

DISS. ETH NO. 19578

SUSTAINABLE POSITIONING OF RAILWAY STATIONS:
SYSTEMIC ANALYSIS FOR KNOWLEDGE INTEGRATION

A dissertation submitted to the
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
STEFAN ZEMP

MSc ETH
born August 23, 1978

citizen of Entlebuch (LU) and Luzern, Switzerland; and Australia

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Roland W. Scholz, examiner
Dr. Michael Stauffacher, co-examiner
Prof. Dr. Daniel J. Lang, co-examiner
Johannes Schaub, co-examiner
Prof. Dr. Ulrich A. Weidmann, co-examiner

2011

Summary

With both growing population and consumption patterns, Switzerland faces severe challenges regarding the development of its transport and land-use systems. Urban concentration strategies are proposed in order to slow both land consumption and the negative effects of mobility. Together, these effects have led to a new focus on the redevelopment of public transport nodes, especially railway stations.

The redevelopment of railway stations is demanding, involving both costly and complex technical infrastructures, as well as the incorporation of many different stakeholders. Successful redevelopment therefore requires integration of knowledge and coordination of actions. This thesis explores how passenger railway stations can be conceptualized and assessed with regard to the challenge of sustainable development, in order to foster integration of knowledge and coordination of actions. A systemic approach is taken, explicitly discerning and addressing the functions, contexts and structures of stations. Three publications form the main body of work:

1. Applying extensive qualitative research, the first paper identifies five generic functions of railway stations. These represent the goals and requirements typically imposed on stations by their stakeholders: linking catchment area and transport network, supporting transfer between modes of transport, facilitating commercial use of real estate, providing public space, and contributing to the identity of the surrounding area. Interrelations among the functions are described, including mostly synergies, but also including potential conflicts for space usage and customer attention or revenues, as well as the increasing system complexities with station size. We illustrate how the framework of functions can be used for fostering a common system understanding among the involved stakeholders, and for the structured derivation of assessment criteria.
2. Asking which stations are comparable in an assessment, the second paper explores the issue of station classification. Considering the multifunctional nature of stations, the common but one-dimensional classification criteria “passenger frequency” is dismissed. A novel quantitative and theory-guided classification approach for the contexts of railway stations is then proposed and examined using the 1700 Swiss railway stations. Using only the contextual factors that influence the functioning of stations, a cluster analysis reveals seven well interpretable classes. These differ according to land-use density, transportation supply, and the use of the station. Each class thus experiences different demands and conditions for functioning. This novel classification approach provides a unique basis from which to discuss questions of optimal system structures for specific contexts, thus supporting strategic and integrated station development.

3. Demonstrated by means of an examination of the railway stations of the S-Bahn Zürich, the third paper illustrates how railway stations can be meaningfully assessed with regard to the challenge of sustainable development. Using the six perceptors provided by the Sustainability Potential Analysis (SPA) (performance and efficiency, well-structuredness, interdependencies, buffer capacity, adaptive capacity, inter- and intra-generative equity), we assess whether the (built and procedural) structures of the stations can maintain performance and quality with regard to the functions demanded in their specific context. Both a quantitative approach for whole portfolios (screening tool) and a qualitative approach for the structured assessment of single cases (rapid assessment protocol) are presented.

The thesis illustrates that a key aspect of station redevelopment complexity arises from the multifunctional nature of stations. Sustainable development therefore requires the integration and coordination of many different actors with different knowledge types and decision-making cultures. The systemic conceptualization presented in this thesis—explicitly relating the functions, structures, and contexts of stations—has thereby proven itself capable of systematically linking the challenge of integration and coordination with the challenge of assessment with regard to sustainable development. The results further illustrate how assessments depend on earlier and support later, steps of the decision-making process, i.e., how integration of knowledge and coordination of actions are required at all redevelopment stages. Developed for the case of railway stations, the systemic approach seems capable of supporting the sustainable development of multifunctional infrastructures in general.

Zusammenfassung

Die Schweiz steht, aufgrund einer stark wachsenden Bevölkerung und deren zunehmendem Konsum, vor grossen Herausforderungen in der Verkehrs- und Raumentwicklung. Um negative Auswirkungen der Mobilität sowie des wachsenden Flächenverbrauchs zu minimieren, werden räumliche Konzentrationsstrategien vorgeschlagen. Sowohl das Wachstum wie auch die Konzentrationsstrategien führen zu einem verstärkten Fokus auf die Entwicklung der Knoten des öffentlichen Verkehrs, insbesondere der Bahnhöfe.

Die (Weiter-) Entwicklung von Bahnhöfen ist aufgrund von teuren und komplexen technischen Infrastrukturen sowie den zu berücksichtigenden Interessen verschiedenster Stakeholder eine grosse Herausforderung. Um die dabei notwendige Integration des Wissens und Koordination der Handlungen der verschiedenen Akteure zu unterstützen, untersucht diese Arbeit, wie Bahnhöfe konzeptualisiert und in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung analysiert werden können. Entwickelt wird ein systemischer Ansatz, der explizit die Funktionen, Kontexte und Strukturen der Bahnhöfe behandelt. Drei wissenschaftliche Publikationen bilden den Hauptteil der Arbeit:

Unter Anwendung umfangreicher qualitativer Forschung identifiziert die erste Publikation fünf generische Funktionen (i.e. Zwecke) von Bahnhöfen. Diese stellen die Ziele und Anforderungen dar, welche die verschiedenen Stakeholder in der Regel an Bahnhöfe stellen: Verknüpfung von Einzugsgebiet und Verkehrssystem, Verkehrsmittelwechsel ermöglichen, kommerzielle Nutzungen ermöglichen, öffentlichen Raum bieten, und die Identität des Ortes mitgestalten. Die Interaktionen zwischen diesen Funktionen beinhalten neben vielfältigen Synergien auch potenzielle Konflikte bezüglich Konkurrenz um Raum, Erträge und die Aufmerksamkeit der Kunden. Weiterhin steigt die Komplexität mit der Grösse des Bahnhofs. Die beschriebenen generischen Funktionen fördern ein gemeinsames Systemverständnis der Stakeholder und ermöglichen die strukturierte Ableitung von Bewertungskriterien.

Die zweite Publikation behandelt das Thema der Kategorisierung der Bahnhöfe. Gefragt wird, welche Bahnhöfe in einer Analyse vergleichbar sind. Angesichts der Multifunktionalität der Bahnhöfe wird der gebräuchliche eindimensionale Indikator "Fahrgastfrequenz" verworfen. Ein neuer quantitativer und theoretisch hergeleiteter Ansatz zur Kategorisierung von Bahnhöfen wird vorgeschlagen und anhand der 1700 Schweizer Bahnhöfe illustriert. Für die Kategorisierung werden Kontextfaktoren, welche das Funktionieren der Bahnhöfe beeinflussen, identifiziert und quantifiziert. Eine Clusteranalyse ergibt sieben gut interpretierbare Kontextklassen, die sich bezüglich der räumlichen Dichte, des Verkehrsangebots und der Nutzung unterscheiden. Je nach Kontextklasse erfahren die Bahnhöfe unterschiedliche funktionale Anforderungen und Bedingungen. Die

Kategorisierung bildet daher eine Grundlage zur Identifikation optimaler Systemstrukturen für einen bestimmten Kontext und unterstützt damit die strategische und integrale Entwicklung der Bahnhöfe.

Die dritte Publikation zeigt, wie Bahnhöfe im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung sinnvoll analysiert werden können—illustriert anhand der Bahnhöfe der S-Bahn Zürich. Unter Verwendung der sechs Perzeptoren der Methode «Sustainability Potential Analysis» wird beurteilt, ob die (gebauten und organisatorisch-prozeduralen) Strukturen der Bahnhöfe längerfristig Leistung und Qualität erbringen können (in Bezug auf die geforderten Funktionen und in ihrem spezifischen Kontext). Grundlagen für einen quantitativen Ansatz für ganze Portfolios (Screening Instrument) sowie einen qualitativen Ansatz für die strukturierte Bewertung einzelner Fälle (Rapid-Assessment Protocol) werden vorgestellt.

Die Arbeit illustriert, dass ein wesentlicher Anteil der Komplexität der Bahnhofsentwicklung durch ihre Multifunktionalität bedingt ist. Die nachhaltige Entwicklung von Bahnhöfen stellt daher höchste Anforderung an die Integration des Wissens und die Koordination der Handlungen der unterschiedlichen Stakeholder. Diese Arbeit stellt einen systemischen Ansatz für diese Herausforderung vor, wobei explizit die Funktionen, Strukturen und Kontexte des Systems Bahnhof analysiert und verknüpft werden. Dieser Ansatz erweist sich dabei als fähig, systematisch die Herausforderung der Integration der verschiedenen Stakeholder mit der Herausforderung der Beurteilung von Bahnhöfen in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung zu verknüpfen. Die Ergebnisse zeigen, dass Analysen und Bewertungen verschiedene Schritte des Entscheidungsprozesses beeinflussen, dass Wissensintegration und Koordination von Maßnahmen also auch schon bereits in frühen Stadien der Entwicklungsprozesse relevant sind. Entwickelt am Beispiel der Bahnhofsentwicklung scheint die Methode generell zur Analyse multifunktionaler Infrastrukturen geeignet.