

Gleisgebundene und gleislose Sanierung von Strecken Ein ökologischer Vergleich

M. Sc. Silvio Klügel
(GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden)

Prof. Dr.-Ing. Klaus Lieberenz
(GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden)

- 1 Veranlassung / Aufgabenstellung
- 2 Grundlagen zu Ökobilanzen
- 3 Beispiel:
Gleisumbau mit Unterbausanierung
Gleisgebunden vs. Gleislos
- 4 Zusammenfassung / Ausblick

Nachhaltigkeit

Das **Streben nach dauernder, stetiger, gleichmäßiger und optimaler Bereitstellung aller materiellen und immateriellen Leistungen** der lebenden Natur unter voller Erhaltung und Gesunderhaltung der Biosphäre und aller ihrer potentiell unsterblichen Glieder **zum Wohle gegenwärtiger und zukünftiger Generationen.**

Ziele bei Planung und Bauausführung:

- ▶ Berücksichtigung von Natur und Landschaft
- ▶ Schonung von Ressourcen
- ▶ Einsparung von Material, Transporten und Energie
- ▶ Reduzierung von Emissionen

→ Möglichkeit bzw. Werkzeug zur Erfassung der Nachhaltigkeit ist die

ÖKOBILANZ

Ziel der Ökobilanz

- Das Ziel der Ökobilanz ist die Formulierung einer vergleichenden Aussage über die zu erwartenden Umweltwirkungen zweier oder mehrerer Bilanzobjekte.

Inhalt der Ökobilanz

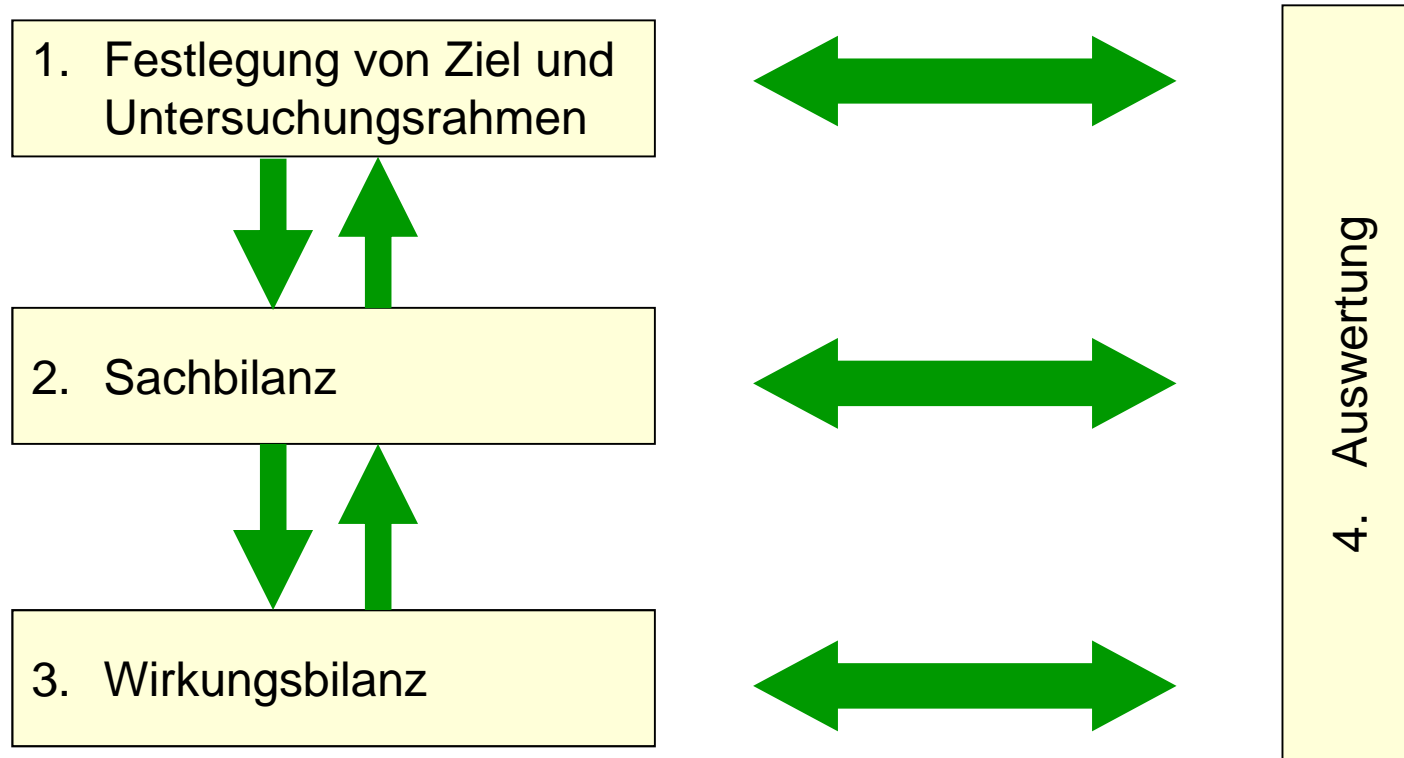
- Die Ökobilanz ist die Zusammenstellung und Beurteilung der stofflichen und energetischen Zu- und Abflüsse und der potentiellen Umweltwirkung eines Produktsystems im Verlaufe seines Lebensweges.



Normung

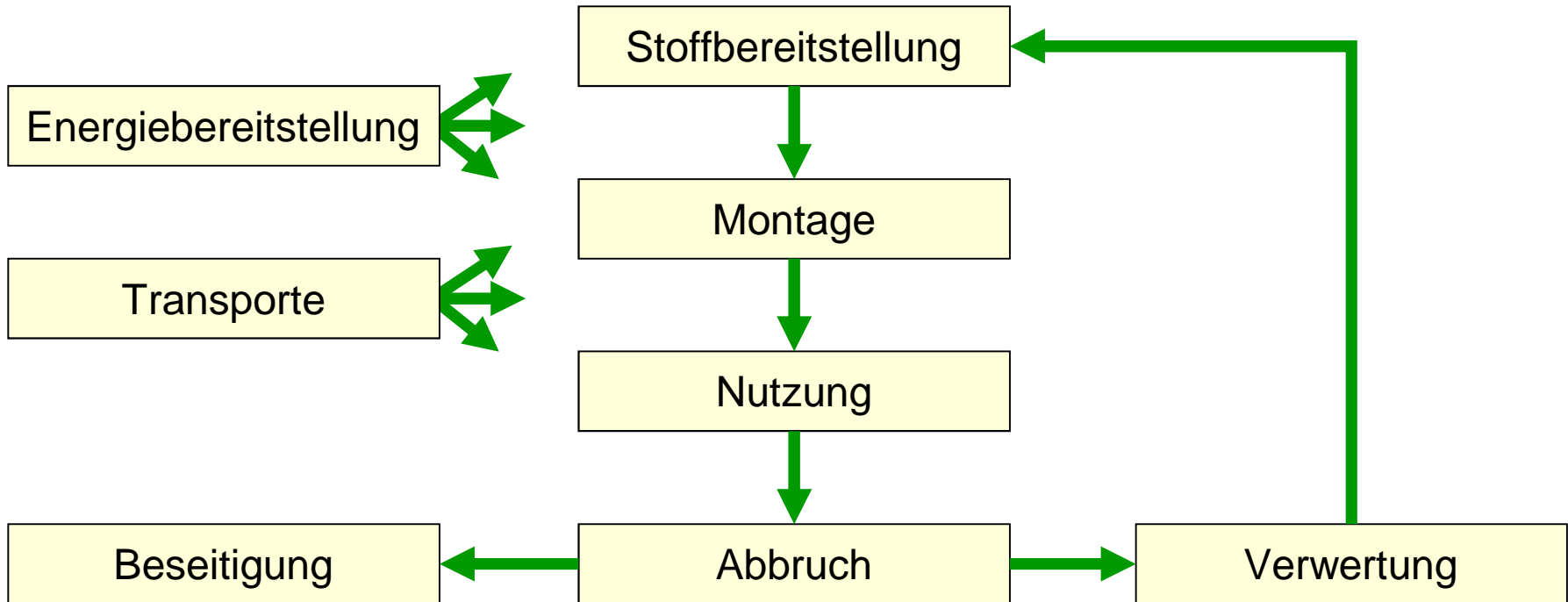
- DIN EN ISO 14040, Umweltmanagement - Ökobilanz Grundsätze und Rahmenbedingungen, 2006.
- DIN EN ISO 14044, Umweltmanagement - Ökobilanz Anforderungen und Anleitungen, 2006.

Prinzipielle Bestandteile / Phasen einer Ökobilanz



Schritt 2: Sachbilanz

Erhebung der stofflichen und energetischen Zu- und Abflüsse aller Lebensphasen



Schritt 3: Wirkungsbilanz

Auswahl der umweltrelevanten Wirkungen zur Erfassung von Umweltverbrauch und Umweltbelastung

Wirkungskategorien

- ▶ Ressourcenverbrauch
- ▶ Naturraumbeanspruchung
- ▶ Treibhauseffekt
- ▶ Abbau der Ozonschicht
- ▶ Versauerung
- ▶ Eutrophierung
- ▶ Ökotoxizität
- ▶ Humantoxizität
- ▶ Photo- oder Sommersmog
- ▶ Lärmbelästigung

Wirkungsindikatoren

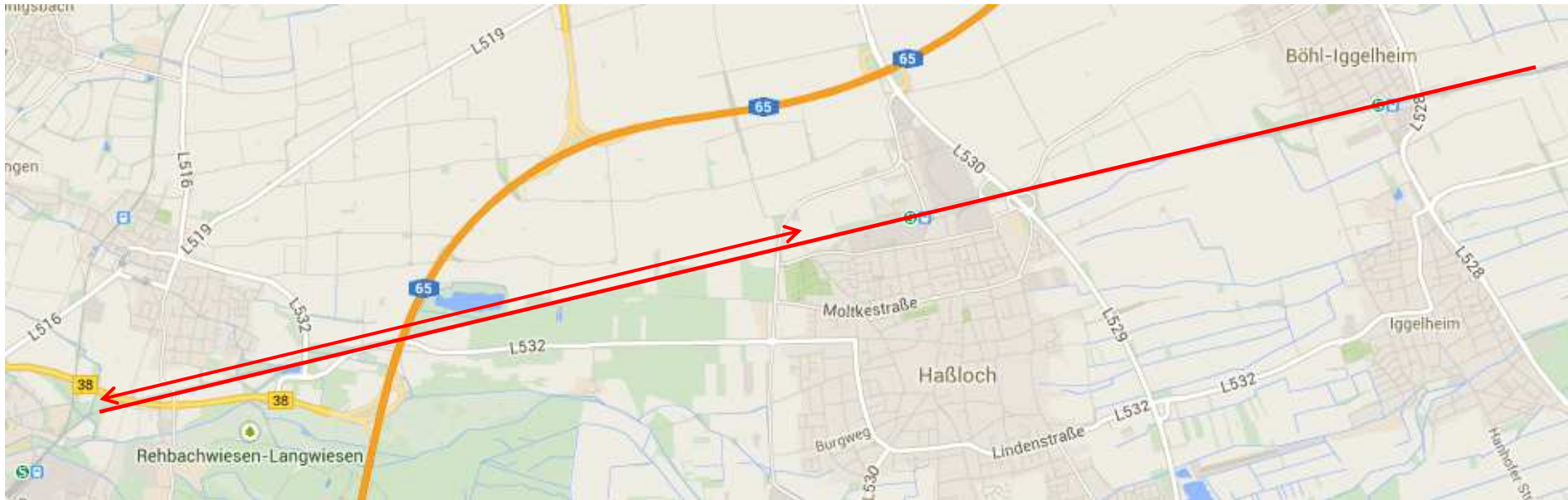
Primärenergie

CO₂-Äquivalent CO_{2.Ä}

Schritt 4: Auswertung

- ▶ Methode der **ökologischen Knappheit**,
d. h. Bewertung der Übernutzung von Umweltressourcen
- ▶ Berechnung des Schädigungspotentials einer Wirkung als Umweltbelastungspunkte
- ▶ **Umweltbelastungspunkte (UBP)** aus Vergleich der gegenwärtigen Gesamtbelastung zur kritischen Belastung des Ökosystems (nach gesellschaftlichen Wertevorstellungen bzw. Umweltzielen)
- ▶ Belastung = Wirkungsindikator · Ökofaktor

Gewählter Streckenabschnitt

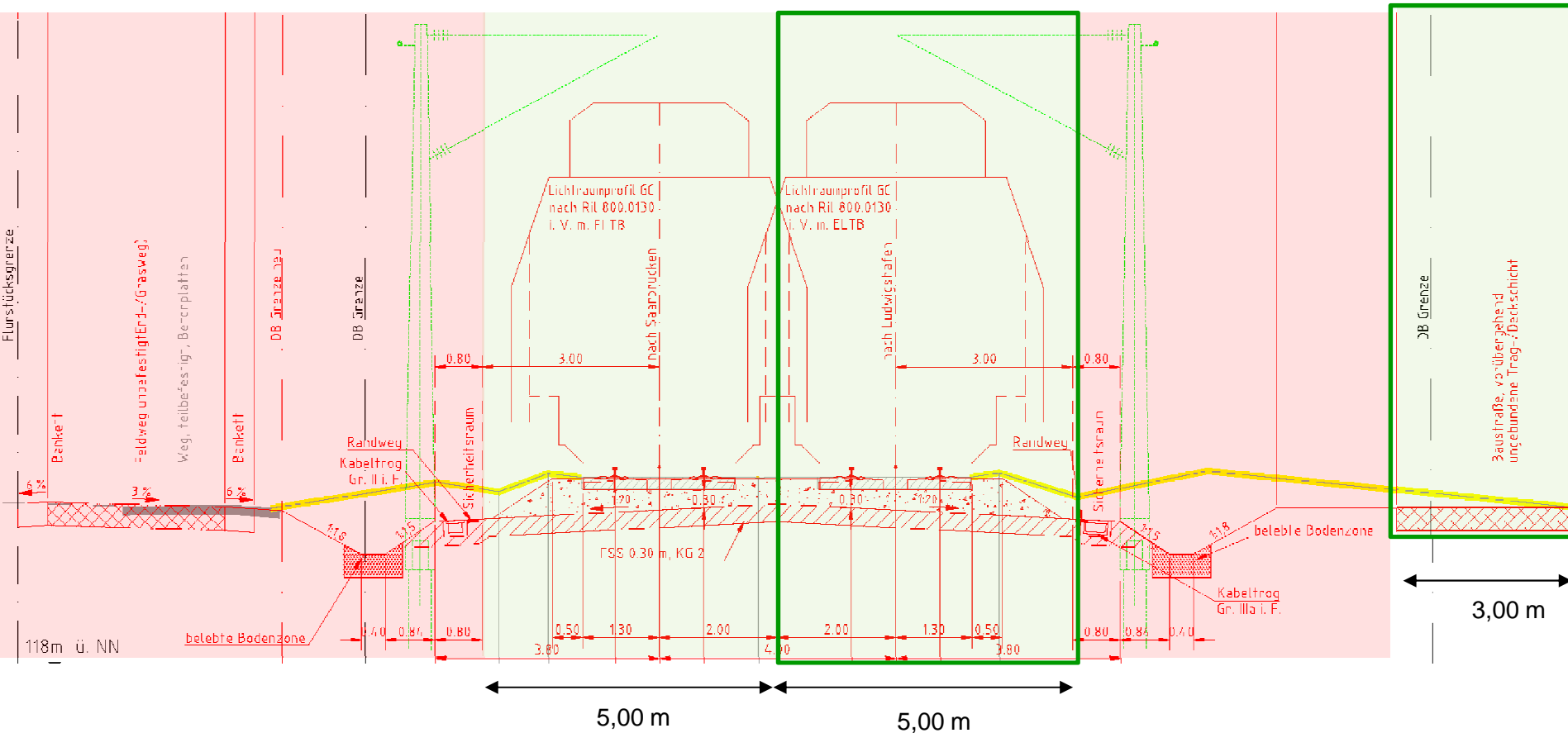


- ABS Saarbrücken - Ludwigshafen, Strecke 3280
POS Nord (ABS 23), Baustufe 1, PRA 2
- Streckenabschnitt Neustadt an der Weinstraße - Böhl / Iggelheim
- km 79,700 - km 85,200 geplant Einbau 30 cm PSS



Schritt 1: Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen

- ▶ Umbau eines Gleises, Länge 5000 m, betrachtete Breite 5 m
- ▶ Arbeiten im Randbereich nicht betrachtet
- ▶ Zufahrtswege und Baustraßen 3 m Breite und 0,40 m Dicke angesetzt



Gleisgebunden - Zum Einsatz kommender Fuhrpark

Schritt 1: Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen



Recycling- und Schotterreinigungsmaschine RPM-RS 900



Materialförder- und Siloeinheiten MFS 100

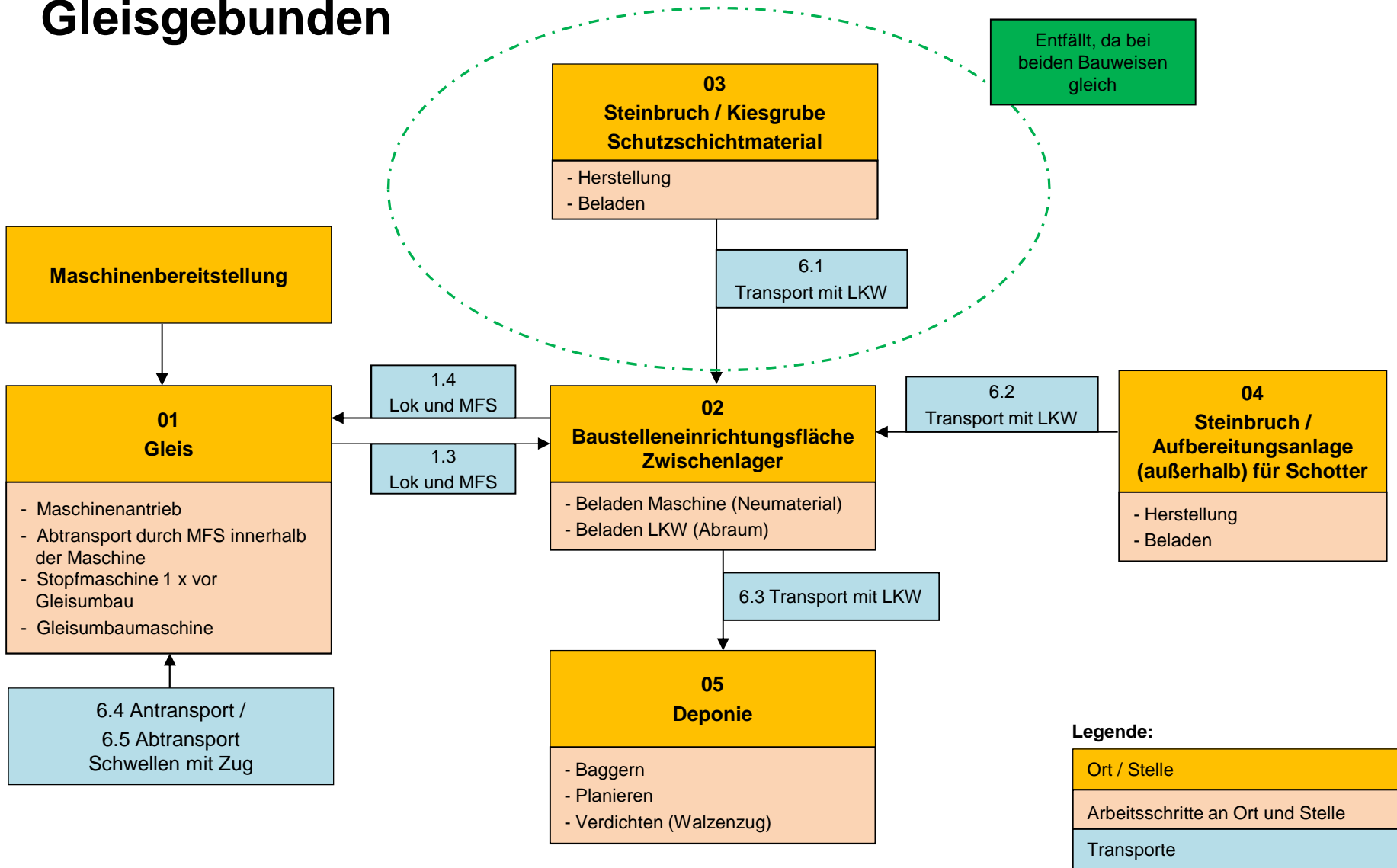


Gleisstopmaschine 09-3X dynamic



Gleisumbauzüge P95-2008 UM-Schweerbau und P95 UM-P

Gleisgebunden



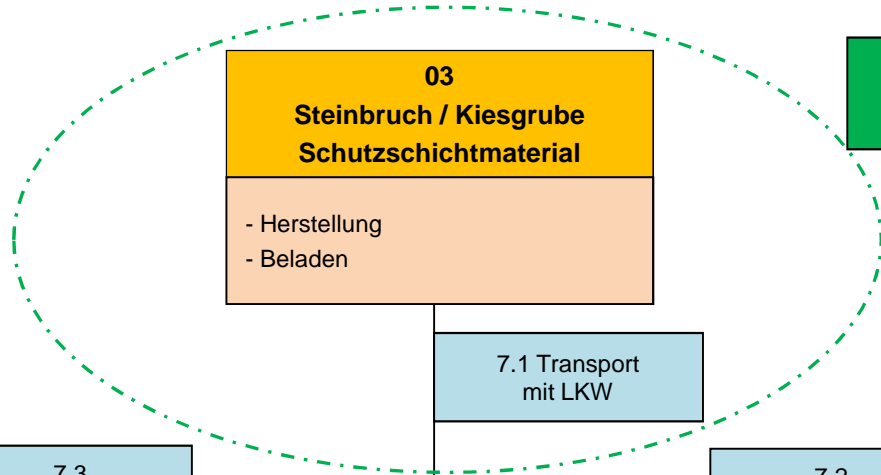
Gleislos - Zum Einsatz kommende Fuhrpark



Legende:

Ort / Stelle
Arbeitsschritte an Ort und Stelle
Transporte

Entfällt, da bei beiden Bauweisen gleich



Maschinenbereitstellung

01 Gleis

- Rückbau Schotter
- Rückbau Boden
- Abziehen Planum
- Verdichtung Planum
- Einbau Schutzschicht
- Verdichtung Schutzschicht
- Einbau Grundsotter
- Verdichtung Grundsotter
- Einbau Füll- und Stopfsotter

7.7 Antransport /
7.8 Abtransport
Schwellen mit LKW

7.3
Transport mit LKW

**03 Steinbruch / Kiesgrube
Schutzschichtmaterial**

- Herstellung
- Beladen

7.1 Transport
mit LKW

**02 Baustelleneinrichtungsfläche
Zwischenlager**

- Beladen LKW (Neumaterial)

7.2
Transport mit LKW

04 Steinbruch für Schotter

- Herstellung
- Beladen

7.4 Transport mit LKW
(100 % Altschotter)

**05 Altschotter
Schotteraufbereitungsanlage
60 % Wiederaufbereitung**

- Waschen, Sieben, Brechen
- Laden nicht verwertbarer Bestandteile

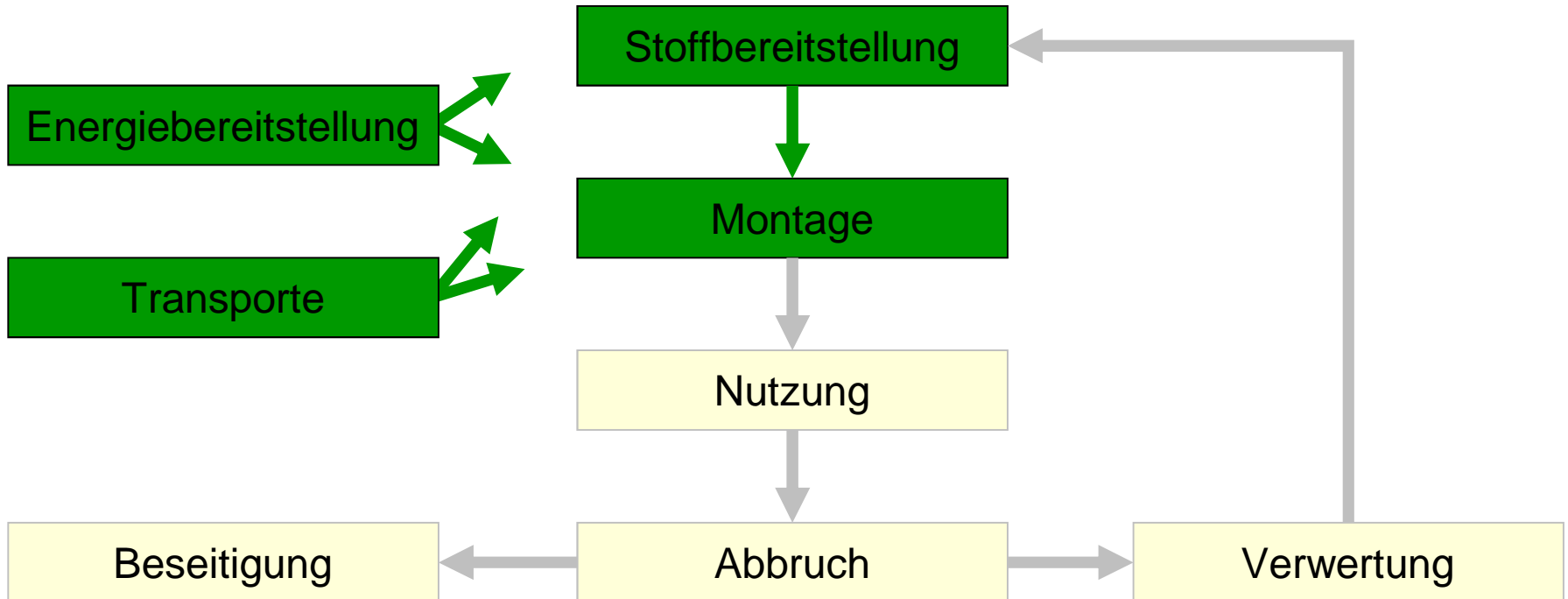
7.5
Transport mit LKW

**06 Abraum
Deponie**

- Baggern
- Planieren
- Verdichten (Walzenzug)

7.6
Transport mit LKW
(40 % des Altschotters)
nicht verwertbare
Bestandteile

Schritt 2: Sachbilanz - betrachtete Lebensphasen

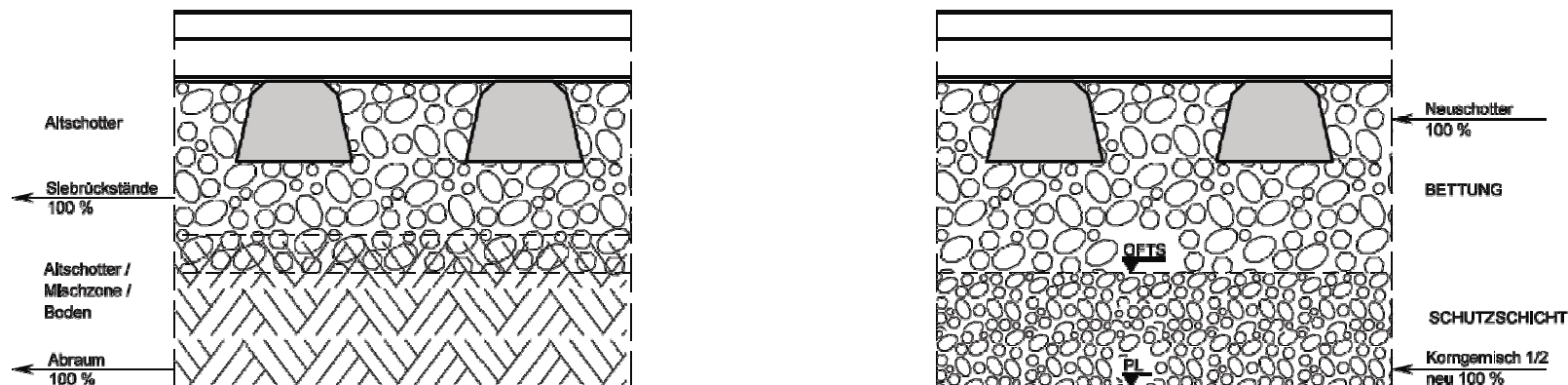


Schritt 2: Sachbilanz - Transporte

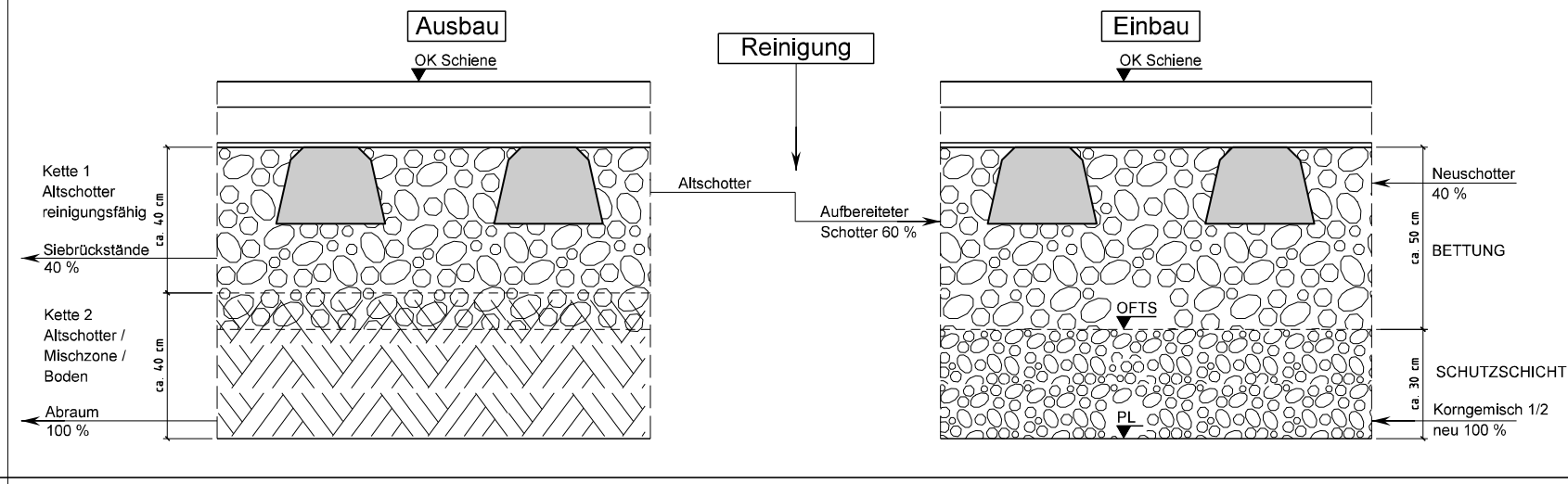


Schritt 2: Sachbilanz - Stoffströme / Materialbilanz

Gleisloser Umbau



Gleisgebundener Umbau



Schritt 2: Sachbilanz - Stoffströme / Materialbilanz

Zusammenstellung der anfallenden Mengen und Massen

Gleisgebunden	
Strecke	2-gleisig, Umbau 1-Gleis
Bezugslänge	5000,00 m
Zuladung LKW	18,00 t
Kraftstoff	Diesel
Dichte	0,832 kg/l
Heizwert	42,960 MJ/kg

Materialwiederaufbereitung außerhalb in Schotteraufbereitungsanlage
Materialwiederaufbereitung vor Ort
Abraum
Neumaterial

Konventionell - Baustraße									
Arbeitsschritt	Breite [m]	Höhe [m]	Länge [m]	Volumen [m³]	mittlere Wichte		Streckenbezogene Gesamtmasse [t]	Masse pro Meter [t/m]	
					[kN/m³]	[t/m³]			
Rückbau Boden	3,00	0,40	5.000	6.000	15,0	1,50	9.000	1,8	
Einbau FSS (ohne Vliesstoff)	3,00	0,40	5.000	6.000	20,0	2,00	12.000	2,4	
Rückbau FSS	3,00	0,40	5.000	6.000	20,0	2,00	12.000	2,4	
Einbau Boden	3,00	0,40	5.000	6.000	15,0	1,50	9.000	1,8	
Schotteraufbereitung ausserhalb Baustelle	80%		5.000	7.396	16,5	1,65	12.203	2,4	
Einbau Neuschotter / aufbereiteter Schotter			5.000	9.245	16,5	1,65	15.254	3,1	
Verdichtung Grundsotter	4,30		5.000	21.500					
Summe Abraum			5.000	16.745	18,7	1,87	31.353	6,3	
Summe Neumaterial			5.000	16.745	18,5	1,85	31.004	6,2	

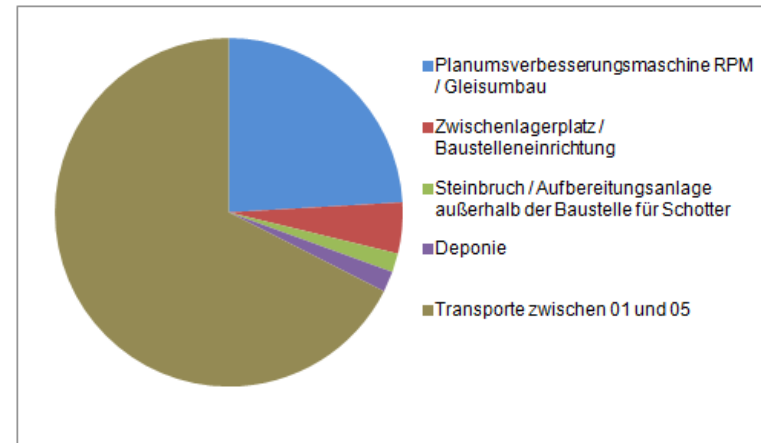
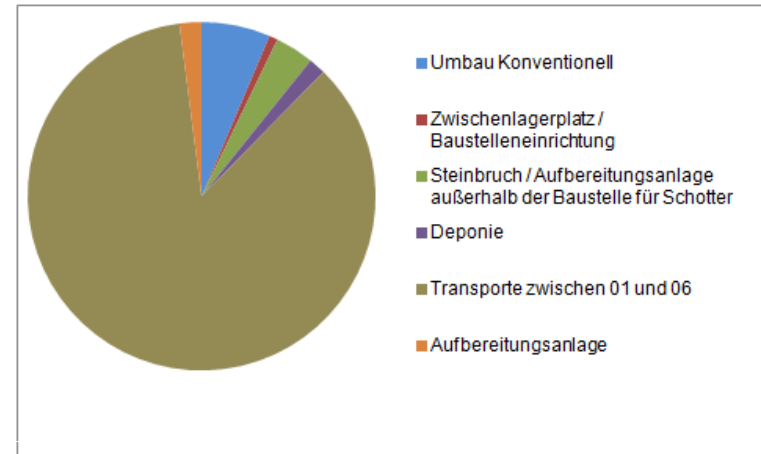
Schritt 2: Zusammenfassung - Beispiel Diesel

Gleislos

≈ 200.000 l Diesel

Gleisgebunden

≈ 160.000 l Diesel



Schritt 3: Wirkungsbilanz

Auswahl der umweltrelevanten Wirkungen zur Erfassung von Umweltverbrauch und Umweltbelastung

Wirkungskategorien

- ▶ Ressourcenverbrauch
- ▶ Naturraumbeanspruchung
- ▶ Treibhauseffekt
- ▶ Abbau der Ozonschicht
- ▶ Versauerung
- ▶ Eutrophierung
- ▶ Ökotoxizität
- ▶ Humantoxizität
- ▶ Photo- oder Sommersmog

Wirkungsindikatoren

- Primärenergie
- CO₂-Äquivalent CO₂Ä
- Stickstoffoxide
- Feinstaubbelastung, Lärm

Schritt 3: Wirkungsbilanz

Zusammenstellung der ermittelten Verbräuche / Emissionen
(Wirkungsindikatoren)

Wirkungsindikatoren	Verbrauch / Emission für			5000 m	Einheit
	gleisgebunden	konventionell	Baustraße		
Primärenergiebedarf	5.867.724	7.087.188	1.457.231	MJ	
CO ₂ -Äquivalent, CO _{2,Ä}	513.838	620.627	127.610	kg CO _{2,Ä}	
Feinstaub PM10	87.381	85.853	15.280	g PM10	
Stickstoffoxide	3.941.368	4.464.945	889.398	g NOx	
Lärm erster Ansatz für gefahrene LKW-Kilometer	291.681	403.375	105.000	km	

Schritt 3: Wirkungsbilanz

Berechnung Ökofaktor

Wirkungskategorie	Wirkungsindikator	Öko-Faktor		
		Bis 2020	Bis 2050	UBP / Einheit
Energetische Ressourcen	Primärenergiebedarf	0,09	0,24	UBP/MJ
Treibhauseffekt	CO ₂ -Äquivalent, CO _{2,Ä}	1,67	240,5	UBP/kg CO _{2,Ä}
Humantoxizität	Feinstaub PM10	7,5	23,8	UBP/g PM ₁₀
Versauerung	Stickstoffoxide	1,5	10,65	UBP/g NOx
Humantoxizität	Lärm	10	10	UBP/km

Schritt 3: Wirkungsbilanz

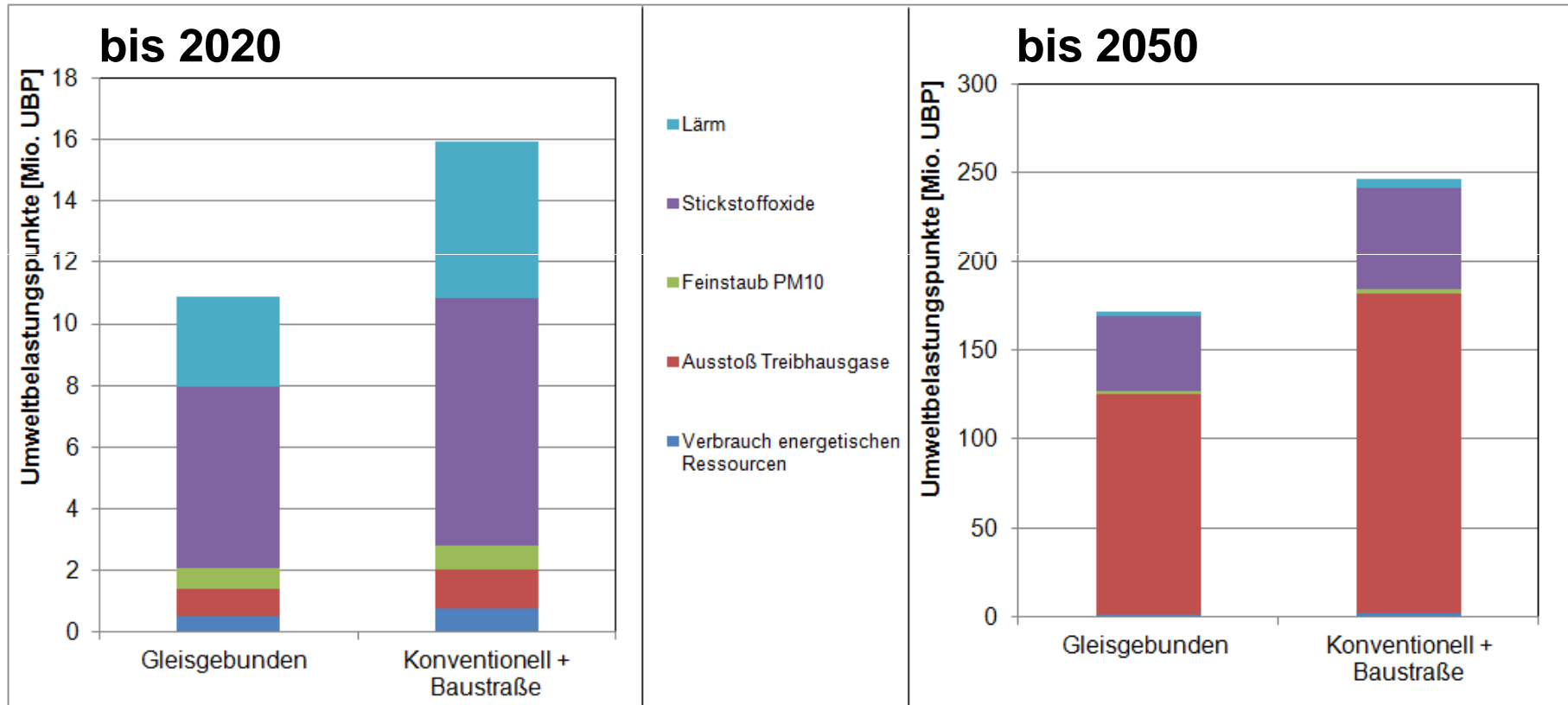
Weitere Eingangsgrößen wie

- ▶ Schienenersatzverkehr (Umleitungen Busse)
- ▶ Dauer der Baustelle
- ▶ Umleitung von Zügen
- ▶ Straßenverschmutzung / Säuberung
- ▶ Staubentwicklungen der Bauverfahren

noch nicht berücksichtigt.

Schritt 4: Auswertung

Zusammenstellung der für die einzelnen Wirkungskategorien ermittelten Umweltbelastungspunkte



- ▶ Einsatz von Ökobilanzen als Werkzeug zur Bewertung von Bauverfahren zur Sicherung von nachhaltigem Handeln
- ▶ Wiederverwendung der Altstoffe und der Reduzierung der Emissionen bei Maschinen und Fahrzeuge weisen vergleichbar hohen Stand auf
- ▶ Unter Berücksichtigung baustellenspezifischer Randbedingungen ist gleisgebundene Umbau bei längeren Umbaustrecken ca. um 20 - 30 % ökologischer
- ▶ Ständige Anpassung der Eingangsparameter entsprechend der neuen Anforderungen und Emissionsgrenzwerte der Motoren
- ▶ Ökologische Kriterien bei Vergabe von Baumaßnahmen im Eisenbahnbau mit einbeziehen

Bewertungsmatrix zur Vergabe

Wichtung: Preis 85%, Terminplanung 10%, Eigenfertigungstiefe 5%				
Angebotsqualität	Terminplanung 1) und 3)	Logistik 1)	Eigenfertigungstiefe 2)	Umwelt 1)
	> 100%	Punktwert 5 Anforderungen Punktwert 1 bis 4 + zusätzlich		
+ Meilenstein: Übergabe vollständige Bestandsunterlagen und vollständige TSI-Unterlagen + Zusätzliches Zeit-Wege-Diagramm (4-stündige Zeitskala) je Bauphase mit mindestens folgenden Gewerken: - Entwässerung - Kabelkanal - Untergrundörttigung - Oberbau - Darstellung Sperrpauzen nach Angabe AG		- nicht wertungsrelevant -	Eigenfertigungstiefe Bieter/BIEGE mind. 90 %	- nicht wertungsrelevant -
Punktwert 4 Anforderungen Punktwert 1 bis 3 + zusätzlich				
Erwartungshorizont + Angebotsqualität = 100%	Punktwert 3 Anforderungen Punktwert 1 bis 2 + zusätzlich			
	+ Technische Abnahmen durch AG (Dauer: 3 Tage) + Vortage aller gemäß Regelwerk zur IBN vorzulegenden Unterlagen (Zeitpunkt: 14 Tage vor IBN) + Übergabe Teilschlussrechnung (6 Wochen nach IBN) + Prüfzeiten (Dauer: 5 zusammenhängende Tage je Bauphase, die für den AG verfügbar sind)	- nicht wertungsrelevant -	Eigenfertigungstiefe Bieter/BIEGE mind. 80 %	- nicht wertungsrelevant -
< 100%	Punktwert 2 Anforderungen Punktwert 1 + zusätzlich			
	+ Signaltechnik-Begleitarbeiten + Kabelvergearbeiten + Baufeld Freimachung + Herstellung BE-Fläche + Neubau Signalfundamente	- nicht wertungsrelevant -	Eigenfertigungstiefe Bieter/BIEGE mind. 60 %	- nicht wertungsrelevant -
	Punktwert 1			
	+ Neubau Mittelverbau bzw. Schotterhaltung (in Sperrpauzen nach Angabe AG) + Rückbau Oberleitungsfundamente + Rückbau Oberbau + Rückbau Untergrund + Neubau Randweg und Kabelleibbau + Neubau Entwässerung + Neubau Untergrund + Neubau Oberbau + Inbetriebnahme	- nicht wertungsrelevant -	Eigenfertigungstiefe Bieter/BIEGE mind. 50 %	- nicht wertungsrelevant -

Umwelt
1)

- nicht wertungsrelevant -

1) Mit steigendem Punktwert werden umfangreichere und detailliertere Kriterien gefordert. Die jeweils vollständige Erfüllung ist für die Erreichung des zugeordneten Punktwerts erforderlich.

2) Die "Eigenfertigungstiefe Bieter/BIEGE" entspricht dem Anteil der Angebotssumme, der auf die Positionen entfällt, die vom Bieter bzw. den Mitgliedern der Bietergemeinschaft selbst oder durch Unternehmen an denen diese mehrheitlich beteiligt sind, erbracht werden. Das Angebot eine tabellarische Zusammenstellung der nach diesen Vorgaben in Eigenfertigung angebotenen Leistungen mit Angabe des ausführenden Unternehmens beizufügen (Merheitsbeteiligungen an Unternehmen sind gesondert zur Erläuterung der Nachweise zur Mehrheitsbeteiligung anzufordern. Werden die Nachweise auf Anforderung nicht fristgemäß vorgelegt oder sind diese nicht eindeutig, erfolgt keine Anerkennung der Leistung als Eigenleistung.

3) Nähere Erläuterungen zu den Anforderungen an die Einreichung des Angebotes unter Bezugnahme auf das Kriterium Terminplanung entnehmen Sie bitte der Anlage "Bewertungsmatrix Seite 2"

Leistungsstaffel

Projektname: Leistungsstaffel (CO₂-Performance Ladder)
Hans-Joachim Kaindl (069) 265 45 221



... ist ein Anreizsystem für Firmen zum ...

- ⇒ Erkennen der CO₂-Emissionen
- ⇒ Erlangen und Verteilen von Know how zum allgemeinen Fortschritt
- ⇒ Verringerung von CO₂-Emissionen

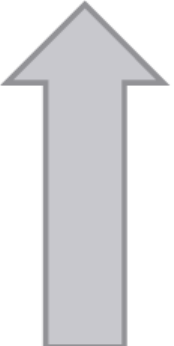
... ist ein Instrument zur Steigerung der Nachhaltigkeit bei Ausschreibungen

Ausschreibungen beschrieben. Je höher das Niveau, desto größer der Vorteil für Unternehmen.

Treffen der Arbeitsgruppe der IGU

5./6. September 2013

Bregenz

CO ₂ -Leistungszertifikats-Niveau	Gewinn-Vorteil
5	 ... %
4	
3	
2	
1	

Danke für die Aufmerksamkeit!