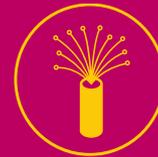


ABLEITUNG UND ANWENDUNG EINES NACHHALTIGKEITSBEWERTUNGS- SYSTEMS FÜR DEN BAU VON HOCHSPANNUNGSKABELANLAGEN IN URBANEN GEBIETEN

DR. FLORIAN AINHIRN

EnInnov 2024 | 16.02.2024



AGENDA



VORSTELLUNG - WIEN

Top 10 positions

City	Location		Rank	Index	Stability	Healthcare	Culture & environment	Education	Infrastructure
Vienna	Austria		1	98.4	100.0	100.0	93.5	100.0	100.0
Copenhagen	Denmark		2	98.0	100.0	95.8	95.4	100.0	100.0
Melbourne	Australia		3	97.7	95.0	100.0	95.8	100.0	100.0
Sydney	Australia		4	97.4	95.0	100.0	94.4	100.0	100.0
Vancouver	Canada		5	97.3	95.0	100.0	97.2	100.0	96.4
Zurich	Switzerland		6	97.1	95.0	100.0	96.3	100.0	96.4
Calgary	Canada		7	96.8	100.0	100.0	87.3	100.0	100.0
Geneva	Switzerland		7	96.8	95.0	100.0	94.9	100.0	96.4
Toronto	Canada		9	96.5	100.0	100.0	94.4	100.0	89.3
Osaka	Japan		10	96.0	100.0	100.0	86.8	100.0	96.4
Auckland	New Zealand		10	96.0	95.0	95.8	97.9	100.0	92.9

Source: EIU.

- ◆ 2023: Platz 1 der lebenswertesten Städte im Ranking "Global Liveability Index" der "Economist Intelligence Unit" (EIU)
- ◆ 2023: Platz 1 der lebenswertesten Städte in "Monocle's Quality of Life Survey 2023"
- ◆ 2022: Platz 1 im Ranking der global abgehaltenen, internationalen Kongressveranstaltungen durchgeführt von International Congress and Convention Association (ICCA)
- ◆ 2019: Platz 1 im „Smart City Strategy Index“ des weltweit agierenden Beratungsunternehmen Roland Berger
- ◆ 2019: Platz 1 der lebenswertesten Städte in der "Quality of Living" Studie von Mercer
- ◆ 2018: „Beste internationale Destination 2017“ im Ranking der größten LGBT-Reiseplattform GayTravel.com



Wien auf Platz 1 bei Anhold Ipsos City Brands Index



Economist 2023: Wien wieder lebenswerteste Stadt der Welt



Nummer 1 im Smart-City-Ranking

MOTIVATION – WIEN

Liste der größten Städte der Europäischen Union

Diese Liste zeigt die bezüglich ihrer Einwohnerzahl größten Städte der Europäischen Union.

Rang	Name	Einwohner	Fläche (km²)	Bevölkerungsdichte (Einw./km²)	Stand	Staat	Quelle
1	Berlin	3.770.800	892	4.227	31. Aug. 2023	Deutschland	AfS ^[1]
2	Madrid	3.332.035	607	5.489	1. Jan. 2023	Spanien	INE ^[2]
3	Rom	2.748.109	1.285	2.139	1. Jan. 2023	Italien	ISTAT ^[3]
4	Paris	2.139.907	105	20.380	1. Jan. 2022	Frankreich	INSEE ^[4]
5	Wien	2.002.821	415	4.777	1. Okt. 2023	Österreich	STAT ^[5]
6	Hamburg	1.905.519	755	2.524	30. Sep. 2023	Deutschland	STATN ^[6]
7	Warschau	1.861.644	517	3.601	30. Jun. 2023	Polen	GUS ^[7]
8	Bukarest	1.739.297	228	7.628	1. Jan. 2023	Rumänien	INS ^[8]
9	Budapest	1.671.004	525	3.251	1. Jan. 2023	Ungarn	KSH ^[9]
10	Barcelona	1.660.122	100	16.601	1. Jan. 2023	Spanien	INE ^[2]

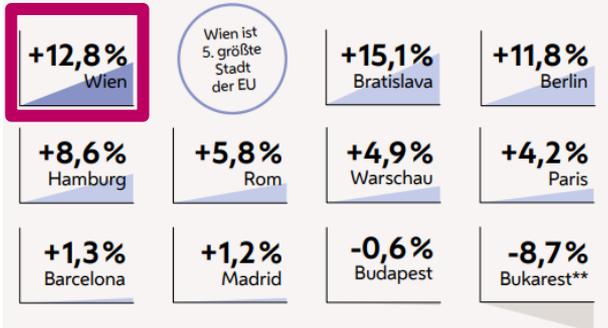
Quelle: Land Wien – Energiebericht 2023 der Stadt Wien

- Durchschnittsverbrauch pro Kopf **19.120 kWh** (AT Ø 34.936 kWh) [Wärme, Elektro, Verkehr]
- Treibhausgasemissionen pro Kopf **-30 %** (2005 - 2020)
- **Energieverbrauch** trotz Bevölkerungswachstum **leicht rückläufig**
- Energiemix **72 % fossile Energieträger**, 28 % erneuerbare Energieträger

Bevölkerungsveränderung in Städten der EU

2011–2021

In den vergangenen zehn Jahren ist Wien im Vergleich der zehn größten EU-Städte und Bratislava am zweitstärksten gewachsen.*



* Nachträgliche Revisionen lassen Wachstum in einigen Städten (darunter nicht Wien) größer erscheinen.
** Bukarest 2012–2022

Quelle: Land Wien Statistik – Wien in Zahlen 2023

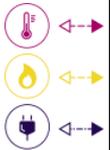
MOTIVATION – WEGE DER ENERGIE

46 Umspannwerke
9.951 Netzumspannerstationen
1,573 Mio. Stromzähler

613 Gasdruckregelstationen
608.000 Gaszähler

567 Gebietsumformerstationen
7.329 Schächte (Pr...

3.323 LWL-Verteilsc
984 LWL-Schächte



BETREUUNG

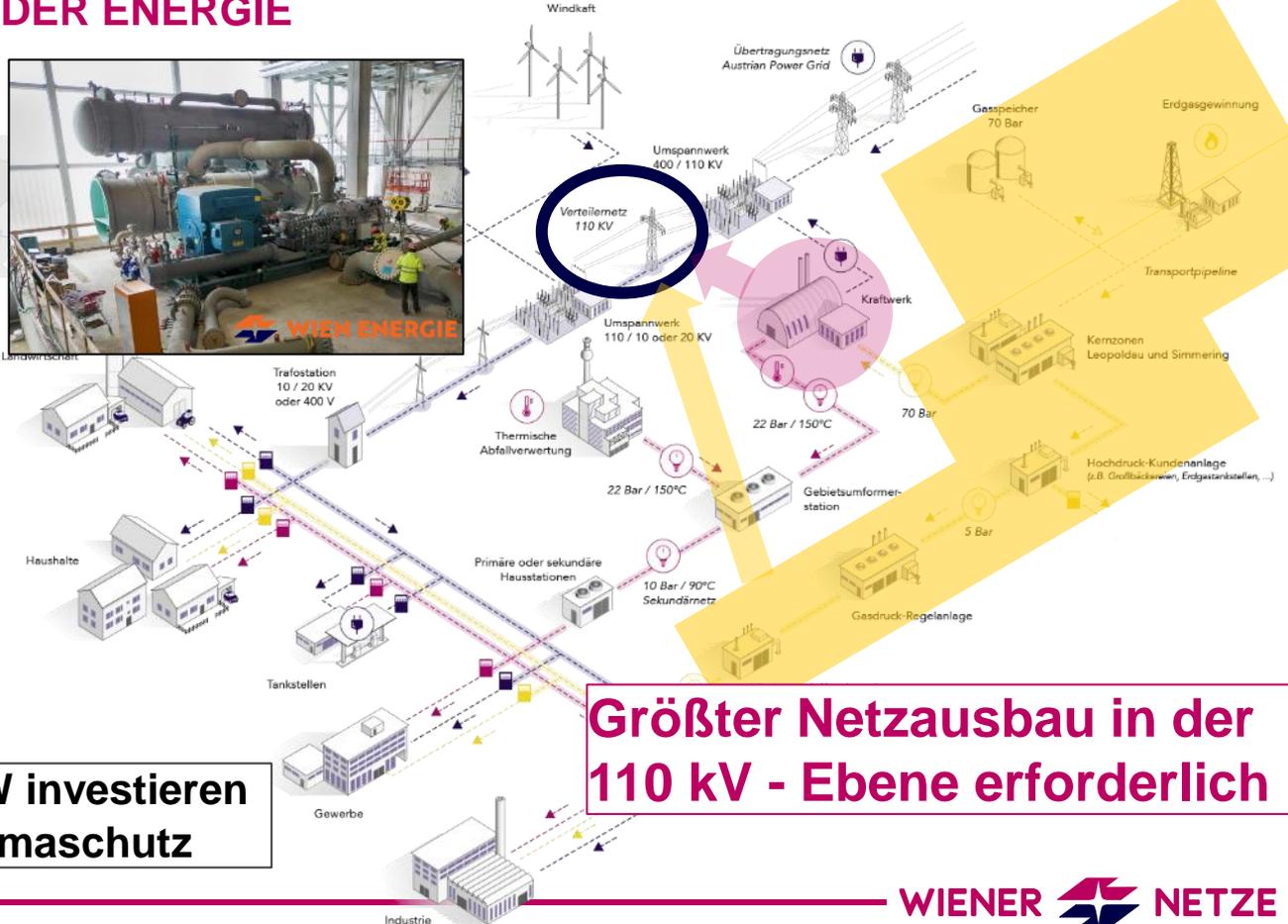


Raus aus Gas

Wiener Wärme und Kälte 2040



**2021 - 2025: WStW investieren
4.25 Mrd. in Klimaschutz**



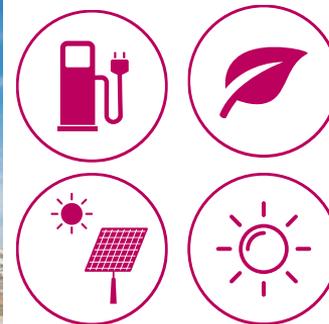
**Größter Netzausbau in der
110 kV - Ebene erforderlich**

APA-AUFTRAGS

NETZAUSBAU, ABER NACHHALTIG

- Reduktion der Netzverlust
- Effizienzsteigerung der Betriebsmittel
- Einsatz von rezyklierten Materialien
- Neues Werkstoffzentrum
- Anlagenbegrünung

Intensive Forschungsaktivität und Kooperationen mit Universitäten und Fachhochschulen!



WIENER  NETZE

NETZAUSBAU, ABER NACHHALTIG



Projekt NaKaBa – Nachhaltiger Kabelbau

- Bewertung und Maßnahmenableitung von Hochspannungskabelverbindungen in den Bereichen
 - Bau / Tiefbau
 - Transport und Logistik
 - Materialwissenschaften
- Definition und Bewertung von Nachhaltigkeitspotentialen





Diplomarbeit

Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau
Prozessanalyse und Ableitung von Nachhaltigkeitspotentialen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads
Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

Diploma Thesis

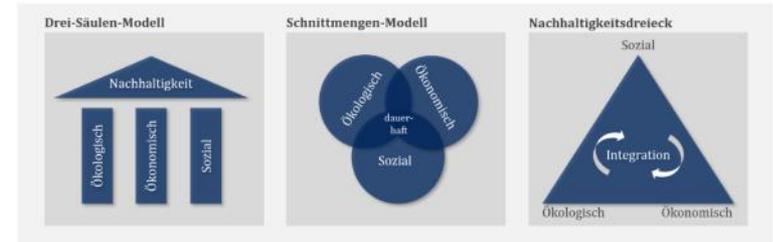
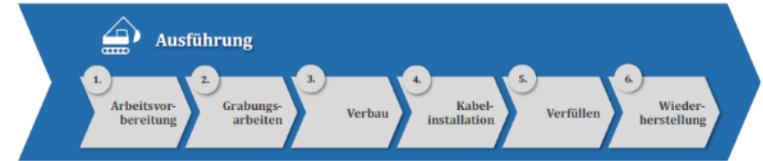
Sustainability in high voltage and extra high voltage cable construction
Process analysis and identification of sustainability potentials

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

METHODIK

AUSGANGSSITUATION

1. Welche Prozesse gibt es bei den Wiener Netzen im Bereich der Errichtung und Verlegung von Hochspannungskabelanlagen?
2. Welche Nachhaltigkeitspotentiale lassen sich im Bereich des Hoch- und Tiefbaus im Hinblick auf Hochspannungskabelanlagen in urbanen Gebieten definieren?
3. Wie erfolgt die Bewertung der Nachhaltigkeitspotentiale in Bezug auf ökonomische, ökologische und technische Aspekte?



METHODIK

BEWERTUNGSKRITERIEN

- Ökobilanz alleine unzureichend weil
 - keine ökonomischen oder sozialen Aspekte
 - große Unschärfe der Ökobilanz
 - fehlende Reproduzierbarkeit
- Besser → Zertifizierungssysteme
- Problem → Kein publiziertes Bewertungssystem für Nachhaltigkeit im Tiefbau → Kabelbau



- **Konzept:**
 - Zertifizierungssystemcharakter
 - Generalisierte Bewertung von Kabelbau und Installationsverfahren
 - Kriterienkatalog für individuelle Bewertung

System	Herausgeber	Systemvariante	Version
BREEAM	TÜV Süd	BREEAM AT Neubau 2019	1.1, 2022
LEED	U.S. Green Building Council	LEED v4.1 Building design and construction	v4.1, 2023
DGNB	DGNB	Kriterienkatalog Gebäude Neubau	2023
TQB	ÖGNB	Dienstleistungsgebäude	2018DL 1.0.1
klimaaktiv	klimaaktiv	Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung	2020
DGNB Baustelle	DGNB	Kriterienkatalog nachhaltige Baustelle	2020

BEWERTUNGSSYSTEM

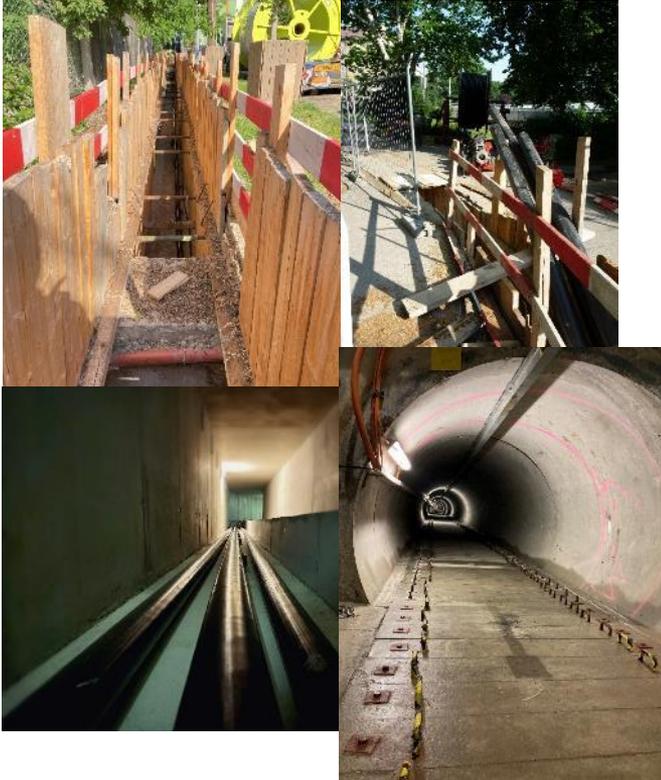
INSTALLATIONSVERFAHREN UND KABELBAUTECHNIK

Bauweise	Vorteile	Nachteile
Einziehen	+ Kontrolle des eingezogenen Kabels möglich + Nachträgliche Einbettung des Kabels in thermisch stabilisierendes Material möglich	- Beeinträchtigung der Anwohner und des Verkehrs über gesamte Abschnittslänge - Witterungsabhängig
Einschwemmen	+ Geringe Beeinträchtigung der Anwohner und des Verkehrs, durch frühzeitiges Verschließen der Künette + Weitestgehend Witterungsunabhängig	- Nachträgliches Verfüllen des Leerrohrs technisch schwierig
Einpflügen	+ Bauliche Maßnahmen und Verlegung des Kabels in einem Arbeitsschritt + Einbaugeschwindigkeit	- Im urbanen Raum ungeeignet



BEWERTUNGSSYSTEM

INSTALLATIONSVERFAHREN UND KABELBAUTECHNIK



Kriterium	Offene Bauweise	Tröge (verfüllt)	Geschlossene Bauweise	Tunnelbauwerke
<i>Ökologische Kriterien</i>				
Platzbedarf	1	1	2	1
Trassenführung	1	0	1	1
Materialeinsatz	1	1	2	0
Wartung und Reparaturen	0	0	0	2
Erneuerung	0	0	1	2
Rückbau	1	1	1	0
Bodenaustrocknung	0	1	1	2
Bewertung Ökologie	4	4	8	8
<i>Soziale Kriterien</i>				
Beeinträchtigung Personen	1	1	2	1
Sicherheit Arbeiter	1	1	2	1
Bewertung Sozial	2	2	4	2
<i>Ökonomische Kriterien</i>				
Investitionskosten	2	1	1	0
Einbaugeschwindigkeit	1	1	2	0
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	2	1	1	0
Bewertung Ökonomie	5	3	4	0
<i>Technische Kriterien</i>				
Planungsaufwand	1	1	1	0
Geräteinsatz	2	1	1	0
Fachliche Expertise	2	2	1	0
Schutz des Kabels	1	1	1	2
Technische Bewertung	6	5	4	2
Gesamtbewertung	17	14	20	12

Bewertungsschema

Positiv 2 Punkte

Neutral 1 Punkt

Negativ 0 Punkte

BEWERTUNGSSYSTEM NACHHALTIGKEITSPOTENTIALE

- In Summe 25 Nachhaltigkeitspotentiale abgeleitet
- In drei Dimensionen
 - Ökologische Tragfähigkeit
 - Wirtschaftliche Effizienz
 - Soziale Gerechtigkeit
- 80 % ökologische Ziele
- ~50 % ökonomische und ~50 % soziale Ziele



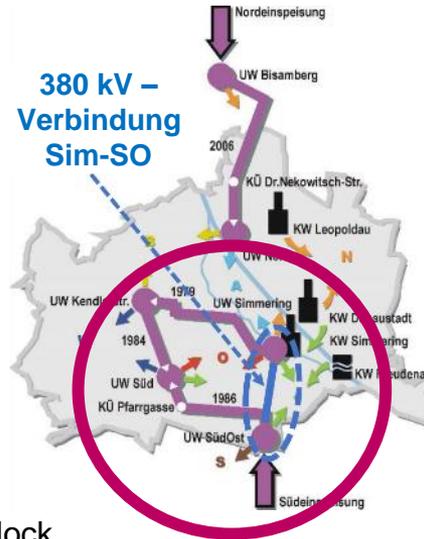
Nummer	Nachhaltigkeitspotential	Maßnahmenart	SDGs
NP 01	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie	Organisation	Übergreifend
NP 02	Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten		Übergreifend
NP 03	Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit		9
NP 04	Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit		4, 12
NP 05	Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele		Übergreifend
NP 06	Lebenszyklusorientierte Planung	Planung	3, 12, 13, 15
NP 07	Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus		8
NP 08	Auswahl des Bauverfahrens		Übergreifend
NP 09	Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe	Ausschreibung und Vergabe	12
NP 10	Optimierte Baustellenkoordination	Baustellenorganisation	3, 12, 13
NP 11	Effizientere Baustellenlogistik		3, 12, 13
NP 12	Verwendung von umweltfreundlichen Materialien	Bauprodukte	3, 12, 13
NP 13	Verwendung von fair produzierten Materialien		8, 12
NP 14	Effizienter Einsatz von Material	Abfälle	12, 13
NP 15	Einsatz von recycelten Baustoffen		12, 13
NP 16	Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien		12, 13
NP 17	Richtiger Umgang mit Bauabfällen		12, 13
NP 18	Minimierung der Umweltauswirkungen		12, 13, 15
NP 19	Ressourcenschonender Einsatz von Wasser	Ressourcen und Umwelt	6, 13
NP 20	Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle		7,13
NP 21	Einsatz energieeffizienter Baugeräte und Baumaschinen		7, 13
NP 22	Konzept für anwohnerInnenfreundliches Bauen	AnwohnerInnen-schutz	3
NP 23	Öffentlichkeitsarbeit		12, 17
NP 24	Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle	Baustellenpersonal	3, 8
NP 25	Dokumentation	Dokumentation	12, 17

ANWENDUNGSBEISPIEL

380 KV KABELINSTALLATION

Systemdaten:

- 380 kV – Kabelsystem
- 4,5 km Systemlänge
- 2500 mm² Cu, Mil
- Übertragungskapazität 1000 MW
- Verlegung im thermisch stabilisierten Betonblock
- Offene Bauweise
- Installation durch Kabelzug
- Installationszeitraum Oktober 2021 – November 2023



**Erster
380 kV – Ring
Österreichs**



ANWENDUNGSBEISPIEL

BEWERTUNG

Gx...Gewichtungsfaktor

Px...Punkte

i...Installation

v...Bauverfahren

NP...Nachhaltigkeitspotentiale

Installation: **10 Pkt.**

- Einziehen da
 - Einpflügen nicht möglich → Limitation Einbauten
 - Einschwemmen nicht möglich → Limitation Bauunternehmen

$$BI_Nachhaltigkeitsscore(G_i, G_v, G_{NP}) = G_i \cdot \frac{P_i}{P_{i,max}} + G_v \cdot \frac{P_v}{P_{v,max}} + G_{NP} \cdot \frac{P_{NP}}{P_{NP,max}}$$

$$BI_{Eql-Sus} \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{5}{10} + \frac{1}{3} \cdot \frac{17}{20} + \frac{1}{3} \cdot \frac{21}{50} = 0.59$$

Bauverfahren: **20 Pkt.**

- Offene Bauweise da
 - Tunnel nicht wirtschaftlich

$$BI_{v-contr-Sus} \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{4} \cdot \frac{5}{10} + \frac{1}{2} \cdot \frac{17}{20} + \frac{1}{4} \cdot \frac{21}{50} = 0.66$$

Potentialbewertung: **50 Pkt.**

- 28 % der Potentiale bereits umgesetzt
- 28 % im Ansatz umgesetzt
- 44 % nicht umgesetzt

$$BI_{123-Sus} \left(\frac{1}{6}, \frac{2}{6}, \frac{3}{6} \right) = \frac{1}{6} \cdot \frac{5}{10} + \frac{2}{6} \cdot \frac{17}{20} + \frac{3}{6} \cdot \frac{21}{50} = 0.58$$

ANWENDUNGSBEISPIEL

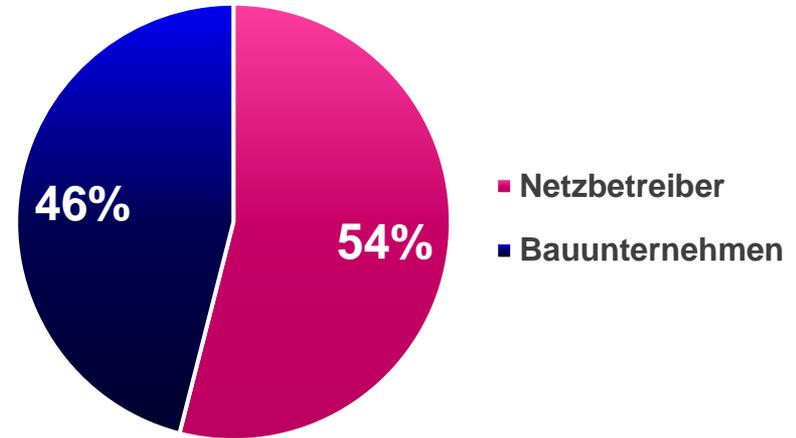
ERKENNTNISSE

Bewertungssystem:

- Sehr gut auf den Hochspannungskabelbau anwendbar (speziell die Nachhaltigkeitspotentiale)
- Durch Zertifizierungssystemcharakter reproduzierbar und transparent
- Gewichtungsteuerung durch drei Kategorien möglich
- Schwächen bei Bewertung der Installations- und Bauverfahren

Kooperation:

- Nachhaltigkeit ist eine Gemeinschaftsleistung in enger Kooperation mit den Bauunternehmen
- Entsprechende Berücksichtigung muss in Leistungsvereinbarung verankert werden
- Erhöhung der Nachhaltigkeit im Baubereich durch bspw. Anreizsysteme



Verteilung Nachhaltigkeitspotentiale nach Verantwortlichkeit

Integrationsmaßnahmen:

- Einarbeitung gemäß § 20, Abs. 5 des BVergG 2018
- Aktionsplan nachhaltige öffentliche Beschaffung
- Abstimmung mit Baubook ÖkoBauKriterien11

ABLEITUNG UND ANWENDUNG EINES NACHHALTIGKEITSBEWERTUNGSSYSTEMS FÜR DEN BAU VON HOCHSPANNUNGSKABELANLAGEN IN URBANEN GEBIETEN

Dr. Florian Ainhirn | Experte Hochspannungskabeltechnologie

florian.ainhirn@wienernetze.at

EnInnov 2024 | 16.02.2024

