



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strasseninfrastruktur West

41. Deutsche Stahlbautag, 26./27.09.2024 in Lindau

Stahlbrücken im Schweizer Nationalstrassennetz – Ziele einer nachhaltigen Entwicklung und Kreislaufwirtschaft

- [26.09.2024]
- Jean-Marc Waeber, Stéphane Cuennet
Bundesamt für Strassen ASTRA, Schweiz



N01 UEF Grand-Saconnex

Inhalt

- Vorwort
- Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft
- Der Anteil von Stahl- und Verbundbrücken bei der Nationalstrasseninfrastruktur
- Standards für Nationalstrassen
- Einige Beispiele
- Fazit

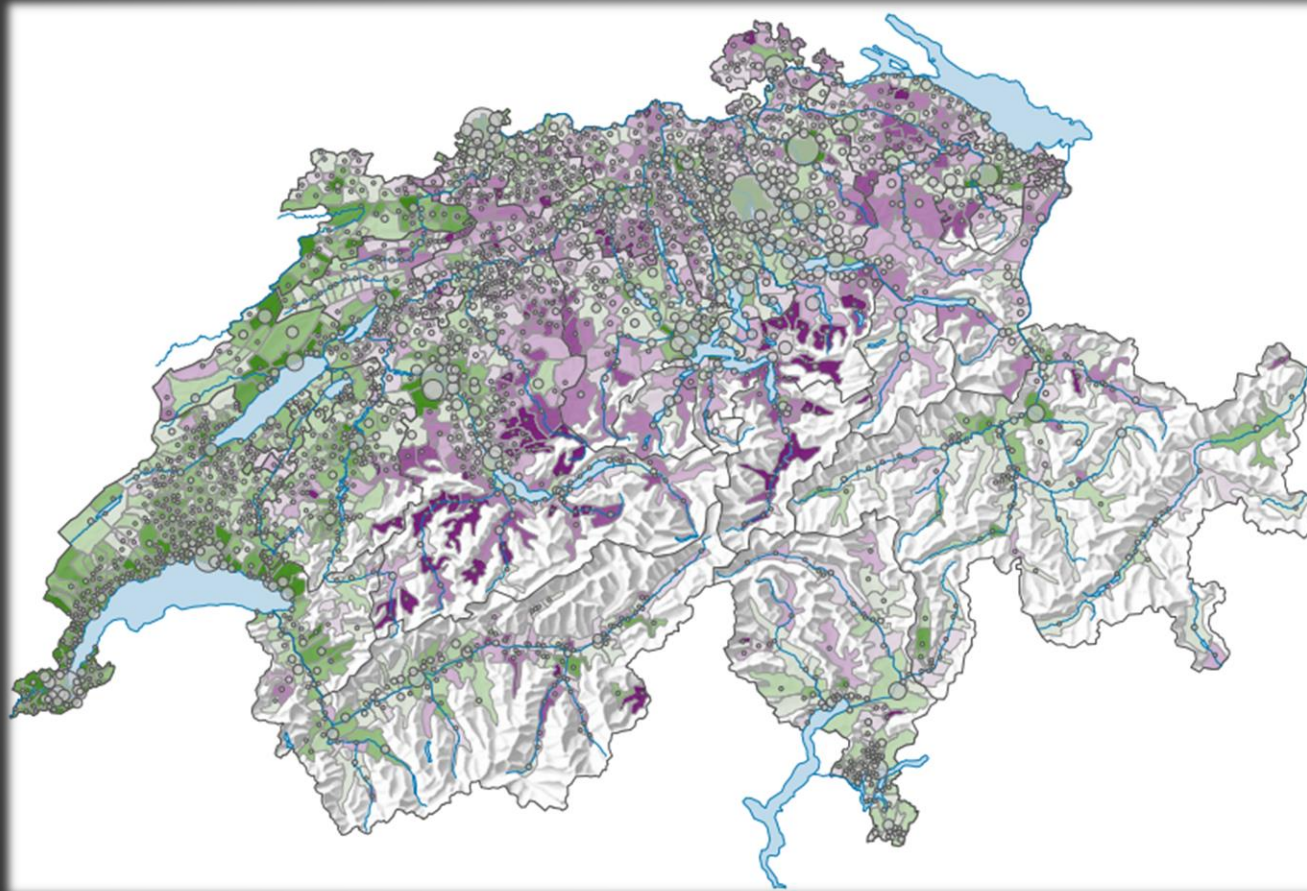
Vorwort



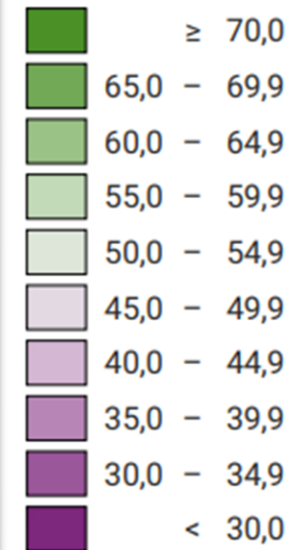
N01 Viadukt - Bois de Rosset

Gesetz über Klima und Innovation

Volksabstimmung am 18. Juni 2023

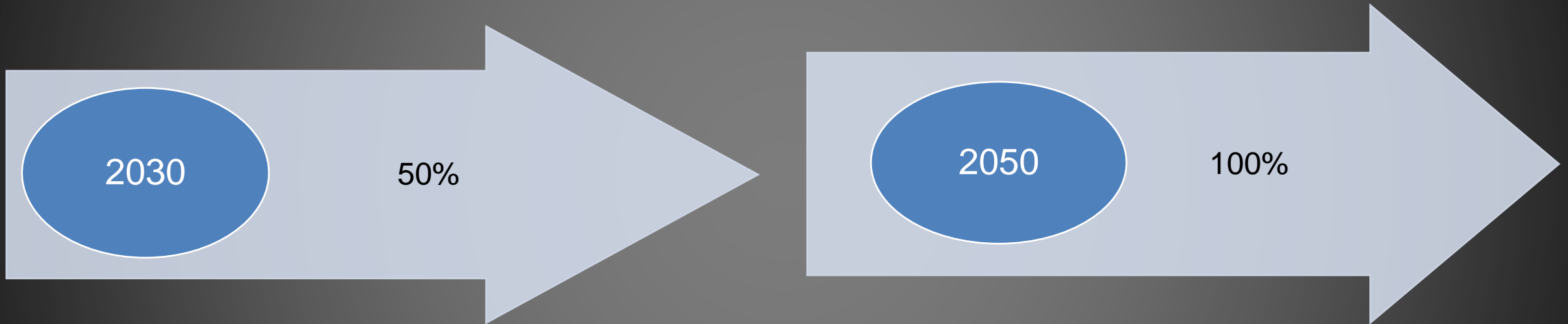


Ja-Stimmenanteil, in %



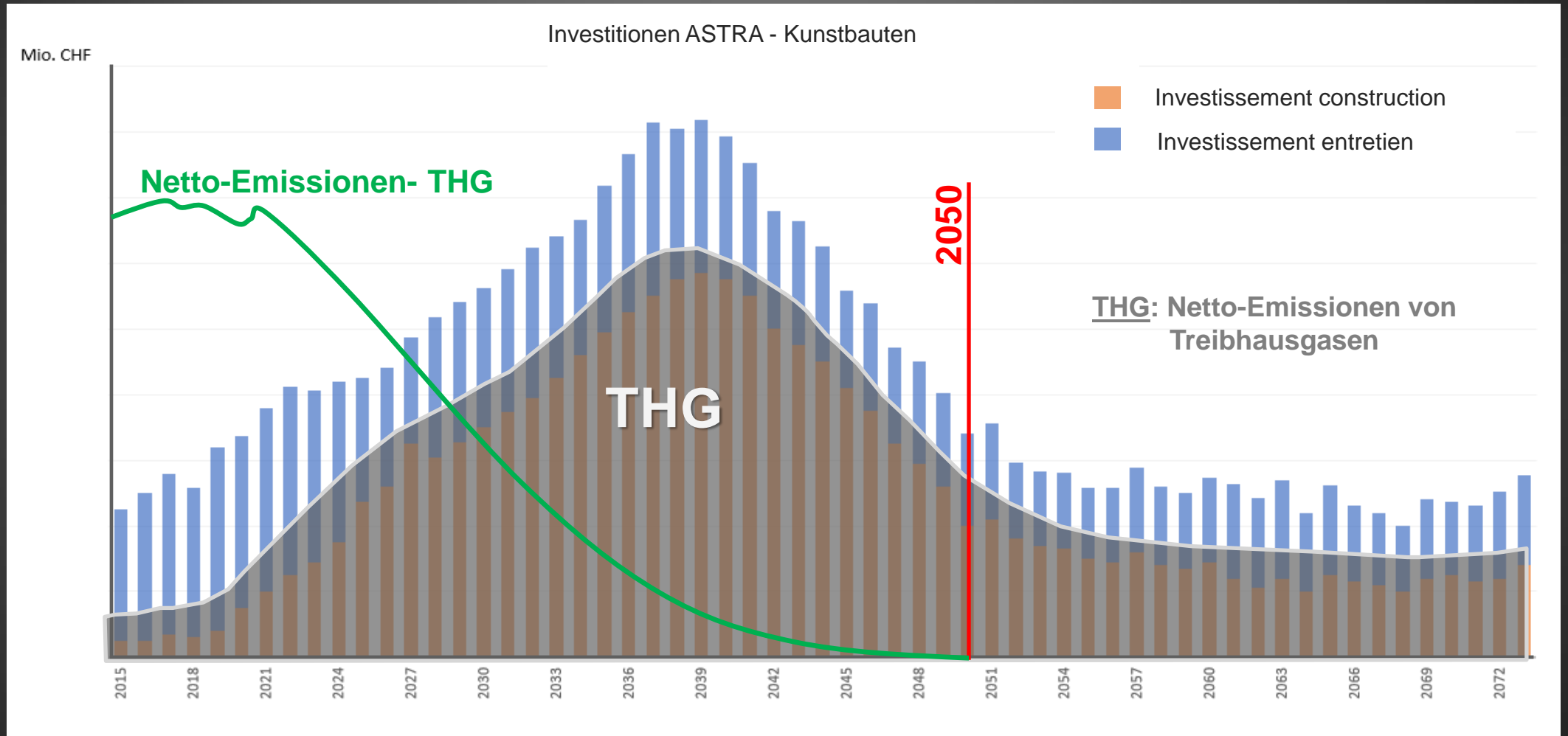
Schweiz: 59,1

CO₂-Emissionen der Nationalstrassen

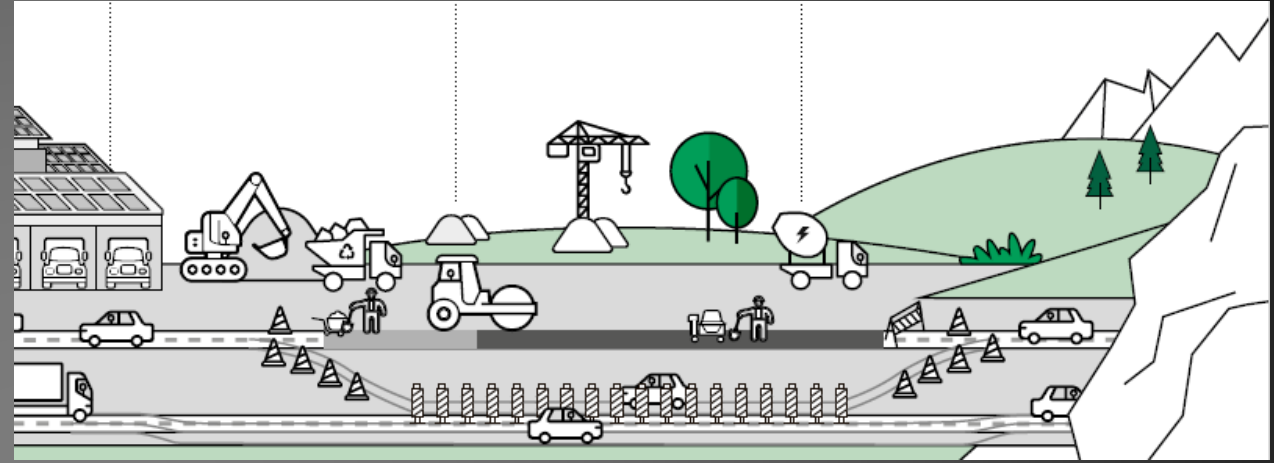


Gemäss des Pariser Klimaabkommens von 2015

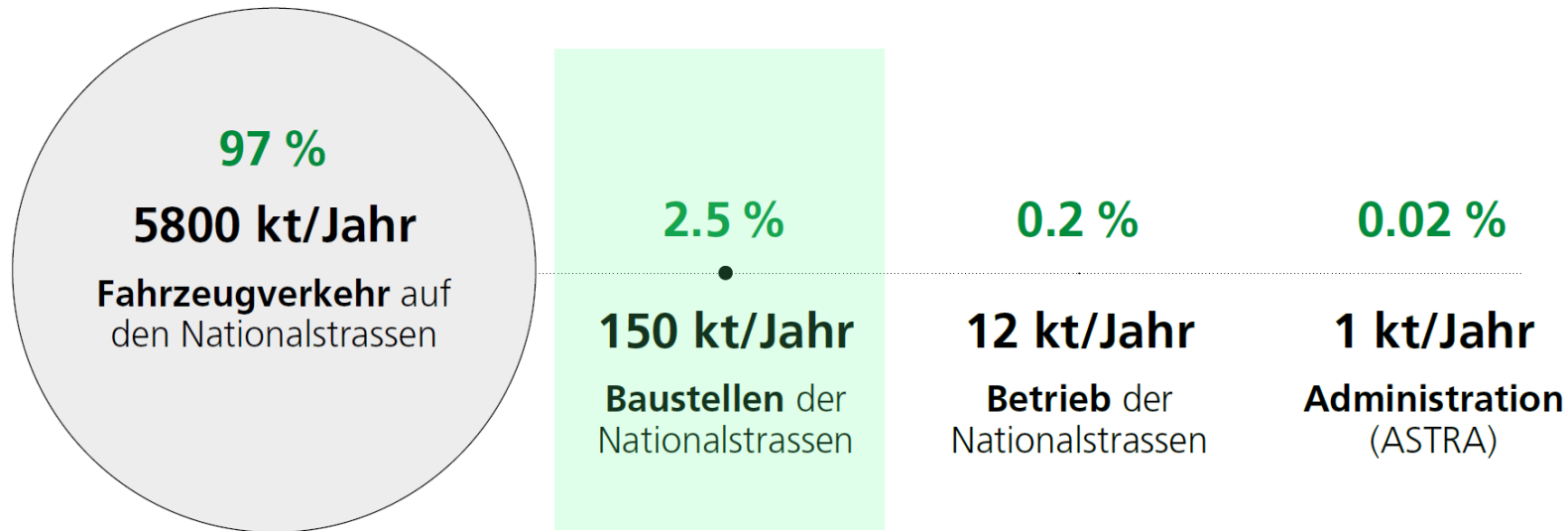
CO₂-Emissionen der Nationalstrassen



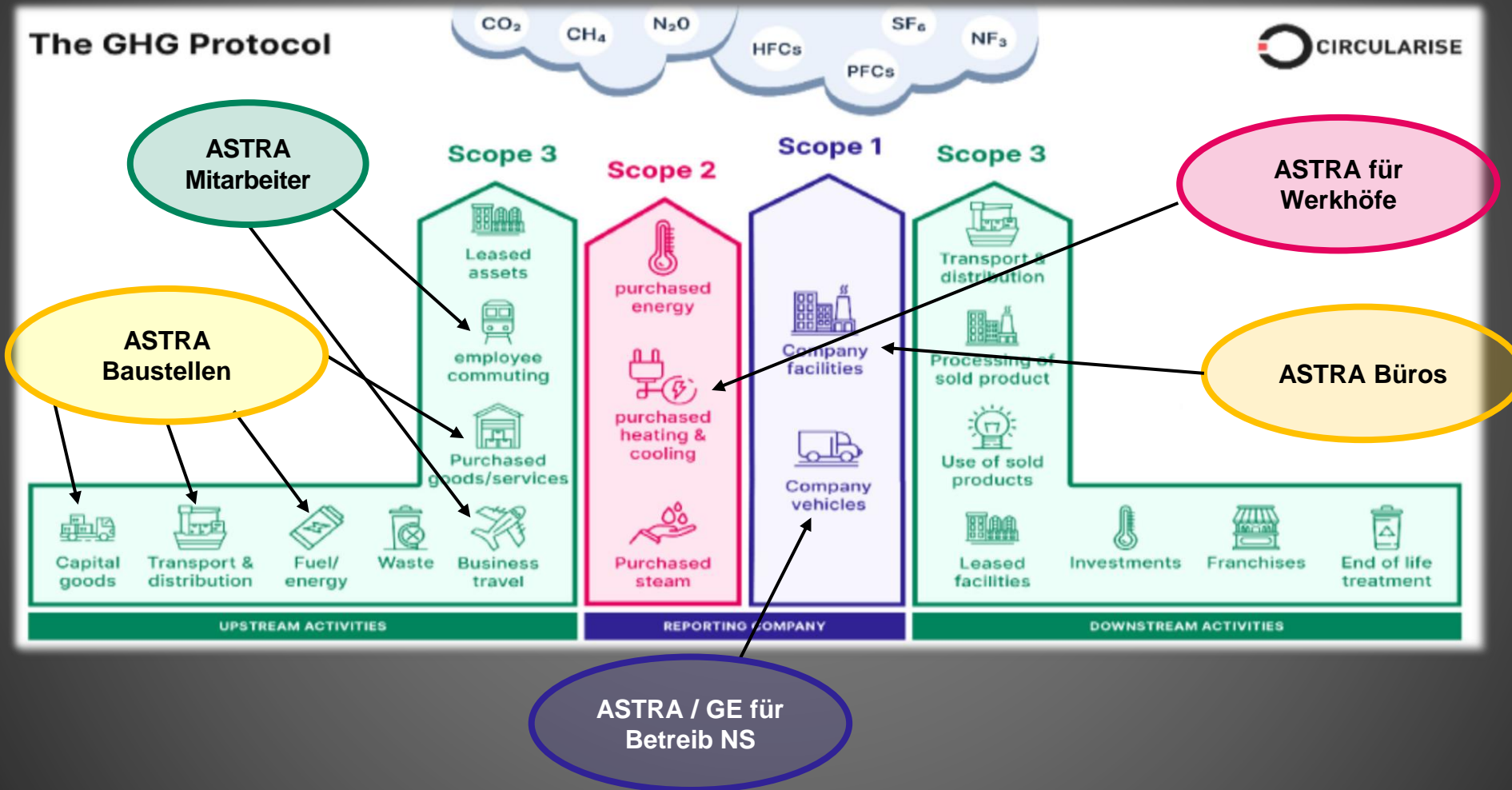
CO₂-Emissionen der Nationalstrassen



CO₂-Emissionen in Zusammenhang mit den Nationalstrassen



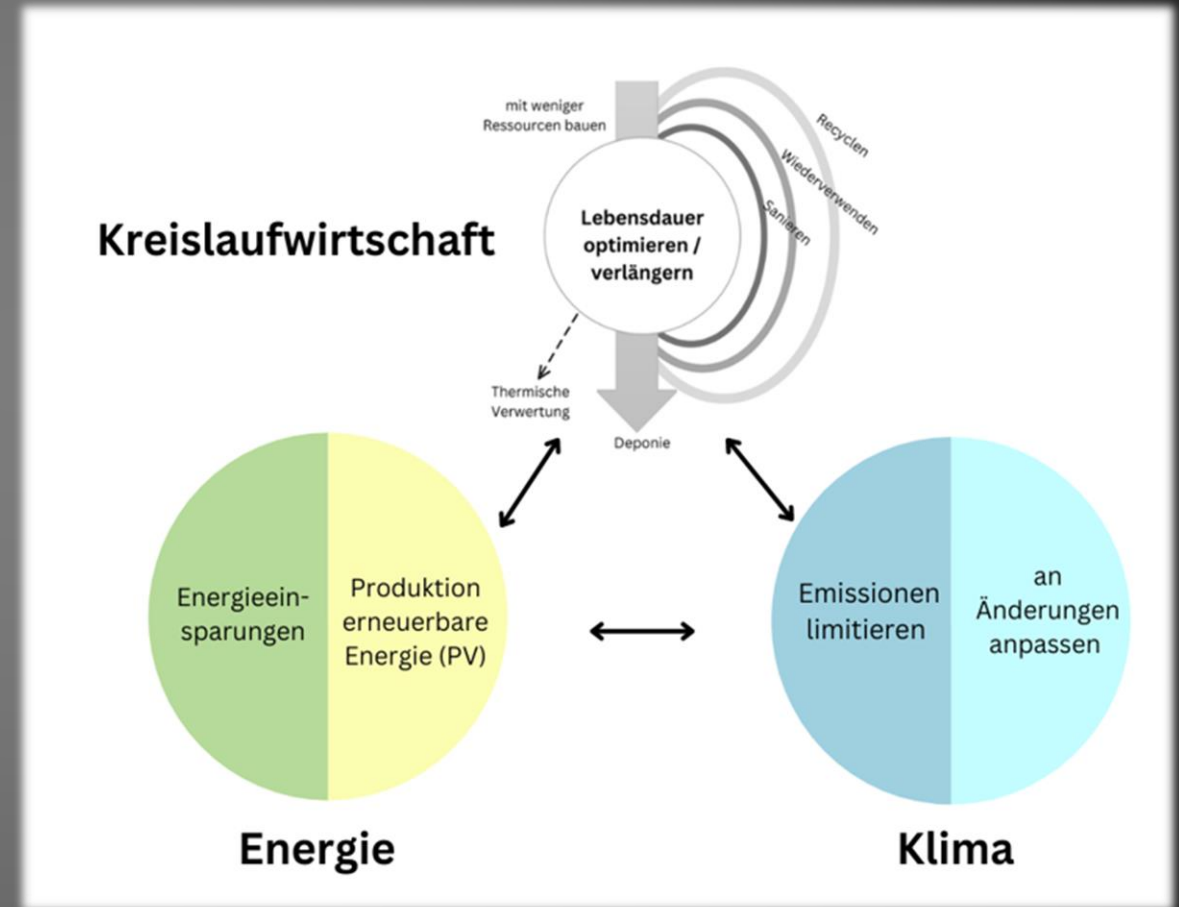
CO₂-Emissionen / Scopes



Einbeziehung und Beiträge zu den Reduktionsziele - CO₂

Hauptziele für das ASTRA :

- die Lebensdauer verlängern
- mit weniger Ressourcen bauen
- Elemente wiederverwenden oder "Abfall" recyceln
- wiederherstellen statt Rückbauen



Ausblick

Künftige Investitionen für die Nationalstrassen in Mio CHF

	2024	2025	2026	2027	2028
Unterhalt / Ausbau	1'737	1'730	1'753	1'776	1'782
Kapazitätserweiterung / Grossprojekte	485	606	664	616	642
	2'222	2'336	2'417	2'392	2'424

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Der Bundesrat > EFD > BBL

Startseite DE FR IT

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Die KBOB Themen und Leistungen

KBOB > Themen und Leistungen > Ökobilanzdaten im Baubereich

Standard Nachhaltiges Bauen
Schweiz SNBS – Hochbau

Ökobilanzdaten im Baubereich

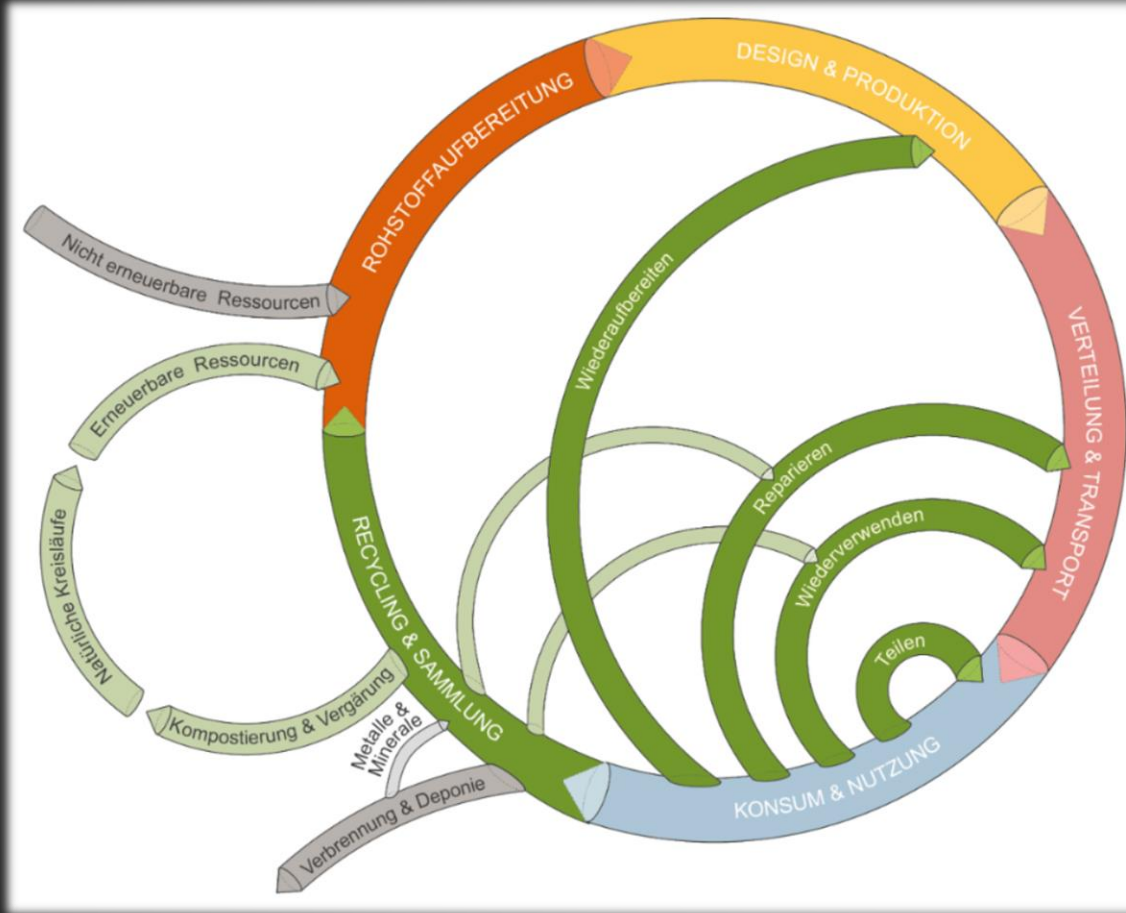
A		C		D	E	F	H	I	K	L
Ökobilanzdaten im Baubereich KBOB / ecobau / IPB 2009/1:2022, Version 5										
ID-Nummer	ENERGIE	Bezug Référence		UBP*21 UBP*21	Primärenergie Energie primaire		Treibhausgas-emissionen à effet de serre	Référence	É	
		Grösse	Einheit		erneuerbar renouvelable	nicht erneuerbar non renouvelable				Emissions de gaz à effet de serre
No d'identification				UBP	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kg CO ₂ -eq			
41	Brennstoffe ¹									
41.001	Heizöl EL	Endenergie	kWh	408	0.014	1.25	0.324	Énergie finale		
41.002	Erdgas	Endenergie	kWh	274	0.003	1.05	0.230	Énergie finale		
41.003	Propan/Butan	Endenergie	kWh	367	0.006	1.21	0.292	Énergie finale		
41.004	Kohle Koks	Endenergie	kWh	596	0.015	1.43	0.434	Énergie finale		
41.005	Kohle Brikett	Endenergie	kWh	726	0.009	1.18	0.398	Énergie finale		
41.006	Stückholz	Endenergie	kWh	175	1.01	0.044	0.023	Énergie finale		
41.007	Holzschnitzel	Endenergie	kWh	115	1.03	0.031	0.011	Énergie finale		
41.008	Pellets	Endenergie	kWh	110	1.05	0.128	0.028	Énergie finale		
41.009	Biogas	Endenergie	kWh	155	0.029	0.293	0.124	Énergie finale		
	¹ Oberer Heizwert									
42	Fernwärme									
42.018	Atomkraftwerk	Endenergie	kWh	13.6	0.011	0.059	0.003	Énergie finale		
42.001	Heizzentrale Oel	Endenergie	kWh	508	0.022	1.56	0.401	Énergie finale		
42.002	Heizzentrale Gas	Endenergie	kWh	365	0.015	1.40	0.301	Énergie finale		
42.003	Heizzentrale Holz	Endenergie	kWh	165	1.47	0.145	0.025	Énergie finale		
42.004	Heizkraftwerk Holz	Endenergie	kWh	49.9	0.487	0.078	0.013	Énergie finale		
42.006	Heizzentrale EWP Abwasser (JAZ 3.4)	Endenergie	kWh	176	0.187	0.691	0.046	Énergie finale		
42.007	Heizzentrale EWP Grundwasser (JAZ 3.1)	Endenergie	kWh	215	0.967	0.795	0.056	Énergie finale		
42.008	Heizzentrale EWP Erdsonde (JAZ 3.1)	Endenergie	kWh	223	0.968	0.816	0.060	Énergie finale		
42.009	Heizzentrale Geothermie	Endenergie	kWh	88.4	1.26	0.145	0.020	Énergie finale		
42.010	Heizkraftwerk Geothermie	Endenergie	kWh	63.1	0.432	0.112	0.015	Énergie finale		
42.011	Kehrichtverbrennung	Endenergie	kWh	11.2	0.011	0.042	0.003	Énergie finale		
42.012	Blockheizkraftwerk Diesel	Endenergie	kWh	184	0.014	0.534	0.131	Énergie finale		
42.013	Blockheizkraftwerk Gas	Endenergie	kWh	134	0.012	0.495	0.106	Énergie finale		
42.014	Blockheizkraftwerk Biogas	Endenergie	kWh	83.1	0.023	0.171	0.060	Énergie finale		
42.016	Fernwärme Durchschnitt Netze CH	Endenergie	kWh	123	0.439	0.335	0.066	Énergie finale		

Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Folgende Aspekte zu beachten :

- Materialeffizienten und Wirtschaftlichkeit.
- Geringe Treibhausgasemissionen (*Oekobilanzdaten KBOB*).
- Kein Überdimensionierung.
- Ressourcenschonung.
- Baustoffe und Bautechniken in der Umgebung des Bauwerks.
- Energieverbrauch zu minimieren.
- Bauwerken mit langer Lebensdauer und geringem Unterhaltungsaufwand.
- Nutzungsflexibilität.

Kreislaufwirtschaft



Schematische Abbildung der Kreislaufwirtschaft (Quelle: BAFU)

Kreislaufwirtschaft fördern



Wo immer möglich und sinnvoll werden Baustoffe recycelt.

Das ASTRA unterhält und saniert das Nationalstrassennetz laufend. Das dabei rückgebaute Material wird nach Möglichkeit recycelt.

Wieviel Baumaterial im gesamten Nationalstrassennetz verbaut ist, lässt sich nicht exakt sagen. Es bestehen dazu lediglich Schätzungen: Eine Studie des Bundesamtes für Statistik legt dar, dass bis ins Jahr 2000 auf 1 280 Kilometern Nationalstrasse 13 Millionen Tonnen Strassenbelag und 3 Millionen Tonnen Beton verbaut wurden. Seit dieser Schätzung ist das Nationalstrassennetz eineinhalbmal so lang und gewisse Abschnitte wurden unterdessen ausgebaut. Bis heute wurde also noch einmal wesentlich mehr Baumaterial verbaut.

Wiederverwertbares Material aus Rückbauten

Beim Rückbau werden älter Beton, Strassenbelag und die unteren Schichten des Strassenaufbaus (Strassenkofferung) abgetragen. Dieses Material wird gebrochen und wiederverwertet. Es wird bisweilen gleich wieder dort eingesetzt, wo es abgetragen wurde – damit spart man Kies als wertvolle Ressource und reduziert Transporte. Auch der für die Strassenbauwerke eingesetzte Stahl (Betonarmierung) und andere Bauteile können zum Teil recycelt werden.

Recycelte Baustoffe für Bauprojekte

Bereits wenn sich Unternehmen für die vom ASTRA ausgeschriebenen Bauprojekte bewerben, müssen sie stellenweise wiederverwertetes Baumaterial einplanen. Recycelte Baustoffe eignen sich allerdings nicht für alle Bauwerke und Bauteile. Die damit gemachten Erfahrungen werden jedoch laufend ausgewertet. Die Forschung verspricht für die nächsten Jahre weitere Fortschritte in diesem Bereich.

Recyclingbeton für Bauwerke entlang der Nationalstrasse

Ressourcen schonen

Beton besteht in der Regel aus Wasser, Zement, Sand und Kies. Letzteres ist eine wertvolle Ressource – die Kiesvorräte in der Schweiz schwinden und sollen deshalb geschont werden. Heute wird in verschiedenen Bereichen vermehrt Recyclingbeton verwendet. Dabei ersetzt wiederaufbereitetes Abbruchmaterial einen Teil des Kieses im Beton. Beton gilt als Recyclingbeton, wenn mindestens ein Viertel des Kies-Sand-Anteils durch recyceltes Material ersetzt wurde. Beim recycelten Material unterscheidet man zwischen Betongranulat und Mischabbruchgranulat. Betongranulat stammt aus reinem Betonabbruch. Mischgranulat enthält Fremdmaterialien wie Ziegel und andere mineralische Stoffe aus abgebrochenen Gebäuden oder anderen Bauwerken. Dieser qualitativ nicht immer einwandfreie Beton aus Mischabbruchgranulat wird deshalb nicht für Arbeiten im Umfeld der Nationalstrasse verwendet.

Recyclingbeton aus Betongranulat im Strassenbau

Auch Beton aus Betongranulat eignet sich nur bedingt für den Einsatz im Nationalstrassenbau. Statistisch relevante Bauwerke wie Brücken und Stützmauern können zum Beispiel nicht damit gebaut werden. Sehr gut eignet er sich jedoch zum Einbetonieren von Entwässerungsleitungen und Kabelkanälen (Hüllbeton). Auch als Unterlage für Mauern und Stützen oder als Füllbeton erfüllt er seinen Zweck.

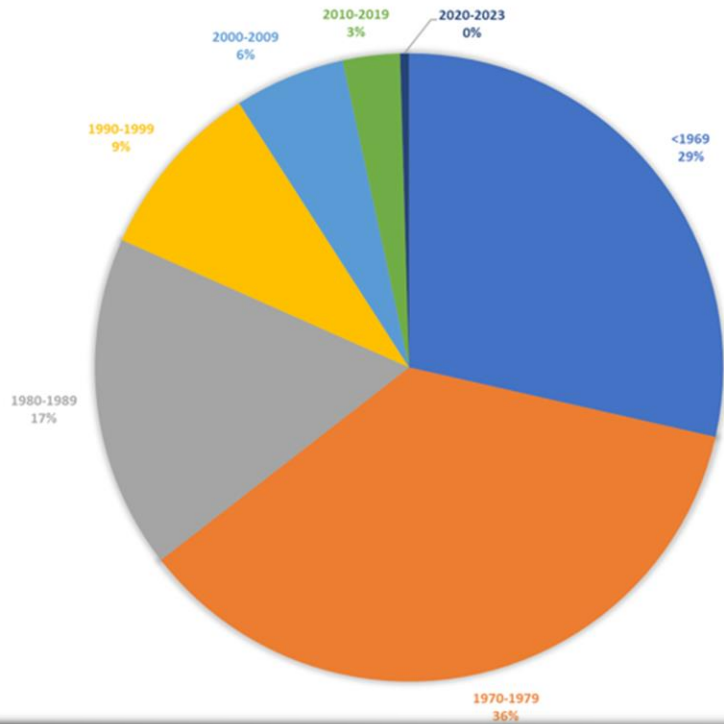
95%
der Bestandteile von Strassenbelägen sind hochwertige Mineralstoffe, die recycelt werden können.

Der Anteil von Stahl- und Verbundbrücken bei der Nationalstrasseninfrastruktur

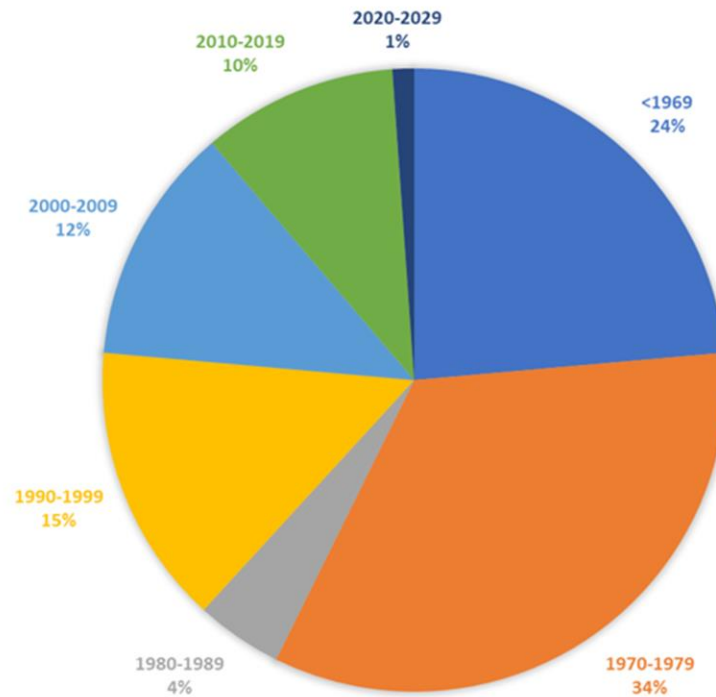


N01 Vaux-Viadukt

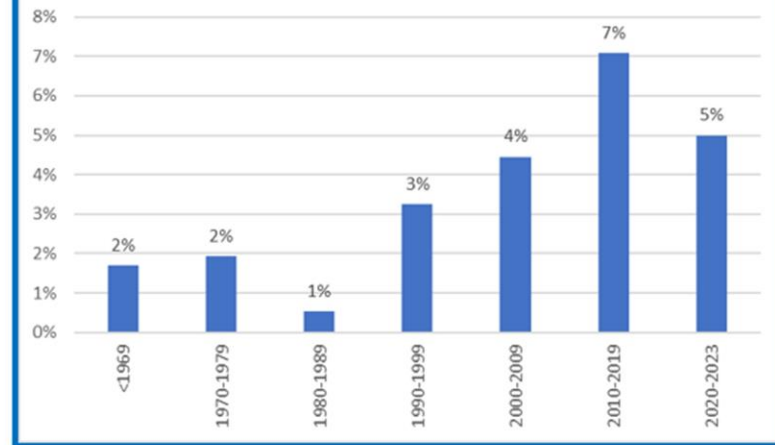
RÉPARTITION DE TOUS LES PONTS PAR DÉCENNIE



RÉPARTITION DES PONTS ACIER ET MIXTES PAR DÉCENNIE



POURCENTAGE DE PONTS EN ACIER ET MIXTES SUR L'ENSEMBLE DES PONTS PAR DECENNIE



Auszug aus der KUBA-Datenbank (Stand 11.2023)

- ca. 4332 Kunstwerke (Brücken, PS, PI, Wildtierpassagen)
- 89 Stahlbauten (Brücken, PS oder PI aus Stahl oder Stahl-Beton-Verbundwerkstoffen)

Das sind 2% der Kunstwerke im Bestand der Nationalstrassen.

Standards für Nationalstrassen



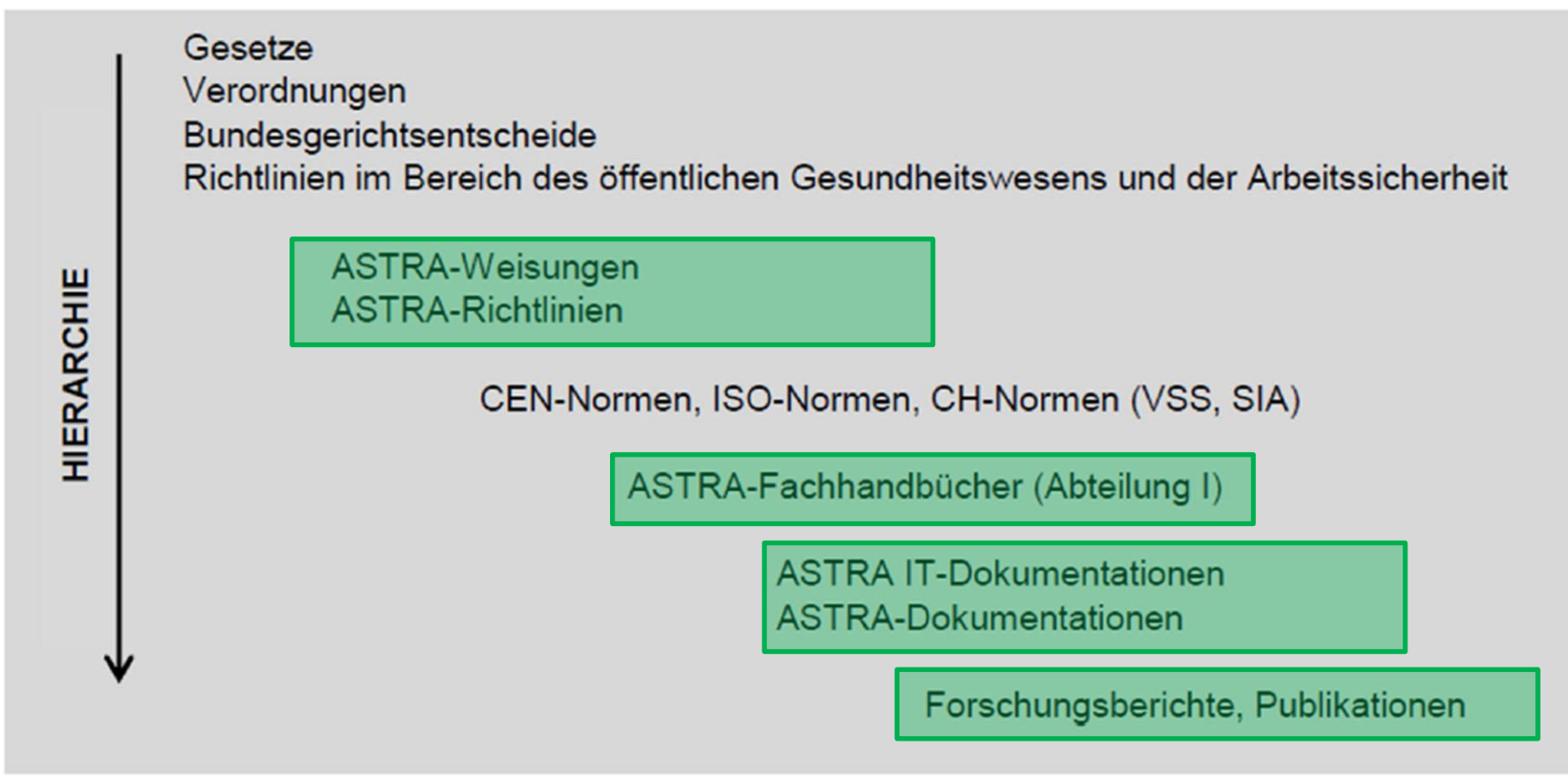
N01 Lehnenviadukt in Killwangen

Standards für Nationalstrassen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA



Richtlinien – Fachhandbücher – Dokumentationen



- 📄 12004 Teil 0 Einleitung (1990)
- 📄 12004 Teil 1 Lager (2008)
- 📄 12004 Teil 2 Fahrbahnübergänge (2011 V1.10)
- 📄 12004 Teil 3 Brückenende (2011 V1.10)
- 📄 12004 Teil 4 Brückenrand und Mittelstreifen (2022 V2.03)
- 📄 12004 Teil 5 Abdichtungen und Beläge (2021 V2.11)
- 📄 12004 Teil 6 Entwässerung und Werkleitungen (2023 V2.00)



 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA Abteilung Strasseninfrastruktur I	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Baustahl	22 001-14410
	Baustahl (Baustoff)	Version 1.02 01.01.2020 Seite 1 von 2

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA Abteilung Strasseninfrastruktur I	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Baustahl	22 001-14420
	Korrosionsschutz	Version 1.01 1.05.2013 Seite 1 von 2

Grundlagen

Gemäss Merkblatt SIA 2022 *Oberflächenschutz von Stahlkonstruktionen* sind zum Erreichen eines wirksamen Korrosionsschutzes geeignete Spezifikationen zu erarbeiten, bezüglich:

- Korrosivitätskategorie der Umgebung des Bauwerks (Makroklima)
- Sonderbelastungen und besondere Situationen (Mikroklima)
- konstruktive Gestaltung / Durchbildung zur Vermeidung von Korrosionsangriffstellen

Für höhere Korrosivitätskategorien als C3 ist eine Fachperson beizuziehen.

Forschungsberichte

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication / Office fédéral des routes
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni / Ufficio federale delle strade

ASTRA-FB

Numéro du document
FB567
Numéro du document (alternatif)
2000/554
Année de publication / édition
2002
Langues
FR

Ponts mixtes à construction rapide
Verbundbrücken mit kurzer Bauzeit

Ponts mixtes à construction rapide

Verbundbrücken mit kurzer Bauzeit

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication / Office fédéral des routes
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni / Ufficio federale delle strade

FB562

Brücken aus wetterfestem Stahl

Ponts en acier patinable

Dauner Ingénieurs Conseils DIC

ASTRA-FB

Numéro du document
FB562
Numéro du document (alternatif)
1998/102
Année de publication / édition
2001
Langues
DE

Ponts en acier patinable
Brücken aus wetterfestem Stahl

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau
Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Office fédéral des routes
Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie
Ufficio federale delle strade

FB527

**Le comportement dans le temps
des ponts mixtes continus**

Langzeitverhalten durchlaufender Verbundbrücken

ASTRA-FB

Numéro du document
FB527
Numéro du document (alternatif)
56/86
Année de publication / édition
1997
Langues
FR

**Le comportement dans le temps des ponts mixtes
continus**

Langzeitverhalten durchlaufender Verbundbrücken

Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne
ICOM - Construction métallique
J.-P. Lebet, Dr sc. techn., Ing. civil dipl. EPFL/SIA
J.-M. Ducret, Ing. civil dipl. EPFL/SIA

Mandat de recherche 56/86 sur demande
du groupe de travail Recherche en matière de ponts

Mai 1997

527

Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

Richtline ASTRA 12001 Kap. 3.4

Konzept

Robustheit

Konstruktive Einzelheiten

Berücksichtigung des Unterhalts

Zukunftsorientierte Nutzung

Ästhetik

Materialunabhängig



N01 Bünztalviadukt

Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

Richtline ASTRA 12001 Kap. 5.3

Für die konstruktive Ausbildung gelten insbesondere folgende Hauptkriterien:

- einfache Formgebung und ausreichende Abmessungen
- Berücksichtigung der mechanischen, physikalischen und chemischen Einwirkungen und Mechanismen
- genügend Gefälle für Oberflächen und Entwässerungsleitungen
- gute Zugänglichkeit für die Überwachung und den Unterhalt
- Auswechselbarkeit von Verschleissteilen
- Bewährung in der Praxis.



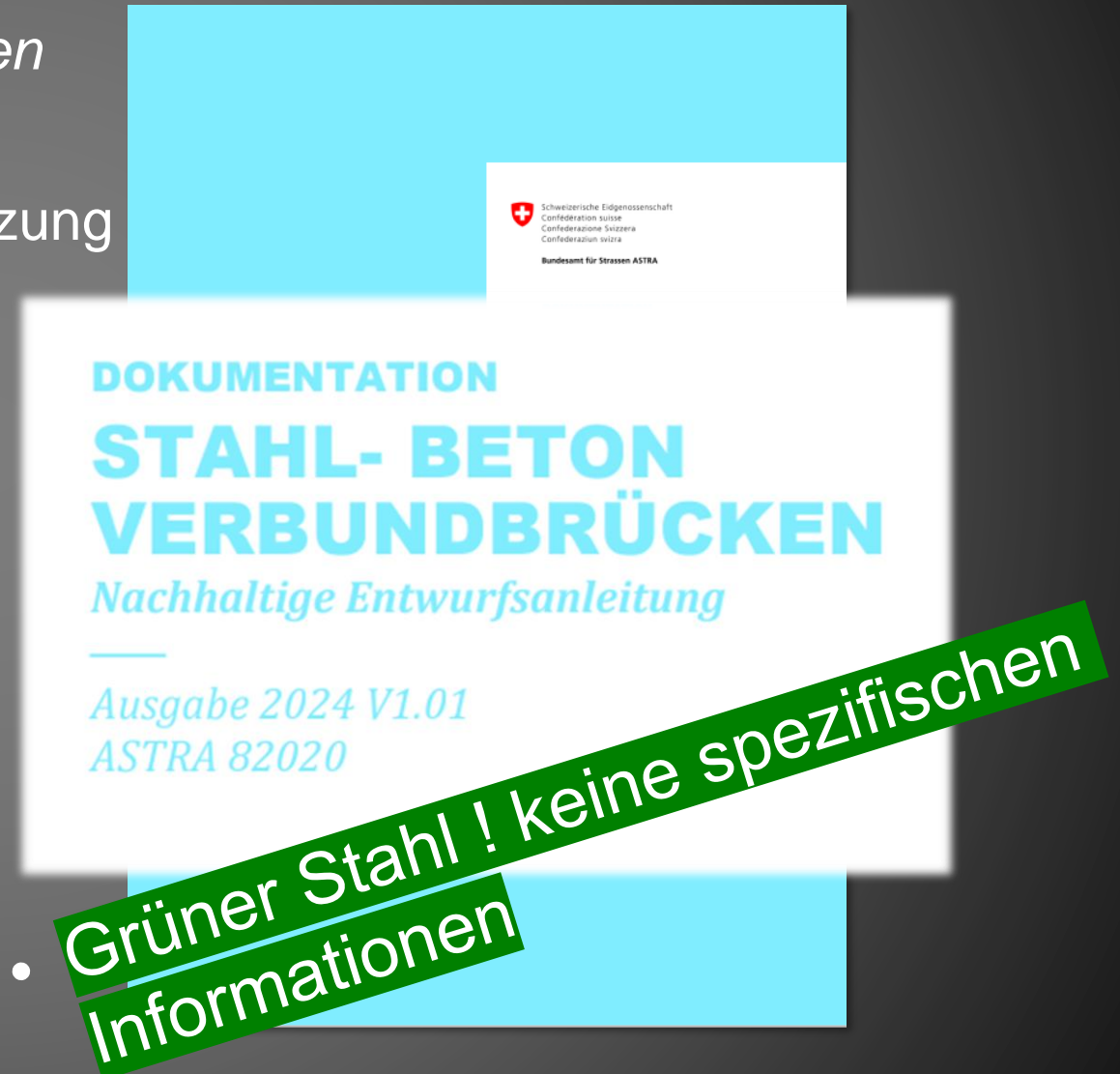
Materialunabhängig

Neue ASTRA-Dokumentation 82020 (2024)

- ASTRA 82020 *Stahl- Betonverbundbrücken*
(*Nachhaltige Entwurfsanleitung*)
- Original in Deutsch, französische Übersetzung
- Publikation (kostenlos) : 01.2024 /
www.astra.admin.ch

Inhaltsverzeichnis :

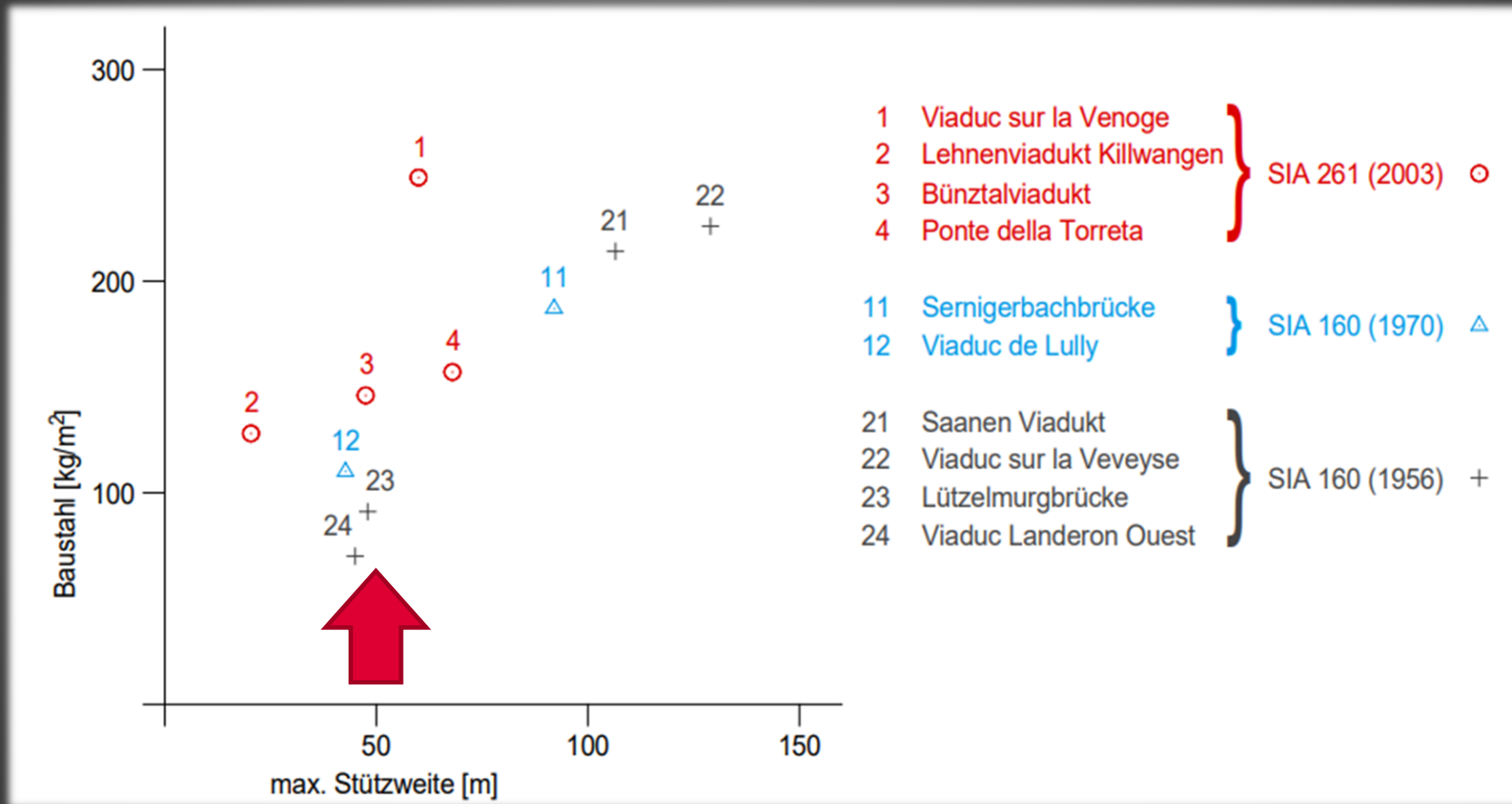
- Ausgangslage
- Grundsätze / Entwurf
- Konstruktive Durchbildung
- Baumethode
- Dauerhaftigkeit / Unterhalt
- Beispiele ausgeführter Bauwerke



Neue ASTRA-Dokumentation 82020 (2024)



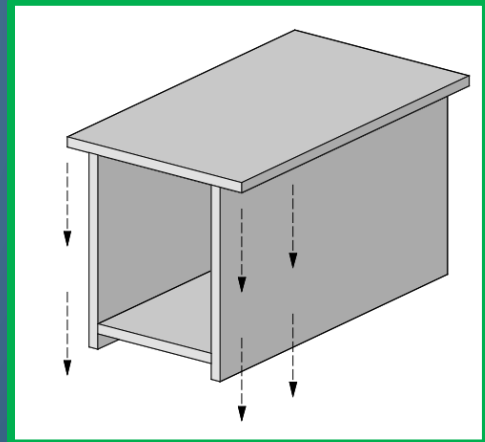
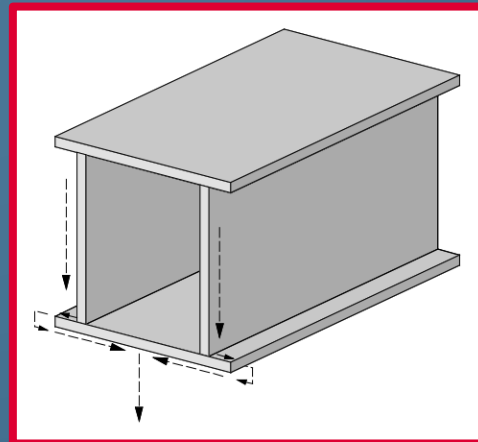
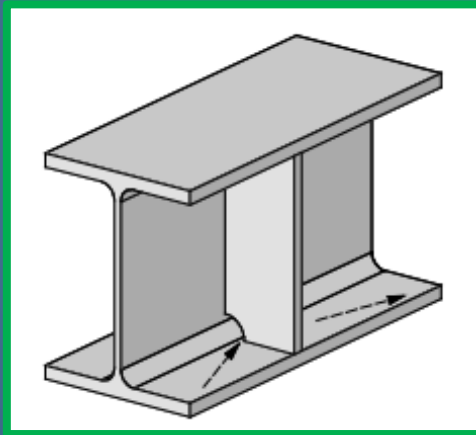
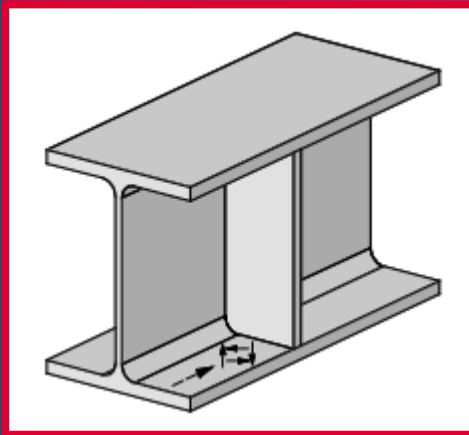
Neue ASTRA-Dokumentation 82020 (2024)



Stahlverbrauch in kg / m² befahrbarer Brückenfläche.

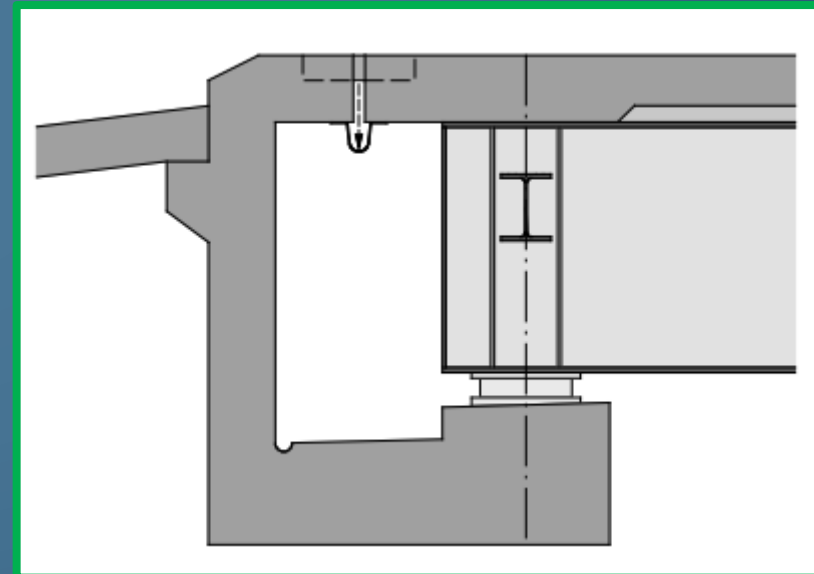
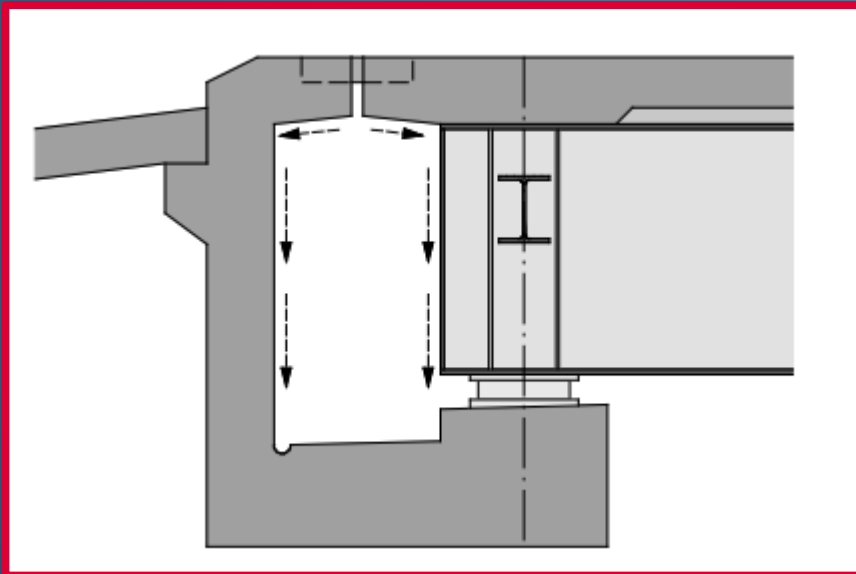
Neue ASTRA-Dokumentation 82020 (2024)

Vermeidung von Dauerfeuchtigkeit.



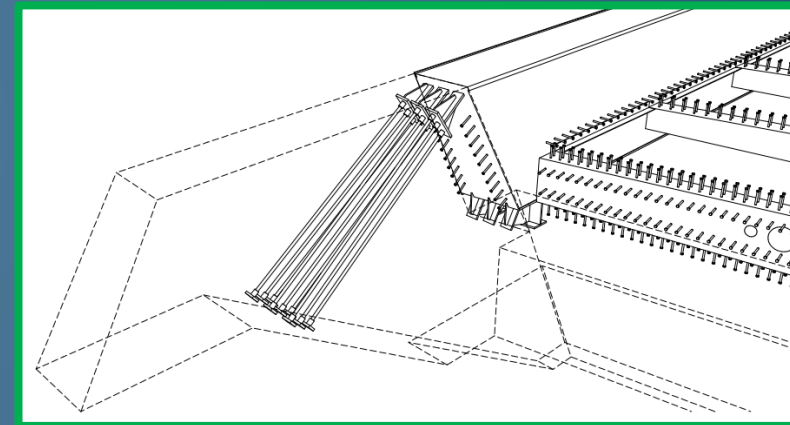
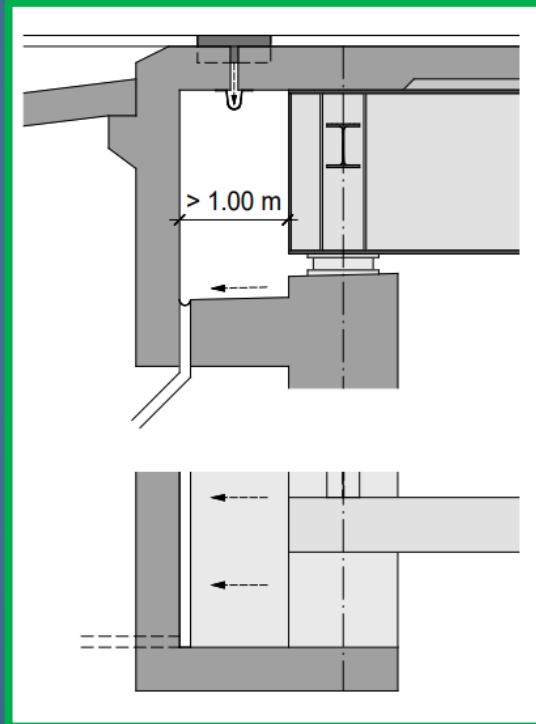
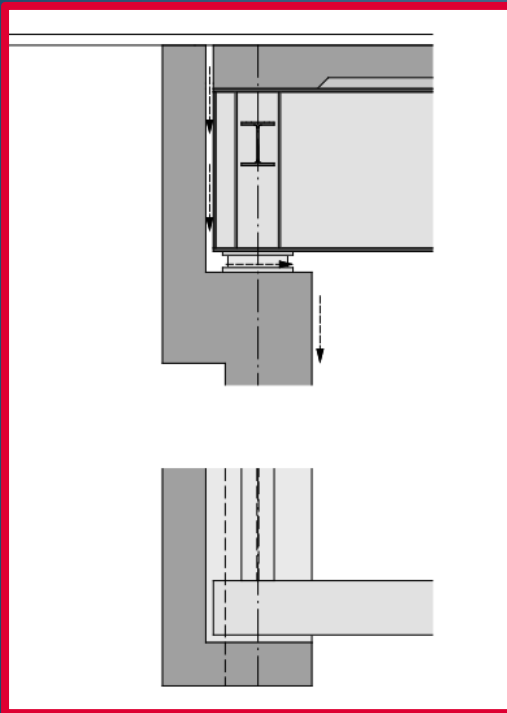
Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

Ausbildung von Tragkonstruktion im Bereich des Fahrbahnüberganges



Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

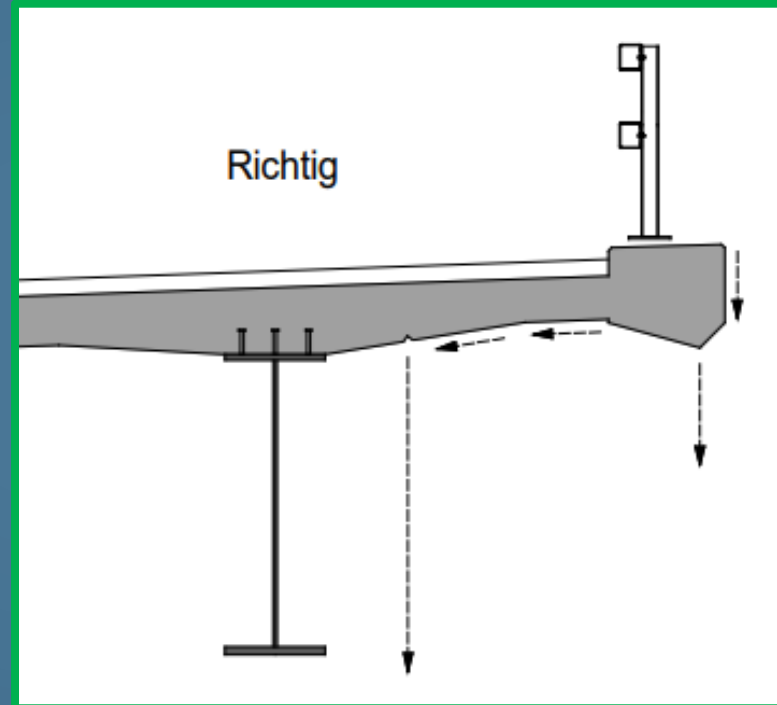
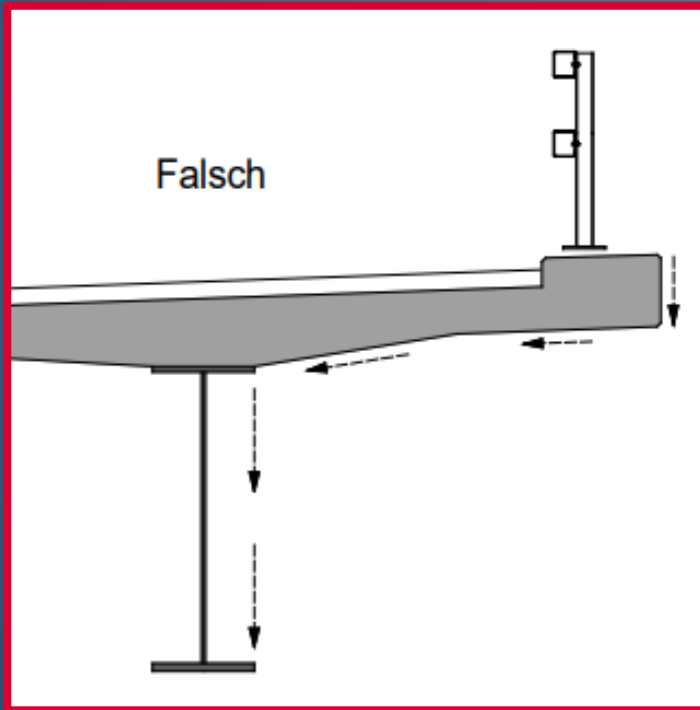
Ausbildung der Widerlagerkonstruktion



Brückenträgereinspannung

Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

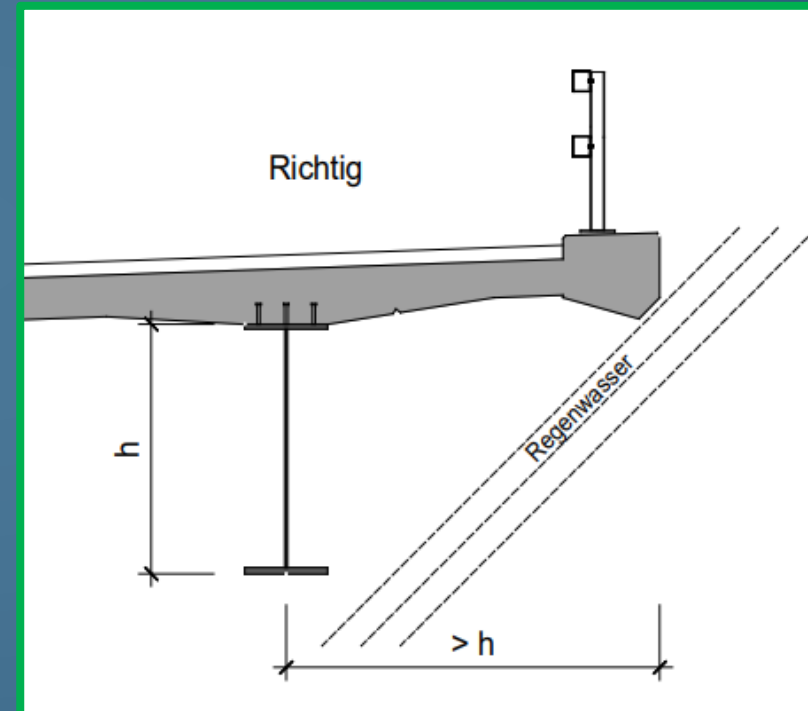
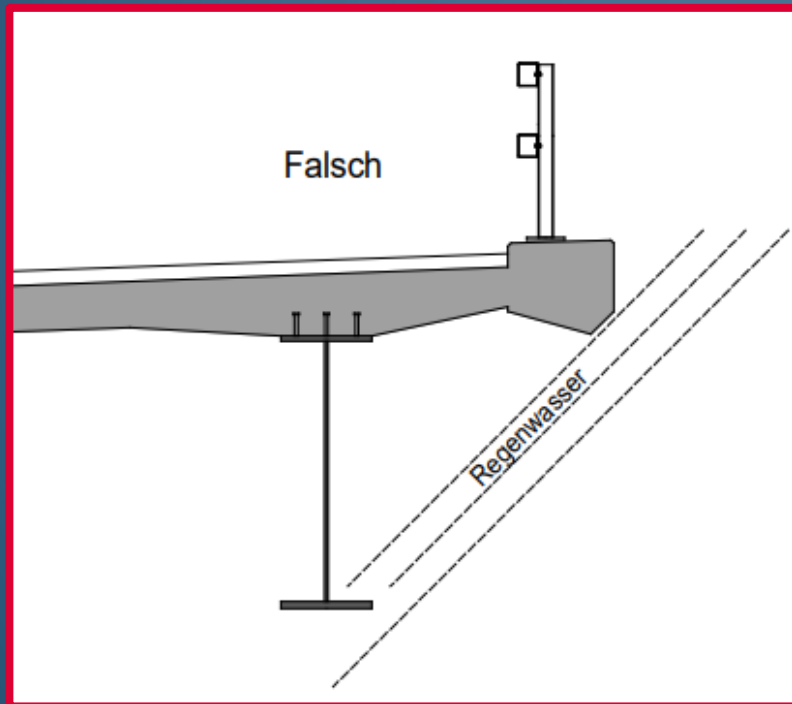
Ausbildung von Tropfnasen



Der Teufel steckt im Detail !

Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

Auskragung der Fahrbahnplatte

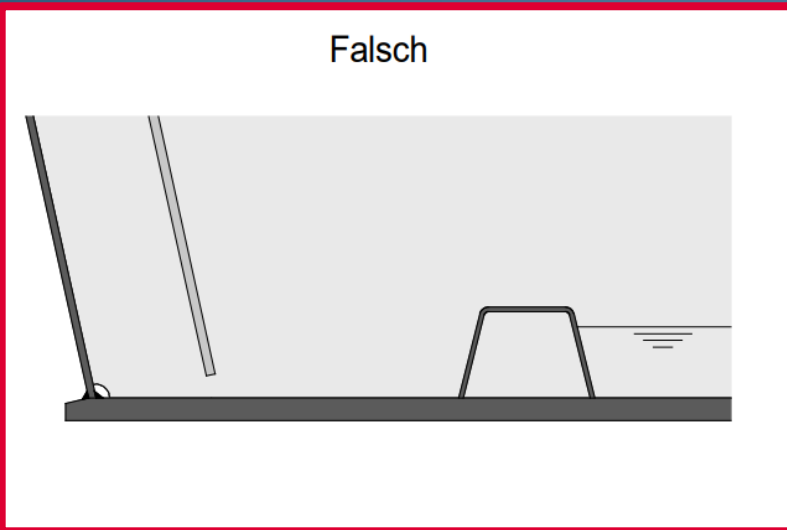


Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

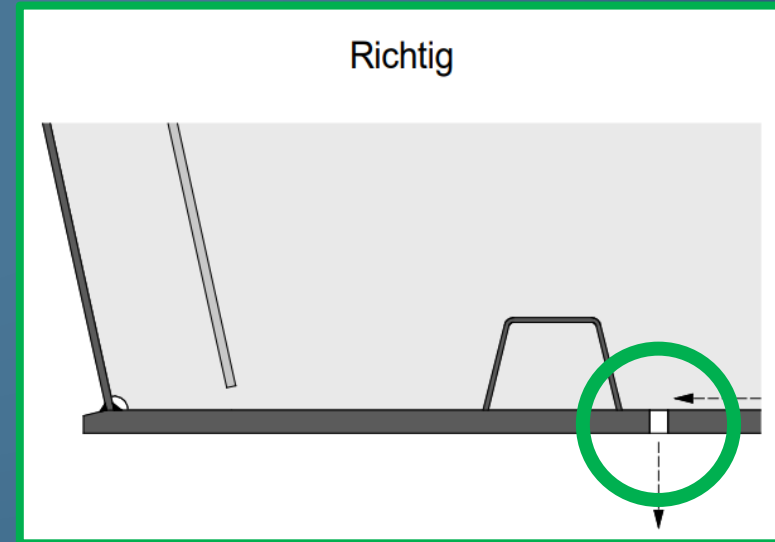
Ausbildung des Bodenbereichs von Hohlkasten



Falsch

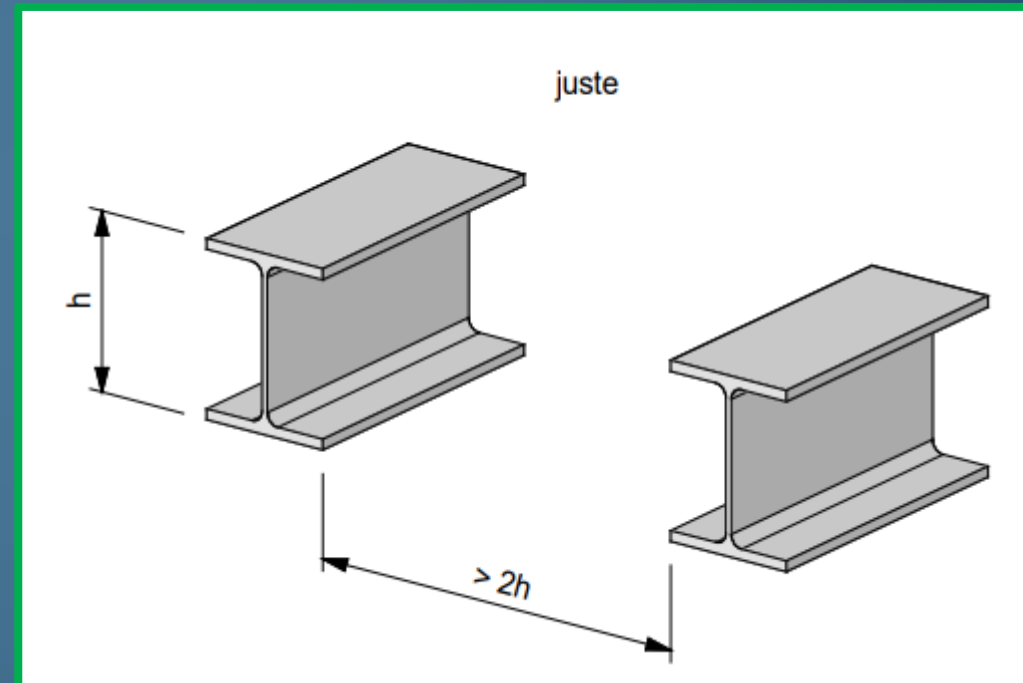
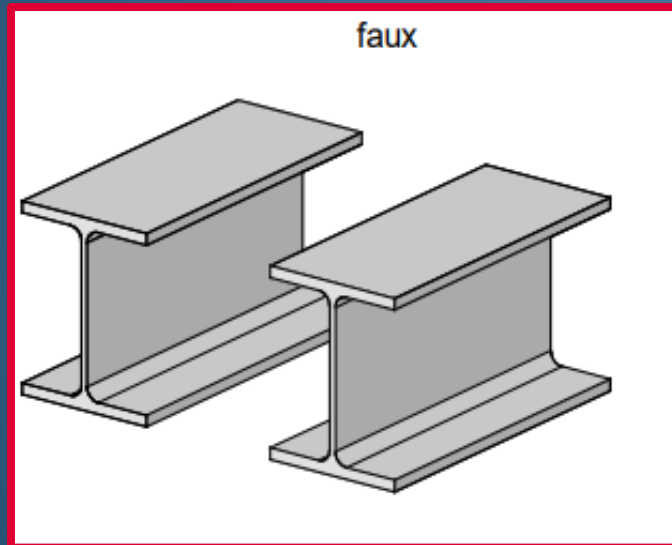


Richtig



Allgemeine Grundsätze für Brückenprojekte

Anordnung parallel verlaufender Hauptträger



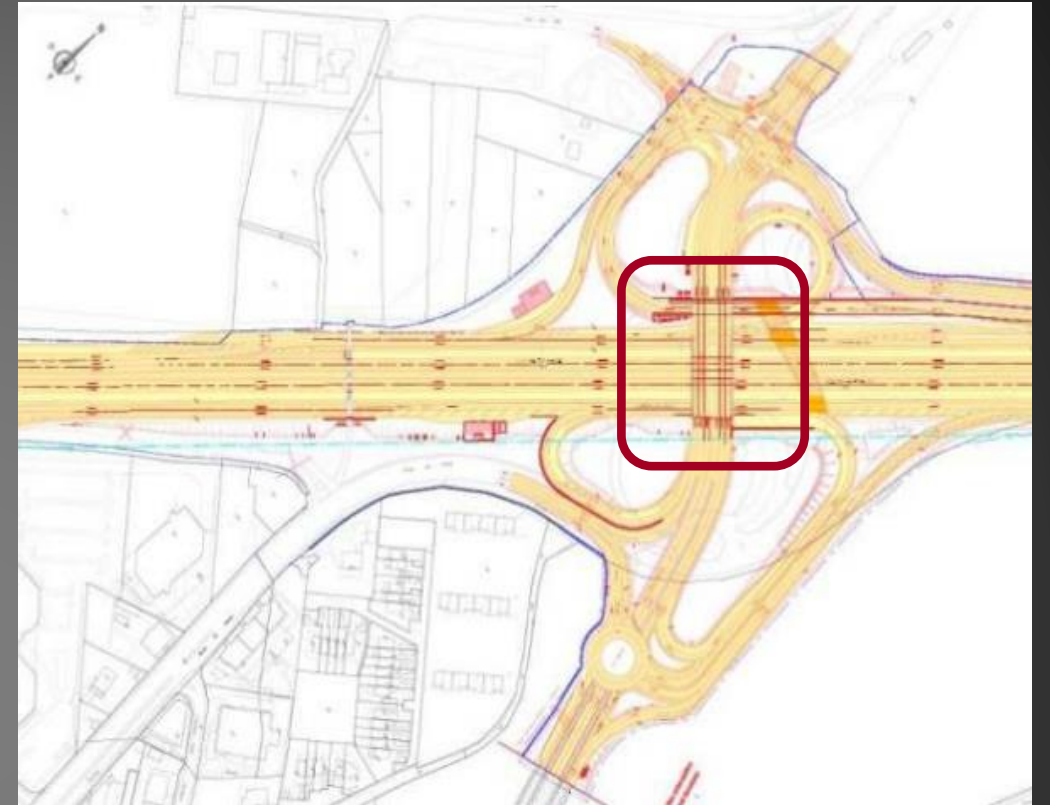
Zwei Beispiele

Das Beispiel ist keine andere Art zu unterrichten, es ist die einzige Art zu unterrichten.

Albert Einstein



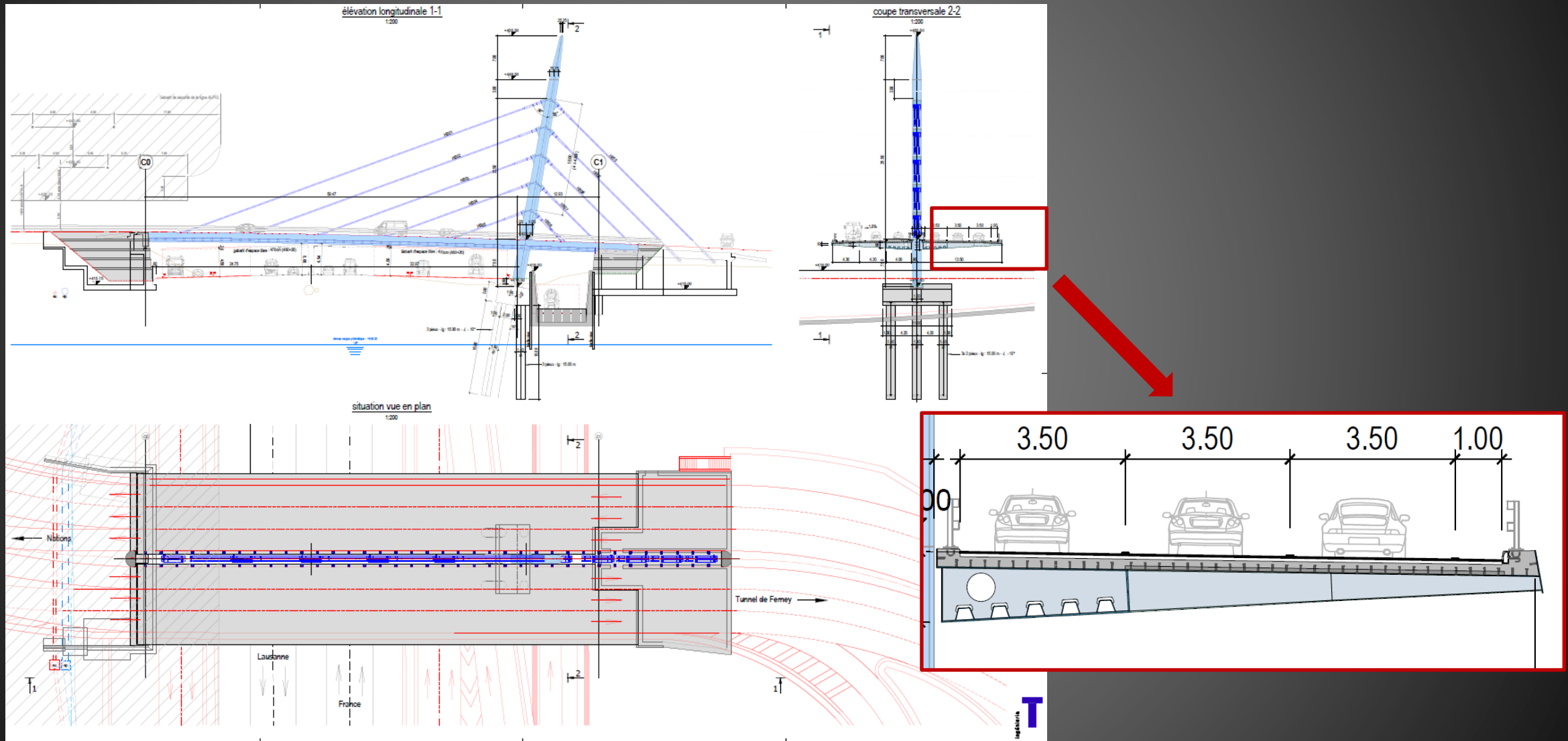
Beispiel für eine neue Brücke



UEF in Grand-Saconnex

Die erste Schrägseilbrücke mit orthotroper Platte auf dem Netz der Nationalstrassen.

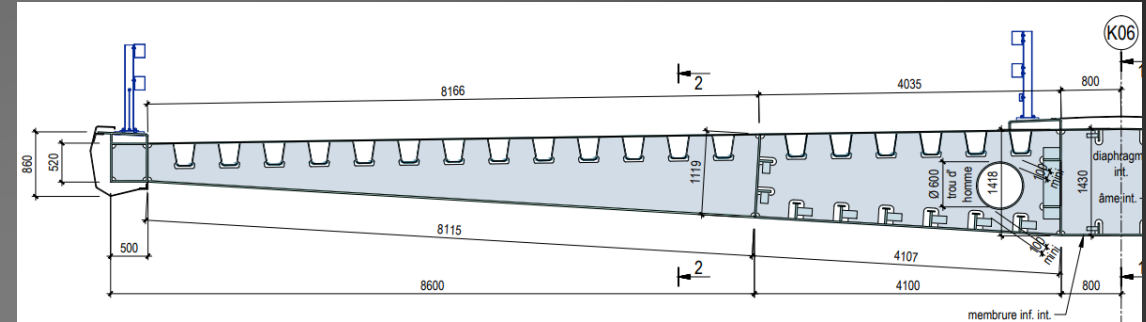
Die Grundlösung mit Stahl-Beton-Verbundplatte



Das neue Bauwerk in Bildern

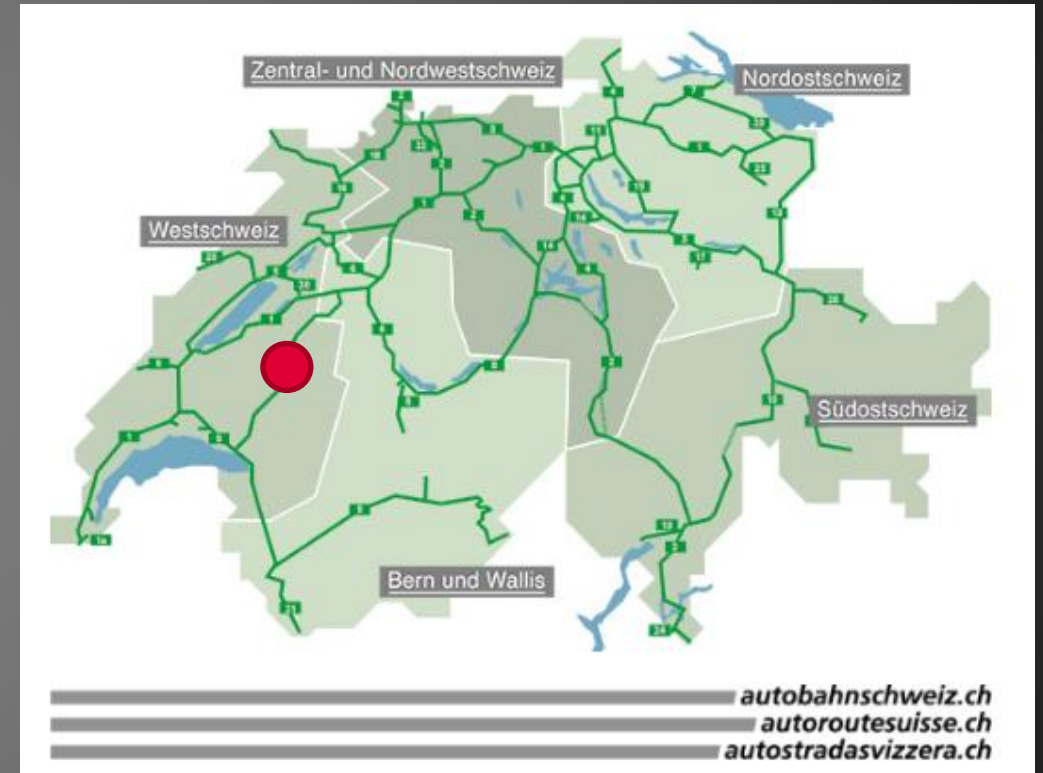
Der Kasten (einschliesslich der Brückenrände) besteht vollständig aus Stahl.

- Grosse Einsparung an Eigengewicht im Vergleich zu einer Fahrbahnplatte in Stahl-Beton.

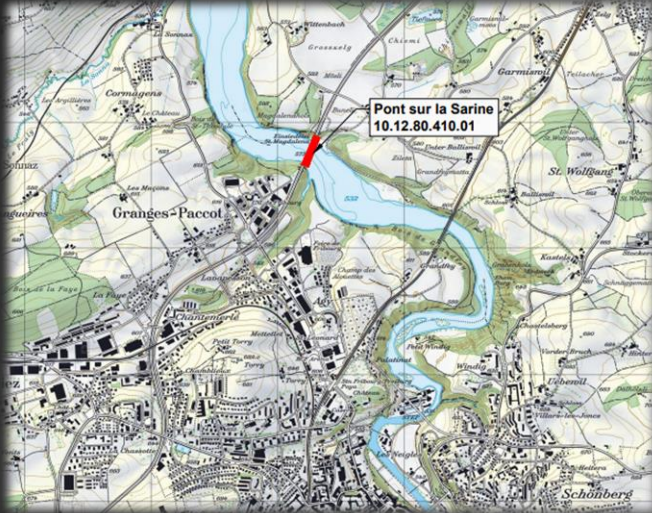


Beispiel für die Instandsetzung
und Verstärkung von Stahl-Beton
Verbundbrücke

N12 Brücken über die Saane



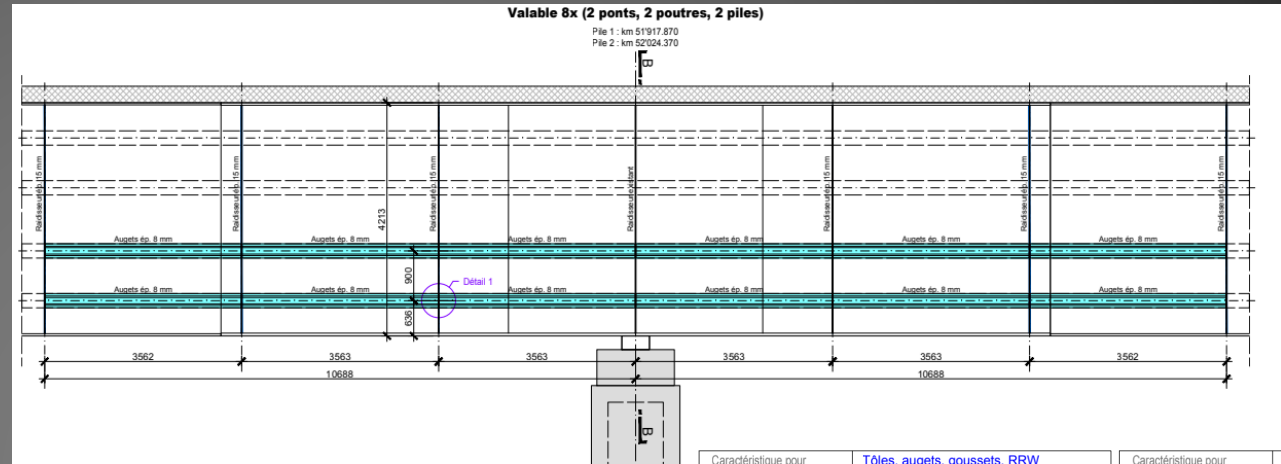
N12 Brücken über die Saane



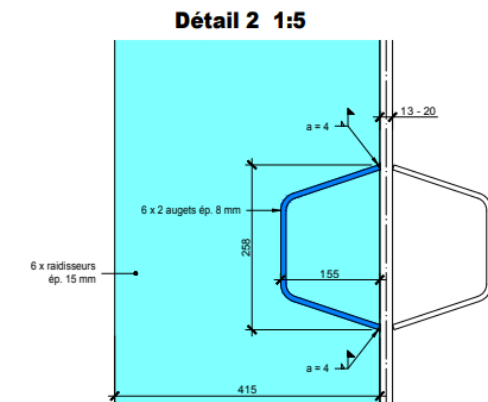
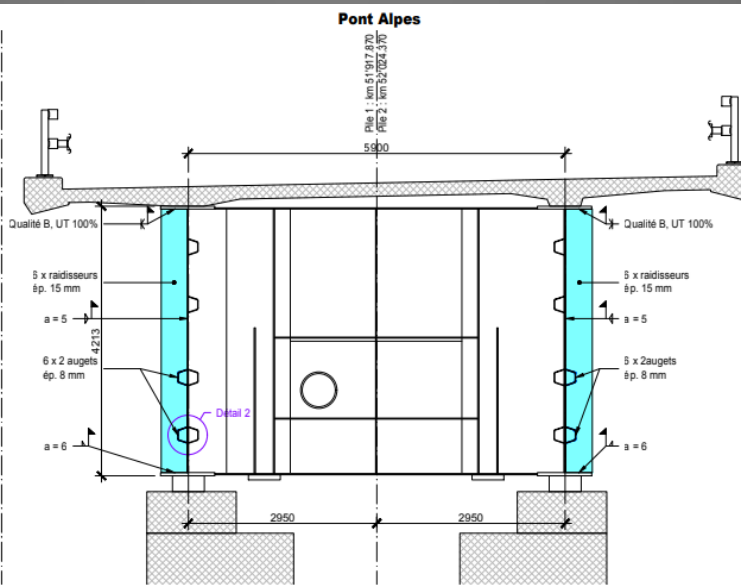
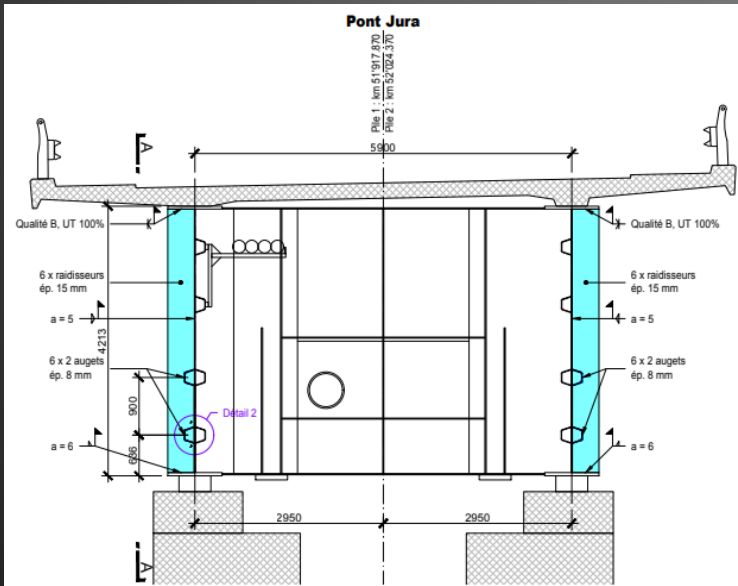
FRIBOURG



N12 Brücken über die Saane



Caractéristique pour	Tôles, augets, goussets, RRV	Caractéristique pour	Profilés laminés HEB
CRITÈRES	EXIGENCES	CRITÈRES	EXIGENCES
Nuance et qualité d'acier	S355 J2	Nuance et qualité d'acier	S235 JR
Soudures	Cordons a=4mm, qualité C	Soudures	Pénétrées, qualité B
Contrôle des soudures	Selon SN EN 1090-2	Contrôle des soudures	Selon SN EN 1090-2
Qualité des boulons		Qualité des boulons	
Traitement anticorrosion	Classe de corrosivité C3	Traitement anticorrosion	Classe de corrosivité C3
Teinte de finition	Au choix du MO	Teinte de finition	Au choix du MO
Classe d'exécution	EXC 3 selon SN EN 1090-2	Classe d'exécution	EXC 3 selon SN EN 1090-2



Fazit



N01 Bünzthalviadukt in Othmarsingen (AG)

- Nachhaltige Entwicklung und Kreislaufwirtschaft.
- Dauerhaftigkeit.
- Gute Gestaltung mit sorgfältigen Details.
- Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen.
- Wiederverwendung (re-use) von Bauwerksteilen.

Wenn man sich an die Grundsätze der Ingenieurkunst hält, respektiert man **in der Regel** implizit auch die nachhaltige Entwicklung.

