

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 103 (2005)

**Heft:** 5

**Artikel:** GIS-Dufour : Verkehrs- und Raumanalyse auf historischer Grundlage

**Autor:** Egli, H.-R. / Flury, P. / Frey, T.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236235>

### **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:** 01.04.2025

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

# GIS-Dufour – Verkehrs- und Raumanalyse auf historischer Grundlage

*Historiker und Geographen der Universität Bern erarbeiten gemeinsam ein Projekt, das den Aufbau eines Analyseinstrumentes für die historische Raum- und Verkehrsforschung zum Ziel hat. «GIS-Dufour» ist ein Geographisches Informationssystem, das es erlaubt, Daten zum Verkehrssystem und zur Raumentwicklung zwischen 1750 und 1910 zu verwalten, abzufragen und kartografisch sowohl auf historischen wie auch auf aktuellen Karten abzubilden. Grundlage für die Erfassung des historischen Verkehrsnetzes bilden die Dufourkarten aus dem 19. Jahrhundert. Auf Basis einer mit dem GIS verknüpften relationalen Datenbank, in welche vielfältige statistische Informationen aus Fahrplänen und anderen Quellen (z.B. Volkszählungsdaten) eingegeben werden, können die Entwicklung des Verkehrssystems und der Raumstruktur visualisiert und analysiert sowie die Zusammenhänge erklärt werden.*

*Historiens et géographes de l'Université de Berne collaborent sur un projet qui a pour objectif d'élaborer un outil d'analyse pour la recherche dans le domaine de l'histoire des transports et du territoire. «GIS-Dufour» est un système d'information géographique permettant de gérer des données sur les systèmes de transports et le développement du territoire entre 1750 et 1910, de les consulter et de les représenter graphiquement aussi bien sur des cartes historiques qu'actuelles. Le réseau de transports historique est saisi sur la base des cartes Dufour datant du XIXe siècle. Une base de données relationnelle, dans laquelle sont introduites de nombreuses informations statistiques tirées d'horaires et d'autres sources (par exemple recensement fédéral de la population), est reliée au système. Grâce à celle-ci, l'évolution du système de transports et de la structure du territoire peut être visualisée et analysée et les relations entre les différents éléments peuvent être expliquées.*

Studiosi di storia e di geografia dell'università di Berna lavorano insieme ad un progetto, che ha come scopo la realizzazione di uno strumento analitico per la ricerca sia nel campo territoriale che in quello dei trasporti. «GIS-Dufour» è un sistema informativo geografico, che permette di gestire, di elaborare e di rappresentare graficamente, sia su carte storiche che su carte attuali, dati nell'ambito dei trasporti e dello sviluppo territoriale tra il 1750 e il 1910. Le informazioni sulla rete dei trasporti si basano sulle carte Dufour del 19. secolo. «GIS-Dufour» può essere messo in relazione con informazioni statistiche sugli orari o con ulteriori fonti (p.es. dati sul censimento della popolazione), in modo tale da permettere sia la rappresentazione dello sviluppo del sistema dei trasporti e della struttura territoriale che l'analisi delle relazioni tra essi.

H.-R. Egli, Ph. Flury, T. Frey, H.-U. Schiedt

Verkehrsinfrastrukturen weisen eine ausserordentlich hohe Persistenz auf. So nutzen die Schweizer Eisenbahnen noch heute zum grössten Teil Linienführungen, wie sie schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts bestanden. Auch das aktuelle Hauptstrassennetz geht in weiten Teilen auf die

Chausseen des 18. Jahrhunderts und auf die so genannten Kunststrassen der 1830er und 1840er Jahre zurück.

Die Langlebigkeit der Verkehrsinfrastrukturen wirkt entsprechend prägend auf die Entwicklung der Raumstrukturen. Die Veränderung der Erreichbarkeiten ist beispielsweise eng mit den grundlegenden Prozessen der Urbanisierung und der Industrialisierung oder mit der Herausbil-

dung von zentralen und peripheren Regionen verknüpft (Aerni/Egli 1991).

Trotz der grossen Bedeutung, die der Persistenz der Transportinfrastrukturen allgemein zuerkannt wird, mangelt es der historischen Verkehrs- und Raumforschung bislang an der Möglichkeit, vorhandene Datenbestände auch auf Altkarten elektronisch abbilden und analysieren zu können. Umgekehrt kann die Raum- und Verkehrsforschung, die sich mit aktuellen Fragestellungen befasst, zwar heutige Zustände EDV-gestützt kartografisch abbilden, aber ihr fehlt der Zugang zur historischen Dimension.

Das Projekt «GIS-Dufour» – benannt nach der Dufourkarte, dem ältesten gesamtschweizerischen Kartenwerk, das auf genauer Vermessung beruht – hat zum Ziel, diese Lücke zu schliessen und auf der Grundlage der georeferenzierten Dufourkarten ein Geographisches Informationssystem (GIS) zu erstellen, das es erlaubt, Daten digital zu verwalten, abzufragen und kartografisch abzubilden. Im Rahmen des vorliegenden Projekts stehen zwar Fragen der historischen Verkehrsforschung im Vordergrund, doch eröffnet «GIS-Dufour» Perspektiven für verschiedenste weitere Anwendungen, etwa im wissenschaftlich-didaktischen oder musealen Bereich bis hin zu touristischen oder raumplanerischen Nutzungen. Das Projekt wird am Geographischen Institut der Universität Bern erarbeitet. Im Weiteren besteht eine enge Zusammenarbeit mit ViaStoria (Zentrum für Verkehrsgeschichte), der GIS-Fachstelle des Kantons Zug und dem Interfakultären Institut für Informatik der Universität Neuenburg. Als Erfassungs- und Analysewerkzeug dient die Software «GeoMedia Professional» der Firma Intergraph.

«GIS-Dufour» wird von April 2004 bis März 2006 durch den Schweizerischen Nationalfonds finanziert.

## Quellen: von Altkarten über Fahrpläne bis zu Statistiken

Schwerpunkte der verkehrshistorischen Quellenarbeiten bilden zwei kombinierte

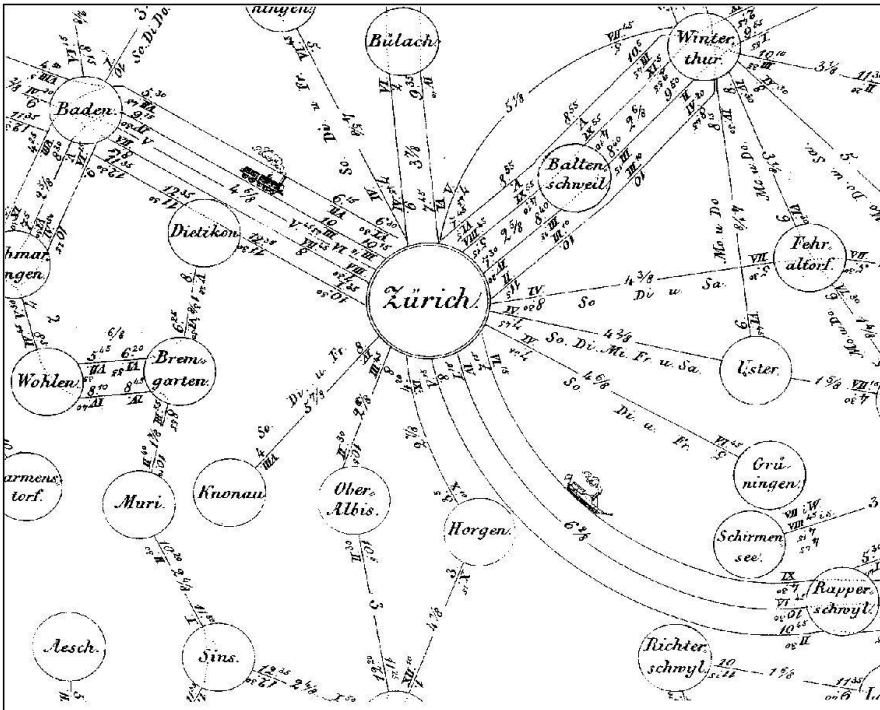


Abb. 1: Informationen, wie sie die Fahrplankarte von 1850 bietet, werden in die Datenbank des GIS-Dufour aufgenommen. Die schnellste Verbindung von Zürich nach Bern, zwischen Zürich und Baden mit der Spanischbrötlibahn und von Baden nach Bern mit der Postkutsche, dauerte 12 Stunden 15 Minuten und sie kostete Fr. 12.60. Das entsprach ungefähr vier Tageslöhnen eines Bauarbeiters. Quelle: Fahrplankarte 1850, Archiv PTT.

Forschungsfelder: Einerseits werden für den Zeitraum von 1750 bis 1910 der Auf- und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur rekonstruiert, andererseits werden in einer Datenbank Kenngrößen zum öffentlichen Transportangebot und zur Transportnachfrage erfasst.

Die Rekonstruktion der Verkehrsinfrastruktur bezieht sich zunächst auf das Hauptstrassennetz, dessen Entwicklung ab 1750 mit zeitgenössischen Karten, obrigkeitlichen Klassifikationen sowie seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts mit den Strassengesetzen und den in diesen festgelegten Hauptstrassen verfolgt wird. Die tief greifendsten Änderungen brachten der Chausseenbau auf den wichtigsten Hauptachsen durch das Mittelland in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, die Anlage von Fahrstrassen über die Alpen zu Beginn des 19. Jahrhunderts (Simplonpass 1800–1805, San Bernardino und Splügen 1818–1823 und Gotthard 1820–1830) und der Kunststrassenbau

der 1830er und 1840er Jahre, als fast alle Kantone ihr Hauptstrassennetz grundlegend erneuerten. Eine bedeutsame Leistungssteigerung und Verstetigung der Transportangebote brachten überdies die Dampfschiffe, die ebenfalls ab den 1830er Jahren aufkamen. Informationen über die Verläufe der Schiffslinien finden sich in den Geschäftsberichten der einzelnen Gesellschaften und in den Fahrplänen. Einen radikalen Umbruch des Transportwesens löste der Eisenbahnbau aus, der im internationalen Vergleich in der Schweiz spät einsetzte, dafür aber ab 1852 in einen überhitzten Bauboom mündete. 1875 war das interurbane Stammnetz mit Ausnahme der Gotthardbahn, die 1882 eröffnet wurde, bereits in Betrieb. Ab den 1890er Jahren wurden weitere Gebirgsbahnen erstellt (Rhätische Bahn ab 1890, Simplonbahn 1905, Lötschbergbahn 1913), und im zunehmend urbanisierten Mittelland verbesserte eine Vielzahl von Nebenbahnen die

Naherschliessung der Zentren. Für die bauliche Entwicklung der Bahninfrastruktur dient vor allem Wägli (1998) als Grundlage.

Basis zur Erfassung des Transportangebots sind offizielle Fahrpläne, aus denen für ein Sample von knapp 100 Gemeinden, darunter alle 1910 bestehenden Städte sowie alle Kantonshauptorte, verkehrlich relevante Kenngrößen für die Zeitschnitte 1810, 1850, 1870, 1888 und 1910 gewonnen werden. Die Daten werden als Excel-Tabellen in eine Matrix eingetragen, also beispielsweise die kilometrische Distanz von Gemeinde A zu allen anderen Gemeinden des Samples. Als weitere Variablen werden unter anderem die jeweils zeitlich schnellsten Verbindungen in Minuten, die reine Fahrzeit (Reisezeit abzüglich Umsteigezeiten), die Zahl der täglichen Verbindungen, die Modalität (Bahn, Schiff, Postkurse), die Fahrpreise und die Zahl der Umsteigevorgänge erhoben.

Ergänzend wird für das genannte Gemeindesample und die entsprechenden Zeitschnitte auch die Transportnachfrage quantifiziert, soweit dies die Quellen zulassen, was insbesondere vor 1870 allerdings nur spärlich der Fall ist. Grundlage dazu bilden in erster Linie Geschäftsberichte von Bahn- und Schiffsunternehmen sowie Statistiken der Post, wobei sowohl der Personen- wie auch der Güterverkehr berücksichtigt wird. Die Daten werden stationsbezogen erfasst und schliesslich auf Gemeindeebene aggregiert, so dass die Transportnachfrage nach Verkehrsmittel getrennt oder als Total abgefragt werden kann.

## Methodik: wie historische Daten ins GIS gelangen

Das methodische Vorgehen lässt sich in zwei Bereiche gliedern: einerseits in die Erfassung der Verkehrswege, der Knotenpunkte und der dazugehörigen Kennzahlen aufgrund der oben beschriebenen historischen Quellen, andererseits in den eigentlichen Aufbau des GIS mit einer relationalen Datenbank.

Da gerade durch das Aufkommen neuer

Verkehrsmittel wie des Dampfschiffs oder der Eisenbahn innerhalb kurzer Zeitabstände grosse Veränderungen im Verkehrsnetz eintraten, wurde die Untersuchungsperiode 1750 bis 1910 in mehrere Zeitschnitte gegliedert. Insgesamt werden in 20-Jahres-Abständen neun Zustände des Verkehrsnetzes dargestellt. Für die Digitalisierung der Hauptstrassen und der Eisenbahnen in GeoMedia wird die Dufourkarte (Erstausgabe um 1850 sowie Ausgabe um 1900) zugrunde gelegt. Die jeweils 25 Blätter dieses Kartenwerkes wurden eingescannt und stehen somit digital zur Verfügung. Zur Georeferenzierung wurde ein Koordinatennetz erzeugt, das auf den Parametern der sogenannten Bonne'schen Projektion basiert. Es handelt sich dabei um den flächentreuen Netzentwurf der Dufourkarte. Jedes Kartenblatt wurde danach mittels Helmert-Transformation in das Koordinatennetz eingepasst. Als Referenzpunkte für diese Geocodierung dienten die in der Karte bekannten Längen- und Breitengrade. Anschliessend wurden jeweils vier Kartenblätter zusammengefügt und transformiert, wobei wiederum die Längen- und Breitengrade in der Karte als Referenzpunkte dienten. Durch den Ein-

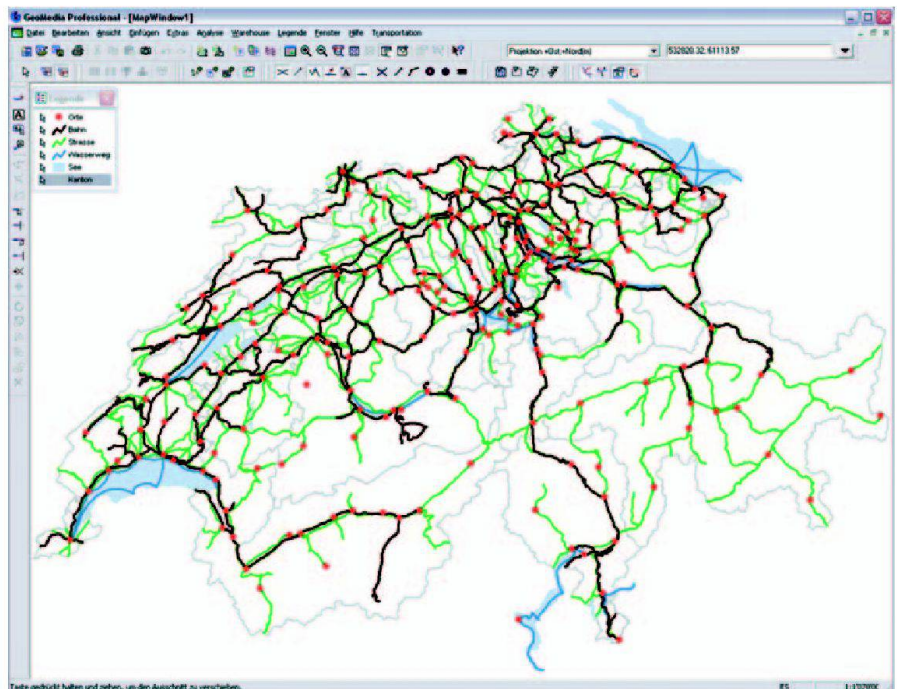


Abb. 2: Digitalisiertes Netz der Hauptstrassen und Eisenbahnen sowie Schiffslinien um 1900. Für ausgewählte Orte (rote Punkte) werden Daten zum Verkehrsangebot, zur Verkehrsnachfrage und zur sozio-ökonomischen Struktur erhoben.

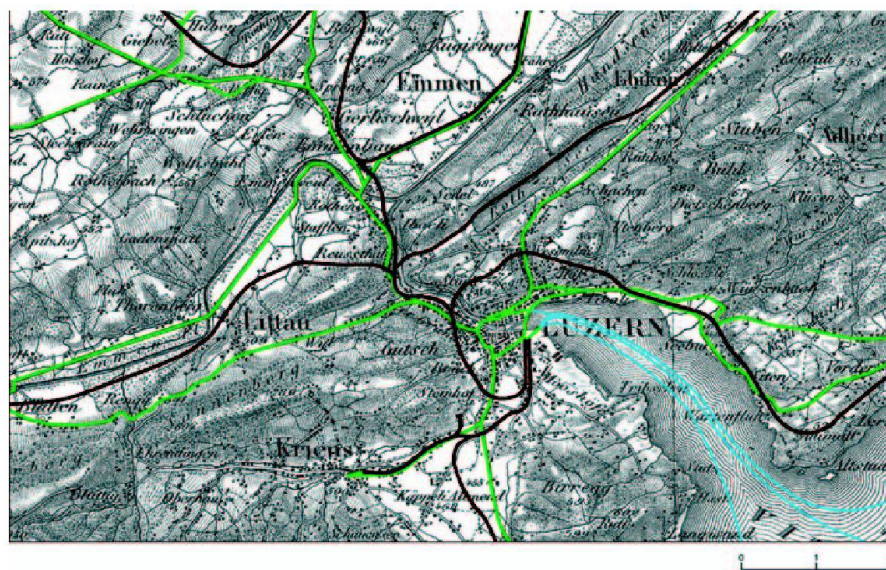


Abb. 3: Die Dufourkarte liefert eine ausgezeichnete Grundlage für die Digitalisierung der Hauptstrassen (grün) und der Bahnlinien (schwarz). Die Schiffverbindungen (blau) werden anhand von Fahrplandaten ergänzt. Ausschnitt aus der Dufourkarte, Blatt VIII, 1902. Quelle: Dufourkarte, Blatt VIII, 1902, Archiv swisstopo.

bezug der Kirchturm-Standorte in die Berechnung konnte eine noch grössere Genauigkeit erreicht werden. Mit dieser Methode wurde für die Ausgabe der Du-

fourkarte um 1900 eine weitgehende Deckungsgleichheit mit den heutigen Kartenwerken erzielt, während bei der Erstausgabe des Werkes um 1850 insbesondere im Gebiet des Juras beträchtliche Differenzen festzustellen sind. Diese Unstimmigkeiten können in erster Linie durch die Tatsache erklärt werden, dass bei der Herstellung der Kartenblätter für diese Region Daten aus damals bereits vorhandenen und offenbar weniger genauen Kartenwerken übernommen wurden. Um die im «GIS-Dufour» erstellten Vektoren aber so weit wie möglich auch mit den aktuellen Karten kompatibel zu machen, wird die Dufourkarte von 1900 als Grundlage für das Digitalisieren der Geometrien verwendet. Diese werden anhand der oben genannten Quellen den Zeitschnitten zwischen 1750 und 1910 angepasst.

Für die Speicherung der zu den Geometrien gehörenden Daten wird eine relationale Datenbank aufgebaut. Gegenüber anderen Datenbankmodellen weist das relationale Modell den entscheidenden Vorteil auf, dass die Struktur der Daten-

bank verändert werden kann, ohne dass damit Anwendungen betroffen sind, die auf der älteren Variante der Datenbank beruhen. Dies ist im Hinblick auf das Ziel des Projektes, das Analyseinstrument «GIS-Dufour» erweiterbar zu gestalten, von grosser Bedeutung. Die Datenbank kann also nach Abschluss des eigentlichen Projektes mit weiteren Informationen ergänzt werden. So wären beispielsweise eine detailliertere Erfassung des Verkehrssystems auf regionaler Ebene oder die Aufnahme von weiteren verkehrsrelevanten Objekten wie Brücken oder Zollstellen ohne weiteres möglich. Sobald die Datenbank, in welche neben den eigentlichen Verkehrsdaten auch die oben erwähnten Strukturdaten zu ausgewählten Gemeinden integriert werden, mit den Geometrien im GIS verknüpft ist, können die Entwicklung von Verkehrsangebot und -nachfrage sowie die Auswirkungen auf die Raumstruktur gemeindescharf analysiert und kartografisch abgebildet werden. Zudem wird es möglich sein, ähnlich einem Routenplaner, die kürzeste, die schnellste oder die monetär günstigste Verbindung zwischen ausgewählten Knotenpunkten zu ermitteln. Zusätzlich können aufgrund der gesammelten Daten die Umsteigevorgänge und die benutzten Verkehrsmittel erfragt werden. Grundlegende Funktionen für die Routenverfolgung liefert die GeoMedia-Erweiterung «TransportationManager».

Da das Projektteam das Instrument «GIS-Dufour» offen gestaltet, wird es möglich sein, den Inhalt fast beliebig zu erweitern. Eine zeitliche Ausdehnung des Datenstandes weiter zurück in die Vergangenheit oder bis in die Gegenwart wird also genauso machbar sein wie eine räumliche Konzentration auf Strukturen und Prozesse einzelner Regionen und die spätere Erweiterung ins Ausland.

#### Literaturverzeichnis:

Aerni, Klaus; Egli, Hans-Rudolf: Zusammenhänge zwischen Verkehrs- und Siedlungsentwicklung in der Schweiz seit dem Mittelalter. In: Geographica Helvetica, 2, 1991, S. 71-78.

Frey, Thomas; Schiedt, Hans-Ulrich: Transformation periods in Switzerland's transport system, 1810-1910. The structures and processes of traffic acceleration, CD-ROM der First International Conference on the History of Transport, Traffic and Mobility (www.t2m.org), 6-9 November 2003, Eindhoven Technical University, The Netherlands.

Wägli, Hans G., 1998: Schienennetz Schweiz: Strecken, Brücken, Tunnels. Ein technisch-historischer Atlas. Zürich.

Hans-Rudolf Egli  
 Philipp Flury  
 Thomas Frey  
 Hans-Ulrich Schiedt  
 Geographisches Institut der Universität Bern  
 Gruppe Siedlungsgeographie und Landschaftsgeschichte  
 Hallerstrasse 12  
 CH-3012 Bern  
 egli@giub.unibe.ch



**MOTOROLA**

**professionell  
 Jetzt schon ab  
 CHF 876.-  
 inkl. MwSt.**

**schnell  
 sicher  
 modern  
 Sprechfunk**

Kurz und bündig Anweisungen erteilen. Ohne Zeit raubendes Wählen und Warten. Einfach Taste drücken und sprechen. Verbindung ist sofort hergestellt. Das ist MOTOROLA-Sprechfunk. Für jeden Einsatz. Immer das passende Modell. Handlich, vielseitig und robust. Keine Gesprächsgebühren. Ideal für Service, Unterhalt, Sicherheit, Bau, Vermessung usw..

**Professional Radio**  
**MOTCOM**  
 Communication

Motcom Communication AG  
 Max-Högger-Strasse 2, 8048 Zürich  
 Tel. 044 437 97 97, Fax 044 437 97 99  
 contact@motcom-com.ch  
 www.motcom-com.ch

MOTOROLA-Funkgeräte gibts im Funkfachhandel oder bei:

**GRATIS-FUNK-KONTAKT**

**JA, ich bin an modernem Sprechfunk interessiert.**

Bitte senden Sie mir das kostenlose **Funk-Info-Paket**.

Wo finden wir den nächsten **MOTOROLA-Stützpunkt**?

Name/Vorname  
 Firma  
 Strasse  
 PLZ/Ort  
 Telefon  
 E-Mail

Telefax

Senden an: Motcom Communication AG, Max-Högger-Str. 2, 8048 Zürich