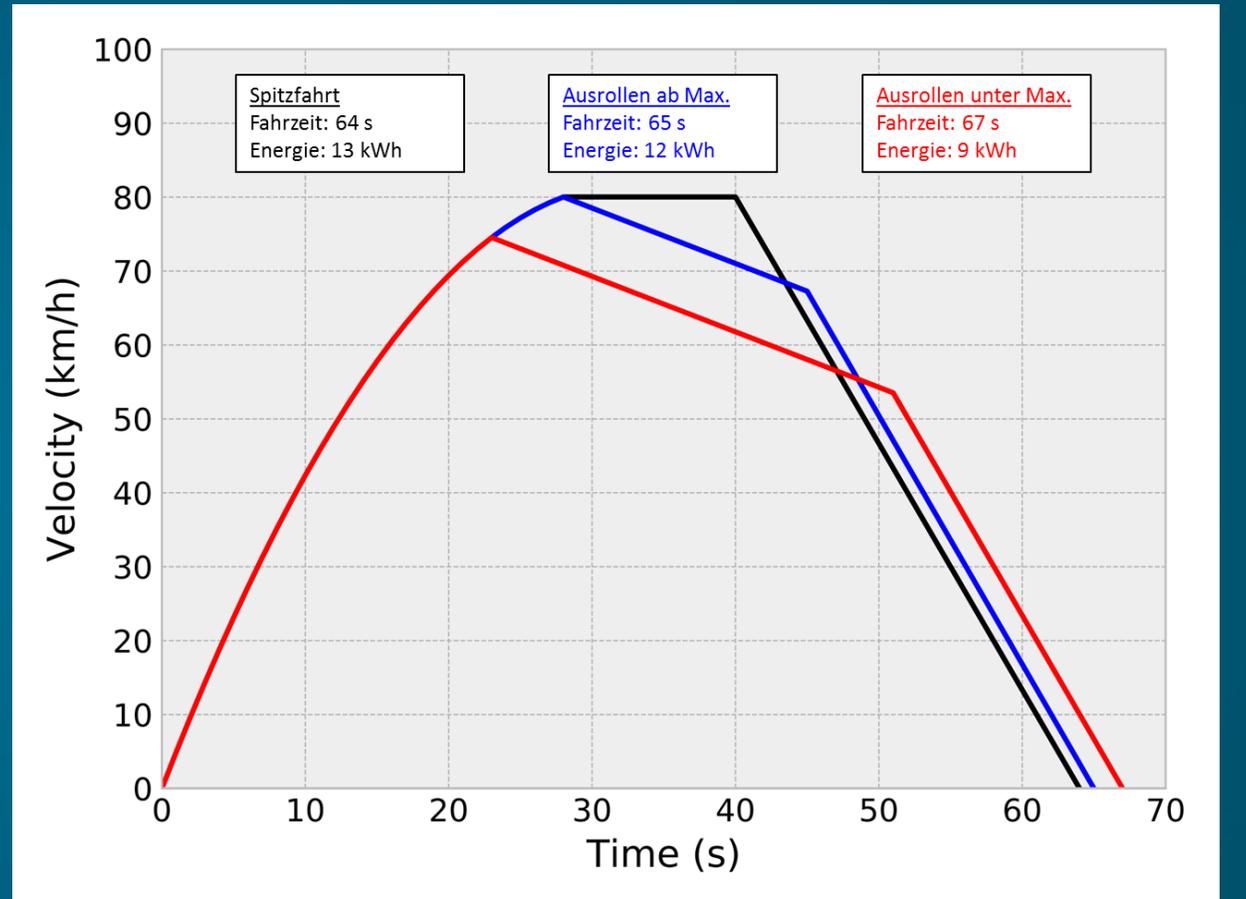
Energiesparendes Fahren im U-Bahn-Verkehr

Der nächste Schritt: Einbeziehung der Fahrweise

- Das Fahrverhalten eines U-Bahnzuges bestimmt seinen Energieverbrauch:
- Typischer Effekt: 5% längere Fahrzeit spart 1/3 der Energie!



© VAG – Claus Felix



Energiesparendes Fahren im U-Bahn-Verkehr

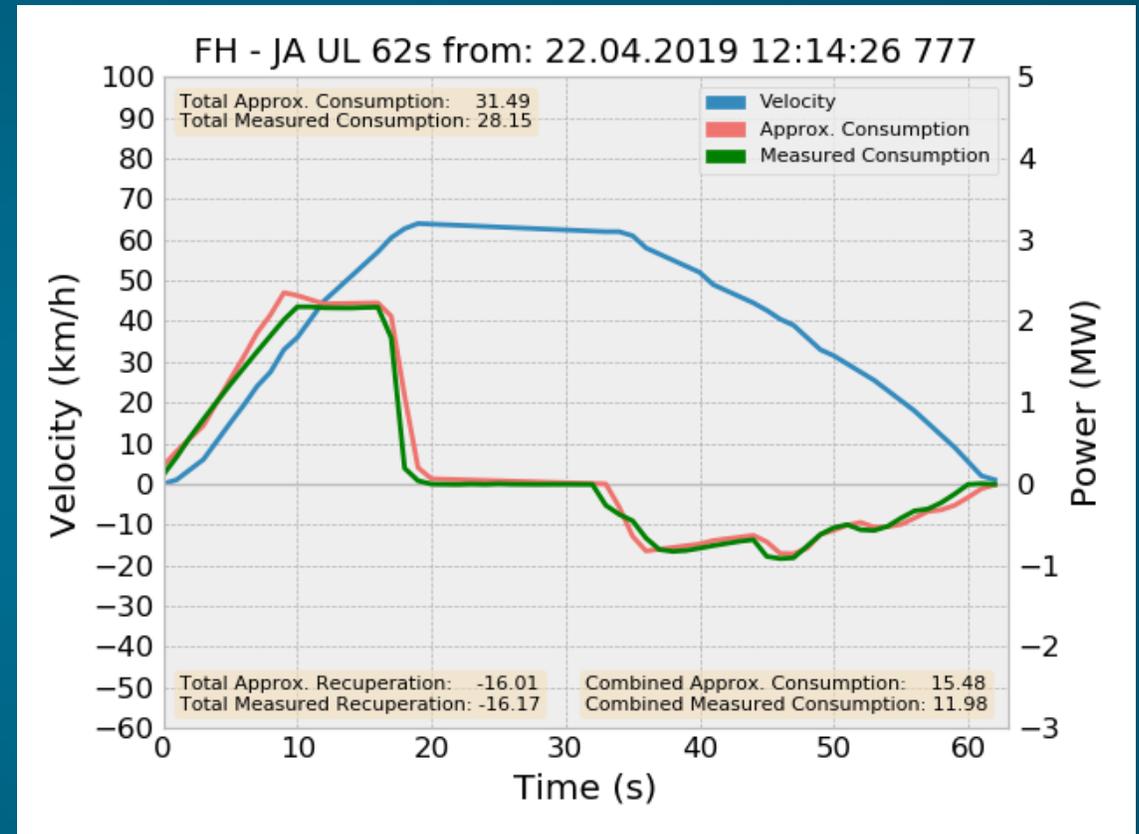
Grundkonzept der Optimierung

Hardhöhe	ab		04:47:05	04:55:05	05:02:05
Klinikum Fürth			04:48:36	04:56:36	05:03:36
Stadthalle		04:43:03	04:50:03	04:58:03	05:05:03
Rathaus Fürth		04:44:16	04:51:16	04:59:16	05:06:16
Fürth Hauptbahnhof		04:45:51	04:52:51	05:00:51	05:07:51
Jakobinenstraße		04:47:13	04:54:13	05:02:13	05:09:13
Stadtgrenze		04:48:37	04:55:37	05:03:37	05:10:37
Muggenhof		04:50:05	04:57:05	05:05:05	05:12:05
Eberhardshof	an	04:51:33	04:58:33	05:06:33	05:13:33
Eberhardshof	ab	04:51:33	04:58:33	05:06:33	05:13:33
Maximilianstraße		04:52:58	04:59:58	05:07:58	05:14:58
Bärenschanze		04:54:13	05:01:13	05:09:13	05:16:13
Gostenhof		04:55:23	05:02:23	05:10:23	05:17:23
Plärrer	an	04:56:56	05:03:56	05:11:56	05:18:56

Energieeinsparung durch:

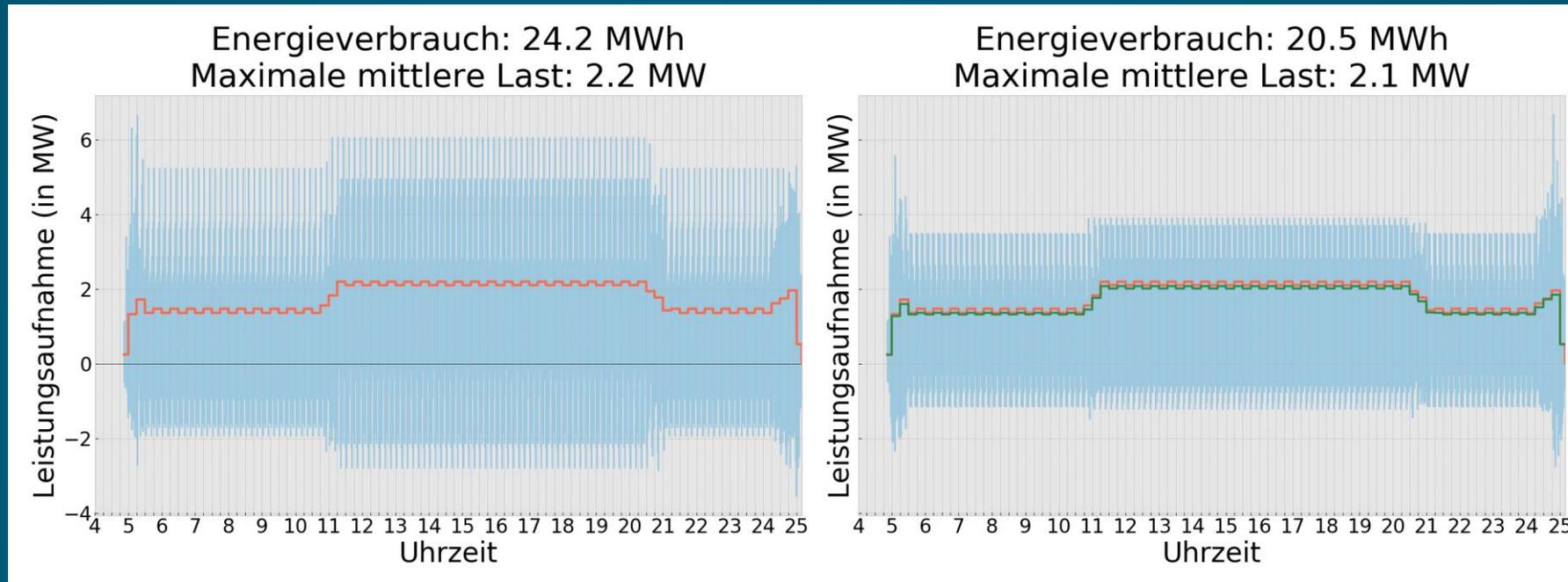
Quelle: VAG

- Verschieben von Abfahrzeiten
- Auswahl energieeffizienter Fahrprofile



Energiesparendes Fahren im U-Bahn-Verkehr

Minimierung des Energieverbrauchs für die VAG



- Nürnberger U-Bahn-Verkehr, 4 – 22 Uhr, Verschiebung: ± 15 Sekunden, 3 alternative Profile
- Geschätzte Energie-Einsparung: 3,7 MWh (ca. 15% auf den Linien U2 und U3)
- Entspricht einer Einsparung im 6-stelligen Bereich pro Jahr

Energiekosten sparen durch optimierte Fahrpläne

Zusammenfassung und Ausblick

- In einer leichten Fahrplan-Anpassung steckt viel Potenzial!
Unter optimalen Bedingungen erreichen wir:
 - Spitzenlastsenkung im Bahnverkehr:
38 MW bzw. ein 7-stelliger Betrag / Jahr für die DB
 - Reduktion des Energieverbrauchs im U-Bahn-Verkehr:
3,7 MWh bzw. ein 6-stelliger Betrag / Jahr für die VAG
- Nur geringe Auswirkungen auf die Fahrplanperformance
- Weitere Schritte:
 - Genauere Modellierung des Stromnetzes
 - Übertragung hin zu einer optimierten Steuerung der U-Bahnfahrten im laufenden Betrieb
 - Mittelfristiges Ziel: Praxiseinsatz unserer Methoden



© VAG – Claus Felix



Das ADA Lovelace Center

Neue Formen der Kooperation



Einzelprojekte



Joint-Labs



ADA-Hub Young Talents



Das ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications

Und was können wir für Sie tun?

Sprechen Sie uns an!



Dr. Andreas Bäermann
Telefon 09131 85-67159
Andreas.Baermann@fau.de



Patrick Gemander
Telefon 0911 58061-9523
patrick.gemander@iis.fraunhofer.de