

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 29: S-Bahn Zürich

Artikel: Betriebsleitzentrale: technische Einrichtungen
Autor: Freudiger, Guido / Koller, Ewald
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85986>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

schen den Stationen aufgebaut und wird in 3 Netzebenen gegliedert. Die Ebenen 1 und 2 werden der Fernebene zugeordnet, d.h. für Verbindungen zwischen den Haupt- bzw. einfachen Knoten, die Ebene 3 umfasst die Bezirksebene, d.h. Verbindungen zwischen den Stationen. In der Fernebene beträgt die Übertragungsrate in der Regel 34

Mbit/s, in der Bezirksebene 4×2 Mbit/s. Fern- und Bezirksebene werden in getrennten Faserpaaren geführt.

Weil auch ein Glasfaserkabel nicht vor Beschädigungen absolut sicher ist, andererseits aber im Eisenbahnbetrieb die Verbindungen möglichst unterbrechungsfrei funktionieren sollten, sieht das

Netzkonzept zur Erhöhung der Verfügbarkeit eine automatische Umgeschaltung im Störfall vor.

Adresse der Verfasser: L. Pellegrini, Bereichsleiter Telecom, und K. Schönenberger, Ing. HTL, Bereich Signalanlagen und Telekommunikation, Kreisdirektion III, SBB, 8021 Zürich.

Betriebsleitzentrale

Technische Einrichtungen

Die betriebliche Arbeitsweise und die Aufgaben der Betriebsleitzentrale (BLZ) sind im Artikel Betriebslenkung beschrieben. Das Pflichtenheft wurde durch die SBB ausgearbeitet und legt die betrieblichen Bedingungen für die BLZ fest. Für die technische Realisierung wurde die DST, Deutsche System Technik GmbH, in Kiel verpflichtet, die ehemalige Philips-Tochter PST.

Grundlagen und Datenquellen

Die Hauptaufgabe des Betriebsleitsystems (BLS) ist die Ermittlung der aktuellen Abweichungen des Betriebsge-

VON GUIDO FREUDIGER UND
EWALD KOLLER,
ZÜRICH

schehens vom publizierten Fahrplan und die Anzeige der daraus in der Zukunft zu erwartenden Verkehrszeiten der Züge und Konflikte. Es ist für den Disponent ein dispositives Planungsmittel, um die Stabilität des Fahrplans im Stundenbereich zu beeinflussen.

Kernstück ist der Soll-Ist-Vergleich, aus welchem ersichtlich ist, mit welcher Verspätung der einzelne Zug verkehrt. Die Basisinformationen der Ist-Daten stammen von den im ganzen Überwachungsbereich verteilten Zugstandortfassungsanlagen. Es handelt sich dabei um Zugnummernmeldeanlagen im Bereich von Fernsteuerzentren und um manuelle Zugstandortwahlgeräte auf autonomen Stationen. Diese liefern den genauen Standort durch die Übermittlung der Zugnummer (ein- bis fünfstellig, die jedem geplanten oder verkehrenden Zug zugeordnet ist), verknüpft mit der Gleis- und Stationsangabe. Über die Zugnummer werden die Daten im gesamten Rechnersystem einander zugeordnet und verwaltet. Die Soll-Daten sind die Fahrplandaten der Züge (vgl. Bild 1), so wie sie von den Fahrplanbüros und den Anordnungsstellen des täglichen Verkehrs im System Fahrplan (SYFA) der SBB eingegeben wurden.

Im SYFA sind in einer zentralen Fahrplandatenbank alle im Einzugsbereich

der SBB und einiger konzessionierter Transportunternehmungen in Fahrplänen publizierten oder für kommende Fahrpläne geplante Zugleistungen vereinigt. Das Betriebsleitsystem erhält daraus die für dessen Überwachungsbereich relevanten Fahrplandaten auf dem Datenweg übermittelt. Aus dem Soll-Ist-Vergleich abgeleitet entstehen, basierend auf den bekannten Fahrzeiten zwischen den Stationen, die Prognosewerte für den in der Zukunft liegenden Zuglauf. Auf den Bildschirmen wird dem Disponenten im Streckenspiegel die Betriebssituation gleisgenau auf einem schematisierten Gleisabbild dargestellt. Er erhält die Information, welcher Zug sich gegenwärtig in welchem Strecken- oder Bahnhofsgleis befindet. Die Zeit-Weg-Linien-Darstellung entspricht mit den Stationen in der Horizontalen und der Zeitachse in der Vertikalen dem grafischen Fahrplan, wie ihn die Bahn sei jeher kennt. Ihm kann im Vergangenheitsbereich die erfolgte Fortbewegung jedes Zuges und im Zukunftsbereich die hochgerechnete und mit allergrösster Wahrscheinlichkeit erwartete Entwicklung jedes Zuglaufes entnommen werden.

Da die vielen im Überwachungsbereich gleichzeitig verkehrenden Züge nie auf einen Blick überschaubar bleiben, braucht der Disponent Überwachungshilfen. Mit der individuellen Festlegung eines Überwachungsbandes für jeden Zug, dem sogenannten Grünband, gewährt man einen Freiraum, innerhalb desselben der Disponent keine Aktivitäten zu entwickeln braucht. Verlässt ein Zug diesen Freiraum, so wird er in der Tabelle Soll-Ist-Vergleich dargestellt und erhält damit besondere Aufmerksamkeit. Andere Grafiken

und Tabellen zeigen die Anschlussverhältnisse auf grossen Eisenbahnknoten oder dienen zur rationalen Aufbereitung der Fahrplandaten.

Die Grundlage für zuverlässige Darstellungen und Prognoserechnungen ist eine Vielzahl von Anlagedaten. Sie reichen von der zugrunde gelegten Topografie des Überwachungsbereiches über die Fahrzeiten der Züge bis zu den zugelassenen Benutzernamen oder den Maximalgeschwindigkeiten der einzelnen Zugskategorien. Deren Pflege ist bedeutend, daher bedingen allfällige Änderungen der Weichen, Gleise usw. zeitgerechte Korrekturen. Der Disponent hat auch die Möglichkeit, kurzfristig angeordnete Züge oder besondere Ereignisse, wie Streckensperrungen, direkt ins BLS einzugeben. Als Ausgabe erhält er diese in verschiedenen Darstellungen zusammen mit den Angaben über den aktuellen Zuglauf, den Soll-Ist-Vergleich und die Zukunft, die Zuglaufprognose. Ebenfalls über das BLS laufen die Verbindungen des Zugfunkes. Für die Ausgabe der Statistikdaten ist ein separater Arbeitsplatz vorgesehen. Die einzelnen Schnittstellen sind separat beschrieben. Über den Dialog kann der Disponent den Zugfunk bedienen und kann so mit jedem Zug Kontakt aufnehmen und Reisende über Verspätungen orientieren. Dank des integrierten Arbeitsplatzes ist es möglich, mit verschiedenen Systemen immer über die gleiche Tastatur zu arbeiten.

Hardware

Grundsätzlich sind für das BLS im Pflichtenheft moderne und leistungsfähige DEC-Rechner der VAX-Familie von Digital Equipment Corporation (DEC) vorgeschrieben. Ausgewählt wurden auf Grund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit und der Hauptspeicherkapazität für die Arbeitsplatz-, Mehrplatz- und Zugdatenrechner (total 13 Stück) die VAXstation 3500. Als Bedienrechner wird die VAXstation 2000 (VS 2000) mit 19"-monochromatischem Monitor und ohne Harddisk verwendet. Sie sind mit je einer VAXstation

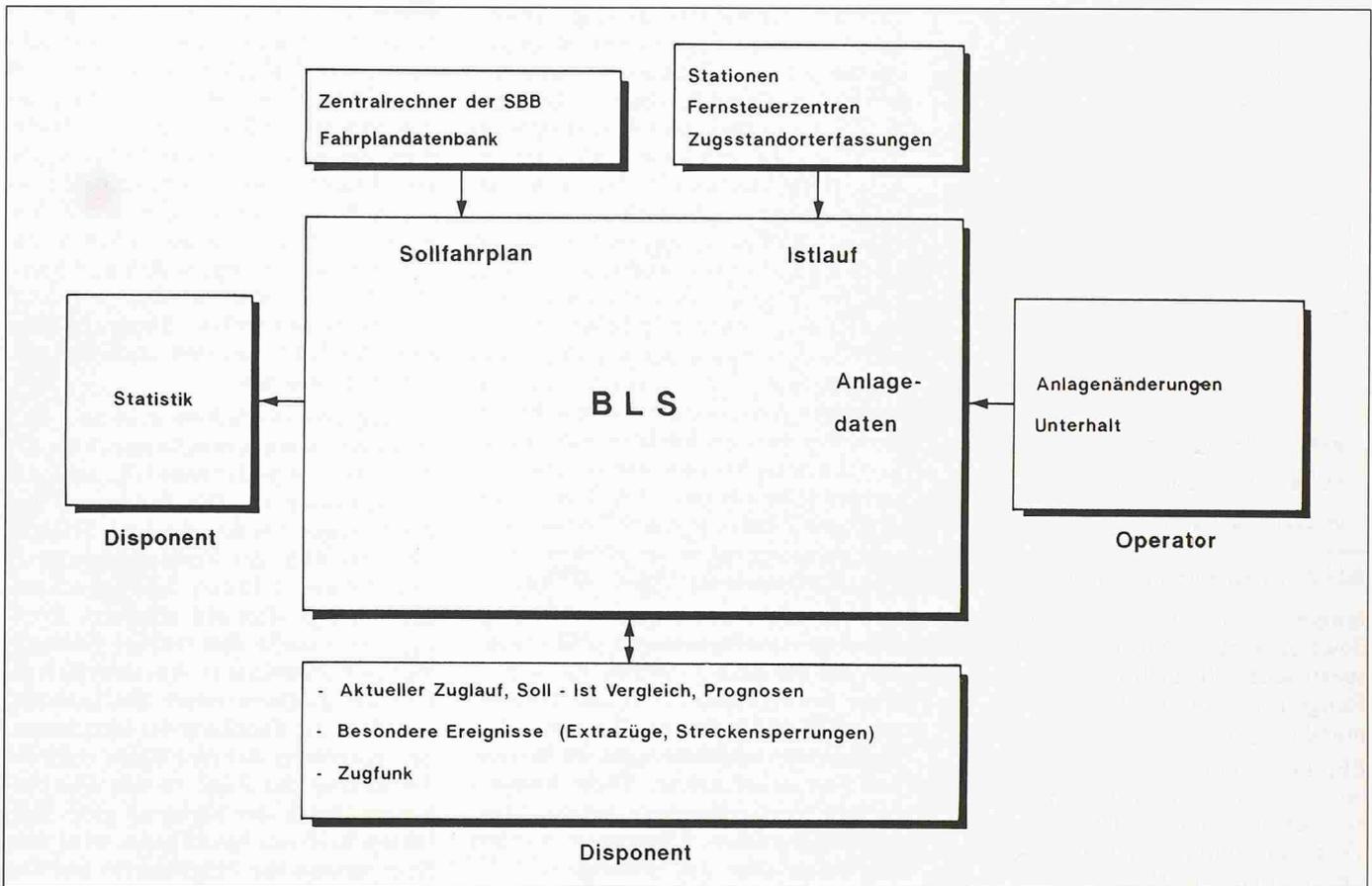


Bild 1. Ein- und Ausgaben des Betriebsleitsystems

3500 verbunden. Für die Erzeugung der grafischen Darstellungen wird der Farbgrafikcontroller GC 10 von DST eingesetzt. Er ist über Lichtwellenleiter mit einer VAXstation 3500 verbunden.

Der Informationsfluss zwischen den erwähnten Rechnern erfolgt mittels des DECnet-Protokolls über ein LAN (Local Area Network) auf der Basis des Ethernet-Standards. Beim LAN handelt es sich um ein störungsunempfindliches rein passives Koaxialkabel. Daran sind zudem Drucker und Plotter über Terminalserver angeschlossen. Ebenso das SNA/DECnet-Gateway, das für Übernahme der Fahrplandaten vom IBM-Hostrechner der SBB notwendig ist. Es konvertiert die Daten aus dem IBM-Format ins DEC-Format. Ein flexibler Weiterausbau der Hardware ist jederzeit möglich.

Die Aufgabenteilung unter den Rechnern gliedert sich wie folgt: Kern des Systems sind die redundant ausgelegten Zugdatenrechner. Während der eine Rechner die Datenverarbeitung übernimmt, wird der zweite stets auf dem laufenden Stand gehalten und kann bei Ausfall des ersten Rechners die Verarbeitung fortsetzen. Die Zugdatenrechner stellen die Kommunikation mit allen Umsystemen sicher und empfangen sowohl die Fahrplan- als auch die Zugstandortdaten. Diese verteilen sie an die angemeldeten Arbeitsplatz- und Mehr-

platzrechner. Weiter sind sie für die zentrale Datenhaltung sowohl auf System- wie auch auf Applikationsebene zuständig.

Die Arbeitsplatz- und Mehrplatzrechner unterscheiden sich nur in bezug auf die angeschlossenen Hardware. Einem Arbeitsplatzrechner sind ein Bedienrechner und ein Grafikcontroller mit drei Farbsichtgeräten (FSG), einem Mehrplatzrechner dagegen bis zu drei Datensichtgeräte (DSG) und ein Grafikcontroller mit nur einem FSG zugeordnet. Von der Funktion her sind sie identisch. Bei Ausfall eines dieser Rechner geht keine Information verloren, und nach der Reparatur ist die Wiederaufrüstung mit den Daten aus einem andern Rechner problemlos möglich. Sie empfangen die Prozessdaten und bilden den Soll-Ist-Vergleich. Daraus abgeleitet entstehen, basierend auf den bekannten Fahrzeiten zwischen den Stationen, Prognosewerte für den in der Zukunft liegenden Zuglauf. All diese Informationen werden in gleicher Weise auf den Bildschirmen jedes Arbeitsplatzes angezeigt. Jeder Arbeitsplatz ist in der Lage, die Informationen aus dem ganzen Überwachungsbereich des Betriebsleitsystems darzustellen.

Der Arbeitsplatz eines Disponenten (Bild 2) besteht aus dem monochromatischen Datensichtgerät des Bedienrechners mit Tastatur und Maus für

den Dialog sowie drei hochauflösenden (1024×1280) Bildschirmen des Typs «Calibrators» von BARCO zur Anzeige der grafischen Darstellungen. Die Nebenarbeitsplätze sind entweder mit nur einem Datensichtgerät oder mit einem solchen und einem Farbsichtgerät ausgestattet. Die Arbeitsplätze teilen sich einen Plotter und Drucker stockwerksweise im Gebäude. An Kommunikationsmitteln für die Bekanntgabe und Absprache der Dispositionen stehen dem Disponenten der Zugfunk, das bahnspezifische Zugüberwachungstelefon und das automatische Telefon zur Verfügung. Für die interne Kommunikation ist jeder Arbeitsplatz mit einer Wechselsprechstation ausgerüstet.

Software

Die Systemsoftware stellt das grundsätzliche Funktionieren der Rechner sicher. Als Betriebssystem der DEC-Rechner wird VMS verwendet. Darauf abgestützt kommt DECwindows für die Dialogführung auf den Bedienbildschirmen sowie GKS (Grafic Kernel System) für den grafischen Bereich zum Einsatz. Für die Kommunikation mit dem IBM-Host wird DTF (Data Transfer Facility) von DEC eingesetzt.

Die Applikationssoftware des BLS ist in der Programmiersprache Pascal geschrieben. Für den Dialog wurden um-

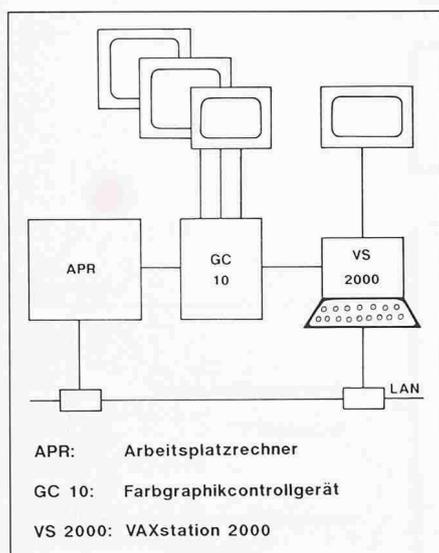


Bild 2. Arbeitsplatz eines Disponenten

fangreiche Programme in DECwindows entwickelt, um die applikationsspezifischen Bedürfnisse abzudecken. Einige Teile sind in DCL (Digital Command Language) verfasst.

Ein Programm dieser Grösse kommt ohne Entwicklungswerkzeuge nicht aus. Sie dienen dazu, das systematische Vorgehen zu unterstützen und die Routinearbeiten zu erledigen. Am besten haben sich für diese Aufgabe die CASE-Tools von DEC bewährt. Der einzige Anwendungsbereich für ein Datenbanksystem ist die Auswertung und Statistik, wo das Datenbanksystem Oracle vorgesehen ist.

Besondere Beachtung wurde dem Bediendialog geschenkt, den Eingaben so sehr wie den Ausgaben. Es wurde darauf geachtet, dass die Bedienung sowohl über einen Menübaum als auch über Kurzanwahlen möglich ist, was dem geübten Benutzer besonders entgegenkommt. Dabei sind Bedienung sowohl mit der Maus, aber auch über die Tastatur alleine möglich. Der Dialog wird durch grafische Bedienelemente, wie Anwählen einer Zugnummer oder Zeit-Weg-Linie, auf den Farbsichtgeräten unterstützt. Wichtiges Element der Bedienung ist die Zuteilung von einzelnen Dispositionsbereichen auf andere Arbeitsplätze. Damit kann die Anzahl der belegten Arbeitsplätze auf die effektive Zugsdichte und den Arbeitsanfall abgestimmt werden.

Schnittstellen und Umsysteme

□ **Fahrplandatenbank:** Seit dem Fahrplanwechsel Mai 1989 steht das System Fahrplan (SYFA) vollumfänglich zur Verfügung. Damit werden die Fahrordnungen und Anordnungen von Zügen im Rahmen der Produktionsplanung der SBB erstellt. Die Erstellung des Jahresfahrplans für jede Fahrplanperiode

und des Tagesfahrplans (tagesspezifische Extrazüge, Zugsausfälle, Streckensperrungen für Umbauten) sind die hauptsächlichsten Tätigkeiten. Die Verbindung zwischen SYFA und BLS erfolgt über das bahneigene SNA-Datenetz (IBM-Datenetz). Die Information geht immer von SYFA aus und ist in zwei Kategorien organisiert. Einerseits wird der Jahresfahrplan einmal pro Fahrplanperiode vollständig übermittelt und mehrmals jährlich aktualisiert, andererseits werden die Daten des Jahresfahrplans durch die täglich notwendigen Anpassungen ergänzt. Bis unmittelbar vor dem Verkehren des Zuges können noch Anordnungen übermittelt werden. Die übermittelten Daten werden im Zugdatenrechner gespeichert und daraus pro Tag der effektive Soll-Fahrplan abgeleitet.

□ **Zugstandorterfassungen:** Die Zugstandorterfassungsanlagen (ZSE) bestehen bei den SBB aufgrund der historischen Entwicklung aus technisch unterschiedlichen Systemen. Es sind dies Zugnummernmeldeanlagen im Bereich von Fernsteuerzentren. Diese Anlagen melden die Zugstandorte mit drei Standardtelegrammen. Übertragen werden die Daten über das SBB-eigene X.25-Paketvermittlungsnetzwerk, das sog.

Prozess-Informations-Daten-Netz (PIDN). Für das Betriebsleitsystem umfasst es zurzeit rund 60 im ganzen Kreis III verteilte Endgeräte. Daneben wird es von anderen, sehr unterschiedlichen Systemen mitbenutzt. Das Netz kann bei Bedarf angepasst und erweitert werden. Für diese spezielle Anwendung ist die PIDN-Topologie so ausgelegt, dass jede ZSE-Anlage nicht weiter als fünf Netzknoten vom BLS entfernt ist. Bei Störungen auf einem Übertragungspfad sucht das System selbsttätig einen Umweg.

□ **Anlagentopologie:** Im BLS sind die für eine Netzabbildung notwendigen Daten eingegeben. In Form von Listen sind die Namen aller Stationen, die Bezeichnung und Anzahl der Gleise, die Lage der Weichen, die Perronkanten, die Signale und ihre Standorte, Distanzangaben und die Länge der Gleise usw. enthalten. Diese Angaben müssen mit den Angaben aus dem SYFA zusammenstimmen, und bei Änderungen (Bau von neuen Gleisen, Weichen z.B.) sind die Korrekturen in den verschiedenen Systemen koordiniert durchzuführen. Heute werden die Listen mit den Topographiedaten vom Operator in das System eingegeben, es ist aber geplant, im Endausbau die Anlagenänderungen über ein maskengeführtes Terminal oder einen separaten Rechner in das System eingeben zu können.

□ **Statistik:** Die statistische Auswertung der Produktionsdaten liefert Hin-

weise über systematisch verspätete Züge im Betriebsablauf und Schwachstellen im Fahrplangefüge. Sie gibt auch Aufschluss über die Leistungsfähigkeit bzw. die Belegung ausgewählter Strecken und den Pünktlichkeitsgrad von Eisenbahnknotenpunkten. Es ist vorgesehen, die Daten 35 Tage auf dem Statistikrechner vorrätig zu haben und über eine Fahrplanperiode zu archivieren. Die Datensätze werden periodisch an den Statistikrechner übertragen, der über das LAN mit den andern Rechnern verbunden ist.

□ **Zugfunk:** Die Schnittstelle zum BLS bildet der Kommunikationsrechner des Zugfunksystems der ebenfalls am LAN angeschlossen ist. Die Bedienung und die Anzeigen für den Zugfunk erfolgen über das BLS, der Verbindungsaufbau und der ganze Daten- und Sprechverkehr erfolgt über ein separates Rechnersystem (siehe den Artikel Telekommunikationsanlagen). Aus dem BLS erhält das Zugfunksystem die Information über die Zuteilung der Strecken zu den einzelnen Arbeitsplätzen und die Zuordnung der Züge zu den Funkleitungen. Nach der Meldung eines korrekten Verbindungsaufbaues wird dem Disponenten die Möglichkeit, ein Gespräch zu führen, angezeigt. Ankommende Gespräche werden durch das BLS automatisch auf den richtigen Arbeitsplatz geleitet, d.h. der Disponent erhält nur Anrufe aus seinem Überwachungsbereich.

Erfahrungen

Das Betriebsleitsystem ist seit der Inbetriebnahme der S-Bahn am 27. Mai 1990 in Funktion. Es unterstützt seither wirksam die Betriebsdisposition rund um die Uhr. Obwohl zurzeit noch einige Funktionen fehlen, wäre eine Betriebslenkung und -überwachung ohne dieses System nicht mehr denkbar. Mit grosser Anstrengung wird jetzt an der Fertigstellung gearbeitet. Der Abschluss der Arbeiten darf per Anfang 1992 erwartet werden. Bis dahin werden unter anderem das Statistiksystem und die integrierte Bedienung des Zugfunks abgeschlossen sein. Besondere Anstrengungen müssen erbracht werden, um die Antwortzeiten des System auf die erwarteten Werte zu senken.

Adresse der Verfasser: G. Freudiger, dipl. Ing. ETH, SBB, Hauptabteilung Bau Kreis III, Sektion Signalanlagen und Telekommunikation, 8021 Zürich, und E. Koller, dipl. Ing. ETH, Stellvertreter des Oberingenieurs, SBB, Hauptabteilung Bau Kreis III, 8021 Zürich.