



# JENA PUBLIC TRANSPORT

## Modernes Leitsystem macht Nahverkehr attraktiver

Die Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs hängt maßgeblich von einem reibungslosen und pünktlichen Betrieb ab. Störungen müssen daher schnell erkannt und umgehend behoben werden. Um dies sicherzustellen, setzt die Jenaer Nahverkehrsgesellschaft seit diesem Jahr auf ein neues Leitsystem.

Aufgrund der Topografie der Stadt Jena und ihrer Lage im Saaletal konzentriert sich ein Großteil des innerstädtischen Verkehrs auf wenige, stark frequentierte Trassen.

Das gilt auch für das Straßenbahnnetz, das mit nur wenigen Hauptstrecken den Großteil des Fahrgastaufkommens zwischen den Wohngebieten und dem Stadtzentrum abdeckt. Weil mehrere Linien in kurzen Taktzeiten über dieselben Trassen geführt werden, ist ein regelmäßiger und störungsfreier Betrieb besonders wichtig. Störungen auf diesen Hauptachsen beeinträchtigen das gesamte Verkehrsnetz und müssen daher so schnell wie möglich behoben werden.

### FUNKTIONSTÖRUNGEN SCHNELL ERKENNEN

Da die meisten Straßenbahntrassen auf separaten Bahnkörpern verlaufen, wird der Betrieb kaum durch den Individualverkehr beeinträchtigt.

Störungen entstehen daher überwiegend durch technische Ausfälle an den Fahrzeugen oder der Bahninfrastruktur.

Typische Ursachen sind der Ausfall der Stromversorgung, Störungen an Weichensteuerungen sowie an Signal- und Sicherungssystemen von Bahnübergängen. Solche Funktionsstörungen beeinträchtigen den Betriebsablauf erheblich und wirken sich direkt auf die Attraktivität des Nahverkehrs aus.

Auch höchste Qualitätsstandards und eine ausfallsichere technische Ausrüstung können Betriebsstörungen nicht vollständig verhindern. Umso wichtiger ist es, deren Auswirkungen möglichst gering zu halten – vor allem durch eine schnelle Wiederherstellung des Normalbetriebs.



Da viele technische Anlagen dezentral verteilt sind, entstehen für das Entstörungspersonal teils lange Anfahrtswege, was die Behebungszeit verlängert. Diese Verzögerungen führen zu längeren Störungen im Linienbetrieb.

Ein zentrales Leit- und Fernwirkssystem schafft hier Abhilfe: Stromversorgungsanlagen, Weichensteuerungen sowie Signal- und Bahnübergangssicherungen werden zentral überwacht und gesteuert – und ermöglichen so eine deutlich schnellere Reaktion im Störfall.

### **SYSTEMAUSBAU MACHT NEUE LEITTECHNIK NOTWENDIG**

Bereits seit 1992 nutzt die Jenaer Nahverkehrsgesellschaft [1] ein Leit- und Fernwirkssystem zur Überwachung der Stromversorgung. Das damalige Einzelplatzsystem auf Unix-Basis wurde bis 1996 um alle bestehenden Gleichrichterunterwerke sowie Sicherungs- und Signalanlagen erweitert – und stieß damit an seine Kapazitätsgrenzen.

1997 folgte deshalb die Einführung eines neuen Leitsystems, das alle Stromversorgungsanlagen zentral integrierte. Weitere Erweiterungen wurden 2003 und 2004 umgesetzt. Dabei zeigte sich jedoch, dass die interne Datenstruktur des Systems Erweiterungen erschwerte und zunehmend inkonsistent wurde. Zudem führte die Datenstruktur zur Einbindung vieler ungenutzter Variablen, was unnötig Systemressourcen beanspruchte.

Obwohl das System weiterhin funktionstüchtig war, war die Rechentechnik bis 2008 bereits zehn Jahre im Dauerbetrieb. Im Hinblick auf anstehende Ausbauprojekte wurde eine umfassende technische Erneuerung erforderlich – bei gleichzeitigem Erhalt des laufenden Betriebs.

Um Ausfallzeiten möglichst zu vermeiden, wurden altes und neues Leitsystem während der Übergangsphase parallel betrieben. Unterbrechungen traten nur bei Umschaltungen auf. Zwei technische Lösungen kamen zum Einsatz:

Zum einen wurden Kopplungsdaten per OPC vom bestehenden Leitsystem abgerufen, zum anderen – nach Umstellung auf Lichtwellenleiter – direkt von der Fernwirktechnik bezogen.

### **REALISIERUNG MIT NEUEM LEITSYSTEM**

Das neue Leitsystem wurde von der Firma Cegelec [2] unter Verwendung von PcVue Solutions als Mehrplatz-Architektur auf neuer Server-Hardware umgesetzt. Es umfasst einen Kommunikationsserver,

einen Datenbankserver, vier feste Bedienplätze sowie die Möglichkeit, beliebige PCs oder Notebooks als „Heimwarte“ zu verwenden. Für Wartungszwecke wurde zusätzlich ein Entwicklungs-PC eingeführt.

Auf den Servern kommt Windows Server 2003 als Betriebssystem zum Einsatz. Diese fungieren als Domain-Server und übernehmen zentrale Funktionen wie Benutzerverwaltung, Funkuhr und Datensicherung.

Sowohl auf dem Entwicklungs-PC als auch auf den Bedienplätzen läuft Windows XP Professional. Der Kommunikationsserver stellt die Anbindung zur Fernwirktechnik her und enthält die OPC-Server- und Client-Komponenten.

Die Speicherung und Auswertung von Bedienhandlungen, Alarmen, Meldungen und Messwerten erfolgt auf dem Datenbankserver mithilfe einer Microsoft SQL-Datenbank mit Reporting Services.

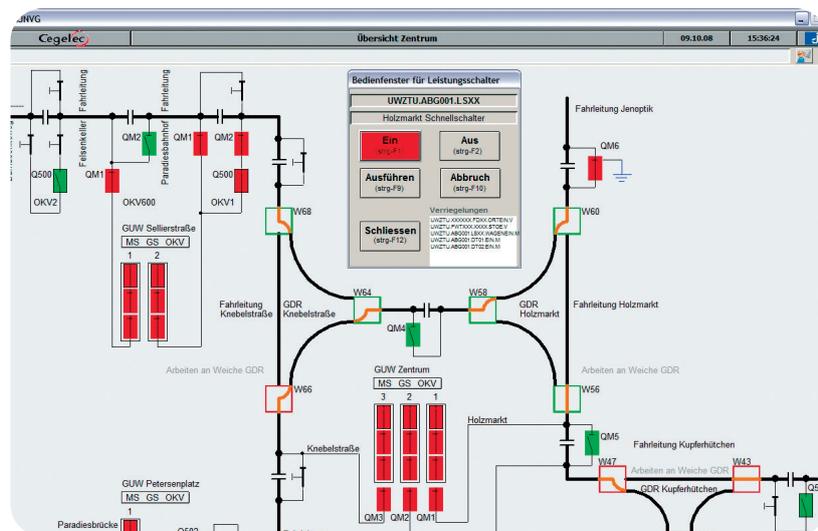
Die Benutzeroberflächen bestehen aus objektorientierten Grafiken zur Visualisierung von Anlagenzuständen, Alarmen, Reports, Echtzeit-Trendgrafiken und historischen Datenverläufen. Zusätzlich können anwenderspezifische Programme eingebunden werden.

Dank der Netzwerkfähigkeit (z. B. Redundanz und die Kopplung mehrerer PcVue-Stationen) sowie der integrierten Versionsverwaltung wird die gesamte Applikation zentral auf dem Kommunikationsserver verwaltet. Alle beteiligten Rechner greifen auf dieses zentrale Abbild zu. Änderungen an der Applikation erfolgen somit an nur einer Stelle.

Zusätzlich verfügt das System über eine Terminal-Client-Lizenz. Damit können berechtigte Nutzer über einen Remotezugang (Windows Terminal Service) auf das System zugreifen, um Informationen zu visualisieren und – nach Passwortverifizierung – Anlagen zu bedienen. Auch Wartungsarbeiten durch den Hersteller lassen sich über diesen Weg ausführen.

Über Router mit TCP/IP-Verbindung, die auf das Ethernet-LAN des Leitsystems zugreifen, ist keine zusätzliche Software notwendig. Ausgewählte Alarme werden automatisch per SMS an das Bereitschaftshandy des Entstördienstes gesendet – optional auch als Sprachnachricht.

Per Fernzugriff kann der Entstördienst weitere Informationen abrufen und direkt reagieren – entweder durch gezielte Anfahrt oder bei Bedarf sogar durch direkte Bedienung per Leitsystem.



Wie moderne SCADA-Systeme unterstützt PcVue zahlreiche Schnittstellen wie Modbus/TCP, Profibus oder S7 über TCP. Es ist sowohl als OPC-DA-Server als auch als OPC-Client oder OPC-DA-XML-Client einsetzbar.

Das ist essenziell, da die bisher eingesetzte Fernwirktechnik nicht mehr dem Stand der Technik entspricht und Ersatzteile zunehmend schwer verfügbar sind. Neue Gewerke werden deshalb über ein Ethernet-basiertes Protokoll eingebunden.

### EINFACHE HANDHABUNG

Die Jenaer Nahverkehrsgesellschaft und die Firma Cegelec entschieden sich unter anderem deshalb für das SCADA-System, weil sich die bestehende Applikation schnell und unkompliziert konvertieren ließ.

Die Projektierung des Datenmodells erfolgt benutzerfreundlich über menügesteuerte Auswahlmasken. Änderungen können sogar während des laufenden Betriebs vorgenommen werden und sind sofort wirksam.

Ein wesentlicher Vorteil des Systems ist die Ablage des vollständigen Datenmodells in einer einfachen Textdatei. Diese lässt sich mit gängigen Standardwerkzeugen bearbeiten. Dadurch können Massenänderungen – etwa das Anpassen gleichartiger Variablen – komfortabel per Filtern, Kopieren, Einfügen oder Suchen und Ersetzen durchgeführt werden.

Auch spätere Änderungen oder Erweiterungen lassen sich direkt durch das Betriebspersonal vornehmen – ganz ohne spezielle Engineering-Tools.

Zur besseren Übersichtlichkeit und Wartbarkeit wurde im Jenaer Leitsystem eine sprechende Namensstruktur für Variablen eingeführt. Jeder Variablenname enthält:

- ✓ die Bezeichnung des Gewerkes,
- ✓ den Standort,
- ✓ den Anlagenbereich,
- ✓ den Komponententyp sowie
- ✓ eine eindeutige Datenpunktkennung.

Das PcVue-Engineering-Tool stellt diese Struktur als Baumdarstellung dar und erleichtert so die gezielte Auswahl von Variablen nach Standort oder Funktion. Auch in der zugehörigen Excel-Tabelle lässt sich diese Struktur nutzen – durch spaltenweises Filtern nach den einzelnen Namenselementen.

Die grafischen Anlagenbilder lassen sich mithilfe eines integrierten Konvertierungstools direkt übernehmen. Durch den Einsatz fertig konfigurierter Bildobjekte – sogenannte referenzierende Symbole – können diese Bilder einfach per Drag-and-Drop angepasst oder erweitert werden.

Die Bilder werden im Grafikeditor erstellt. Mit nur einem Klick kann zwischen Entwicklungs- und Anzeigemodus gewechselt werden, um die Datenanbindung direkt visuell zu prüfen.

## FAZIT

Der Einsatz der neuen Leit- und Fernwirktechnik bei der Jenaer Nahverkehrsgesellschaft bietet folgende Vorteile:

### ☞ Zentraler Überblick:

Das Leitsystem liefert jederzeit einen Gesamtüberblick über alle Anlagen der Stromversorgung und deren aktuelle Schaltzustände. Fehlschaltungen durch fehlende Informationen werden vermieden. In Notfällen lässt sich die gesamte Unterwerksanlage zentral abschalten.

### ☞ Plausibilitätsprüfung:

Vor jeder Schalthandlung wird automatisch ein Plausibilitätstest durchgeführt. So werden unsinnige oder sicherheitskritische Schaltungen verhindert.

### ☞ Gefahrenabwendung:

Auch wenn die Anlagen grundsätzlich sicher konstruiert sind, erfordert der Einsatz – etwa bei Bränden – oft schnelle Reaktionen. Dank Fernwirktechnik lassen sich Fahrleitungen direkt von der Leitstelle aus abschalten, ohne auf Personal vor Ort angewiesen zu sein.

### ☞ Konfliktvermeidung:

Bei Ausfällen von Signalen oder Bahnübergangssicherungen auf eingleisigen Strecken entstehen oft Konflikte mit Individualverkehr oder anderen Bahnen. Die Technik ermöglicht schnelles Erkennen und Beseitigen solcher Störungen – und senkt so das Risiko von Betriebsbehinderungen.

### ☞ Schnelles Erkennen von Störungen:

Da viele Anlagen dezentral liegen, werden Störungen oft erst spät bemerkt. Die Leitstelle empfängt jedoch direkt die Meldungen aus dem System – so kann schneller reagiert und besser analysiert werden. Frühwarnungen helfen, Folgefehler zu vermeiden.

### ☞ Schnelles Beseitigen von Störungen:

Einige Störungen lassen sich direkt von der Leitstelle aus beheben – etwa durch das Zurücksetzen fehlerhafter Signalanlagen in eine sichere Grundstellung.

### ☞ Optimale Nutzung des vorhandenen Speisekonzepts:

Kuppelleistungsschalter und Masttrenner ermöglichen die flexible Umschaltung der Stromversorgung. Bei geplanten Abschaltungen oder Ausfällen können Streckenabschnitte durch benachbarte Unterwerke versorgt werden – gesteuert per Fernzugriff.

### ☞ Reduzierung von Routinetätigkeiten:

Schalthandlungen und Meldungen werden automatisch erfasst und dokumentiert. Das entlastet das Leitstellenpersonal bei wiederkehrenden Aufgaben.

### ☞ Verbesserung der Wirtschaftlichkeit:

Komplexe oder parallele Schaltaufgaben, die früher mehrere Personen vor Ort erforderten, lassen sich nun zentral und effizient durch eine Person in der Leitstelle steuern.

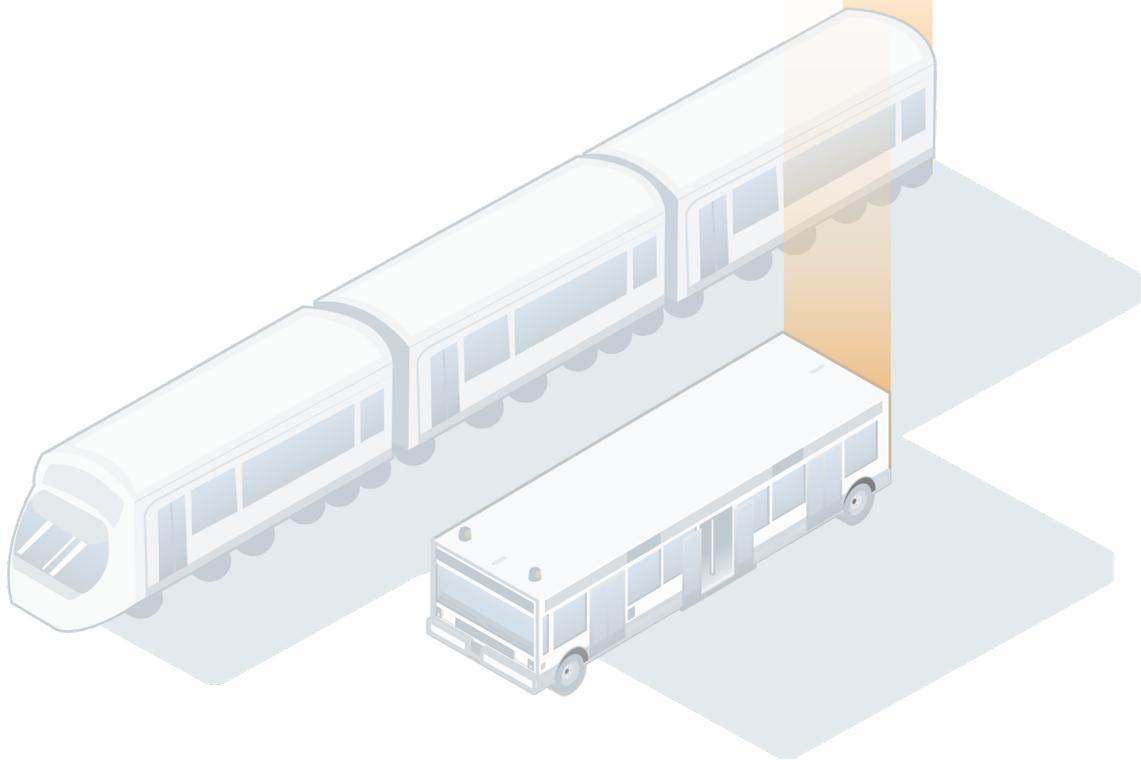
### ☞ Abbau von Überstunden:

Bei Störungen außerhalb der Arbeitszeit kann der Bereitschaftsdienst über Laptop remote eingreifen. Das spart unnötige Fahrten und verringert den Personalaufwand erheblich.

## Autoren:

[1] Steffen Nichterlein, Projektleiter Stromversorgung der Jenaer Nahverkehrsgesellschaft mbH

[2] Nicole Cemas, Softwareengineering und Systemvertrieb bei Cegelec Anlagen- und Automatisierungstechnik GmbH & Co. KG in Frankfurt





## PcVue GmbH

Bernsteinstrasse 19B  
D-84032 Altdorf

 +49 871 976 936 0

 [sales@pcvue.de](mailto:sales@pcvue.de)

 [www.pcvue.com](http://www.pcvue.com)



ARC Informatique is ISO 9001,  
ISO 14001 and 27001 certified