**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 109 (1991)
**Heft:** 32

**Artikel:** Konzept "Swissmetro": schneller Intercity-Verkehr
**Autor:** Rudolphi, H.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-85991

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 07.08.2025

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

# Konzept «Swissmetro»

## Schneller Intercity-Verkehr

**Auf der Basis von Magnetschiene und Linearmotor wird an der ETH Lausanne ein Bahnsystem entwickelt, das in teilevakuierten Tunnels mit Geschwindigkeiten bis zu 500 km/h verkehren soll. Die Züge gleichen Flugzeugzellen für 800 Passagiere. Als Netz ist ein West/Ost-Nord/Süd-Tunnelkreuz Genf–Lausanne–Bern–Zürich–St.Gallen sowie Basel–Luzern–Bellinzona vorgesehen. Mit einheitlichen Reisezeiten von zwölf Minuten zwischen den Städten kann die Strecke Genf–St.Gallen in 57 Minuten zurückgelegt werden. Der Energiebedarf für den Betrieb wird nur rund einen Achtel des Verbrauchs der heute im Ausland verkehrenden Hochgeschwindigkeitsbahnen ausmachen. Als Zeitaufwand für die Verwirklichung wurden 25 Jahre errechnet und der Finanzbedarf auf 25 Milliarden Franken veranschlagt.**

Der Aufschwung des öffentlichen Innerorts- und Regionalverkehrs in Europa ist bekannt. In der Schweiz sind in Zürich, Basel und Genf praktikable Lösungen in Gang gebracht. Die politischen Behörden sind gezwungen, den öffentlichen Verkehr zu fördern, insbesondere um der zunehmenden Selbsterstickung des Automobilverkehrs und den diesem angelasteten Umweltgefährdungen entgegenzutreten. Mit dem damit verbundenen Wiederaufschwung des Schienenverkehrs sind auch neue Techniken aufgetreten. Die automatischen Metros von Lille und Berlin sind zwei der markantesten Beispiele.

Die Entwicklung des interurbanen Verkehrs ist ebenfalls offenkundig. Man ist vor allem bemüht, die Reisedauer zu verkürzen. In der Schweiz versucht man dies mit der Bahn 2000. Unsere französischen und deutschen Nachbarn haben mit der gleichen Zielsetzung für hohe Geschwindigkeiten bis zu 300 km/h optiert.

Die Eisenbahntechnik hat allerdings ihre Grenzen. Die Geschwindigkeit der Züge ist teuer: Die Investitionen, die Unterhalts- und Betriebskosten, der Energieverbrauch sowie die Schäden, die sich daraus ergeben, werden erheblich gesteigert, oft in einer unverhältnismässigen Proportion zum erzielten Zeitgewinn und zu den daran bestehenden Interessen. Dies hat zur Folge, dass über kurz oder lang wahrscheinlich neue Techniken entstehen werden, die den Bedürfnissen der Gegenwart und vor allem jenen des nächsten Jahrhunderts vermehrt Rechnung tragen werden.

Aus dieser Optik wurde an der ETH Lausanne seit den 70er Jahren nach einem neuen Verkehrsmittel geforscht, das die bestehenden ergänzen könnte, schnell, sicher und wirtschaftlich ist und den politischen Erfordernissen (Umweltschutz, unabhängige Energieversorgung, geographische Mobilität und Arbeitsmarkt) entsprechen soll. Diese Forschung hat 1980 in die Lancierung der Idee eines Swissmetro-Projekts in unserem Land gemündet, das jetzt, nach Vorliegen einer positiv ausgefallenen Machbarkeitsstudie, breitere Förderung erfahren soll.

## Swissmetro

Vorgeschlagen wird ein System des Passagierverkehrs über mittlere und grössere Distanzen. Es zeichnet sich durch eine neuartige Konzeption und eine neue Technik aus: vollständig unterirdisch geführt, ist es autonom, aber genügend in das Netz der bestehenden Transportmittel eingefügt, um dank den erhöhten Geschwindigkeiten die interurbanen und interregionalen Passagierverbindungen im ganzen Land zu verbessern.

Obschon die Idee für den Passagierverkehr entwickelt worden ist, muss angemerkt werden, dass ein solches System auf die gleiche Weise oder sogar noch leichter auch für den Warentransport in Betracht kommen kann.

Das vorgesehene System beruht auf der Anwendung von vier Techniken:

- eine vollständig unterirdische Infrastruktur mit zwei Tunnels mit Durchmessern von je 4,5 m (Bild 1)
- Teilvakuum in den Tunnels
- magnetisches Schwebesystem für die Fahrzeuge
- Antrieb durch lineare Elektromotoren.

Es handelt sich also weniger um die Einführung eigentlicher technischer Neuerungen, sondern vielmehr um die kombinierte Anwendung bekannter Technologien auf einer höheren Stufe.

## Technische Eigenschaften

### Unterirdische Linienführung

Die unterirdische Lösung ist vom Standpunkt des Umweltschutzes aus ideal und überlässt der Raumplanung mehr Freiheitsgrade. Diese Lösung drängt sich dem Projektentwickler auf. In der Schweiz wird es nämlich bald unmöglich sein, neue Fahrstrecken jeder beliebigen Verkehrsart im Freien zu bauen, wenn man die Topografie des Landes, den Ausnutzungsgrad des Bodens und die politische und soziale Entwicklung im Umweltschutzbereich berücksichtigt.

### Tunnel in Molasse

Die Tunnel befinden sich einige zehn Meter tief, um in der Molasse gebohrt werden zu können und dadurch die Baukosten zu verringern. Ausserdem ist die Durchquerung von Stadtzentren in dieser Tiefe weniger problematisch.

### Schweben im Teilvakuum

Das vorgesehene Teilvakuum mit einem auf etwa 10 Millibar reduzierten Luftdruck, entspricht ungefähr denjenigen Verhältnissen, welche ein Flugzeug auf einer Höhe von 15 000 Metern über Meereshöhe antrifft. Es erlaubt einen wirtschaftlichen Betrieb der Fahrzeuge. Ein solcher Luftentzug kann durch bereits auf dem Markt befindliche Pumpen verwirklicht werden. Diese Pumpen haben eine Leistung von ca. 10 kW und sind in Abständen von je 5 km angebracht.

Die Wahl der Auskleidung der Tunnel hat einen direkten Einfluss auf die Einrichtung und die Erhaltung des Vakuums. In dieser Frage kann sich das Pro-

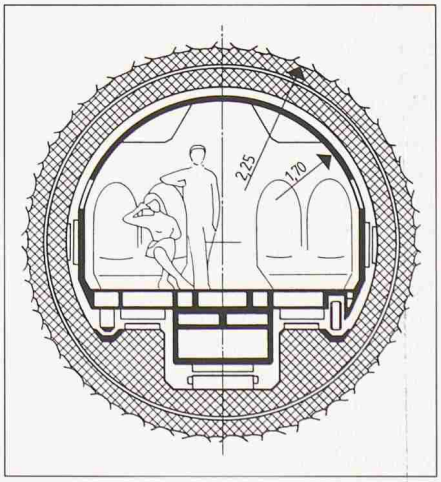


*Bild 1. Swissmetro im Entwicklungsstand 1991*

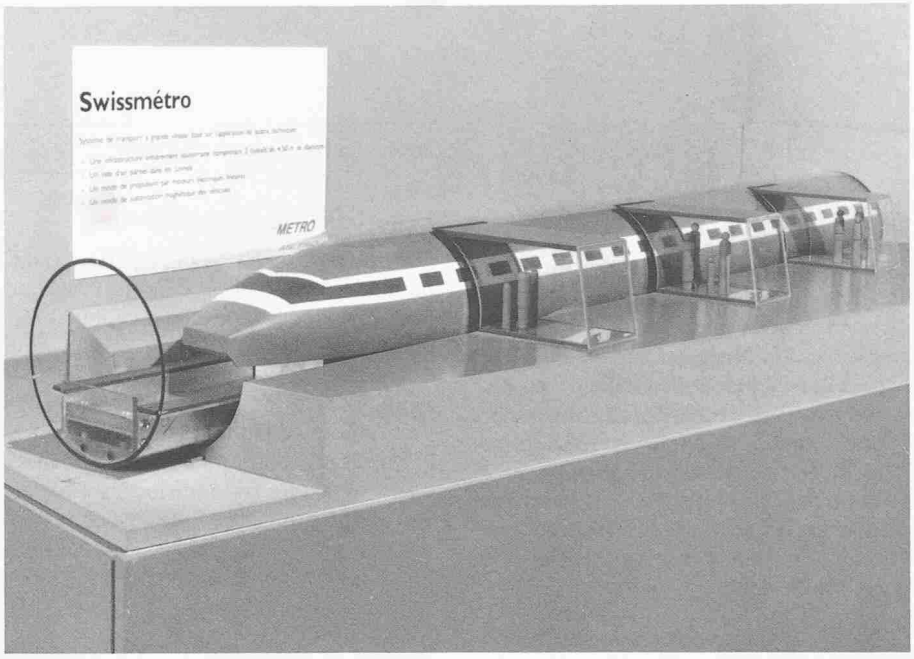


*Bild 2. Die im teilevakuierten Tunnel fahrende Swissmetro gleicht einer Flugzeugzelle für 800 Passagiere*

jekt in der Vorstudie auf Erfahrungen stützen, die namentlich bei der CERN gemacht werden konnten. Es wird an eine Auskleidung gedacht, die aus einer sandwichartig von zwei Ringen aus armiertem Beton umschlossenen Metallhaut besteht, wobei aber auch andere Varianten in Prüfung gezogen werden.

Der Betrieb unter Vakuum bietet den Vorteil der Energieeinsparung, denn bei oberirdischen Hochgeschwindigkeitsbahnen, wie sie andernorts in Betrieb stehen, wird der Grossteil des Energieverbrauchs für die Überwindung des Luftwiderstandes aufgewendet.

## Wirtschaftliches Schwebesystem

Das magnetische Schwebesystem gestattet einen wirtschaftlichen Fahrzeugbetrieb. Es vermeidet praktisch jede Abnutzung, jeden Lärm und jede Erschütterung.

*Zwei Lösungsmöglichkeiten*

Die Vorstudien haben zwei Lösungsmöglichkeiten für das magnetische Tragsystem gezeigt: die Anziehung oder die Abstossung.

*Abstossungstechnologie.* In der Abstossungstechnologie wird der Schwebeeffekt durch die Wechselwirkung zwischen den an den Fahrzeugen montierten, von Gleichstrom indizierten Ankerbewicklungen ohne Regler und einem stromleitenden Metallband (Aluminium) am Boden realisiert. Die elektrische Speisung kann durch Batterien oder mittels supraleitfähigen Spulen sichergestellt werden. Das Fahrzeug «hebt ab», wenn sich die Geschwindigkeit steigert. Es «landet», wenn sie eine bestimmte Grenze unterschreitet.

*Anziehungstechnologie.* Die Anziehungstechnologie kombiniert die Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Reglern, die ebenfalls von Gleichstrom gespeist werden, mit Metallschienen, die oberhalb der Magnete angebracht sind.

Der Wahl der einen oder anderen Technik wird von der Energiebilanz (minimale Rückdrift) und der Zuverlässigkeit abhängig sein.

## Hochgeschwindigkeit durch Linearmotor

Von Linearmotoren getriebene Fahrzeuge, die durch Magnetkraft über ihrer Unterlage gehalten werden, sind in Deutschland und Japan bereits Wirklichkeit. Obwohl diese Fahrzeuge technisch genügend ausgereift sind, um mit Reisegeschwindigkeiten in der Grössenordnung von 500 km/h zu verkehren, werden sie voraussichtlich keine bedeutende Ausbreitung erfahren, da sie einen sehr hohen Energieverbrauch und einen ebenfalls nicht zu vernachlässigenden Bodenbedarf aufweisen.

Mit dem teilweisen Vakuum, dass im Fall der Swissmetro vorgesehen ist, wird das Energieproblem gelöst, und obwohl der Antrieb und das Schwebesystem auf den gleichen Grundsätzen beruhen, unterscheiden sich die Anwendungskonzepte daher erheblich.

Das Swissmetro-System würde nämlich durch Linearmotoren angetrieben, die im Tunnel angebracht sind, während die Anker ihrerseits an den Fahrzeugen befestigt werden. Die Anordnung der Motoren und ihre Leistung hängen von wirtschaftlichen Faktoren sowie vom gewünschten Fahrkomfort ab. Will man beispielsweise beschleunigen und eine hohe Geschwindigkeit auf kurze Distanz erhalten, so wären leistungsstarke und kostspielige Motoren erforderlich, was eine bedeutende Investition für die Energieverteilung voraussetzt. Darüber hinaus könnte die hohe Beschleunigung von den Passagieren als unangenehm empfunden werden. Es muss daher ein Optimum gefunden werden. Es liegt auf der Hand, dass die Geschwindigkeit von dieser Optimierung abhängt und dass sie erhöht werden kann, wenn die Distanz zwischen zwei Haltestellen grösser ausfällt.

Die Vorstudie hat gezeigt, dass die Distanzen zwischen den grossen städtischen Agglomerationen unseres Landes Höchstgeschwindigkeiten in der Grössenordnung von 400 bis 500 km/h erlauben, wobei der Energieverbrauch pro Passagier achtmal geringer ausfällt als bei einer Reise mit 250 km/h mit dem TGV (Train à Grande Vitesse). Um diese erhebliche Leistungssteigerung zu erreichen, kann heute realistischerweise eine Wiedergewinnung der Energie bei der Bremsung in Betracht gezogen werden.

Auf diese Weise würde die Swissmetro im Vergleich zu anderen Transportmitteln relativ wenig Energie verbrauchen. Darüber hinaus dürfte das System in dem Masse zur Verbesserung der Energiebilanz unseres Landes und der Verringerung unserer Abhängigkeit vom Erdöl beitragen, wie es durch seine höhere Attraktivität den Strassenverkehr zurückdrängen würde.

Ferner ist anzuführen, dass Transportsysteme mit linearen Motoren im anvisierten Sinne bereits in Betrieb stehen, wenn auch auf einer unteren Stufe und ohne Vakuum: dies namentlich bei den PTT für den Transport von Postsäcken in den Verteilungszentren und in mehreren europäischen Glasfabriken für die Beförderung der Gläser innerhalb der Fertigungskette

## Sicherheitsaspekte und Notantrieb

Das Fahrzeug wird mit Sicherheitsvorrichtungen für den Ausnahmefall ausgerüstet sein: Brems- und Leitkufen, Räder und einen autonomen Motor, welche nötigenfalls die Weiterfahrt zur nächsten Haltestelle oder zur einem der Notausgänge sicherstellen, die alle fünf Kilometer mit den Pumpstationen zusammen vorgesehen sind.

Eine Panne im Antriebssystem beeinträchtigt das Schwebesystem nicht, da beide getrennt gespeist werden. In einem Störfall wird das Fahrzeug durch die Reibung mechanisch gebremst und landet normal. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Magnete des Tragsystems auf einen Schlag ausfallen, ist minim. Sollte

dies dennoch einmal eintreffen, wird das Fahrzeug auf seiner Unterlage einige Zentimeter herunterfallen und wird dann durch einen Bremsschuh abgebremst und geführt. Ein entsprechendes Experiment wurde seinerzeit in Frankreich anlässlich eines Probelaufs des «Turbotrain» durchgeführt. Die Landung entspricht etwa derjenigen eines Flugzeugs.

### Reisen wie in einem unterirdischen Flugzeug

Das Swissmetro-Fahrzeug weist grosse Ähnlichkeit mit einer druckausgeglichenen, komfortablen Flugzeugzelle auf (Bild 2). Bei einem Durchmesser von 3,4 m und einer Länge von 200 m kann es mit 800 Sitzplätze eingerichtet werden. An den Haltestellen ermöglichen automatische Schleusen und Türen das Ein- und Aussteigen der Passagiere.

Die Argumente, wonach die Benutzung eines solchen Transportmittels abgelehnt würde, weil man die Landschaft nicht betrachten könne, fallen mindestens für jene Passagiere nicht ins Gewicht, die aus Notwendigkeit reisen und daher dem Kriterium der Zeit erste Priorität einräumen. Und aus der hohen Belegung der U-Bahnen in den grossen Städten der ganzen Welt schliessen die Projektverfasser, dass auch eine krankhafte Angst vor geschlossenen Räumen (Klaustrophobie) keine grosse Rolle spielen könne.

### Netz und Betrieb

In Anbetracht des Schweizer Reliefs könnte das Netz eine doppelte Transversale in Kreuzform darstellen, das die Hauptzentren des Landes miteinander verbindet: Genf, Lausanne, Bern, Luzern, Zürich, St. Gallen von Westen nach Osten; Basel, Luzern, Tessin von Norden nach Süden sowie zwei Verlängerungen: St. Gallen–Chur und Lausanne–Sitten (Bild 3).

### Anschluss an bestehendes Verkehrsnetz

Die Haltestellen sind unterirdisch und durch schnelle mechanische Systeme an das bestehende Verkehrsnetz angeschlossen.

Die Wahl der Lage der Haltestellen muss so getroffen werden, dass die notwendigen Transporte minimiert werden. Vorstellbar wäre beispielsweise, die Haltestellen unter den Bahnhöfen einzurichten, wo sich dieser Standort als vorteilhaft erweist, und sie mit Liftanlagen von grossem Fassungsvermögen zu verbinden.

Der Gepäcktransport wird automatisiert und läuft von der Ankunft an der Einsteigestelle bis zum Ausgang an der Zielhaltestelle nach ähnlichen Grundsätzen wie beim Luftverkehr ohne Zutun des Passagiers ab. Die Gepäckstücke werden allerdings mit einem Transportschein personalisiert, um bei der Ankunft rasch abgeholt werden zu können.

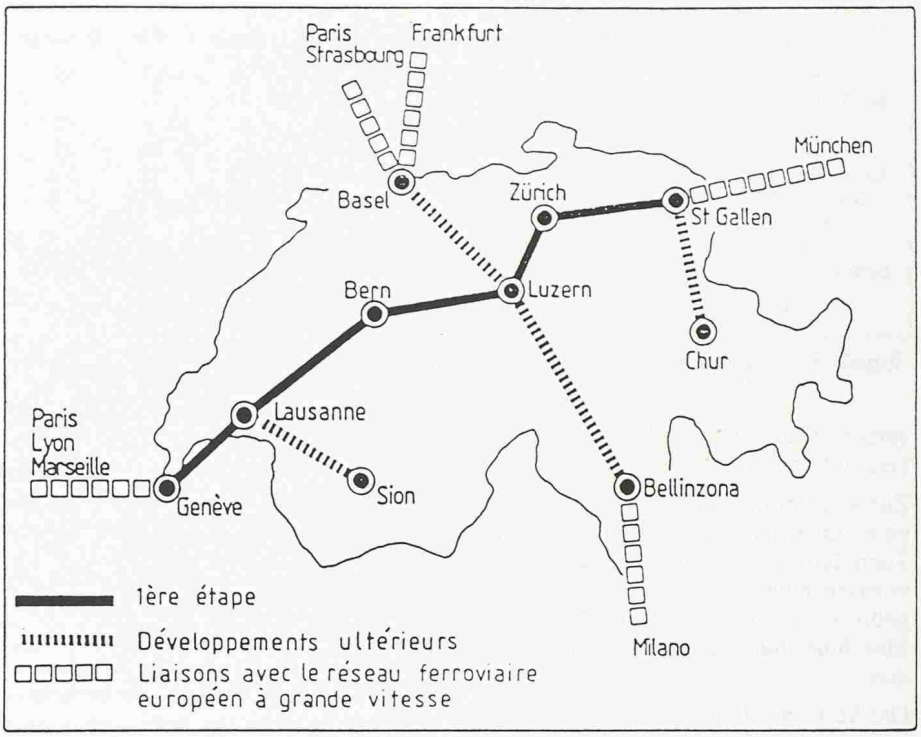


*Bild 3. Swissmetro-Netz gemäss Vorstudie 1991 der ETH Lausanne*

### In zwölf Minuten von Stadt zu Stadt

Die Reisezeit zwischen den Haltestellen ist konstant – 12 Minuten – und demzufolge sind die Geschwindigkeiten bis maximal 500 Stundenkilometer variabel. Die Aufenthalte betragen 3 Minuten. Genf befindet sich auf diese Art und Weise 57 Minuten von Zürich entfernt und Basel 27 Minuten von Bellinzona (Tabelle 1).

Zu den Spitzenzeiten könnte Swissmetro mit Frequenzen von acht oder sogar mehr Zügen pro Stunde verkehren.

### Elektronisches Betriebs- und Kontrollsystem

Das Betriebs- und Kontrollsystem wird elektronisch gesteuert. Frontalkollision ist ausgeschlossen, da die Metros in ihrem jeweiligen Rohr auf Einbahnstrekken verkehren.

### Anschluss an das europäische Transportsystem

Die Einführung von Swissmetro in das europäische Transportsystem kann auf zwei Arten ins Auge gefasst werden: Entweder entwickeln die Nachbarländer der Schweiz ihre eigenen Eisenbahn- oder anderen Systeme, oder Swissmetro wird eine mehr oder weniger bedeutende Ausbreitung über die Landesgrenzen hinaus erleben.

Im ersten Fall müssten die Transitpassagiere in unserem Land an den Enden des Netzes auf ein anderes Transportmittel umsteigen. Dieser Nachteil verliert an Gewicht, wenn man an die schnellen und komfortablen Verbindungen denkt, die eingerichtet würden, und anderseits auch den fantastischen Zeitgewinn in Rechnung stellt. Schliesslich muss zu diesem Punkt betont werden, dass die Eisenbahnbenützer auch bereits heute gelegentlich umsteigen müssen.

## Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die zur Verwirklichung der Swissmetro notwendigen Investitionen hängen vor allem von den geologischen Bedingungen ab. Erstens, weil die Kosten der Erstellung eines Tunnels je nach der Beschaffenheit des Bodens um den Faktor 2 variieren können. Zweitens weil die Realisierung des Tunnels den Hauptanteil an den Kosten ausmacht. Wie dem auch sei, kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die Investitionen für die Infrastruktur der Swissmetro jenen vergleichbar sind, die für den Bau von neuen Autobahn- oder Eisenbahnstrecken notwendig wären. Dies vor allem dank dem kleinen Durchmesser der Tunnel, wegen des geringen Landbedarfs und weil keine besonderen Massnahmen zum Schutz der Umwelt nötig werden.

Die Kosten des Abschnittes Genf–St. Gallen werden (Kostenbasis 1990) auf 11 Milliarden Franken geschätzt und die Verwirklichungsdauer auf 15 Jahre. Was das Gesamtnetz anbelangt, sind die ent-

| | Basel | Bellinzona | Bern | Chur | Genève | Lausanne | Luzern | Sion | St.Gallen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zürich | 27 | 27 | 27 | 27 | 57 | 42 | 12 | 57 | 12 |
| St. Gallen | 42 | 42 | 42 | 12 | 72 | 57 | 27 | 72 | - |
| Sion | 57 | 57 | 27 | 87 | 27 | 12 | 42 | - | 72 |
| Luzern | 12 | 12 | 12 | 42 | 42 | 27 | - | 42 | 27 |
| Lausanne | 42 | 42 | 12 | 72 | 12 | - | 27 | 12 | 57 |
| Genève | 57 | 57 | 27 | 87 | - | 12 | 42 | 27 | 72 |
| Chur | 57 | 57 | 57 | - | 87 | 72 | 42 | 87 | 12 |
| Bern | 27 | 27 | - | 57 | 27 | 12 | 12 | 27 | 42 |
| Bellinzona | 27 | - | 27 | 57 | 57 | 42 | 12 | 57 | 42 |
| | Basel | Bellinzona | Bern | Chur | Genève | Lausanne | Luzern | Sion | St.Gallen |

*Tabelle 1. Fahrzeiten der Städteverbindungen im Swissmetro-Netz*

sprechenden Zahlen 25 Milliarden Franken und 25 Jahre.

Zur Ausführung der Arbeiten wurde angenommen, dass acht Maschinen für den Tunnelvortrieb und fünf für den Schildvortrieb eingesetzt würden, wobei Ergebnisse von 600 und 130 Metern pro Maschine und Monat vorgesehen wurden.

Die Verwirklichung einer ersten Etappe von 70 km Länge (Genf–Lausanne) könnte in 15 Jahren mit einer Investition in der Grössenordnung von 2 Milliarden Franken erfolgen.

## Bemerkenswerte Wirtschaftlichkeit

Aus der Vorstudie von 1991 geht hervor, dass die direkte Wirtschaftlichkeit des Projektes, ohne induzierte und externe Vorteile für die Benutzer (Zeit, Kosten, Sicherheit, Bequemlichkeit) und die Öffentlichkeit (Umweltfreundlichkeit, Arbeitsplätze, Aufschiebung von Investitionen, usw.), positiv ausfällt. Das heisst, dass das Projekt in langfristigen und in inflationsbereinigten Zahlen ausgeglichene direkte Ausgaben und Einnahmen verspricht. Solche Ergebnisse sind im Bereich der grossen Verkehrsinfrastruktur-Projekte sehr selten und daher bemerkenswert. In Berücksichtigung der obengenannten weiteren Auswirkungen und in der Annahme verschiedener kombinierter öffentlicher und privater Finanzierungen könnten sich für das Gesamtprojekt hohe Wirtschaftlichkeitsraten ergeben, die einen Vergleich mit den neuen Technologien für Hochgeschwindigkeitszüge in Europa nicht zu scheuen brauchen.

Es ist interessant hervorzuheben, dass ein Schätzungsfehler der Verwirklichungskosten nur eine begrenzte Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeitsrate hat.

## Gesamtwirtschaftliche Vorteile

Schliesslich muss noch auf die wirtschaftlichen Vorteile hingewiesen werden, die von einer Verwirklichung der Swissmetro zu erwarten wären:

- Verminderung der Strassenunfälle, da die Strassen weniger stark befahren werden
- dank der unterirdischen Streckenführung Erhaltung des guten landwirtschaftlichen Bodens
- Aussichten für die schweizerischen Unternehmungen, sich dank der Entwicklung von neuen Techniken, Einrichtungen und Konstruktionen weltweit den Zugang zu neuen Märkten zu erobern
- eine wirtschaftlich und gesellschaftlich ausgeglichene und auf die verschiedenen Landesgegenden gleichmässiger verteilte Entwicklung aufgrund der erheblichen Verkürzung der Reisezeiten. Diese Verkürzung wird in der Tat zu einer bedeutenden Steigerung der geographischen Mobilität der Arbeitskräfte führen, was den demographischen und wirtschaftlichen Konzentrationsprozess aufhalten wird, dies namentlich durch den Anschluss der Kantone Tessin, Graubünden und Wallis an das Swissmetro-Netz.

## Auswirkungen auf die Energie

1988 hätte der nötige Energieverbrauch für das gesamte Swissmetro-Netz wie folgt gelautet:

- 0,07% des gesamten schweizerischen Energieverbrauchs
- 0,2% des Energieverbrauchs des gesamten schweizerischeVerkehrs
- 0,3% des Elektrizitätsverbrauches der Schweiz

Wenn 1988 das Swissmetro-Netz in vollständigem Betrieb gewesen wäre, hätte die Energiebilanz aufgrund der verschiedenen Verkehrsumlagerungen eine Jahres-Energieeinsparung aufgewiesen. Diese Energieeinsparung kann in verschiedenen Einheiten wie folgt ausgedrückt werden:

- 1659 Mio. Kilowattstunden oder
- 143 Mio. kg Treibstoff oder
- 190 Mio. l Treibstoff oder
- 5974 Terajoules ($10^{12}$ Joules).

## Swissmetro im politischen Umfeld

Die Idee für Swissmetro wurde 1970 von Herrn Rodolphe Nieth, Ingenieur in Lausanne, entwickelt und seit 1981 auch von den ETH-Lausanne-Professoren Willy Benoit, François Descoeudres, Marcel Jufer und Francis-Luc Perret unterstützt.

1986 wurde in National- und Ständerat über Swissmetro diskutiert; die kleine Kammer verlangte in einem Postulat eine Machbarkeitstudie, die vom Bundesamt für Verkehr bei der Firma Dornier (BRD) in Auftrag gegeben wurde. Aufgrund des Berichtes, der seit Frühjahr 1988 vorliegt und die Machbarkeit des Systems bestätigt, wurden dem Entwicklungsteam an der ETH-L von der Eidgenossenschaft 500 000 Franken als Beitrag für eine Vorstudie zugesprochen, und die ETH Lausanne sowie schweizerische Unternehmen beteiligten sich mit je 250 000 Franken. Die Studie wird 1992 beendet sein. Die bis jetzt erzielten Resultate sind vielversprechend und bestätigen die Vorzüge des Systems.

Um die Swissmetro zu entwickeln und zu fördern, hat sich eine von der Fédération romande des syndicats patronaux unterstützte Arbeitsgruppe gebildet, die beschloss, eine Aktiengesellschaft zu gründen. Als Präsident konnte Nationalrat Sergio Salvioni gewonnen werden. Die Gesellschaft wird für private und öffentliche Unternehmen sowie für Initiatoren und Forscher offenstehen, welche die Entwicklung des Systems ermöglichen wollen. Wichtige erste Massnahmen sind einerseits Darstellungen des Projektes gegenüber den Eidgenössischen Räten mit dem Ziel, eine Baubewilligung für einen ersten (Versuchs-)Abschnitt Genf–Lausanne zu erlangen und anderseits die Fortsetzung der Suche nach den zur Verwirklichung des Projektes nötigen finanziellen Mitteln. Für ihre Arbeitsfähigkeit benötigt die Gesellschaft in einer ersten Phase mindestens 300 000 Franken pro Jahr. Die Arbeitsgruppe strebt eine Finanzierung an, die mit Hilfe von höchstens zehn Unternehmen mit einer auf drei Jahre laufenden finanziellen Verpflichtung erfolgt. Bis jetzt haben drei Gesellschaften zugesagt.

International wurde Swissmetro im Rahmen der Europäischen Konferenz der Verkehrsminister (CEMT) 1988 in Luxemburg von Bundesrat A. Ogi, Chef des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes, erwähnt. Anlässlich der Tagung «Alp Transit» vom 21. Juni 1990 an der Transport 90 in München hat er sein Interesse an diesem System im Rahmen einer möglichen Erweiterung auf eine Eurometro bestätigt.

### Auswirkungen auf die Umwelt

Die einzigen wichtigen Auswirkungen auf die Umwelt von mehr oder wenig längerer Daue sind:

- In den Lagerungsbereichen des Aushubmaterials Eingriffe in den Baugrund und Beeinträchtigung der Flora
- Eingriffe in die Landschaft durch elektrische Anschlussleitungen an das Hochspannungsnetz

Um deren Einfluss zu verringern, sind entsprechende Vorkehrungen vorzusehen.

Andere wichtige, jedoch auf die Bauzeit beschränkte Einflüsse sind:

- Durchquerung des Grundwasserspiegels während der Tunnelbohrung. Nach Bauabschluss ist das Grundwasser durch die Tunnelabdichtung geschützt.
- Die Baustellenauswirkung, Landschaftseingriffe und der daraus entstehende Lärm. Eine gut geplante Bauorganisation muss diese vorübergehenden Auswirkungen begrenzen.

Die durch die Verwirklichung des Swissmetro-Projektes entstehenden Auswirkungen sind insgesamt zeitlich und räumlich beschränkt und können bewältigt werden. Tatsächlich stellen nur die elektrischen Leitungen einen wirklich wichtigen «dauernden» Eingriff in die Landschaft dar. Lagerungsbereiche des Aushubmaterials sind durch zweckdienliche Massnahmen wieder integrierbar.

Die Inbetriebnahme der Swissmetro wird die Kapazitätsgrenzen des Nationalstrassennetzes und des Intercity-Eisenbahnnetzes mit Bezug auf sonst bei beiden nötige Baumassnahmen günstig verschieben. Teilweises Umsteigen auf Swissmetro dürfte ferner Lärm von Schiene und Strasse sowie Abgasemissionen durch Verbrennungsmotoren verringern.

### Schlussfolgerungen

Aufgrund der vorgesehenen Techniken besitzt Swissmetro zahlreiche Vorteile: Verwirklichung ohne grosse oberirdische Baustellen, niedrige Betriebskosten, wenig Unterhalt und Erneuerung (nahezu keine Abnutzung wegen des Vakuums und des magnetischen Schwebesystems), hohes Sicherheitsniveau, globale Energieeinsparung dank der Verkehrsverlagerung auf dieses System, Abnahme des Strassenverkehrs mit seinen Unannehmlichkeiten, Freistellung wichtiger Eisenbahnkapazitäten für den regionalen Personenverkehr und den Güterverkehr auf dem bestehenden Netz, keine Schädigungen (Umweltverschmutzung, Lärm und Erschütterungen), Landschaftsschonung, Erhalt des guten Ackerbodens, Öffnung neuer Exportmärkte dank der neuentwickelten Techniken, wahrscheinlich ausgeglichenere wirtschaftliche und soziale Entwicklung und ein besseres Gleichgewicht unter den Städten des Landes, wahrscheinlich günstige Auswirkungen auf die geografische Mobilität der Arbeitskräfte und schliesslich Konsolidierung des politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Föderalismus durch die Annäherung der verschiedenen Landesteile.

Nach dem Abenteuer der Eisenbahn, die ihren Höhepunkt zu Beginn des Jahrhunderts erlebte, und nach der Vollendung des Baus des Nationalstrassennetzes wäre es vernünftig, die lebendigen Kräfte unseres Landes für ein grosses Projekt zu mobilisieren, das geeignet ist, den Unternehmungsgeist unseres Volkes zu erhalten und weiter zu entwickeln. Die Schweiz muss eine Nation von Pionieren an der Spitze des Fortschrittes bleiben, wenn sie mit ihrem Wissen und ihrer Technologie auf dem Niveau der modernen Industriestaaten mithalten will. Es geht um ihr Überleben. In dieser Optik könnte die Swissmetro das grosse Projekt sein, das zahlreiche Wirtschaftszweige berührt und unser Land mit einem öffentlichen Verkehrsmittel ausrüstet, das den Erfordernissen des 21. Jahrhunderts angepasst ist.

*H. Rudolphi*

# Gedanken zur Verdichtung von Siedlungen

**Der Wunsch nach haushälterischer Nutzung des Bodens ist mittlerweile über den engeren Kreis der Planer hinaus an die Öffentlichkeit gelangt. Dort, wo sich akute Probleme abzeichnen, werden bereits heute vereinzelt Projekte bearbeitet. Diese nachträgliche Verdichtung bestehender Siedlungen hat verschiedentlich zu kontroversen Diskussionen veranlasst. Der vorliegende Aufsatz möchte das Spannungsfeld kurz skizzieren, welches solche Projekte umgibt, sowie Grundsätze vorschlagen, wie Nutzungen innerhalb bestehender Siedlungen möglichst effizient intensiviert werden können.**

VON PHILIPPE EHRENBERG, ZÜRICH

### Tragweite des Verdichtens

Projekte zur nachträglichen Verdichtung bestehender Siedlungsteile greifen in geltende, anerkannte Ordnungen ein, welche mit hohen finanziellen und ideellen Werten verbunden sind. Ausserdem beeinflussen sie wie kaum andere Projekte innerhalb der Siedlungen den privaten Raum beträchtlich. Änderungen der Siedlungen und ihres Umfeldes führen zu einer oft schmerzlichen Wandlung bzw. zu einem Verlust an Gewohnheiten, Vorrechten und Identität [1]. Weil solche Projekte aus verschiedenen Gründen (Rechtsgleichheit, Nutzungsintensität, Quartierbild, Rückgriff auf flankierende Massnahmen, etc.) kaum punktuell, d.h. parzellenweise in Angriff genommen werden können [2, 3], steht man vor der gewichtigen Tatsache, dass solche Projekte einen grösseren Teil der Bewohner treffen als bei üblichen Vorhaben wie etwa Strassenumbauten, einzelne Gebäudeneubauten, Platzgestaltungen etc. Die Pflicht der planenden Behörden zur Information und Mitwirkung der Bevölkerung (RPG Art. 4) wird geradezu zur Notwendigkeit, soll das Projekt zur Siedlungsverdichtung mit Erfolg abgeschlossen werden können.

### Wer hat welches Interesse am Verdichten?

Zu diesen Schwierigkeiten gesellt sich die Tatsache hinzu, dass je nach Akteur die Interessen an einer Verdichtung un-