

Das Projekt RUBIN – Automatische U-Bahnen ab 2006 in Nürnberg: Mehr Service und niedrigere Kosten im Nahverkehr

R. Müller^{a,1}

^a VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg
Südliche Fürther Str. 5, 90338 Nürnberg, Deutschland

Kurzfassung: In Nürnberg wird Anfang des Jahres 2006 deutschlandweit die erste vollautomatische U-Bahn auf die Strecke gehen. Teilweise nutzt diese in einem so genannten Mischbetrieb das Streckennetz einer bereits bestehenden U-Bahn-Linie. Das ist weltweit eine Besonderheit und ein ehrgeiziges Projekt. Es trägt den Namen RUBIN (Realisierung einer automatisierten U-Bahn in Nürnberg). Der Zeitpunkt für die Realisierung wurde so gewählt, dass sie mit notwendigen Investitionen für den Ausbau des Streckennetzes, zur Vergrößerung des Fahrzeugparks und für Fahrzeuersatzbeschaffungen zusammenfällt. Die Automatisierung des Fahrbetriebs hilft den Aufwand zu reduzieren, hinsichtlich der benötigten Fahrzeugzahl, der verbrauchten Energie und dem nötigen Personal. Mit Mehreinnahmen kann aufgrund eines erwarteten Fahrgastzuwachs gerechnet werden. Diese Erwartung ergibt sich daraus, dass Teile Nürnbergs neue erschlossen werden und das neue System mehr Service bieten wird. Dies alles trägt nachhaltig zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Verkehrsbetriebs bei.

Schlagworte: automatisiert, automatisch, fahrerlos, U-Bahn, RUBIN, Mischbetrieb, standardisierte Bewertung, VAG Nürnberg.

¹E-mail: dr.rainer.mueller@vag.de, URL: www.vag.de, www.rubin-nuernberg.de

1 Einleitung

Die VAG betreibt seit 1972 im Auftrag der Stadt Nürnberg ein konventionelles U-Bahn-System mit unabhängigem Fahrweg und 2,90 Meter breiten Fahrzeugen. Inzwischen ist das Netz auf 31 Kilometer mit 39 Bahnhöfen, zwei Linien und 75 Doppeltriebwagen angewachsen. In der Spitzenzeit verkehren 34 Züge bestehend aus jeweils zwei Doppeltriebwagen. Rund 290 000 Fahrgäste werden täglich auf den beiden U-Bahn-Linien befördert. In den morgendlichen Spitzenverkehrszeiten sind inzwischen auf beiden Linien die Kapazitätsgrenzen erreicht. Eine weitere Taktverdichtung von 3 1/3 auf 2 1/2 Minuten wäre mit dem vorhandenen Zugsicherungssystem in Nürnberg – baugleich mit München, jedoch ohne einer Linienzugbeeinflussung – betriebstechnisch möglich. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass dies über einen längeren Zeitraum nicht stabil gewährleistet werden kann und bereits die geringste Störung das System erheblich beeinträchtigt. Das Taktangebot ist also ausgereizt. Mit der U3 im Endausbau wird das U-Bahn-Streckennetz auf 38 Kilometer und 49 Bahnhöfe anwachsen.

2 Einführung der automatischen U-Bahn

Das Zeitfenster für die Einführung einer automatischen U-Bahn in Nürnberg ist denkbar günstig: Die Nachbarstadt Fürth hat beschlossen, die Linie U1 in Fürth zu verlängern und in Nürnberg muss zeitnah Ersatz für die mittlerweile 35 Jahre alten Fahrzeuge der ersten Generation beschafft werden. Die VAG Nürnberg erkannte sehr schnell, dass für eine Umstellung auf eine neue Technologie dies der richtige Zeitpunkt ist. Als die Rentabilität der Automatisierung mittels der Machbarkeitsstudie SMARAGT erwiesen war, stand der Umsetzung nichts mehr im Wege.

Das Realisierungskonzept sieht nun folgendermaßen aus: Zunächst wird das an die Betriebswerkstatt angeschlossene Testgleis ertüchtigt, um erste Abgleicharbeiten an den automatischen Zügen zu ermöglichen. Die erste Stufe im Streckennetz wird dann die Eröffnung der U3 vom Bahnhof Maxfeld bis zum Bahnhof Gustav-Adolf-Straße mit dem dazwischen liegenden gemeinsamen Streckenabschnitt der U2 vom Rathenauplatz bis zur Rothenburger Straße sein. Die Eröffnung der Linie U3 ist für Anfang 2006 geplant, mit einem Mischbetrieb auf den Linien U2 und U3 (Abb. 1). Die nächste Automatisierungsstufe ist für Ende 2007 geplant (Abb. 2). Die weiteren Stufen beinhalten schließlich den sukzessiven Ausbau der U3 zum Nordwestring im Norden und nach Gebersdorf im Südwesten Nürnbergs (Abb. 3). Die Linie U1 (Fürth Kieselbühl <-> Langwasser Süd) ist zur Zeit nicht in die Überlegungen zur Automatisierung einbezogen.

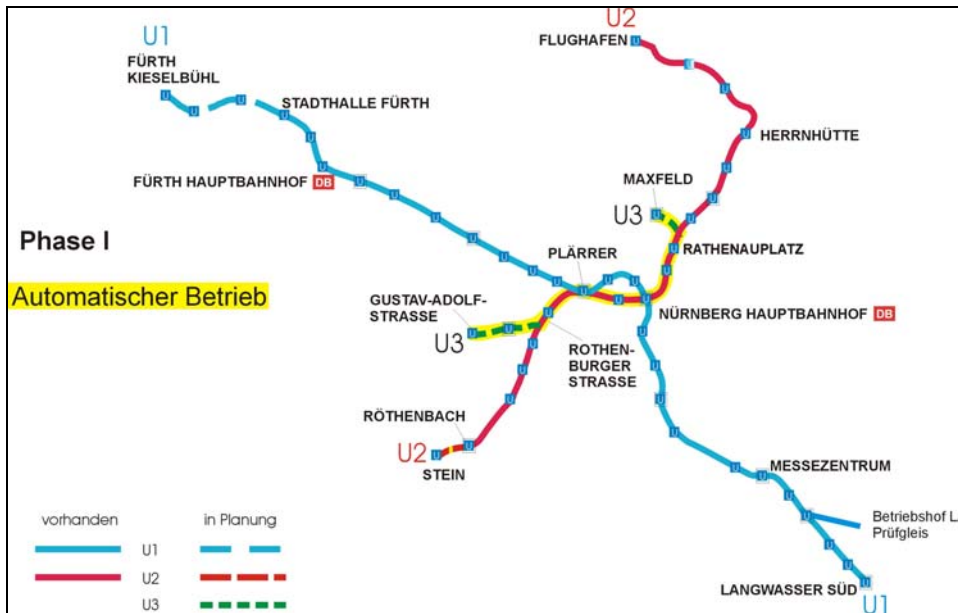


Abb. 1

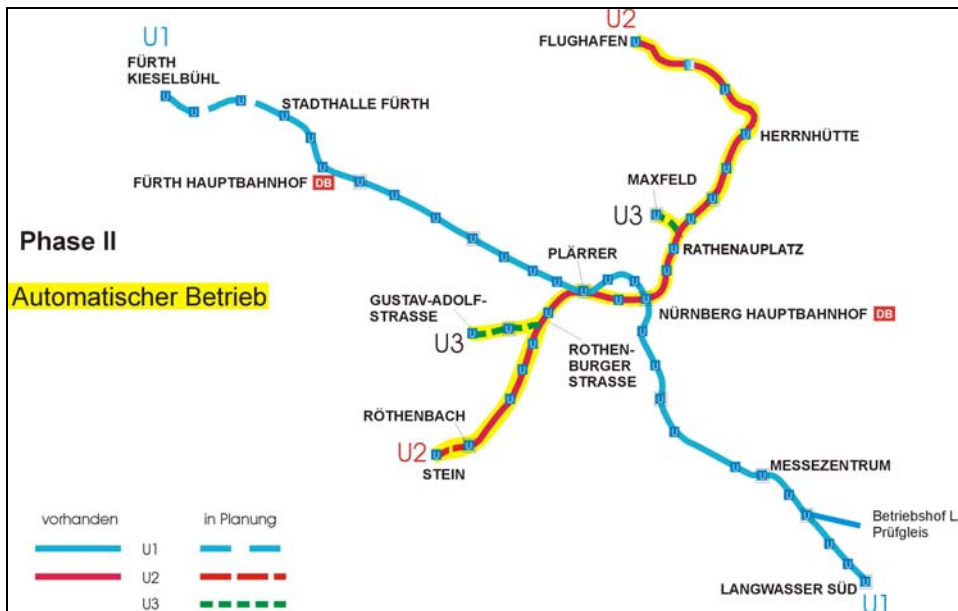


Abb. 2

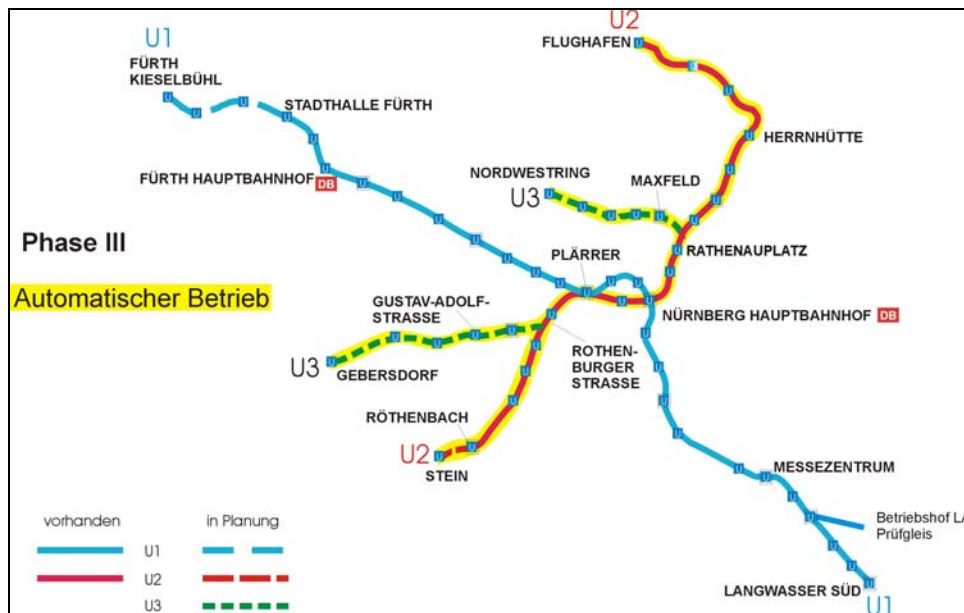


Abb. 3

3 Finanzierung

Die Ausrüstung der Linien U2 und U3 mit der Technik für das fahrer- und begleiterlose Fahren (Abb. 4: Betrieblicher Teil des Rahmenantrags) wird circa 100 Millionen Euro kosten, wovon der Bund und der Freistaat Bayern 87,5 Prozent tragen. Die dazu erforderlichen 37 Fahrzeuge – ausgeführt als Doppeltriebwagen – werden rund 140 Millionen Euro kosten und vom Freistaat Bayern mit 50 Prozent bezuschusst. Die Vergabe des Projekts erfolgte Ende 2001 an Siemens Transportation Systems.

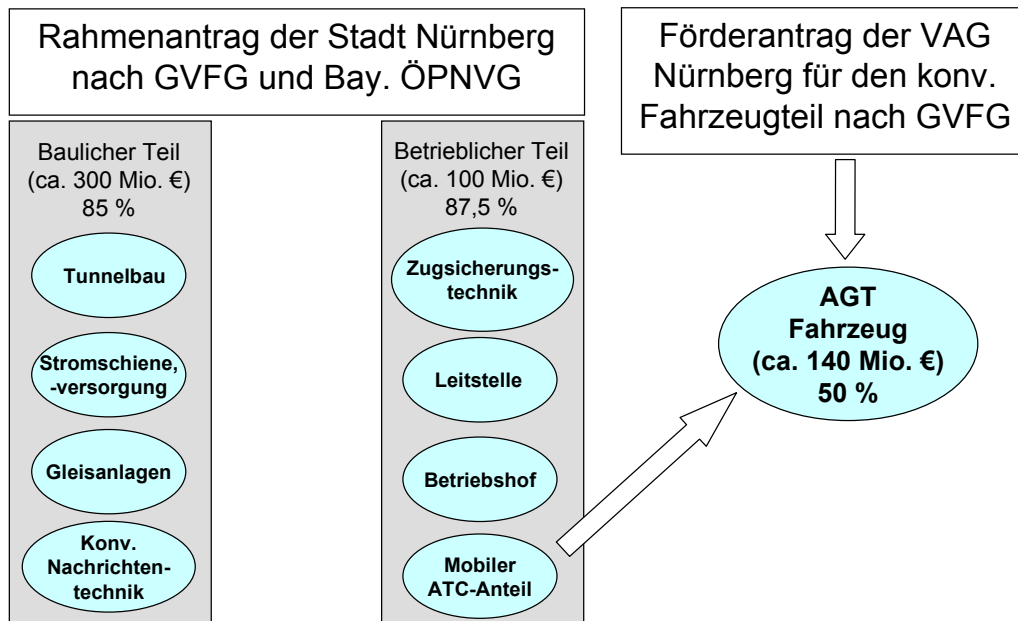


Abb. 4

Eine Besonderheit in der Finanzierung des RUBIN-Projekts ist, dass die Stadt Nürnberg erst dann mit Fördergeldern nach dem Gemeinde-Verkehrs-Finanzierungs-Gesetz (GVFG) sowohl vom Bundesverkehrsministerium als auch vom Bayerischen Wirtschaftsministerium rechnen kann, wenn der Nachweis von der Funktionsfähigkeit des Systems erbracht wurde. Dies kann frühestens 2004 geschehen. Bis dahin finanziert die Stadt Nürnberg die Ausgaben vor.

4 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit eines automatisierten U-Bahn-Betriebs prüfte die VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg gemeinsam mit Partnern – der Siemens AG, ADtranz und der Verkehrsinitiative Neuer Adler – im Rahmen einer Studie zur Machbarkeit und Realisierung eines AGT (Automatic Guided Transit), mit dem Titel SMARAGT. Die Studie entstand zwischen 1997 und 1999. In dem Forschungsvorhaben wurden in Arbeitspaketen Untersuchungen durchgeführt, Konzepte erstellt und funktionale Anforderungen definiert und bewertet.

Die Studie ergab zum einen, dass das Vorhaben der VAG Nürnberg technisch machbar ist und zum anderen, dass es im Vergleich zu einer konventionellen Erweiterung wirtschaftlicher ist. Diese Erkenntnisse waren der Grundstein für weitere Aktivitäten, wie die Klärung der Finanzierung, die Abstimmung mit allen Beteiligten und die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen.

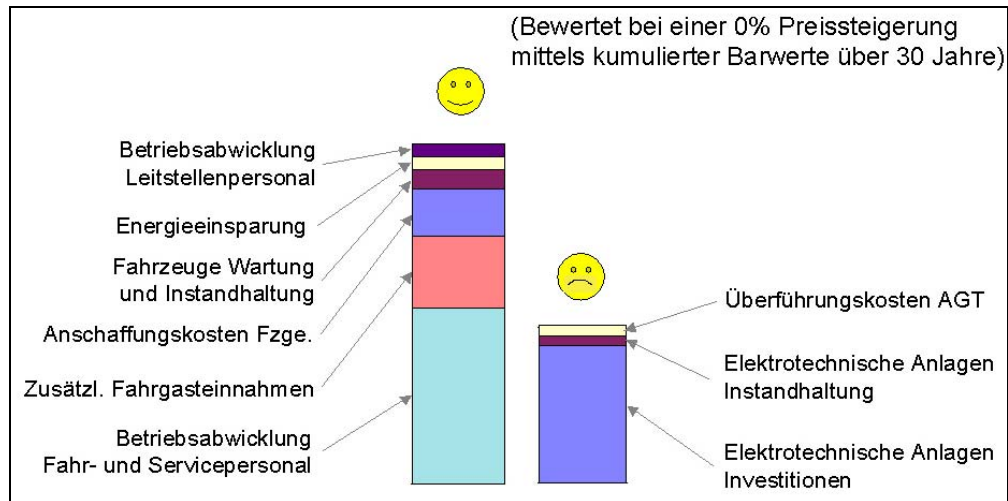


Abb. 5: Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit negativ und positiv beeinflussen.

Die Wirtschaftlichkeit des automatischen Systems gründet sich im Wesentlichen auf vier Faktoren: weniger Personalbedarf, geringerer Fahrzeugbedarf, höhere Fahrgastzahlen und geringerer Energieverbrauch.

4.1 Weniger Personalbedarf

Das Personalkonzept stellte eine kritische Hürde für das Automatisierungsvorhaben dar. Es war von Anfang an klar, dass ohne nachhaltige Einsparung von Personal die Wirtschaftlichkeit des Gesamtkonzepts nicht erreichen werden konnte. Das wurde Aufsichtsräten, Betriebsrat und den Gewerkschaften stets offen kommuniziert. Die Planungen sehen vor, dass im automatischen U-Bahn-Betrieb circa 80 Arbeitsplätze weniger benötigt werden als für einen konventionellen Ausbau. Das betrifft Fahr-, Werkstatt- und Leitstellenpersonal. Wegen RUBIN fallen aber keine bestehenden Arbeitsplätze weg, sondern es werden weniger neue geschaffen.

4.2 Geringerer Fahrzeugbedarf

Der AGT-Betrieb kommt mit weniger Fahrzeugen aus. Automatische Fahrzeuge sind anders konzipiert, es stehen mehr Platzkapazitäten zur Verfügung und kürzere Wendezeiten können realisiert werden. Ein nachfrageorientierter Fahrzeugeinsatz und somit ein maßgeschneidertes Taktangebot ist möglich. Im Folgenden werden der Fahrzeugbedarf für den konventionellen und für den automatisierten Betrieb direkt miteinander konfrontiert.

Linie	Abschnitt	Umlaufzeit / davon Wendezeit [min]	Takt [min]	Traktion	Benötigte Fahrzeugeinheiten	
					ohne Betr.-res.	mit Betr.-res
U2	Röthenbach – Ziegelstein	50 / 15,4	10	DTx2	10	11
	Röthenbach – Flughafen	60 / 19,4	10	DTx2	12	14
U3	Gebersdorf – Nordwestring	50 / 14	5	DTx2	20	22
Summe:					42	47

Tabelle 1: Fahrzeugbedarf im konventionellen Betrieb

Linie	Abschnitt	Umlaufzeit / Davon Wendezeit [min]	Takt [min]	Traktion	Benötigte Fahrzeugeinheiten	
					ohne Betr.-res.	mit Betr.-res
U2	Röthenbach – Ziegelstein	40 / 5,4	6 _{2/3}	DTx1	6	7
	Röthenbach – Flughafen	46,7 / 6	6 _{2/3}	DTx1	7	8
U3	Gebersdorf – Nordwestring	40 / 4	3 _{1/3}	DTx1	12	13
Summe:					25	28
Saldo:					-17	-19

Tabelle 2: Fahrzeugbedarf im automatisierten Betrieb

4.3 Höhere Fahrgastzahlen

Wie über ein standardisiertes Bewertungsverfahren nachgewiesen wurde, können mit Hilfe des automatisierte Systems mehr Fahrgäste erwartet werden. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass dichtere Takte gefahren werden können, was die Attraktivität eines Verkehrsmittels sofort steigert.

4.3.1 Prognostizierte Fahrgastzahlen der Linie U3 im konventionellen Betrieb

Vorrangiges Ziel einer neuen U-Bahn-Linie mit vergleichsweise hohen Investitionsaufwendungen ist es, für den ÖPNV zusätzliche Fahrgäste zu gewinnen. Dieser sogenannte Mehrverkehr setzt sich zusammen aus:

- dem vom MIV zum ÖPNV verlagerten Verkehr (Modal-Split-Wirkungen) und
- dem induzierten Verkehr ÖPNV.

Die Modal-Split-Wirkungen und der induzierte Verkehr ÖPNV wurden mit Hilfe des Regelverfahrens der Standardisierten Bewertung errechnet. Aus Abb. 6 gehen die relevanten Eckdaten der Nachfragewirkungen hervor:

- Durch die Inbetriebnahme der U3 wird ein Mehrverkehr ÖPNV von 34.500 Personenfahrten/24 h erreicht. Dieser setzt sich zusammen aus 28.610 vom MIV zum ÖPNV verlagerten Fahrten und 5.890 Personenfahrten/24 h induzierter Verkehr ÖPNV.
- Der Mehrverkehr ÖPNV führt zu einer Erhöhung der Verkehrsleistung im ÖPNV um 227.270 Personen-km/24 h.
- Der Rückgang der MIV-Verkehrsleistung wird in PKW-km gemessen. Aufgrund der Verlagerungseffekte errechnet sich eine rückläufige MIV-Verkehrsleistung von 126.220 PKW-km/24 h.

Der Nutzen-Kosten-Faktor für den konventionellen Betrieb der Linie U3 liegt bei 1,21.

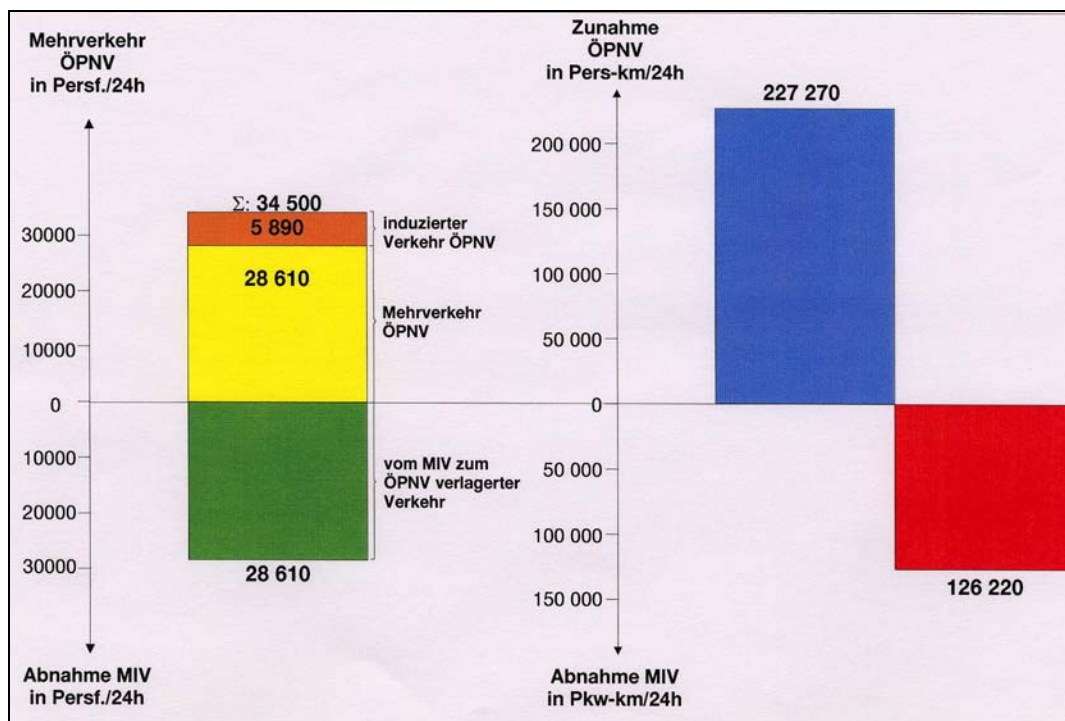


Abb. 6: Prognostizierte Fahrgastzahlen der Linie U3 im konventionellen Betrieb

4.3.2 Prognostizierte Fahrgastzuwächse durch die Automatisierung

Aufbauend auf dem Mengengerüst in Kap. 4.3.1 werden die verkehrlichen Auswirkungen des AGT-Betriebs auf den Linien U2 und U3 nach dem Regelverfahren der Standardisierten Bewertung abgebildet.

Die Berechnungen zu den verkehrlichen Auswirkungen berücksichtigen:

- Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage MIV/ÖPNV (Modal-Split-Wirkungen),
- Aussagen zu den Teilstreckenbelastungen ÖPNV, differenziert nach Betriebszweigen (Umlegungsergebnisse) und
- eine Überprüfung der in den Planungen unterstellten ÖPNV-Kapazitäten (Dimensionierungsnachweise).

Durch die Umstellung des U-Bahn-Betriebs auf den Linien U2 und U3 auf AGT-Betrieb werden infolge des verdichteten Angebots Fahrten vom MIV zum ÖPNV verlagert (Modal-Split-Wirkung) und ÖPNV-Fahrten induziert.

Die Modal-Split-Wirkungen und der induzierte Verkehr ÖPNV wurden mittels des Regelverfahrens der Standardisierten Bewertung errechnet. Aus Abb. 7 gehen folgende relevante Eckdaten der Nachfragewirkungen hervor:

- Durch die Umstellung auf AGT-Betrieb wird ein Mehrverkehr im ÖPNV von 13.145 Personenfahrten/24 h erreicht. Dieser setzt sich zusammen aus 11.870 vom MIV zum ÖPNV verlagerten Fahrten und 1.275 Personenfahrten/24 h induzierter Verkehr ÖPNV.
- Der Mehrverkehr ÖPNV führt zu einer Erhöhung der Verkehrsleistung ÖPNV um 23.560 Personen-Kilometer/24 h.
- Der Rückgang der MIV-Verkehrsleistung wird in PKW-km gemessen. Aufgrund der Verlagerungseffekt errechnet sich eine rückläufige MIV-Verkehrsleistung von 25.010 PKW-km/24 h.

Der Nutzen-Kosten-Faktor für die Betrachtung AGT-Betrieb statt konventioneller Betrieb liegt bei 1,75.

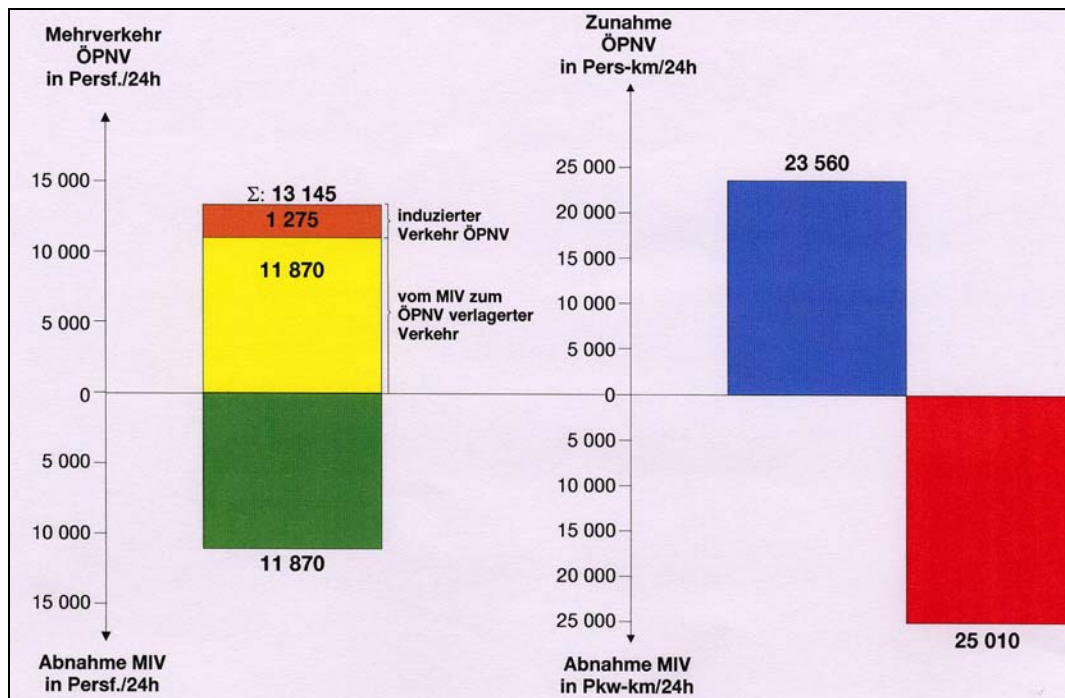


Abb. 7: Prognostizierte Fahrgastzuwächse durch die Automatisierung

4.4 Geringerer Energieverbrauch

Ein geringerer Energieverbrauch im automatischen Betrieb ergibt sich aus einer optimierten Beschleunigung beziehungsweise Abbremsung der Fahrzeuge sowie durch ein mit Hilfe der ATO (Automatic Train Operation) am Fahrzeug berechneten energieoptimiertem Fahrprofil.

5 Service im AGT-Betrieb

Neben der wirtschaftlichen Vorteile für die VAG Nürnberg ergeben sich durch die Automatisierung auch für den Fahrgast eine Reihe von Verbesserungen. So können im automatisierten Betrieb U-Bahnen in einem Abstand von nur 100 Sekunden fahren. Ein solch dichter Takt verkürzt die Wartezeiten für die Fahrgäste auf ein Minimum. Ein ungeduldiger Blick auf den Fahrplan wird dadurch genauso überflüssig wie ein "Wettlauf" um die einfahrende U-Bahn. Bei besonderem Bedarf – zum Beispiel bei Großveranstaltungen – können zusätzlich zum normalen Fahrplan per Knopfdruck unproblematisch weitere Züge aus den Abstellanlagen eingesetzt werden.

Was das Thema Sicherheit angeht, legt die VAG Nürnberg großen Wert auf einen für den Fahrgast erkennbar sicheren Betrieb. Fahrerlos bedeutet nicht personallos. Die

ehemaligen Fahrer der zukünftig automatisch betriebenen Linie U2 werden zum Servicepersonal weiterqualifiziert und kümmern sich im Bedarfsfall um eine rasche Störungsbeseitigung, übernehmen Kontrolltätigkeiten und sind Ansprechpartner für die Fahrgäste. Auch eine Erhöhung der Videobeobachtung von Bahnsteigen und Fahrzeug-Innenräumen soll den Fahrgästen mehr Sicherheit vermitteln. Die Leitstelle kann sich jederzeit Videobilder aufschalten und sich so einen Eindruck der Situation verschaffen. Praktisch als Nebeneffekt erhofft sich die VAG, so auch Vandalismus an den Fahrzeugen eindämmen zu können. Darüber hinaus wurden bei der Entwicklung des für den AGT-Betrieb in Nürnberg bestimmten Fahrzeugtyps DT3 auch viele Hilfestellungen für mobilitätseingeschränkte Menschen bedacht: So wird es beispielsweise an allen Türen ausfahrbare Rampen geben, Taster zum Öffnen der Fahrzeugtüren werden so angebracht sein, dass sie für alle Kunden bequem zu bedienen sind und sehbehinderte Fahrgäste werden die Taster mittels taktilen Leitstreifen „erfühlen“ können. Außerdem wird eine optische und akustische Türschließankündigung den Abfertigungsvorgang für den Fahrgast deutlich anzeigen.

Eine automatisierte U-Bahn in Nürnberg – ein Gewinn für die Stadt, ihren Verkehrsbetrieb und vor allem für die Fahrgäste.

Literatur

- [1] Beismann, Helmut und Schmidt, Konrad: „Sharing tracks with driverless trains“. In: Public Transport International – Special Edition. Oktober 2002. S. 12-14.
- [2] Müller, Rainer: „U-Bahn ohne Fahrer“. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung. Sonderbeilage: Mobilität mit Bussen und Bahnen. Frankfurt: 11.06.2002.
- [3] Müller, Rainer: „Shared Tracks for Conventional and Automated Metros“. In: Railway Technical Review. 01/2001. S. 12-15.
- [4] Müller, Rainer: „Eine automatische U-Bahn für Nürnberg“. In: ZEV + DET Glasers Annalen – Die Eisenbahntechnik. 01/2001. S. 25-28.
- [5] Müller, Rainer: „Eine Chance für Nürnberg und die VAG“. In: Nahverkehrspraxis – Fachzeitschrift für Nahverkehr und Verkehrsindustrie. 09/2000. S. 28-30.
- [6] Müller, Rainer: „Automatische U-Bahn für Nürnberg“. In: Der Nahverkehr. 06/2000. S. 18-20.