



| Klaus Schwarz Text | Christine Dierenbach Fotos

# Aus SMARAGT

Die erste vollautomatische U-Bahn in Deutschland fährt in Nürnberg

Seit 1972 die ersten „Pegnitzpfeile“ auf der Stammelinie der U 1 den Nürnbergern zeigten, wie schnell und sicher es sich im Untergrund fahren lässt, ist das U-Bahn-Netz kontinuierlich gewachsen. Nach der Erschließung der Innenstadt und der Anbindung nach Fürth kam der Bau der U 2, die den Südwesten der Stadt und den Flughafen im Norden erreichte. Im Frühherbst 2006 steht eine revolutionierende Premiere an: Mit der neuen U 3 auf dem Kernstück zwis-

schen Maxfeld und Gustav-Adolf-Straße nimmt die erste vollautomatische U-Bahn in Deutschland und weltweit die erste U-Bahn im konventionell-automatischen Mischbetrieb den Verkehr auf. Die fahrerlose U 3 nutzt dazu im Bereich der Innenstadt die Gleise der fahrergeführten Linie U 2 mit.

Planungsziel ist einmal eine dichtere Zugfolge in diesem stark befahrenen Bereich und zum andern die



# wird RUBIN

schrittweise Umstellung der ganzen U 2 zwischen Flughafen und Röthenbach auf Automatikbetrieb bis 2007. „Auf dieses Konzept darf Nürnberg stolz sein“, sagt der Technische VAG-Vorstand Dr. Rainer Müller. Die U 3 zog bereits das Interesse der internationalen Fachwelt, von New York über Hongkong bis Paris, auf sich. So haben sich etwa alle japanischen U-Bahnbetreiber, die in der Subway-Association vereinigt sind, über dieses Projekt in Nürnberg schon

ausführlich informiert. Weltweit gibt es rund 120 U-Bahnsysteme. Viele Verkehrsunternehmen müssen ihre Anlagen jedoch modernisieren. Da werde es interessant, den „Knackpunkt“, die Umstellung der Systeme auf automatischen oder eine Kombination von konventionellem und Automatikbetrieb, ins Kalkül zu ziehen, erläutert der U-Bahn-Fachmann. Die Nürnberger U-Bahnplaner waren also „keinesfalls größenvahnsinnig“, so Rainer Müller, als sie die

**Meist in den Nachtstunden werden die Probefahrten der fahrerlosen U 3 durchgeführt. Hier steht der Testzug in der Station Gustav-Adolf-Straße.**

Die Stationsanzeige ist auf Rathenauplatz eingestellt, doch das Fahrzeug ist mit Technikern auf Testfahrt auf der von U 2 und U 3 gemeinsam genutzten Strecke am Bahnhof Plärrer unterwegs. Der hier genutzte Fahrerstand ist im fahrerlosen Betrieb fest verschlossen.

Die automatische Zugkontrolle ATC (Automatic Train Control) steuert und überwacht den automatischen Fahrbetrieb mit Strecken- und Rückkanalrechnern. Der Datenaustausch mit dem Fahrzeug erfolgt permanent über Linienleitschleifen zu den Antennen im Fahrzeug.



fahrerlose U-Bahn ins Auge fassen. Sie hatten geradezu optimale Rahmenbedingungen: Es war eine neue U-Bahnstrecke vom Nordwestring bis nach Gebersdorf zu konzipieren. Nach der genannten Kernstrecke, die 2006 in Betrieb geht, ist vorgesehen, die Außenäste Maxfeld – Nordwestring (3,4 Kilometer) und Gustav-Adolf-Straße bis Gebersdorf (4,7 Kilometer) bis 2012 zu bauen. Mit der U 3 erweitert sich das U-Bahnnetz von 32 auf 40,1 Kilometer. Bei den Voruntersuchungen zeigte sich, dass die Verzweigung der Linien von U 2 und U 3 an zwei Punkten zum Beispiel aus systemtechnischen Gründen nicht mehr lösbar war. Außerdem ergaben Berechnungen, dass es nicht mehr lohnte, die alten „Pegnitzpfeile“ umzurüsten. „Da war der Sprung zum automatischen System nur noch relativ gering“, erinnert sich Rainer Müller. Als wesentlich wirtschaftlicher erwies sich deshalb auch die Neubeschaffung von 30 im ersten Bauabschnitt eingesetzten vollautomatischen Zügen für allein 110 Millionen Euro. Im Vergleich zum konventionellen Betrieb müssen weniger Fahrzeuge beschafft werden, weil sich die Weni-



dezeiten in den Endbahnhöfen verkürzen und durch das Fehlen des Fahrerstandes mehr Fahrgäste pro Wagen befördert werden können.

Die Gesamtkosten von 610 Millionen Euro für die gesamte U 3 vom Nordwestring bis Gebersdorf sind enorm: 360 Millionen Euro verschlingt der Streckenbau, 110 Millionen Euro stecken im Automatikbetrieb (inklusive Anpassung der U 2) und 140 Millionen Euro kosten die insgesamt 37 neuen Fahrzeuge. Bund und Land leisten für die einzelnen Projektteile unterschiedlich hohe Zuschüsse: 85 Prozent für den Tunnelbau und 87,5 Prozent für die automatische Stre-



ckentechnik beider Linien. Die Kosten für den Fahrzeugkauf übernimmt der Freistaat zu 50 Prozent.

Dem Vorhaben ging eine ausführliche „Studie zur Machbarkeit und Realisierbarkeit eines AGT (Automatic Guided Transport)-Systems“ unter der Kurzbezeichnung „SMARAGT“ voraus. Darin wurden die technische, gesellschaftspolitische und wirtschaftliche Verwirklichung einer U-Bahnlinie im Mischbe-

trieb bestätigt. Auf dieser Basis wurde schließlich der Weg zu „RUBIN“ (eine Wortschöpfung von VAG-Mitarbeitern), der „Realisierung eines automatischen U-Bahnbetriebs in Nürnberg“, gefunden.

Der fahrerlose U-Bahnbetrieb in Nürnberg gilt als die höchste Form der Automatisierung. Alle Aufgaben des Fahrers werden von elektronischen Elementen erledigt, die 2005 monatelang in nächtlichem praktischem Fahrbetrieb aufeinander abgestimmt werden. Die VAG setzt dazu den neuen Doppeltriebwagen vom „Typ DT3“ ein. Dahinter verbirgt sich ein Fahrzeug, in dessen Entwicklung die Erfahrungen aus mehr als 30 Jahren Nürnberger U-Bahn geflossen sind. Die „Pegnitzpfeile“ der dritten Generation basieren auf Komponenten – von der Karosserie über die Drehgestelle bis zu den Antrieben –, die Signale an ein zentrales Diagnosesystem

Für die automatische U-Bahn ist in der Zentralen Leitstelle ein eigener Arbeitsplatz geschaffen worden. Die Mitarbeiter haben auch alle anderen U-Bahnen, jeden Bus und jede Straßenbahn in Nürnberg, Fürth und Erlangen im Blick (oben).

Blick ins elektrische und elektronische Innengeleben der fahrerlosen U 3: ein Techniker vor offenen Schaltschränken (links).

**Ungestörter Blick nach vorn:** Das werden wohl die begehrtesten Plätze der Fahrgäste sein (rechts).

Um „Staus“ im Türbereich zu vermeiden, haben die neuen Doppeltriebwagen DT3 Stehzonen auch abseits der Eingangsbereiche. Hinter der schwarzen Kugel (im Bild oben) beobachten Kameras das Geschehen in den Fahrzeugen (unten).



liefern. Dadurch können die Werkstattmitarbeiter die Daten online auswerten und zeitnah oder nach Bedarf mit Wartung oder Reparatur reagieren. Das Diagnosesystem sorgt somit für zuverlässigeren und kostengünstigeren U-Bahnbetrieb. Weitere Kosten spart die ATO (Automatic Train Operation). Dieses System berechnet von Bahnhof zu Bahnhof den güns-

tigsten Energieverbrauch. Dazu werden zum Beispiel Fahrzeitreserven, die sich aus unterschiedlichen Bahnhofsabständen oder Aufenthaltszeiten ergeben, zum Stromsparen genutzt, indem das Fahrtempo angepasst wird. Schließlich kann der Fahrplan der Automatikzüge besser aufeinander abgestimmt und so die Taktfolge dichter gestaltet werden.

Der DT3 ist vom Design her eine „behutsame Fortentwicklung“ des Vorgängermodells DT2 und gilt als dynamischer. Die DT3 sind 38,36 Meter lang, 2,9 Meter breit, haben pro Fahrzeugseite sechs Türen, bieten 82 Sitz- und 240 Stehplätze und sind maximal 80 Stundenkilometer schnell. Bei der Gestaltung des Innenraums ist Wert darauf gelegt worden, die in Stoß- wie Normalzeiten herrschende Enge an den Eingangsbereichen zu vermeiden. Deshalb hat der DT3 erstmals eine Stehzone abseits der Türen und auch in den attraktiven Panoramasektoren vorne und hinten. Unter jedem Sitz gibt es Stauraum für Gepäck.

Das Herzstück der fahrerlosen U-Bahn bildet das „Automatic Train Control System“ (ATC). Es besteht aus Komponenten im Fahrzeug sowie statio-nären Systemen. Damit das ATC seine Aufgabe eben- so sicher erledigt wie ein erfahrener Fahrer, ist es nicht nur mit dem Stellwerk verbunden, sondern erhält bei Bedarf Informationen von anderen Systemen wie etwa der Bahnsteiggleisüberwachung oder Kommandos direkt aus der Leitstelle. Die Strecken-einrichtungen des automatischen Zug-Kontrollsyste ms haben die Aufgabe, alle für den Fahrbetrieb notwendigen Informationen aus Stellwerken, der Be-triebsleittechnik und dem Bahnsteigsicherungssys- tem aufzubereiten und an die Fahrzeugrechner weiterzugeben. Aus Gründen der Sicherheit sind drei Rechner installiert; dadurch können zwei Rech-ner immer noch ihre Ergebnisse vergleichen, auch wenn einer ausfallen sollte. Die Computer in den Fahrzeugen verarbeiten diese Daten vom Strecken-rechner für die sichere Fahrt nach Fahrplan. Zusätz-lich sind die Fahrzeugrechner mit eigenen Sensoren zur Wegerfassung und „Ortskenntnis“ gekoppelt. Dadurch kann das System stets die eigene Position ermitteln, was etwa für den genauen Stopp an den Haltepunkten der Bahnsteige unerlässlich ist und nicht zuletzt Zeit spart.

## Akustische und optische Signale

Ein Beispiel. Beim Einfahren in einen Bahnhof er-kennt der ATP-Rechner die Station durch die eige-ne Ortsbestimmung, hält zentimetergenau, setzt die Abfahrsperrre und gibt die Türen frei. Während sämt-liche Bereiche vor und hinter dem Zug durch die Bahnsteiggleisüberwachung „im Auge“ behalten werden, erfolgt der Fahrgastwechsel. Akustische und optische Signale weisen dann auf den nahenden Tür-schließvorgang hin. Sind die Türen zu, wird die An-fahrsperrre aufgehoben und der Zug rollt an.

Trotz aller technischen Sicherheit wird es für die Fahrgäste in der Anfangszeit der U 3 sicher ein un-gewöhnliches Gefühl sein, ohne Fahrer unterwegs zu sein. Die Planer haben deshalb frühzeitig „KUS“, den Kunden- und Systemservice mit einem völlig neuen Tätigkeitsprofil ins Leben gerufen. Aus personal-wirtschaftlicher Sicht sicherlich ein willkommenes „Nebenprodukt“ im Dienst von Fahrgastsicherheit und Technik. Etwa 85 VAG-Mitarbeiter, frühere Fahrer und auch Werkstattkräfte, die durch den auto-matischen Betrieb eigentlich weniger benötigt wer-den, befinden sich in intensiver Umschulung. Die

Aufgaben des Kunden- und Systemservice sind viel-fältig. Die Mitarbeiter werden an den Bahnhöfen und in den Zügen anzutreffen sein. Das stellt neben dem Sicherheitsaspekt auch eine neue Qualität als Ord-nungsfaktor dar. Sie sollen bei vielen Kleinigkeiten helfend eingreifen. So gilt es zum Beispiel Müttern mit Kinderwagen oder Roll-stuhlfahrern den reibungs-losen Zugang zur U-Bahn zu ermöglichen. Zu kontrollieren sind an den Bahnhöfen aber auch Aufzüge, Rolltreppen oder ob im Winter wegen Eisbildung gestreut werden muss. Außerdem sind sie mit der U-Bahntechnik vertraut und so in der Lage, einen liegengebliebenen Zug auch mal von der Strecke zu fah-ren. „Das wird der unwahr-scheinlichste Fall sein“, ist VAG-Vorstand Müller über-zeugt. Nicht zuletzt werden die „KUS“-Mitarbeiter auch viele Fragen der Fahrgäste, von Fahrpreisen bis hin zu Umsteigeverbindungen, be-antworten können.

Die Philosophie der VAG ist eindeutig: Sicherheit hat in vielfältigen Formen Vorrang. Der Fahrgast muss si-cher „aufgehoben“ sein und sich dabei auch sicher fühlen. Das ganze U-Bahnssystem in Nürnberg ist dar-auf angelegt, Unfälle von vornherein auszuschließen. Darauf ist die ausgeklügelte Fahrzeug-, Strecken- und Leittechnik ausgerichtet. So verfügen die neuen für den fahrerlosen Betrieb ausgestatteten DT3-Wagen über intelligente Türen mit einem Schutz vor Ein-klemmen sowie ausfahrbare Rampen zur Überbrückung des Spalts zwischen Tür und Bahnsteig. Die Bahnsteige der Linien U 2 und U 3 werden durch Sensoren überwacht, die alle Sicherungsmaßnahmen sofort automatisch auslösen, wenn etwa jemand in den Gleisbereich eindringen sollte. Über den gesam-ten U-Bahnverkehr wacht die Zentrale Leitstelle der VAG. Außerdem erfassen Videokameras in allen Zü-gen und Bahnhöfen das Geschehen. Dies soll vor Vandalsmus schützen und Gewalttäter abschrecken, denn die Aufzeichnungen werden bei Bedarf der Po-lizei zur Verfügung gestellt.



Zum Schutz vor Stürzen überbrücken an den Türen ausfahrbare Trittbretter den Abstand zu den Bahnsteigen.