

Nachhaltigkeit im Verkehr

**Kriterien für kommunale und kantonale
Strassenverkehrsplanungen und -projekte**

La durabilité concernant le trafic routier

Critères d'évaluation pour des projets et des planifications routiers

Sustainability in road traffic

Indicators to assess road traffic projects

Jenni + Gottardi AG, Beratende Ingenieure, Kilchberg/Zürich

G. Gottardi, Dr. sc. techn. ETH

Y. Meier-Bukowiecki, dipl. sc. nat. ETH

**Forschungsauftrag SVI 1999/141 (47/99) auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

Zusammenfassung

Aufgabenstellung und Ziele des Forschungsprojektes

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit soll ein anwendungsorientiertes Ziel- und Indikatorensystem zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Strassenverkehrsprojekten auf kantonalen, regionaler und kommunaler Ebene entwickelt werden. Dabei soll nicht ein neues Beurteilungsverfahren erarbeitet werden, sondern vielmehr soll das bewährte Verfahren der Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) mit dem neu entwickelten Ziel- und Indikatorensystem gemäss Nachhaltigkeit angewendet werden.

Die vorgeschlagenen Indikatoren sollen in eine anwendungsorientierte Form gebracht werden. Die Handhabbarkeit der Nachhaltigkeitsindikatoren wird dabei mit einer Nutzwertanalyse anhand von geeigneten Fallbeispielen überprüft und beurteilt.

Das ursprüngliche Ziel der Forschungsarbeit war, **ein** Ziel- und Indikatorensystem zu entwickeln und mit mehreren Beispielen zu testen. Im Laufe der Arbeiten musste die Aufgabe angepasst werden: Es mussten **mehrere** Ziel- und Indikatorensysteme berücksichtigt werden. Diese wurden mit einem Beispiel, bestehend aus 2 Projekten überprüft. Da die Ziel- und Indikatorensysteme des ASTRA („ZINV“ und „NIS“) laufend weiterentwickelt wurden und immer noch werden, wurde die Aufgabe entsprechend komplex.

Dies hat zur Folge, dass die Art des vorliegenden Berichtes mit umfangreichen Anhängen etwas ungewohnt ist. Die Forschungsstelle ist sich bewusst, dass der Bericht deshalb mühsam ist zu lesen und viel Nachschlagen erfordert. Der Bericht wäre jedoch zu unübersichtlich, wenn die Informationen aus dem Anhang im Text enthalten wären.

Als Beispiel wird „Fallwil“ gewählt. Bei diesem Beispiel handelt es sich um ein Strassenprojekt im Siedlungsgebiet mit mittelräumigen Auswirkungen. Bei der ZMB „Fallwil“ geht es um den Vergleich einer Variante Umfahrung mit Tunnelbauten mit einer Variante Massnahmen auf dem bestehenden Strassennetz. Diese Bauvarianten werden dem Bauverzicht (Ausgangszustand Z0) gegenübergestellt.

Entwicklung eines Ziel- und Indikatorensystems Nachhaltigkeit

Auf der Basis der aktuellen Literatur über die Bewertung der Nachhaltigkeit im Verkehr, hauptsächlich der im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 41, Verkehr und Umwelt erarbeiteten Studien, wird ein Ziel- und Indikatorensystem speziell für die Beurteilung von kommunalen und kantonalen Strassenverkehrsprojekten entwickelt. Um von einer möglichst breiten, vollständigen Grundlagenbasis ausgehen zu können, werden die in der Literatur vorhandenen Kriterien ergänzt und angepasst. Durch eine Triage werden die für die Zielsetzung des Forschungsauftrages geeigneten von den nicht dafür verwendbaren Indikatoren getrennt.

Bei der Entwicklung der Indikatoren wird ein empirisches Vorgehen gewählt: Auf der Basis von Hypothesen, die ihrerseits auf Erfahrungswerten und Literaturangaben basieren, werden für die Zielsetzung brauchbare Indikatoren entwickelt. Es geht dabei nicht darum aufzuzeigen, warum der entsprechende Indikator und nicht ein anderer gewählt wird.

Vergleiche mit anderen Ziel- und Indikatorensystemen

Zur Überprüfung und Weiterentwicklung des in dieser Forschungsarbeit erarbeiteten Ziel- und Indikatorensystems „Nachh SVI Entwurf“ (vgl. Anhang 2.1) werden Vergleiche mit den folgenden Ziel- und Indikatorensystemen durchgeführt:

1. bisher für ZMB verwendetes System mit erweitertem Indikatorensatz
2. Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr „ZINV“ des UVEK
3. für die Beurteilung der AVANTI-Initiative verwendetes System „AVANTI“ (Basis „ZINV“)
4. Systeme „ZMB bisher“, „Nachh SVI Entwurf“ und „ZINV“ mit reduziertem Indikatorensatz
5. Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte „NIS“

Die beiden Systeme des UVEK werden laufend weiterentwickelt. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird beim „ZINV“ der Stand März 2001 und beim „NIS“ der Stand September 2001 (2. Zwischenbericht) übernommen. Beim „NIS“ werden die Grundzüge des Systems, nicht aber die Ansätze der Indikatoren berücksichtigt.

Die untersuchten Ziel- und Indikatorensysteme unterscheiden sich hauptsächlich durch die Systematik und die Zuordnung der Indikatoren zu den drei Bereichen der Nachhaltigkeit Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die verwendeten Indikatoren und deren Zuordnung gehen aus der Abbildung auf der übernächsten Seite hervor. Die Zuordnung von ausgewählten Indikatoren ist für die berücksichtigten Systeme in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Zuordnung ausgewählter Indikatoren zu den drei Bereichen der Nachhaltigkeit

Indikator	Ökologie	Ökonomie	Gesellschaft
Luftschadstoffbelastungen (Immissionen)	UVEK		Nachh SVI Entwurf
Lärmbelastungen (Siedlungsgebiete/ Schutz- und Erholungsgebiete)	UVEK		Nachh SVI Entwurf
Erreichbarkeiten (beide Indikatoren)		Nachh SVI Entwurf	UVEK/ Nachh SVI

Die Nutzwertanalyse wird jeweils wiederholt für das Fallbeispiel „Fallwil“. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Resultate nach der Systematik der Nachhaltigkeit weder für die drei Bereiche der Nachhaltigkeit einzeln noch in der Bilanz wesentlich unterscheiden. Dies gilt für die kompletten Indikatorensätze „Nachh SVI Entwurf“, (2), (3), (5). Werden die reduzierten Indikatorensätze (4) verwendet, führt dies zu verzerrten und demzufolge unbrauchbaren Resultaten (vgl. Abb. 4.1 auf Seite 29). Bei Anwendung der bisherigen ZMB-Systematik (1) ergeben sich in der Bilanz leicht abweichende Resultate.

Übersicht Ziel- und Indikatorensysteme

Ziel- und Indikatorensysteme (Basis Nachh SVI + Ergänzung NIS)									
	Fallwvl	Nachh Entwurf	Standard SVI	ZINV Mirz 01	AVANTI Mirz 02	NIS Sepz 01	ZINV reduz.		
Ökologie									
Senkung der Umweltbelastung auf ein langfristig unbedenkliches Niveau	a) Luftschadstoffemissionen senken	X	X		X	X	X		
	NOx-Emissionen		X			X	X		
	NOx-Emissionen während Bauphase	-	X			X	-		
	PM ₁₀ -Emissionen	-	X			X	-		
	VOC-Emissionen	-	X			X	-		
	b) Treibhausgasemissionen (CO ₂)	X	X		X	X	X		
	Flächenbeanspruchung Betrieb (Bodenversiegelung)	X	X		X	X	X		
	Flächenbeanspruchung durch Installationsplätze (Bau)	-	X			X	-		
	Bedarf Depontievolumen	X	X		X	X	X		
	Beeinträchtigung Lebensräume im Betriebszustand	X	X		X	X	X		
	Beeinträchtigung Lebensräume während Bauphase	X	X		X	X	X		
	Veränderung Orts-/Landschaftsbild	X	X		X	X	X		
e) Schonung von Gewässern und Wasserressourcen	X	X		X	X	X			
Beeinträchtigung von Gewässern + Wasserressourcen (Betrieb)	X	X		X	X	X			
Beeinträchtigung von Gewässern + Wasserressourcen (Bau)	X	X		X	X	X			
f) Energieeffizienz fördern	X	X		X	X	X			
Senkung Energieverbrauch									
Ökonomie									
Förderung der Wirtschaftsentwicklung	-	X	X			X			
g) Verkehrsattraktivität									
h) Förderung Industrie und Wirtschaftsentwicklungspotential		X	X			X			
Förderung der Siedlungsentwicklung	X	X	X		X	X			
i) Verbesserungen für die Siedlungsentwicklung	X	X	X		X	X			
Leistungsfähige und effiziente Verkehrsinfrastruktur	X	X	X		X	X			
j) Effizienter Verkehrsablauf	X	X	X		X	X			
k) Fahrkomfort	X	X	X		X	X			
Fahren auf überlasteten Strecken (Stau)	X	X	X		X	X			
Stetigkeit	X	X	X		X	X			
Einmünden und Abbiegen	X	X	X		X	X			
l) Effiziente Leistungserbringung	-	X	X			X			
Fixe Fahrzeugkosten (Nuterverkehr)									
variable Fahrzeugkosten									
Konsumentenrente (Nutzen Neuverkehr)									
m) Optimale Bereitstellung der Verkehrsinfrastruktur	X	X	X		X	X			
Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur (Investitionskosten)	X	X	X		X	X			
Betriebs- + Unterhaltungskosten (Strasse, ÖV, Mobilitätsmanagement)	X	X	X		X	X			
Etapplierbarkeit	X	X	X		X	X			
Kostennisiko Investition	X	X	X		X	X			
Gesellschaft									
Schutz und Förderung der Gesundheit des Menschen	X	X	X		X	X			
m) Sicherheit im Straßenverkehr									
Verkehrsunfälle	X	X	X		X	X			
n) Senkung der Lärm- und Luftschadstoffbelastung	X	X	X		X	X			
Luftbelastung (NO _x) + PM ₁₀ im Betrieb	X	X	X		X	X			
Verkehrslärmbelastung im Betriebszustand im Siedlungsgebiet	X	X	X		X	X			
Verkehrslärmbelastung in potenziellen Siedlungsgebieten	X	X	X		X	X			
Verkehrslärmbelastung in Schutz-/Erholungsgebieten	X	X	X		X	X			
o) Gegenseitige Rücksichtnahme und Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer steigern	X	X	X		X	X			
Trennung des Verkehrs	X	X	X		X	X			
p) Hohe Aufenthaltsqualität im Siedlungsgebiet	X	X	X		X	X			
Bedingungen des Straßenraumes für Fahrradverkehr	X	X	X		X	X			
q) Gestaltungspolenzial Straßenraum	X	X	X		X	X			
Nutzbarkeit des Straßenraums	X	X	X		X	X			
r) unerwünschter Verkehr vermeiden	-	X	X						
Verkehrsentlastung des relevanten Siedlungsgebietes									
s) Siedlungsdruck vermeiden	-	X	X						
Induzierter Neuverkehr aus veränderter Standort- und Routenwahl									
t) Interessensabwägung (Richtplan, Leitb.)	-	-	X						
Grad der Übereinstimmung mit der Siedlungsplanung									
Zuordnung zu den 3 Bereichen									

Empfohlenes Ziel- und Indikatorensystem Nachhaltigkeit SVI

Aus der folgenden Tabelle geht das für die Praxis empfohlene „Ziel- und Indikatorensystem Nachhaltigkeit SVI“ hervor. Die Beschreibung der vorgeschlagenen Indikatoren und die verwendeten Skalierungsansätze sind in den Indikatorenblättern in Anhang 4.2 enthalten. Das empfohlene Ziel- und Indikatorensystem hat sich in der praktischen Anwendung als gut handhabbar, nachvollziehbar und transparent erwiesen.

Die wesentlichsten Unterschiede zu den anderen Ziel- und Indikatorensystemen bestehen in den unterschiedlichen Zuordnungen der Indikatoren (z.B. Lärmbelastung in den Bereich Gesellschaft statt Umwelt) und in der Berücksichtigung des induzierten Neuverkehrs als Indikator zur Beschreibung des Teilziels „Begrenzung der Ausdehnung der Agglomeration“.

Dieser Standardindikatorensatz kann für die Beurteilung von kommunalen und kantonalen Strassenprojekten angewendet werden. Dessen Eignung für die Beurteilung von grossen Strassenbauprojekten auf Bundesebene wurde nicht konkret überprüft, ist aber durchaus gegeben. Es wird empfohlen, das standardisierte Ziel- und Indikatorensystem Nachhaltigkeit SVI nicht blindlings zu übernehmen, sondern in Abhängigkeit der Grösse und der geografischen Lage des Projektes anzupassen (z.B. innerhalb oder ausserhalb des Siedlungsgebietes).

Empfehlung

Standardisiertes Ziel- und Indikatorensystem Nachhaltigkeit SVI

1 Ökologische Kriterien

Oberziel	Teilziel	Indikator	Nr.	Einheit	Bemerkung
1a) Senkung der Umweltbelastung auf ein langfristig unbedenkliches Niveau	10 Luftschadstoffemissionen senken	NO _x -Emissionen	101	t No _x	<i>Leitsubstanz, Vorläufer von Ozon, Fahrmodus abhängig (inkl. Bauphase)</i>
		PM ₁₀ -Emissionen	102	t PM10	<i>Luftschadstoff, Fahrmodus abhängig (inkl. Bauphase)</i>
		VOC-Emissionen	103	t VOC	<i>Luftschadstoff, Vorläufer von Ozon, Fahrmodus abhängig (inkl. Bauphase)</i>
	11 Treibhausgasemissionen senken	CO ₂ -Emissionen	111	t CO ₂	<i>Treibhausgas, Fahrmodus abhängig direkt proportional zu Treibstoffverbrauch (inkl. Bauphase)</i>
	12 Bodennutzung minimieren	Flächenbeanspruchung (Bodenversiegelung)	121	Flächenverlust (m ²)	<i>Je nach Nutzung ist die Beanspruchung der Flächen unterschiedlich zu gewichten.</i>
		Bedarf Deponievolumen	122	m ³	<i>Zusätzlich Platzverhältnisse und Kapazität der Deponie berücksichtigen</i>
	13 Belastung von Landschaften und Lebensräumen minimieren	Beeinträchtigung von Lebensräumen	131	Qualitativ	<i>Beeinträchtigung durch Zerschneidung und Verlust seltener Lebensräume</i>
		Bodenzerstörung und Beeinträchtigung von Lebensräumen während der Bauphase	132	Qualitativ	<i>Beeinträchtigung durch Bodenverschmutzung, Strukturzerstörung</i>
		Veränderung Orts-/Landschaftsbild	133	Qualitativ	<i>Beeinträchtigung</i>
	14 Schonung von Gewässern und Wasserressourcen	Beeinträchtigung von Gewässern und Wasserressourcen	141	Qualitativ	<i>Gefährdung Grundwasser, Quellgebiete, Schutzzonen</i>
1b) Senkung des Energieverbrauchs	15 Energieeffizienz fördern	Energieverbrauch	151	Gigajoule	<i>Energieverbrauch insgesamt (Treibstoff, Strom)</i>

2 **Ökonomische Kriterien**

Oberziel	Teilziel	Indikator	Nr.	Einheit	Bemerkung
2a) Förderung der Wirtschaftsentwicklung	20 Verkehrsattraktivität	Anschluss ans übergeordnete Netz (inklusive zukünftiger Nutzungen)	201	Qualitativ	Anschluss der Industrie- und Gewerbegebiete (inkl. zukünftiger Nutzung) ans übergeordnete Strassennetz oder an Güterumschlagplätze
	21 Erhalt und Stärkung der Wirtschaftsqualität	Entwicklungspotential Industrie und Gewerbe	211	Qualitative Veränderung	Abschätzung der Entwicklung der lokalen Wirtschaft infolge neuer Projekte
2b) Leistungsfähige und effiziente Verkehrsinfrastruktur	22 Effizienter Verkehrsablauf	Reisezeit im Modellgebiet (inklusive Stauzeit)	221	Personenstunden	Stau bedeutet Stress und Freizeitverlust. Güterverkehr mitberücksichtigen, Neuverkehr nicht
		eingesparte Reservezeit	222	Personenstunden	Veränderung der einberechneten Zeitreserven
	23 Fahrkomfort	Fahren auf überlasteten Strecken (Stau)	231	Pkm im Stau	Stau = wenn Belastung 90% der Kapazität. Stau bedeutet Stress und Freizeitverlust
		Stetigkeit	232	Anzahl Stopps für Durchfahrt (inkl. LSA, Fussgänger, Knoten)	Mass für Reisequalität. Ziel: schnelleres Durchkommen und weniger Benzinverbrauch
		Einmünden und Abbiegen	233	Qualitativ	mögl. Einheiten: Anzahl
2c) optimaler wirtschaftlicher Mitteleinsatz	24 Effiziente, fahrzeugbezogene Leistungserbringung	Fixe Fahrzeugkosten (Nutzverkehr)	241	Fz-Std (Fr.)	Fahrzeughaltungskosten (Kapitalzinskosten, zeitbedingte Abschreibungskosten, Garagierungskosten, Verwaltungskosten)
		variable Fahrzeugkosten	242	Fzkm (Fr.)	Betriebskostenwert (Unterhalt, Reifenverschleiss, leistungsabhängige Abschreibungen), fahrleistungsbezogene Ansätze (ohne Neuverkehr)
		Konsumentenrente	243	Veränderung Zeit (Ph/d)	Abschätzung des internen Nutzens des Neuverkehrs (neu erzeugte Fahrten+ Fahrten mit veränderten Zielen)
	25 Effiziente, infrastrukturbezogene Leistungserbringung	Kosten für die Bereitstellung der Infrastruktur	251	Fr.	Investitionskosten
		Betriebs- und Unterhaltskosten	252	Fr.	Strasse, ÖV, verkehrslenkende Massnahmen (Mobilitätsmanagement)
		Etappierbarkeit der Erstellung von Neubauten	253	qualitativ	Vor- und Nachteile für Projektentwicklung.Flexibilität
		Kostenrisiko Investitionen	254	Risikopotential	Unsicherheiten Technik (z.B.Geologie) und Baukosten

3 Gesellschaftliche Kriterien

Oberziel	Teilziel	Indikator	Nr.	Einheit	Bemerkung
3a) Schutz und Förderung der Gesundheit des Menschen	30 Sicherheit im Strassenverkehr	Verkehrsunfälle	301	Verkehrsunfälle / a	<i>Unfallschwere unterscheiden (Verletzte und Tote)</i>
	31 Senkung der Lärm- und Luftschadstoffbelastungen	Luftbelastung NO ₂ +PM10 im Betrieb	311	µg NO ₂ +PM10 / m ³	<i>Leitsubstanzen Gesundheit</i>
		Verkehrslärmbelastung in Siedlungsgebieten	312	Wohnungs-dB(A)	<i>Immissionen an relevanten Empfangspunkten</i>
		Verkehrslärmbelastung in potenziellen Siedlungsgebieten	313	Flächen mit Belastung	<i>nur für potenzielle Siedlungsgebiete in Richtplangebieten</i>
		Verkehrslärmbelastung in Schutz-/Erholungsgebieten	314	Qualitativ	<i>Reduktion in speziellen Gebieten</i>
3b) Koexistenz der Verkehrsteilnehmer	32 Gegenseitige Rücksichtnahme und Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer im Siedlungsgebiet steigern	Trennwirkung des motorisierten Verkehrs für Fussgänger	321	Fz / d	<i>Möglichst geringe Wartezeiten für Fussgänger (abhängig von Belastungen etc.)</i>
		Bedingungen des Strassenraumes für Fahrradverkehr	322	Qualitativ	<i>Für Fahrradverkehr wichtig sind kleine Belastungen, tiefe Geschwindigkeiten und Breite der Strasse</i>
3c) Erhaltung und Ausbau der Wohn-/ Lebensqualität	33 hohe Aufenthaltsqualität im Siedlungsgebiet	Nutzbarkeit des Strassenraums	331	m ² Freiraumflächen gewichtet mit Belastung	<i>Nutzbarkeit des strassenorientierten Aussenraumes ist von Verkehrsbelastung und Immissionen abhängig.</i>
		Verkehrsentlastung des relevanten Siedlungsgebietes	332	Fzkm im Siedlungsgebiet	<i>Für heutige und potentielle Siedlungsgebiete</i>
3d) Förderung der Siedlungsentwicklung (dezentrale Konzentration)	34 Ausdehnung der Agglomeration begrenzen	Induzierter Neuverkehr aus veränderter Standort- und Routenwahl	341	Qualitativ	<i>Neue Strassenprojekte induzieren Neuverkehr. Abschätzung qualitativ -</i>
	35 Verbesserungen für die Siedlungsentwicklung als Grundversorgung	Erreichbarkeiten Zone - Zone	351	Veränderung	<i>Vernetzung von Städten, Anbindung von Randregionen</i>
		Erreichbarkeit Zielorte mit öffentlichen Verkehrsmitteln auf der Strasse	352	Qualitativ	<i>Angebot öffentlicher Verkehr aus dem Blickwinkel der Betreiber und Benutzer</i>
36 Interessenabwägung (Richtplan, Leitbilder) sicherstellen	Grad der Übereinstimmung mit der Siedlungsplanung	361	Qualitativ	<i>Richtplan und Projekte sollten verträglich sein</i>	