

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

von

Alicia Kristiana Ogrysek

Matr.Nr.: 12021338

und

Lea Sabine Woop

Matr.Nr.: 12045120

Betreuung: Univ. Prof. Dr.-Ing. **Frank Lulei**
Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ techn. **Jacqueline Raab**
Dipl.-Ing. **Maximilian Weigert**
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/E235, 1040 Wien, Österreich

Wien, im September 2023

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle herzlich bei allen Personen bedanken, die uns während unserer Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben.

Insbesondere möchten wir uns bei unserer Betreuerin Dipl.-Ing.in Dr.in techn. Jacqueline Raab und unserem Betreuer Dipl.-Ing. Maximilian Weigert bedanken, die uns stets mit Rat und Tat unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt auch der Wiener Netze GmbH, vor allem unseren Ansprechpartnern Dr. techn. Florian Ainhirn und Ing. Michael Klein, die uns die Möglichkeit gegeben haben, alle relevanten Prozesse des Kabelbaus vor Ort auf der Baustelle zu besichtigen. Ihre Zeit für die geführten Interviews und die konstruktiven Besprechungen haben einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg unserer Arbeit geleistet.

Ein weiterer großer Dank gilt unseren Familien, Freunden und Partnern, die uns motiviert und unterstützt haben. Ihr Verständnis und ihre Unterstützung haben uns in den intensiven Phasen der Arbeit viel bedeutet.

Ohne das Engagement und die Hilfe all dieser Menschen wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Vielen Dank für Ihre/eure Unterstützung!

"Der Bau ist ein schöpferischer Akt mit nachhaltigem Einfluss auf das Leben und die Umwelt."

- Antoni Gaudí

Kurzfassung

Globale Ziele wie die Agenda 2030, die Nachhaltigkeit durch die 17 Sustainable Development Goals (SDGs) konkretisiert, und nationale Bestrebungen, wie das Vorhaben Österreichs, bis 2040 „klimaneutral“ zu sein, betonen die Dringlichkeit von nachhaltigem Handeln zur Erreichung dieser festgelegten Ziele.

Die politisch festgelegten Klimaziele fordern unter anderem eine verstärkte Integration erneuerbarer Energien und den damit einhergehenden Ausbau der Energienetze, wobei Hoch- und Höchstspannungskabel laut Wiener Netze GmbH zunehmend als bevorzugte Übertragungstechnologie gelten.

Die Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln im urbanen Raum bedeutet erhebliche Eingriffe in die Umwelt, weshalb es unerlässlich ist, Nachhaltigkeit in diesen Prozess einzubeziehen. Ziel der Diplomarbeit ist es Nachhaltigkeitspotentiale (NP) für den Bau und die Installation von Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Gebiet aufzuzeigen.

Aktuell beziehen sich Zertifizierungen im Bauwesen hauptsächlich auf den Hochbau und lassen sich nicht direkt auf den Tiefbau bzw. Kabelbau im urbanen Raum anwenden. Als Ergebnis der Arbeit werden Nachhaltigkeitspotentiale aus den Kriterien der gängigen Zertifizierungssystemen wie BREEAM, LEED, DGNB, TQB und klimaaktiv beschrieben und auf den Kabelbau abgeleitet.

Im Zuge des Forschungsprojekts „Nachhaltiger Kabelbau“ (NaKaBa) der Wiener Netze GmbH in Kooperation mit dem Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft TU Wien wurden als Ergebnis dieser Arbeit 25 Potentiale aufgezeigt, welche die Nachhaltigkeit im Kabelbau im urbanen Raum in Zukunft maßgeblich verbessern können.

Anhand eines Referenzprojekts der Wiener Netze GmbH wird die Umsetzung der aufgezeigten Potentiale analysiert und beschrieben. Das Ergebnis der Analyse umfasst einen Status zur Nachhaltigkeit des aktuellen Referenzprojekts. Die Analyse dient als Grundlage zur Formulierung von Handlungsempfehlungen, um Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau voranzutreiben. Außerdem wird ein Prozess zur Implementierung aufgezeigt.

Schlagnworte: Nachhaltigkeit, Zertifizierungssysteme, Energieversorgung, Erdkabel, Kabelbautechnik, urbaner Raum

Abstract

Global goals such as the 2030 Agenda, which details sustainability through the 17 Sustainable Development Goals (SDGs), and national efforts such as Austria's plan to be “climate-neutral” by 2040, emphasize the urgency of sustainable action to achieve these defined sustainability goals.

The politically defined climate targets call for the increased integration of renewable energies and the associated expansion of energy networks, with high-voltage and extra-high-voltage cables increasingly being regarded as the preferred transmission technology, according to Wiener Netze GmbH.

The installation of high-voltage and extra-high voltage cables in urban areas entails a considerable impact on the environment, which is why it is essential to integrate sustainability into this process. The aim of this thesis is to identify sustainability measures for the construction and installation of high and extra high voltage cable connections in urban areas.

Currently, certifications in the construction industry mainly refer to high-rise construction and cannot be directly applied to underground construction or cable construction in urban areas. As a result of the work, sustainability measures from the criteria of the current certification systems such as BREEAM, LEED, DGNB, TQB and klimaaktiv are described and derived for cable construction.

In the course of the research project "Nachhaltiger Kabelbau" (NaKaBa) of the Wiener Netze GmbH in cooperation with the Institute for Construction Management and Construction Economics TU Vienna, 25 measures were identified as a result of this work, which can significantly improve the sustainability of cable construction in urban areas in the future.

On the basis of a reference project of Wiener Netze GmbH, the implementation of the measures is analyzed and outlined. The result of the analysis includes the status quo of the sustainability of the reference project. It serves as a basis for the formulation of recommendations for action to promote sustainability in the construction of high-voltage and extra-high-voltage cables. Lastly, a potential process for implementation is shown.

Keywords: Sustainability, certification systems, energy supply, underground cables, cable construction technology, urban space.

Abkürzungsverzeichnis

AUVA	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
BMF	Bundesministerium für Finanzen
BMI	Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (Deutschland)
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BML	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
BVerG	Bundesvergabegesetz
BMBWF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
IBO	Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie
naBe	Aktionsplan nachhaltige öffentliche Beschaffung
NP	Nachhaltigkeitspotential
ÖAKR	Österreichischer Arbeitskreis Kunststoffrohr-Recycling
ÖBV	Österreichische Bautechnik Vereinigung
ÖGNB	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
SDG	Sustainable Development Goals
UBA	Umweltbundesamt (Deutschland)
USGBC	U.S. Green Building Council

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Kurzfassung	II
Abstract	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	2
1.2 Motivation	3
1.3 Ziel der Arbeit und Forschungsfragen	3
1.4 Forschungsmethodik	4
1.5 Forschungsabgrenzung	7
1.6 Aufbau der Arbeit	8
2 Nachhaltigkeit	10
2.1 Dimensionen der Nachhaltigkeit	10
2.2 Politische Entwicklung hinsichtlich Nachhaltigkeit	11
2.3 Nachhaltigkeit im Bauwesen anhand von Zertifizierungssystemen	14
3 Verteilung von elektrischem Strom	20
3.1 Spannungsebenen	20
3.1.1 Höchstspannung	21
3.1.2 Hochspannung	22
3.1.3 Mittelspannung	22
3.1.4 Niederspannung	22
3.1.5 Spannungsebenen im urbanen Gebiet	22
3.2 Erdkabelsysteme	23
3.2.1 Erdkabel	24
3.2.2 Garnituren	25
3.3 Energieversorgung	27
4 Kabelbautechnik	28
4.1 Bauverfahren	28
4.1.1 Offene Bauweise	28
4.1.2 Geschlossene Bauweise	33
4.1.3 Tröge	36
4.1.4 Tunnelbauwerke	39
4.1.5 Zusammenfassung Bauverfahren	42
4.2 Installationsverfahren	43

4.2.1 Kabelzug.....	43
4.2.2 Einschwenmen.....	43
4.2.3 Einpflügen.....	44
4.2.4 Vergleich Installationsverfahren.....	45
5 Analyse des Status quo	47
5.1 Planung Wiener Netze GmbH.....	48
5.2 Ausschreibung und Vergabe.....	49
5.3 Ausführung.....	50
5.4 Dokumentation.....	55
5.5 Zusammenfassung Analyse des Status quo.....	55
6 Nachhaltigkeitspotentiale	57
6.1 Organisatorisch.....	61
6.2 Planung.....	66
6.3 Ausschreibung und Vergabe.....	74
6.4 Ausführung.....	79
6.4.1 Baustellenorganisation.....	79
6.4.2 Baustoffe.....	82
6.4.3 Bauabfälle.....	87
6.4.4 Ressourcen und Umwelt.....	93
6.4.5 Anwohner_innen.....	98
6.4.6 Baustellenpersonal.....	100
6.5 Dokumentation.....	101
6.6 Fazit zu den Nachhaltigkeitspotentialen.....	102
7 Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale anhand eines Projekts der Wiener Netze GmbH.....	114
7.1 Überblick Status Nachhaltigkeit Wiener Netze GmbH.....	116
7.1.1 In Anwendung.....	117
7.1.2 Im Ansatz erkennbar.....	122
7.1.3 Anwendung ausstehend.....	127
7.2 Handlungsempfehlung.....	134
8 Conclusio.....	138
8.1 Beantwortung der Forschungsfragen.....	138
8.2 Ausblick.....	144
Abbildungsverzeichnis	A
Tabellenverzeichnis	C
Literaturverzeichnis.....	D
Anhang.....	I
Eidesstattliche Erklärung	J

1 Einleitung

In Wissenschaft, Politik und Wirtschaft besteht ein weitgehender Konsens über die Relevanz von Nachhaltigkeit. Angesichts globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Verlust der biologischen Vielfalt und Erschöpfung natürlicher Ressourcen wird es als erforderlich angesehen, das Wirtschafts- und Gesellschaftssystem in jeder Hinsicht nachhaltiger zu gestalten. (Vereinte Nationen, 2015)

Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Kontext, ein Gleichgewicht zwischen ökologischer Integrität, wirtschaftlichem Wachstum und sozialer Gerechtigkeit herzustellen. Dabei ist das Ziel, die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation zu stillen, ohne die Bedürfnisse zukünftiger Generationen zu beeinträchtigen. (Kropp, 2019, S. 11 ff.)

Auf globaler Ebene wurden bereits verschiedene Maßnahmen angestrebt, um Nachhaltigkeit zu fördern. Ein bekanntes Beispiel dafür sind die Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen, die eine universelle Agenda für nachhaltige Entwicklung bis 2030 darstellen (Vereinte Nationen, 2015). Darüber hinaus hat das Pariser Abkommen von 2015 das Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen (BMF, 2023a). Beide Initiativen verdeutlichen die globalen Bemühungen zur Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen.

Nachhaltigkeit gewinnt in diesem Kontext auch in der Baubranche an Bedeutung, da sie alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes, von der Planung bis hin zum Rückbau, beeinflusst. Das Konzept des nachhaltigen Bauens berücksichtigt nicht nur technische Aspekte wie Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Ressourcen, sondern auch soziale und wirtschaftliche Komponenten (BMI, 2019).

Unternehmen, die sich frühzeitig positionieren und Nachhaltigkeitspotentiale (NP) umsetzen, können von Kosteneinsparungen, verbessertem Unternehmensimage und erhöhter Wettbewerbsfähigkeit profitieren. Der Aufbau von Kompetenzen im Bereich der Nachhaltigkeit stellt zusätzlich sicher, dass auf mögliche gesetzliche Anforderungen effektiv reagiert werden kann (DGNB, 2023c, S. 553 ff.).

Ein Beispiel für bauliche Tätigkeiten, in denen die Ermittlung von Nachhaltigkeitspotentialen an Bedeutung gewinnt, sind Maßnahmen des innerstädtischen Kabelbaus zur Stromversorgung. Angesichts des wachsenden Bedarfs an Erweiterung der Energieinfrastruktur, insbesondere in urbanen Gebieten, nimmt die Notwendigkeit zur Verlegung neuer Hoch- und Höchstspannungskabeln zu (Wiener Netze, 2018, S. 24).

Die vorliegende Diplomarbeit zielt darauf ab, einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs über Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau zu liefern und praxis-relevante Handlungsempfehlungen abzuleiten.

1.1 Aufgabenstellung

Die Erstellung der Diplomarbeit wurde durch die Wiener Netze GmbH angefragt. Die Wiener Netze GmbH betreiben das größte integrierte und zusammenhängende Energie- und Kommunikationsnetz Österreichs. Sie ist verantwortlich für die Energieversorgung der österreichischen Hauptstadt Wien und deren Umgebung. Der Fokus liegt auf Strom, Gas, Fernwärme und Telekommunikation und der Kombinetzbetreiber sorgt mit seinem rund 28.500 km langem Netz für die zentrale Infrastruktur für über zwei Millionen Menschen. (Wiener Netze, 2023b)

Zum weiteren Ausbau der nachhaltigen Unternehmenspraxis haben die Wiener Netze GmbH das Projekt "NaKaBa – Nachhaltiger Kabelbau" initiiert. Das Projekt, das von Dipl. Ing. Dr. techn. Florian Ainhirn geleitet wird, fokussiert sich auf die Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau.

Innerhalb des gesamten Projektes werden drei Bereiche mit besonderem Fokus betrachtet: der Bau bzw. Tiefbau, die Transportwirtschaft und Logistik sowie die Kabelproduktion und Entsorgung. Die Untersuchung dieser Bereiche erfolgt in drei Schritten:

1. Vorstudie: In diesem Schritt werden die aktuellen Prozesse und Methodiken analysiert und mögliche Nachhaltigkeitspotentiale in den jeweiligen Bereichen identifiziert.
2. Evaluierung: Die identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale werden anhand von ökologischen, technischen und ökonomischen Aspekten analysiert und bewertet.
3. Synthese: In der finalen Phase werden die gewonnenen Erkenntnisse zu konkreten Integrationsplänen formuliert und in die Geschäftsprozesse der Wiener Netze GmbH integriert.

Die vorliegende Diplomarbeit ist Teil des Gesamtprojekts und hat die Aufgabenstellung, den Bereich des Baus bzw. Tiefbaus zu betrachten. Dazu werden zunächst die bestehenden Prozesse anhand eines innerstädtischen Referenzprojektes in einer Analyse des Status Quo dargestellt, darauf aufbauend werden Nachhaltigkeitspotentiale für den Hoch- und Höchstspannungskabelbau abgeleitet und abschließend bewertet.

Grundsätzlich werden die von der Wiener Netze GmbH festgelegten Schritte zur Untersuchung dieses Teilbereichs angewandt. Es ist jedoch zu beachten, dass im Rahmen des Schrittes der Synthese lediglich Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Die Implementierung dieser Empfehlungen muss betriebsintern durch die Wiener Netze GmbH erfolgen. Die detaillierten Forschungsfragen werden in Kapitel 1.3 erläutert. In Kapitel 1.4 wird die Forschungsmethodik detailliert beschrieben und in Kapitel 1.5 erfolgt die Abgrenzung der vorliegenden Arbeit von weiteren möglichen Fragestellungen in diesem Kontext.

1.2 Motivation

Die Motivation für die Anfertigung der vorliegenden Diplomarbeit lässt sich in drei zentrale Aspekte einteilen:

Zunächst besteht die Absicht, das Verständnis über Nachhaltigkeit im Kontext des Kabelbaus zu vertiefen. Im Tiefbau, insbesondere im Bereich des Kabelbaus, ist die Einbindung von Nachhaltigkeitsprinzipien verglichen mit dem Hochbau, noch in einer anfänglichen Entwicklungsstufe. Dies verdeutlicht den Handlungsbedarf, nachhaltige Praktiken im Kabelbau zu erforschen und so voranzutreiben.

Durch die Durchführung einer umfassenden Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeitspotentiale im Bereich Bau und Tiefbau werden konkrete Handlungsempfehlungen formuliert, die anschließend in die Geschäftsprozesse der Wiener Netze GmbH integriert werden können. Auf diese Weise leistet die Arbeit einen Beitrag zur Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen in einem konkreten, praxisorientierten Kontext und kann zu einem unmittelbaren Beitrag zum Bestreben der Wiener Netze GmbH nach zunehmender Nachhaltigkeit führen.

Abschließend ist die Arbeit auch von der Notwendigkeit motiviert, nachhaltigere Praktiken in einem breiteren gesellschaftlichen Kontext zu fördern. Angesichts der globalen Nachhaltigkeitsziele wird die Arbeit dazu beitragen, Wege zur Umsetzung nachhaltigerer Praktiken aufzuzeigen und damit einen Beitrag zur globalen Nachhaltigkeitsagenda zu leisten.

1.3 Ziel der Arbeit und Forschungsfragen

Im Rahmen der Diplomarbeit wird das übergeordnete Ziel verfolgt, die Nachhaltigkeitspotentiale im Kontext des Kabelbaus zu untersuchen, speziell im Bereich der Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Gebiet. Die drei Forschungsfragen, die nachfolgend dargestellt und erläutert werden, fassen die zentralen Erkenntnisziele der Arbeit zusammen.

Forschungsfrage 1: *Wie laufen bestehende Prozesse der Wiener Netze GmbH im Bereich Bau- und Installation von Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen ab?*

Die erste Forschungsfrage erfordert eine genaue Darstellung der bestehenden Prozesse der Wiener Netze GmbH im Bereich Bau und Installation von Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen. Ein detailliertes Verständnis der Prozesse ist die Grundlage für die Einordnung des Status Quo und die anschließende Identifizierung von Nachhaltigkeitspotentialen. Die Untersuchung umfasst sowohl den prozessualen Ablauf der Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Raum als auch die organisatorischen und technischen Aspekte.

Forschungsfrage 2: *Welche Nachhaltigkeitspotentiale können im Bereich Bau bzw. Tiefbau in Bezug auf Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Gebiet definiert werden?*

Für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage ist die Identifizierung und Definition von Nachhaltigkeitspotentialen im Bereich der Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen von zentraler Bedeutung. Hierbei steht die Frage im Mittelpunkt, welche Aspekte des Kabelbaus besonderes Potential für Nachhaltigkeitsverbesserungen aufweisen. Die Potentiale werden anhand von etablierten Zertifizierungen im Hochbau abgeleitet.

Forschungsfrage 3: *Wie erfolgt die Bewertung von Nachhaltigkeitspotentialen in Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte?*

Die dritte Forschungsfrage befasst sich mit der qualitativen Bewertung der identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale. Insbesondere wird dabei die Bewertung im Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte betrachtet. Es wird analysiert, wie sich die Verbesserungspotentiale in den einzelnen Dimensionen der Nachhaltigkeit darstellen und wie sie in den Kontext der Gesamtorganisation integriert werden können.

Zusammenfassend bilden die Forschungsfragen das Fundament dafür, ein fundiertes Verständnis der bestehenden Prozesse im Hinblick auf Nachhaltigkeit bei der Wiener Netze GmbH zu bilden, relevante Potentiale für den Kabelbau abzuleiten und damit konkrete Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit aufzuzeigen.

1.4 Forschungsmethodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen kommen unterschiedliche Forschungsmethoden zum Einsatz. In Abbildung 1-1 ist das methodische Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfragen dargestellt.

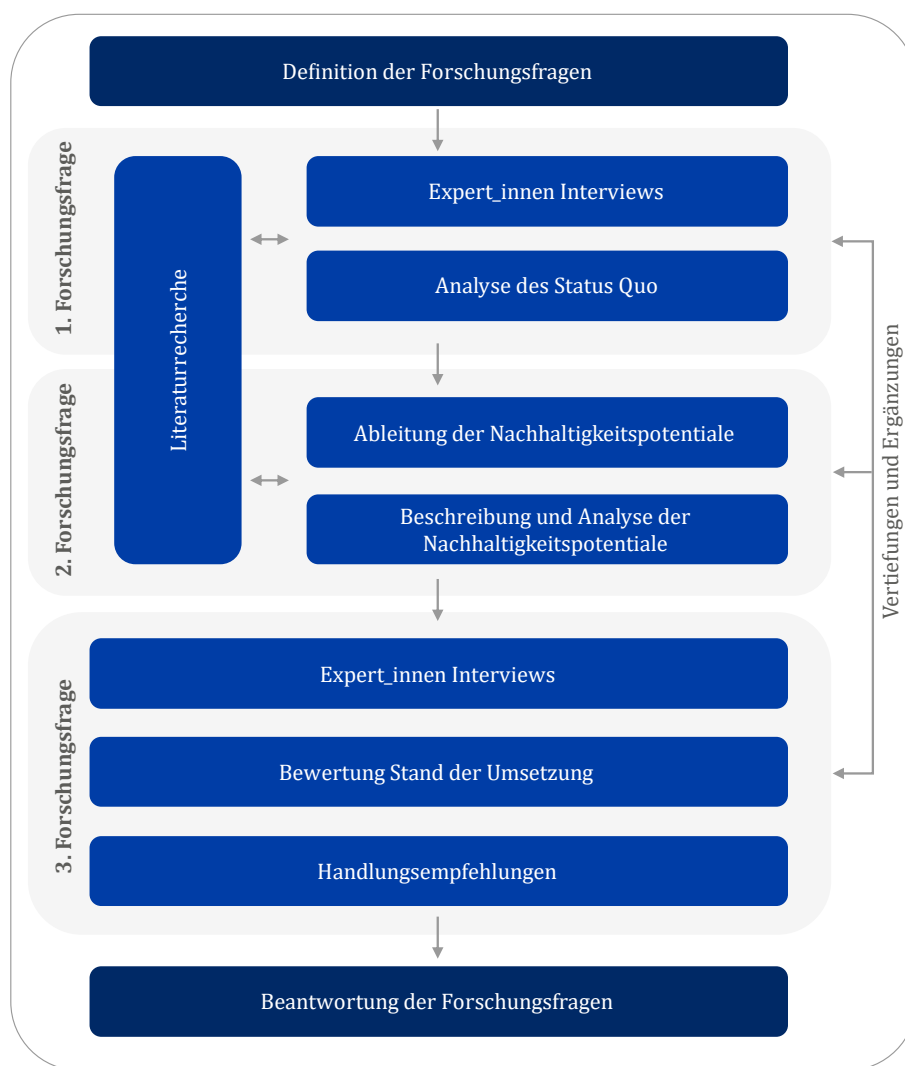


Abbildung 1-1: Methodisches Vorgehen bei der Beantwortung der Forschungsfragen

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage, die sich mit den bestehenden Prozessen des Baus und der Installation von Hoch- und Höchstspannungskabeln bei der Wiener Netze GmbH befasst, wird die Durchführung von Experteninterviews¹, als qualitative Forschungsmethode, begleitet von einer umfassenden Literaturrecherche gewählt.

Der Ablauf der Experteninterviews ist wie folgt strukturiert:

1. Erstellung des Leitfadens: Basierend auf einer Literaturrecherche wird ein Leitfaden für die Interviews erstellt. Dieser dient als roter Faden während der Interviews und ermöglicht eine zielgerichtete und strukturierte Befragung der Experten.
2. Kontaktaufnahme mit den Experten: Für die Interviews werden Experten ausgewählt, die tiefgreifendes Wissen über die relevanten Prozesse besitzen. Von der Wiener Netzen GmbH werden Dipl.-Ing. Dr. techn. Florian Ainhirn und Ing. Michael

¹ Da alle interviewten Experten dem männlichen Geschlecht angehören, wird in der gesamten Arbeit bei eindeutiger Zuordnung auf die Doppelnennung verzichtet und die maskuline Form verwendet.

Klein befragt. Von Seiten des ausführenden Bauunternehmens, die bereits mehrere Projekte mit der Wiener Netze GmbH durchgeführt hat, wird ein Bauleiter zum Interview eingeladen.

3. Durchführung der Interviews: Die Interviews werden persönlich vor Ort und mit digitaler Aufzeichnung durchgeführt, um die Genauigkeit der Daten zu gewährleisten und eine spätere Analyse zu ermöglichen.
4. Zusammenfassende Transkription der Interviews: Nach den Interviews werden die Aufzeichnungen zusammenfassend transkribiert, um die gesammelten Informationen für die spätere Analyse verfügbar zu machen.
5. Überprüfung durch die Experten: Die zusammenfassenden Transkripte werden den Experten zur Überprüfung und Freigabe zugesandt.
6. Auswertung der Transkripte: Die zusammenfassend transkribierten Interviews werden anschließend ausgewertet und analysiert. Hierbei werden insbesondere die Aspekte identifiziert, die für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind.

Die zweite Forschungsfrage fokussiert die Identifizierung von Nachhaltigkeitspotentialen im Bereich Bau bzw. Tiefbau bei Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Gebiet. Die angewandte Forschungsmethode zur Beantwortung dieser Frage ist die Durchführung einer umfassenden Literaturrecherche. Durch Betrachtung diverser Nachhaltigkeitsaspekte ermöglicht sie die Erfassung verschiedener Ansätze und Perspektiven, um daraus einen ganzheitlichen Überblick zu generieren. Der Prozess der Ableitung der Nachhaltigkeitspotentiale ist wie folgt gegliedert:

1. Auswahl relevanter Nachhaltigkeits-Zertifizierungssysteme: Der erste Schritt der Forschungsarbeit ist die Identifikation und Auswahl von Zertifizierungssystemen, die als Leitfaden für die Identifikation potentieller Nachhaltigkeitskriterien dienen.
2. Selektion relevanter Kriterien: Auf Basis der ausgewählten Zertifizierungssysteme werden die Kriterien identifiziert und selektiert, die für die Nachhaltigkeit im Kabelbau relevant sind.
3. Ableitung von Nachhaltigkeitspotentialen: Die selektierten Kriterien werden genutzt, um spezifische Nachhaltigkeitspotentiale für den Kabelbau abzuleiten.
4. Zusammenfassung der Potentiale: In den vorherigen Schritten eins bis drei erfolgt die Ableitung der Nachhaltigkeitspotentiale spezifisch in jedem der gewählten Zertifizierungssysteme. In diesem Schritt werden nun die Potentiale zusammengefasst und auf Dopplungen überprüft, um eine überschneidungsfreie und abschließende Darstellung der Potentiale zu gewährleisten.

5. Gruppierung der Potentiale: Anschließend werden die identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale in fünf Oberkategorien gruppiert. Diese Kategorien lauten „Organisatorisch“, „Planung“, „Ausschreibung und Vergabe“, „Ausführung“ und „Dokumentation“.
6. Beschreibung und Analyse: Abschließend werden die abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale beschrieben und analysiert.

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage, die sich auf die qualitative Bewertung der Nachhaltigkeitspotentiale in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte konzentriert, wird erneut die Methode der Experteninterviews angewendet. Die grundsätzlichen Schritte der Durchführung dieser Interviews sind identisch zu denen, die bei der ersten Forschungsfrage angewendet werden. Es werden die gleichen Experten von der Wiener Netze GmbH und dem ausführenden Bauunternehmen befragt, und die Interviews werden erneut durch digitale Aufzeichnung dokumentiert, transkribiert und an die Experten zur Überprüfung gesendet.

Während in der ersten Forschungsfrage der Status Quo der Prozesse der Erdkabelverlegung dargestellt wird, werden zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage der Stand der Umsetzung bei der Wiener Netze GmbH aufgezeigt und Handlungsempfehlungen herausgearbeitet. Die drei Forschungsfragen werden nicht nur sequentiell bearbeitet, sondern im Zuge der Bearbeitung vertieft und ergänzt.

1.5 Forschungsabgrenzung

In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf ausgewählten Bereichen und Aspekten der Nachhaltigkeit im Kabelbau. Um eine umfassende Untersuchung der gewählten Schwerpunkte zu ermöglichen, müssen die Inhalte demnach klar von weiteren möglichen Fragestellungen abgegrenzt werden. Die Abgrenzung der Forschung erfolgt in drei Kategorien: Projektphasen, Wirtschaftsbereiche und fachlicher Blickwinkel.

Hinsichtlich der betrachteten Projektphasen konzentriert sich die Arbeit hauptsächlich auf die Planungs- und Bauphase. Die initiale Netz- und Bedarfsplanung wird nicht behandelt. Darüber hinaus ist der Wiederherstellungsprozess von Straßen und Gehwegen, der in der Zuständigkeit der Stadt liegt, nicht Teil der Diplomarbeit. Die Inbetriebnahme, Nutzung, Erneuerung und Rückbau werden in der Diplomarbeit lediglich im Kontext der lebenszyklusorientierten Planung berücksichtigt, jedoch nicht die Projektphasen als solche.

In Bezug auf die betrachteten Wirtschaftsbereiche liegt der Fokus auf den Aspekten des Baus und Tiefbaus. Transportwirtschaft und Logistik werden dabei nur im Kontext des Bauprozesses, insbesondere in Bezug auf den Materialtransport, betrachtet. Der Transport von

Hoch- und Höchstspannungskabeln sowie deren Produktion und Entsorgung fallen nicht in den Untersuchungsbereich dieser Arbeit.

Aus fachlicher Sicht liegt der Schwerpunkt der Arbeit auf bautechnischen Prozessen. Aspekte aus anderen Fachbereichen, wie der Elektro- und Energietechnik und der Betriebswirtschaft, werden zwar berücksichtigt, aber nicht im Detail untersucht.

1.6 Aufbau der Arbeit

Die Diplomarbeit ist in acht aufeinander aufbauende Kapitel gegliedert. Im Folgenden werden diese kurz zusammengefasst.

- Das erste Kapitel dient als Einleitung und Rahmen für die gesamte Arbeit. Es wird die Aufgabenstellung vorgestellt, die Motivation für die Untersuchung erläutert und die spezifischen Ziele und Forschungsfragen, die im Laufe der Arbeit beantwortet werden sollen, definiert. Ebenfalls wird die verwendete Forschungsmethodik beschrieben und die Forschungsabgrenzung präzisiert, die die Parameter und Einschränkungen des Untersuchungsgegenstands definiert. Zum Schluss gibt dieses Kapitel einen Überblick über den strukturellen Aufbau der Arbeit.
- Im zweiten Kapitel wird das Konzept von Nachhaltigkeit vorgestellt. Hier werden die Dimensionen der Nachhaltigkeit, erläutert, die politische Entwicklung in diesem Bereich beschrieben und diskutiert, wie Nachhaltigkeit im Bauwesen anhand von Zertifizierungssystemen gemessen und bewertet werden kann.
- Das dritte Kapitel dreht sich um die Verteilung von elektrischer Energie. Es werden die verschiedenen Spannungsebenen beschrieben und ein besonderes Augenmerk auf Erdkabelsysteme gelegt. Abschließend werden in diesem Kapitel die Anforderungen beschrieben, die an die Energieversorgung im Allgemeinen gestellt werden.
- Im vierten Kapitel wird die Kabelbautechnik im Detail betrachtet. Es enthält einen Überblick über verschiedene Bau- und Installationsverfahren und Vergleiche von deren Vor- und Nachteilen.
- Das fünfte Kapitel behandelt die Analyse des Status quo bei der Wiener Netze GmbH. Hierbei wird der Prozess von der Planung über die Ausschreibung und Vergabe bis hin zur Ausführung und Dokumentation des Projekts betrachtet.
- Im sechsten Kapitel werden Nachhaltigkeitspotentiale anhand von etablierten Zertifizierungssystemen für Hochbauten auf den Bereich des Kabelbaues im urbanen Raum abgeleitet und beschrieben. Dabei erfolgt eine Clusterung der Nachhaltigkeitspotentiale in verschiedene Bereiche wie Organisation, Planung, Ausschreibung und Vergabe sowie Ausführung und Dokumentation.

- Im siebten Kapitel erfolgt die Anwendung der in Kapitel sechs identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale auf ein konkretes Projekt der Wiener Netze GmbH. Es wird untersucht, welche Potentiale bereits umgesetzt sind, welche Ansätze erkennbar sind und welche Potentiale noch nicht angewendet werden. Die Betrachtung leitet schließlich zu konkreten Handlungsempfehlungen zur Integration der Nachhaltigkeitspotentiale in die bestehenden Prozesse der Wiener Netze GmbH über.
- Das achte und letzte Kapitel dient als Schlussfolgerung. Die gesamten Erkenntnisse werden zusammengefasst, die in Kapitel eins formulierten Forschungsfragen werden beantwortet und es erfolgt ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsthemen und Entwicklungen in diesem Bereich.

2 Nachhaltigkeit

Im folgenden Kapitel werden die allgemeinen Dimensionen von Nachhaltigkeit erläutert sowie bedeutende globale und europäische politische Maßnahmen in Bezug auf Nachhaltigkeit aufgezeigt. Abschließend erfolgt eine Auseinandersetzung mit der besonderen Bedeutung und Relevanz von Nachhaltigkeitsaspekten im Kontext des Bauwesens.

2.1 Dimensionen der Nachhaltigkeit

Nach der Definition des österreichischen Bundesministeriums für Finanzen (BMF) bezeichnet Nachhaltigkeit eine Art der Gestaltung der Gegenwart, die zukünftige Generationen nicht durch aktuelle Handlungen und Entscheidungen beeinträchtigt (BMF, 2023b). Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, oft als Säulen der Nachhaltigkeit (siehe Abbildung 2-1 „Drei-Säulen Modell“) bezeichnet, sind ökologische Tragfähigkeit, wirtschaftliche Effizienz und soziale Gerechtigkeit. Sie symbolisieren, dass eine nachhaltige Zukunft nur durch das ausgewogene Zusammenspiel dieser drei Aspekte gewährleistet werden kann. Jede dieser Dimensionen ist mit spezifischen Zielen verknüpft und es besteht eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen ihnen. Dies bedeutet, dass Veränderungen in einem Bereich Auswirkungen auf die anderen haben können. (Kropp, 2019, S. 11)

Nachhaltigkeit kann auch als Schnittmengen-Modell (siehe Abbildung 2-1 „Schnittmengen-Modell“) oder Nachhaltigkeitsdreieck (siehe Abbildung 2-1 „Nachhaltigkeitsdreieck“) dargestellt werden. Diese Konzepte verdeutlichen das Ineinandergreifen und die gegenseitige Beeinflussung der Dimensionen. In diesem Kontext muss nachhaltiges Handeln gleichmäßig auf die drei Dimensionen wirken, um eine langfristig positive Auswirkung auf die Gesellschaft sicherzustellen. (Kropp, 2019, S. 12)

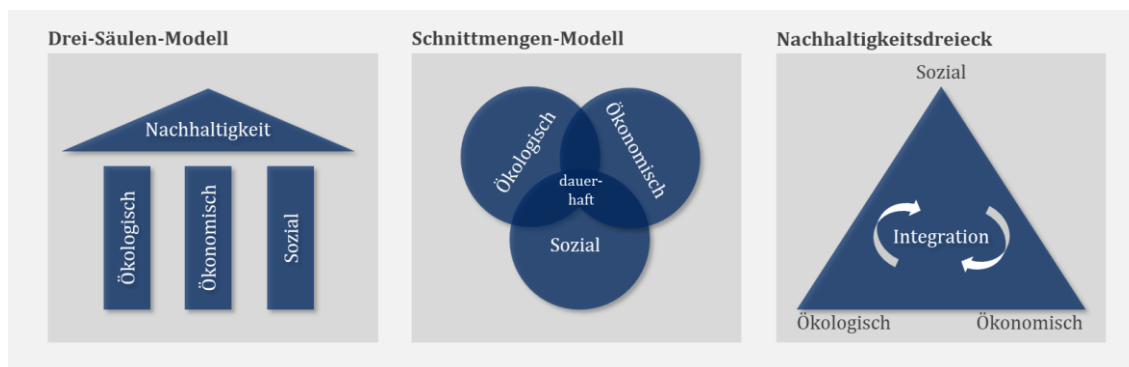


Abbildung 2-1: Nachhaltigkeitsmodelle nach Pufé

Nachstehend werden die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie und Soziales erläutert.

Ökologische Nachhaltigkeit

Ökologische Nachhaltigkeit betont grundsätzlich den verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen und den Schutz der Umwelt. Dazu gehören der bewusste Einsatz von Materialien, die Reduzierung von Abfällen und die Minimierung von Schadstoffemissionen. Sie fördert die Erhaltung der Biodiversität, die Förderung erneuerbarer Energien und die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus. Diese Bestrebungen zielen darauf ab, die Umweltbelastung zu mindern und eine tragfähige Zukunft für die nächsten Generationen zu sichern. (Kropp, 2019, S. 11 f.) In Anbetracht der aktuellen globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Verlust der biologischen Vielfalt und Erschöpfung natürlicher Ressourcen ist die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung.

Ökonomische Nachhaltigkeit

Ökonomische Nachhaltigkeit bezieht sich auf wirtschaftliche Bestrebungen innerhalb finanzieller und sozialer Grenzen und fördert Maßnahmen, die die Ausbeutung von Ressourcen, die Anhäufung von Schulden und langfristige, unumkehrbare Schäden für künftige Generationen vermeiden. Dies setzt voraus, dass Entscheidungen unter Berücksichtigung ihrer langfristigen Auswirkungen getroffen werden, dass die Interessen aller Beteiligten respektiert werden und dass finanzielle Ressourcen verantwortungsvoll verwaltet werden, um künftige wirtschaftliche Stabilität und Wachstum zu gewährleisten. (Kropp, 2019, S. 11 f.)

Soziale Nachhaltigkeit

Soziale Nachhaltigkeit zielt darauf ab, menschenwürdige Lebensbedingungen für alle Menschen zu ermöglichen und umfasst vielfältige Ziele wie die Beseitigung von Armut und Hunger, den Schutz der Menschenrechte und die Förderung der Gleichstellung der Geschlechter. Dazu gehören auch die Förderung der sozialen Eingliederung und Gleichberechtigung, die Verbesserung des Zugangs zu hochwertiger Bildung und Gesundheitsversorgung sowie der Aufbau gerechter und inklusiver Gesellschaften. (Kropp, 2019, S. 11 f.)

Anhand der beschriebenen Dimensionen wird Nachhaltigkeit vorwiegend qualitativ beurteilt.

2.2 Politische Entwicklung hinsichtlich Nachhaltigkeit

Die steigende Relevanz von Nachhaltigkeit in der Bevölkerung spiegelt sich auch in der politischen Dimension wider. Vor allem die Problematik der fehlenden Quantifizierbarkeit von Nachhaltigkeit ist in der Politik ein zentrales Thema, weshalb 2020 die EU-Taxonomie Verordnung von der Europäischen Kommission verabschiedet wurde. Ein Ziel der EU-Taxonomie ist es, ein einheitliches Klassifizierungssystem für Nachhaltigkeit zu schaffen..

In Abbildung 2-2 ist die zeitliche Einordnung wesentlicher politischer Ereignisse hinsichtlich Nachhaltigkeit auf globaler und europäischer Ebene dargestellt. Die Abbildung dient zur Orientierung und Einordnung der im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit verwendeten Begriffe, bildet jedoch keine vollständige Übersicht. Anschließend werden die dargestellten Ereignisse beschrieben.



Abbildung 2-2: Zeitliche Einordnung wesentlicher politischer Ereignisse hinsichtlich Nachhaltigkeit

UN Agenda 2030

Im Jahr 2015 wurde im Zuge des Gipfeltreffens der Vereinten Nationen die „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ verabschiedet. Diese besteht aus 17 Zielen, den sogenannten Sustainable Development Goals (SDGs). Die Mitgliedstaaten verpflichten sich, bis 2030 die verfassten Ziele anzustreben und so bspw. globale Probleme wie Hunger und Armut zu überwinden. Somit erzielen die SDGs ein länderübergreifendes Verständnis eines globalen Problems und schaffen die Grundlage zur gemeinsamen Lösungsfindung.

Die 17 Ziele, welche in der nachstehenden Abbildung 2-3 dargestellt sind, sind in weiteren 169 Unterzielen detailliert (Vereinte Nationen, 2015).



Abbildung 2-3: SDGs (Übersetzung) (Vereinte Nationen, 2015)

Übereinkommen von Paris

Auf der UN-Klimakonferenz 2015 in Paris trafen Staats- und Regierungschefs aus aller Welt ein gemeinsames Übereinkommen in Bezug auf den Klimaschutz. Eins der zentralen Ziele des Abkommens ist durch die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen, die globale Erderwärmung auf maximal 2 °C zu begrenzen und die Bestrebung, den Anstieg idealerweise auf 1,5 °C zu beschränken (BMF, 2023a).

EU-Aktionsplan

Der EU-Aktionsplan wurde 2018 von der Europäischen Kommission veröffentlicht, um die Ziele des Übereinkommens von Paris und die Agenda 2030 umzusetzen. Die drei Ziele des EU Aktionsplans sind (BMF, 2021):

1. Neuorientierung der Kapitalflüsse in Richtung nachhaltiger Investitionen
2. Berücksichtigung von Nachhaltigkeit im Risikomanagement
3. Förderung der Transparenz und Langfristigkeit

Europäischer Green Deal

Der europäische Green Deal wurde 2019 von der europäischen Kommission verabschiedet. Er ist eine Wachstumsstrategie der EU hin zu einer klimaneutralen und zukunftssicheren Wirtschaft. Das zentrale Ziel des Green Deals ist die Klimaneutralität der EU bis 2050 (Europäische Union, 2023). In Österreich wurde durch die Bundesregierung beschlossen, schon bis 2040 keine Netto-Treibhausgase mehr auszustoßen (BMK, 2023c).

EU-Taxonomie Verordnung

Die 2020 in Kraft getretene EU-Taxonomie Verordnung dient als Instrument, um den europäischen Green Deal und damit die Klima- und Energieziele der EU einzuhalten. Durch die Verordnung wurden europaweit einheitliche Kriterien und Klassifikationen für nachhaltige Investmentprodukte definiert. Demnach kann eine Wirtschaftstätigkeit als nachhaltig definiert werden, wenn zu einem der sechs Umweltziele ein wesentlicher Beitrag geleistet und gleichzeitig kein anderes Umweltziel erheblich beeinträchtigt wird („do no significant harm“). Außerdem müssen soziale Mindeststandards eingehalten werden (IBO, 2021). Bei den Umweltzielen handelt es sich um

1. Klimaschutz
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Wandel zur Kreislaufwirtschaft
4. Schutz von Wasser- und Meeresressourcen

5. Vermeidung und Verminderung von Umweltbelastungen
6. Schutz gesunder Ökosysteme

2.3 Nachhaltigkeit im Bauwesen anhand von Zertifizierungssystemen

Nachhaltigkeit gewinnt auch im Bauwesen zunehmend an Bedeutung. Erkennbar wird dies bspw. dadurch, dass 2022 bereits ein signifikanter Anteil (ca. 30 %) der Immobilien Investments in Deutschland in als nachhaltig zertifizierte Gebäude flossen (BNP PARIBAS REAL ESTATE, 2023).

Gründe für diese Entwicklung sind einerseits das gestiegene Umweltbewusstsein der Bevölkerung und andererseits die 2020 in Kraft getretene EU-Taxonomie Verordnung (siehe Kapitel 2.2) (BMK, 2021a). Zur Förderung von Nachhaltigkeit im Bauwesen haben sich Zertifizierungssysteme etabliert, die die Bewertung von Nachhaltigkeit ermöglichen. Im Jahr 2022 wurden in Deutschland über 2.800 Gebäudezertifikate der drei marktführenden Zertifizierungssysteme, DGNB, LEED und BREEAM ausgestellt, was eine Verfünfachung im Vergleich zum Jahr 2013 bedeutet (BNP PARIBAS REAL ESTATE, 2023).

Der Ursprung und der aktuelle Fokus von Zertifizierungen liegt auf dem Gebäudesektor. Allerdings sind die Entwickler der Zertifizierungssysteme bestrebt, den Anwendungsbereich ihrer Systeme auf weitere Bereiche des Bau- und Immobiliensektors (z.B. Infrastrukturprojekte und Quartiere) zu erweitern. Wesentliche Ziele einer Zertifizierung sind (Ebert et al., 2010, S. 8 ff.):

- Messbarkeit von Nachhaltigkeit
- Werkzeug zur Planung und Umsetzung von Nachhaltigkeit
- Reduktion negativer Umweltauswirkungen

Als Bewertungsgrundlage dienen die drei Säulen der Nachhaltigkeit (vgl. Kapitel 2.1), wobei diese je nach System noch erweitert und unterschiedlich gewichtet werden. Bspw. bewertet die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) zusätzlich die technische und prozessuale Qualität (DGNB, 2021). Der Grundgedanke der Zertifizierungssysteme ist außerdem der Ansatz einer Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks.

Die Systematik der verschiedenen Zertifizierungssysteme basiert in der Regel auf einem Punktesystem. Für definierte Kriterien sind maximale Punktzahlen festgelegt. Je nachdem, wie viele Punkte das zu zertifizierende Bauwerk erhält, wird ein entsprechendes Zertifikat vergeben. Je nach Zertifizierungssystem unterscheiden sich die Kriterien und die Gewichtungen dieser so wie die Bewertung des Erfüllungsgrades. Folgend werden die in Österreich etablierten Zertifizierungssysteme mit ihren Schwerpunkten und Bewertungskriterien vorgestellt. Hierbei werden die Oberkategorien beschrieben, welche sich in weitere

Unterkategorien aufgliedern. In Kapitel 6 werden anhand der vorgestellten Zertifizierungssysteme Nachhaltigkeitspotentiale für den Kabelbau abgeleitet.

BREEAM

Eins der ältesten und weltweit führenden Zertifizierungssysteme im Bauwesen ist BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology). Es stammt aus Großbritannien und wurde 1990 von der BRE Group entwickelt. Die Anwendungsfelder dieses Systems umfassen sowohl Neubauten als auch Bestandsbauten, die in insgesamt zehn Hauptkategorien klassifiziert werden. Die Oberkategorien von BREEAM sind: (BREEAM AT, 2022, S. 8)

- **Management:** Implementierung von Managementmethoden, um Nachhaltigkeitsziele in Schlüsselprozessen zu etablieren.
- **Gesundheit und Wohlbefinden:** Einbeziehung von Maßnahmen, um das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Sicherheit von Gebäudenutzer_innen und Besucher_innen zu verbessern, mit dem Ziel, die Lebensqualität in Gebäuden zu steigern.
- **Energie:** Förderung von energieeffizienten Geräten und Strukturen, die den nachhaltigen Betrieb von Gebäuden verbessern, Treibhausgas-Emissionen reduzieren und ein effizientes lebenszyklusorientiertes Gebäudemanagement begünstigen.
- **Transport:** Unterstützung des Zugangs zu umweltfreundlichen Verkehrsoptionen, inklusive öffentlichen und alternativen Verkehrsmitteln, um die Treibhausgas-Emissionen während der gesamten Gebäudenutzungsdauer zu verringern.
- **Wasser:** Begünstigung der effizienten Wasserverwendung in Gebäuden und ihren Außenbereichen während des gesamten Gebäudelebenszyklus.
- **Material:** Begünstigung von verantwortungsvoll gewonnenen und umweltfreundlichen Baustoffen, unter Berücksichtigung des gesamten Materiallebenszyklus.
- **Abfall:** Unterstützung von Maßnahmen zur Minimierung und Wiederverwendung von Bau- und Betriebsabfällen.
- **Landnutzung und Ökologie:** Unterstützung der nachhaltigen Landnutzung, des Lebensraumschutzes und der Förderung von Biodiversität am Standort.
- **Umwelt:** Unterstützung von Praktiken zur Reduzierung von Verschmutzungen und Oberflächenwasserabfluss in Verbindung mit Gebäudebetrieb und -nutzung.
- **Innovation:** Förderung von Lösungen, die durch zukunftsfähige Innovation und kreative Prozesse die bestehenden Kriterien übertreffen.

LEED

Das LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Zertifizierungssystem wurde in den 90er Jahren von der US Green Building Council (USGBC) erarbeitet. Es ist eine international weitverbreitete und anerkannte Methode zur Bewertung der Nachhaltigkeit im Immobiliensektor. Anwendbar ist das System für Neubauten und Sanierungen, Investorenmodelle, Bestandsgebäude, Innen- und Mieterausbauten, sowie ganze Gemeinden oder Städte. Die neun Oberkategorien von LEED sind: (USGBC, 2023)

- **Integrativer Prozess:** Kosteneffiziente Implementierung von nachhaltigen Architektur- und Konstruktionsmethoden, wobei die menschliche Gesundheit priorisiert und innovative Techniken genutzt werden.
- **Standort und Transport:** Vermeidung von Bautätigkeiten auf ungeeigneten Standorten, Reduktion von Fahrwegen und Steigerung der Lebensqualität durch Förderung täglicher körperlicher Aktivität.
- **Zukunftsfähiger Standort:** Verringerung der Umweltverschmutzung und negativer Auswirkungen auf die umliegende Nachbarschaft.
- **Wassereffizienz:** Schonung der Trinkwasserressource, durch Reduktion des Trinkwasserverbrauchs.
- **Energie und Globale Umwelteinwirkungen:** Unterstützung bei der Erfüllung der Eigentümer_innenanforderungen an Energie, Wasser, Innenraumluftqualität und Dauerhaftigkeit während des gesamten Gebäudelebenszyklus.
- **Material und Ressourcen:** Vermeidung der Deponierung von Abfällen durch Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Recycling.
- **Innenraumqualität:** Festlegung von Mindeststandards für die Luftqualität in Innenräumen.
- **Innovation:** Unterstützung von Projekten, die die Gesundheit vom Menschen und der Umwelt in einer innovativen Weise fördern.
- **Kriterien mit standortbedingt besonderer Bedeutung:** Vom Standort abhängige Kriterien.

DGNB (ÖGNI)

Das Bewertungssystem, das von der DGNB entwickelt wurde, kam erstmals im Jahr 2009 zur Anwendung. Es dient der Evaluierung und Zertifizierung nachhaltiger Bauprojekte und hat sich seit seiner Einführung in der Branche weitgehend etabliert. In Österreich operiert

die Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI) als Zertifizierungsstelle, die dieses System nutzt und auf örtliche Gegebenheiten anpasst.

Die Anwendungsbereiche des DGNB-Systems sind umfangreich und umfassen sowohl Neubauten als auch bestehende Bauten, Sanierungsprojekte, Gebäude im Betrieb, Stadtquartiere, Innenräume und den Rückbau von Bauwerken. Die fünf Obergruppen von DGNB sind: (DGNB, 2023d).

- **Ökologische Qualität:** Bewertung der ökologischen Auswirkungen eines Gebäudes auf die nahe und ferne Umwelt, den Ressourcenverbrauch und das Abfallaufkommen.
- **Ökonomische Qualität:** Bewertung von wirtschaftlichen Aspekten über den gesamten Lebenszyklus.
- **Soziokulturelle & funktionale Qualität:** Bewertung von gesundheitlichen Aspekten, sowie Komfort und Zufriedenheit der Nutzer_innen des Gebäudes.
- **Technische Qualität:** Bewertung der technischen Qualität unter Berücksichtigung von Gebäudetechnik, zirkulärer Bauweise und Mobilitätsaspekten.
- **Prozessqualität:** Erhöhung der Planungs- und Bauausführungsqualität durch effektive Projektvorbereitung, Ausschreibungsverfahren, städtebauliche Konzeptionen, strukturierte Inbetriebnahme und nachhaltige Nutzungsplanung.
- **Standortqualität:** Bewertung der gegenseitigen Beeinflussung von Projekt und Umgebung, basierend auf dem Mikrostandort, der Verkehrsanbindung und der Nähe zu relevanten Einrichtungen.

Im Jahr 2021 wurde von der DGNB ein neues System eingeführt, das nachhaltige Baustellen zertifiziert. Die Besonderheit im Vergleich zu anderen Zertifizierungssystemen ist die Anwendbarkeit sowohl im Hoch- als auch im Tiefbau. Das Zertifizierungssystem befindet sich derzeit in einer initialen Anwendungsphase und wird kontinuierlich weiterentwickelt. Die ersten Bauprojekte haben bereits eine Zertifizierung durch die DGNB als nachhaltige Baustellen erhalten. Die fünf Obergruppen des DGNB Baustellen Systems sind: (DGNB, 2023b)

- **Baustellenorganisation:** Bewertung von effizienten Bauprozessen, minimierten Umweltauswirkungen, Gesundheitsvorsorge für die Beteiligten und gesellschaftliche Akzeptanz durch umfassende Kommunikationsstrategien.
- **Ressourcenschutz:** Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks des Gebäudes durch effizienten Einsatz von Ressourcen, Wiederverwendung und Recycling von Materialien.

- **Gesundheit und Soziales:** Berücksichtigung der Gesundheit und Sicherheit der Baubeteiligten durch Gesundheitsvorsorge, Weiterbildung, Risikomanagement und verbesserte Arbeitsplatzqualität.
- **Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit:** Aktive Kommunikation und Einbindung der lokalen Gemeinschaft zur Verbesserung der Akzeptanz von Bauprojekten und Minimierung potentieller Konflikte.
- **Qualität der Bauausführung:** Umsetzung und Kontrolle von Nachhaltigkeitsanforderungen durch Qualitätssicherungsprozesse, regelmäßige Kommunikation und transparenter Dokumentation.

TQB

TQB (Total Quality Building) ist das von der ÖGNB (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) erarbeitete Zertifizierungssystem. Das System ist hauptsächlich im österreichischen Raum vertreten und ist für Neu- und Bestandsbauten einsetzbar. Die fünf Obergruppen von TQB sind: (ÖGNB, 2018)

- **Standort und Ausstattung:** Bewertung der Infrastruktur, der Sicherheit des Standorts und der Qualität des Baulandes, einschließlich der Ausstattungsmerkmale und der Barrierefreiheit.
- **Wirtschaftlichkeit & technische Qualität:** Bewertung der Lebenszykluskosten, der Effizienz der Baustellenprozesse, der Qualität der Außenbereiche und der technischen Leistungsfähigkeit des Gebäudes.
- **Energie & Versorgung:** Berücksichtigung der Effizienz von Nutz- und Endenergie, des Einsatzes nachhaltiger Energiequellen und des Wasserverbrauchs.
- **Gesundheit & Komfort:** Beurteilung des Wohlbefindens und der Qualität des Innenraums durch Berücksichtigung von Raumluftqualität, Schall- und Sonnenschutz.
- **Baustoffe & Konstruktion:** Bewertung der verwendeten Baustoffe durch Vermeidung gefährlicher Stoffe, Nutzung regionaler Ressourcen, Erhöhung des Recyclinganteils und umweltbewusster Entsorgungsmaßnahmen.

klimaaktiv Bauen und Sanieren

Ein in Österreich oft zum Einsatz kommendes Gebäudezertifizierungssystem ist klimaaktiv Bauen und Sanieren. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) im Rahmen der Klimaschutzinitiative „klimaaktiv“ entwickelt. Die Anwendungsbereiche sind Neubauten und Sanierungen. Die vier Obergruppen von klimaaktiv sind: (BMK, 2023a)

- **Standort:** Beurteilung des Standorts anhand der öffentlichen Verkehrsanbindung und der vorhandenen Grünflächen.
- **Energie & Versorgung:** Förderung einer effizienten Energieversorgung, mit geringem Energiebedarf, niedrigen Treibhausgas-Emissionen und reduziertem Einsatz von Primärenergie.
- **Baustoffe & Konstruktion:** Lebenszyklusorientierte Optimierung des Gebäudes und Einsatz umweltfreundlicher Materialien.
- **Komfort & Gesundheit:** Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes, der Verwendung emissionsarmer Baustoffe im Innenausbau und der optimierten Tageslichtversorgung zur Erhöhung der Innenraumqualität.

Alle aufgeführten Zertifizierungssysteme legen ihren Fokus primär auf den Hochbau. Einzig das Zertifizierungssystem der DGNB für Baustellen findet Anwendung im Tiefbau, allerdings ohne den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks in Betracht zu ziehen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt existiert in Österreich kein publiziertes Bewertungssystem, das eine umfassende Beurteilung von Nachhaltigkeitsaspekten spezifisch im Tiefbau ermöglicht (ÖBV, im Druck).

3 Verteilung von elektrischem Strom

Energie in Form von elektrischem Strom ist in modernen Gesellschaften von enormer Relevanz. Er wird nicht nur in privaten Haushalten benötigt, sondern in allen Bereichen des täglichen Lebens wie bspw. in Infrastruktur, Wirtschaft und Industrie. Damit der Bevölkerung ununterbrochen Strom zur Verfügung steht, muss dieser vom erzeugenden Unternehmen zu den Verbraucher_innen transportiert werden. Dabei muss in Summe jederzeit mindestens genau so viel elektrische Energie erzeugt werden, wie gerade verbraucht wird.

Elektrischer Strom ist der gerichtete Fluss von Elektronen. Die Stromstärke I wird in der Einheit Ampere (A) angegeben und gibt an, wie viel Ladung pro Zeit transportiert wird. Der Fluss der Elektronen entsteht durch eine Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten, die als Spannung U bezeichnet und in der Einheit Volt (V) angegeben wird. Das Ohm'sche Gesetz definiert den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Spannung, wobei R für den elektrischen Widerstand steht (Stiny, 2018, S. 10 ff. und S.35 f.):

$$U = R * I$$

Nachfolgend wird der Transport von elektrischem Strom im urbanen Raum beschrieben, indem auf die Spannungsebenen im Energienetz und die Bestandteile von Erdkabelsystemen eingegangen wird.

3.1 Spannungsebenen

Für den Stromtransport vom erzeugenden Unternehmen bis hin zu den Verbraucher_innen wird ein Stromnetz verwendet. Erzeugt wird der Strom durch erneuerbare Energiequellen wie Wasserkraft, Sonnenenergie und Windkraft, durch fossile Energiequellen wie Erdgas und Erdöl oder durch Atomkraft. In Österreich lag der erzeugte Bruttostromanteil durch erneuerbare Quellen im Jahr 2021 bei 80 % (Wiener Netze, 2022). Zur Verteilung des Stroms gibt es im öffentlichen Energienetz im Wesentlichen vier verschiedene Spannungsebenen. Nach der Erzeugung wird der elektrische Strom zunächst über Höchstspannungsnetze transportiert. In Umspannwerken wird der elektrische Strom transformiert und anschließend in Übertragungsnetze bzw. Hochspannungsnetze eingeleitet. Die dritte Spannungsebene ist die Mittelspannung, die über Verteilungsnetze bzw. Mittelspannungsnetze übertragen wird. (Schwab, 2006, S. 17) Die Überleitung von Hoch- zu Mittelspannung erfolgt ebenfalls in Umspannwerken. Der letzte Transportweg zu den Endverbraucher_innen läuft über Niederspannungsnetze, wobei die Transformation von Mittel- in Niederspannung in Transformatorstationen (Trafostationen) erfolgt. Eine grafische Darstellung vom Weg der Energie ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

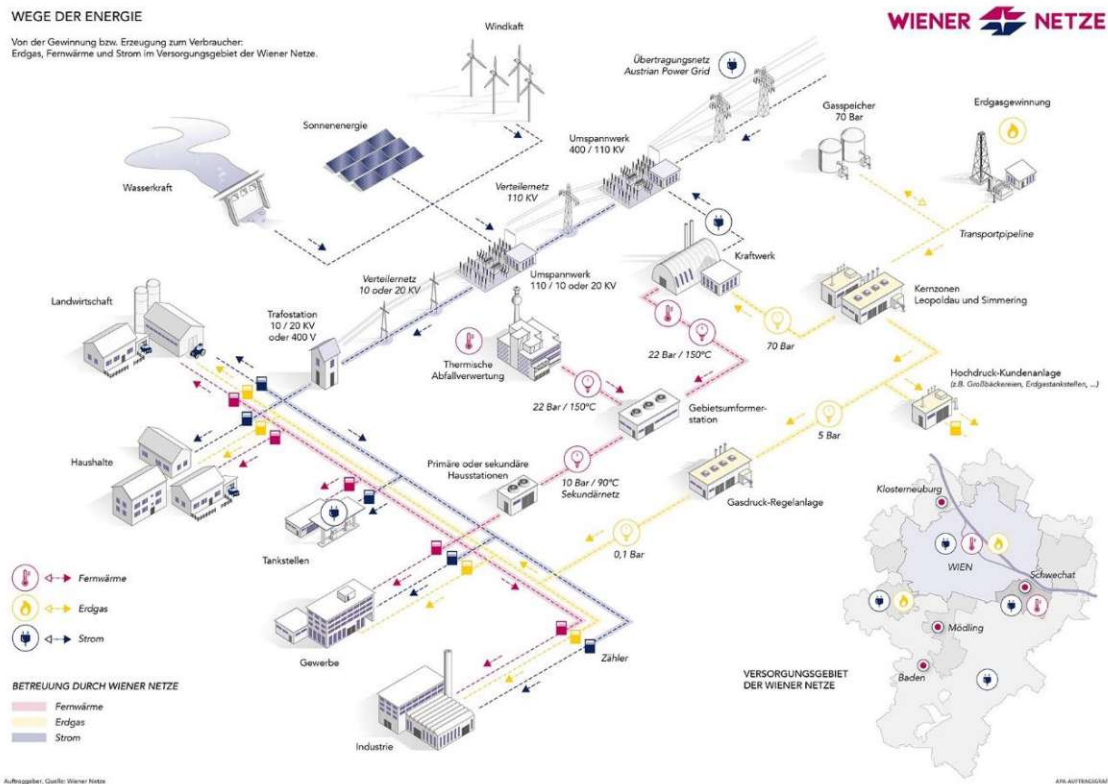


Abbildung 3-1: Wege der Energie (© Wiener Netze GmbH)

Die vorliegende Arbeit befasst sich im weiteren Verlauf mit Erdkabeln im Hoch- und Höchstspannungsbereich. Zur Einordnung werden im Folgenden dennoch alle vier Spannungsebenen beschrieben. Der inhaltliche Fokus liegt jedoch auf dem Hoch- und Höchstspannungsbereich.

3.1.1 Höchstspannung

Das Höchstspannungsnetz weist die höchste Nennspannung auf und ist in der Regel ein reines Transportnetz ohne direkte Verbraucher_innen. Es werden große Strommengen über weite Entfernungen transportiert. Die Nennspannung beträgt je nach Netztechnologie bzw. benötigter Übertragungsmenge 380 kV oder 220 kV (Heuck et al., 2010, S. 86 ff.). Gespeist wird das Höchstspannungsnetz entweder direkt vom Kraftwerk oder durch den Import von benachbarten Stromnetzen, z.B. dem Europäischen Verbundsystem². Im Fall der Wiener Netze GmbH erfolgt die Einspeisung über das Übertragungsnetz des Austrian Power Grids (siehe Abbildung 3-1).

² Das Europäische Verbundsystem ist ein Zusammenschluss von über 30 europäischen Ländern zur grenzübergreifenden Stromübertragung (Quelle: Österreichs E-Wirtschaft. (o.D.). *Das europäische Stromsystem*. Abgerufen am 09.01.2023 von <https://oesterreichsenergie.at/unser-strom/europaeisches-stromsystem>).

3.1.2 Hochspannung

Die Spannung im österreichischen Hochspannungsnetz beträgt 110 kV und dient der regionalen Stromverteilung. Das Netz wird aus dem übergeordneten Höchstspannungsnetz gespeist und es kann eine direkte Stromabnahme durch die Großindustrie oder den Schienenverkehr erfolgen. Die Spannungstransformation zwischen Hoch-, Höchst- und Mittelspannungsebene erfolgt in Umspannwerken. Das Umspannen erfolgt durch die Induktion einer Wechsellspannung von einer Wicklung zur Anderen mithilfe eines gemeinsamen Eisenkerns im Spannungstransformator. (Heuck et al., 2010, S. 86 ff.)

3.1.3 Mittelspannung

Im Bereich der Mittelspannung ist die Nennspannung abhängig von der Lastdichte und kann zwischen 1 kV und 36 kV liegen. Die Einspeisung erfolgt durch das übergeordnete Hochspannungsnetz. Der größte Anteil des Stroms wird in das untergeordnete Niederspannungsnetz eingespeist, aber auch die direkte Abgabe an Endverbraucher_innen ist möglich. (Heuck et al., 2010, S. 84 ff.)

3.1.4 Niederspannung

Die Niederspannung ist die unterste Ebene der Energieverteilung. Sie dient als direkte Verbindung zu den Endverbraucher_innen. Die Nennspannung liegt bei 230 V bzw. 400 V (Starkstrom) (Heuck et al., 2010, S. 82 ff.), was der gängigen Spannung von Haushaltsgeräten entspricht.

3.1.5 Spannungsebenen im urbanen Gebiet

Infrastrukturbetreiber_innen sind bestrebt, Hoch- und Höchstspannungsleitungen möglichst außerhalb von bewohnten Gebieten zu verlegen. In dicht besiedelten Regionen und in Stadtgebieten ist dies oft nicht möglich und die Verlegung von Hoch- und Höchstspannungsleitungen muss innerhalb von dicht bewohnten Gebieten erfolgen. Innerhalb der Stadt Wien verlaufen bspw. 53,4 km Höchst- und 382,6 km Hochspannungsleitungen (vgl. Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Stromnetz in Wien (Wiener Netze, 2020)

Spannungsebene	Leitungslänge [km]	Freileitung [km]	Kabelleitung [km]
Höchstspannung	90,7	37,3	53,4
Hochspannung	773,6	391,0	382,6
Mittelspannung	6.443,3	531,9	5.911,4
Niederspannung	13.227,3	1.867,2	11.360,1
	20.534,9	2.827,4	17.707,5

3.2 Erdkabelsysteme

Die Verteilung von Strom erfolgt über Leitungen. Die am häufigsten verwendeten Leitungsarten sind Freileitungen und Erdkabel. In Wien besteht das Stromnetz aus insgesamt 20.534,9 km Leitungen. Dabei handelt es sich zu 13,8 % um Freileitungen und zu 86,2 % um Erdkabel (vgl. Tabelle 3-1).

Freileitungen kommen in ländlichen Bereichen häufiger vor und dienen als Übertragungsleiter für Hoch- bzw. Höchstspannung. Eine Freileitung, auch Überlandleitung genannt, ist eine elektrische Leitung, welche schematisch aus Masten und Leiterseilen besteht (siehe Abbildung 3-2). Es wird zwischen Abspannmasten und Tragmasten unterschieden, die nach ihrer statischen Funktion benannt sind. Diese kommen je nach Spannungsbereich der Leiter in unterschiedlichen Höhen und Materialien zur Ausführung. Die Leiterseile, welche aus verdrehtem Aluminium bestehen, werden über Isolatoren an den Masttraversen befestigt. Die Erdseile dienen zum Schutz vor Blitzeinschlägen (Flosdorff & Hilgarth, 2005, S. 20 f).

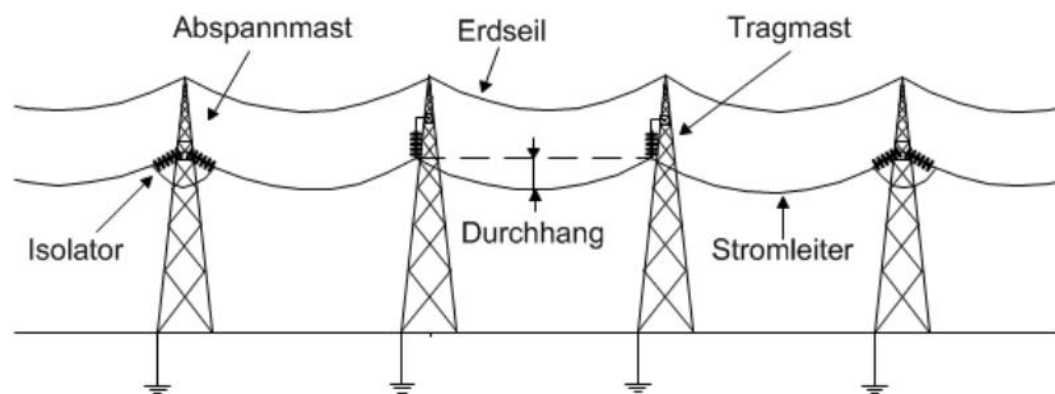


Abbildung 3-2: Freileitersystem (Forschungszentrum Jülich, o.D.)

Im urbanen, dicht besiedelten Raum erfolgt die Verteilung von Strom hauptsächlich unterirdisch durch Erdkabel, da Freileitungen häufig bautechnisch nicht umsetzbar sind und die gesellschaftliche Akzeptanz für Erdkabel höher ist. Je nach zu übertragender Spannung kommen Erdkabel in unterschiedlichen Ausführungen vor (Flosdorff & Hilgarth, 2005, S. 182 ff.).

3.2.1 Erdkabel

Kabel werden nach Isolierungsmaterial und nach ihrer Funktion unterschieden. Aktueller Stand der Technik ist die Ausführung als Kunststoffkabel, wobei sich der Aufbau des Kabels je nach Leistungsübertragung und Verlegung unterscheidet. Die Kabeltechnik verfügt über eine langjährige Historie von mehr als 160 Jahren, wobei bereits im Jahr 1847 in Berlin erste Kabel verlegt wurden. Als Isolation kam eingedickter Pflanzensaft (Guttapercha) zum Einsatz (Oeding & Oswald, 2011, S. 325). Im Laufe der Zeit entwickelte sich die Isolierung aufgrund von nicht ausreichender Wärmebeständigkeit und Dauerhaftigkeit weiter. Materialien wie Jute, Hanf oder Papier wurden in unterschiedliche Substanzen wie Öle oder Harze getränkt und kamen in dieser Form als Isoliermedium zum Einsatz. Durch Metallrohre oder Bleimäntel wurde der Schutz vor Feuchtigkeit gewährleistet. Steigende Anforderungen an die Übertragungsleistung und der damit verbundenen Spannungsfestigkeit der Isolierung führten zur Entwicklung von Druckrohrkabeln (Küchler, 2005, S. 317 ff.). Diese werden aufgrund des Risikos von Ölaustritt und der bautechnischen Notwendigkeit von Sperrmuffenbauwerken³ vom Markt verdrängt (Klein, 2022, S. 4).

Kunststoffkabel

Die Bezeichnung von Kabeln erfolgt anhand ihrer Nennspannung (Oeding & Oswald, 2011, S. XI). Kunststoffkabel (VPE) bieten gegenüber Öl-Kabeln entscheidende Vorteile wie geringere Stromverluste und geringeres Gewicht, welche das Verlegen und die Montage erleichtern (Klein, 2022, S. 2). Kunststoffkabel bestehen aus drei Hauptbestandteilen Leiter, Isolierung und Schutzmantel. In Abbildung 3-3 ist der Aufbau eines Kunststoffkabels schematisch dargestellt.

³ Sperrmuffen sind bei Öl-Kabeln (Druckrohr) technisch notwendig, um den statischen Druck zu reduzieren. Klein, M. (2023). *Befragung zu internen Planungsabläufe Wiener Netze Ing. Klein - Teil 2* [Interview].

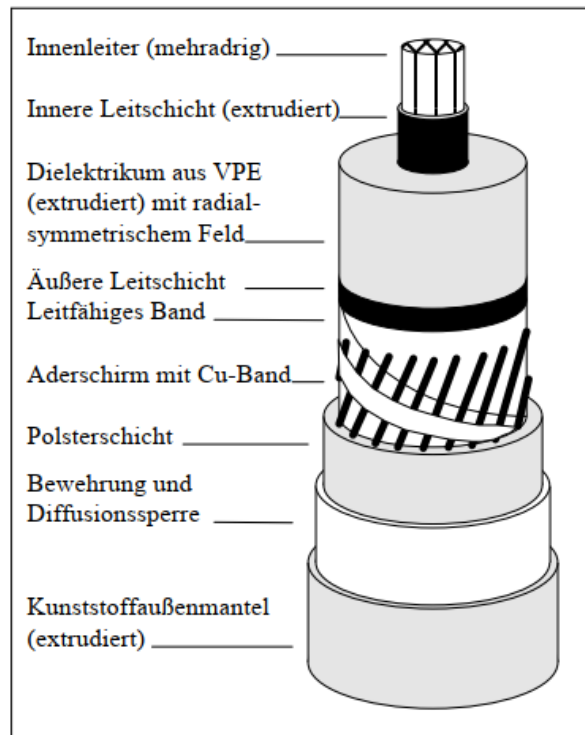


Abbildung 3-3: Aufbau eines Kunststoffkabels (Küchler, 2005)

Der mittig gelegene Innenleiter besteht aus Drähten, die in Einzeldrahtanordnungen oder in Segmenten angeordnet sind. Je nach Stromstärke wird dieser aus Kupfer oder Aluminium ausgeführt. Kupferleiter kommen typischerweise bei Belastungen $> 1.000 \text{ A}$ zum Einsatz. Aus Kostengründen wird bei geringeren Stromstärken Aluminium verwendet (CIGRE, 2023, S. 17). Die Funktion der Isolierung besteht darin, die elektrischen Leiter voneinander sowie gegenüber der Erde zu isolieren. Alle Kabel werden durch einen Mantel gegen mechanische und chemische Einflüsse geschützt, welcher mit oder ohne Bewehrung ausgeführt werden kann (Crastan, 2006, S. 168). Der Mantel hat somit einen großen Einfluss auf die Lebensdauer des Kabels.

3.2.2 Garnituren

In der Kabeltechnik werden Verbindungen und Anschlüsse von Leitungen als Garnituren bezeichnet. Es wird zwischen Muffen und Endverschlüssen unterschieden.

Muffen

Muffen dienen der Verbindung von zwei Kabeln und gehören zu den sogenannten Garnituren. Je nach Kabelart werden unterschiedliche Typen von Muffen verwendet (Heuck et al., 2010, S. 252). Muffen können in einem eigenen Bauwerk (siehe Abbildung 3-4) aus Stahlbeton oder direkt in der Erde eingebaut werden. Die Anordnung eines Bauwerks ist individuell zu bewerten und nicht zwingend erforderlich. Die Abmessungen eines Muffenbauwerks sind von der Spannungsebene und der Muffenart abhängig, bspw. sind

Muffenbauwerke bei Öl-Kabeln aufgrund von notwendigen Öltanks größer. Aus elektrotechnischen Gründen kann es erforderlich sein, dass in bestimmten Abständen die Kabelmäntel ausgekreuzt werden, um die gleichmäßige Kapazität der Kabel aufrecht zu erhalten. Das Auskreuzen der Schirme wird auch Crossbonding genannt. Diese Auskreuzungen werden im Bereich von Muffen durchgeführt. Hierbei können Muffenbauwerke verwendet werden, um das Kabel zu schützen, die Wartung zu vereinfachen und die Wärmeableitung zu gewährleisten. Bei der oberflächennahen Anordnung einer Auskreuzung (Crossbonding) ohne Muffenbauwerk kann es zu Beschädigungen des Kabels kommen, was zu Störungen führt (Klein, 2023, S. 2).



Abbildung 3-4: Muffe (380 kV) in Muffenbauwerk mit Auskreuzung der Phasen

Endverschlüsse

Endverschlüsse dienen dem ordnungsgemäßen Abschluss von Kabeln. Sie werden bspw. beim Übergang von einem Erdkabel zu einer Freileitung benötigt. Endverschlüsse werden i.d.R. aus Kunststoff bestehend aus mehreren Schichten ausgeführt. Die Wahl des Endverschlusstyps ist unter anderem abhängig vom Kabel, der Spannung und den Umgebungsbedingungen. (Heuck et al., 2010, S. 253)

3.3 Energieversorgung

Der Kabelbau ist ein wichtiger Bestandteil der Energieversorgung und zählt zu den Infrastrukturbauten. Die Energieversorgung ist für die moderne Gesellschaft von grundlegender Bedeutung. Sie ermöglicht bspw. den Betrieb von elektronischen Geräten und den Transport von Personen und Gütern. Damit ist die Energieversorgung die Grundlage für wirtschaftliche Entwicklung, sozialen Fortschritt und die Verbesserung der Lebensqualität.

Aufgrund der zentralen Funktion der Energieversorgung in der Gesellschaft bestehen folgende Anforderungen:

1. **Öffentliche Bedeutung:** Die Energieversorgung dient der gesamten Bevölkerung und ist nicht auf einzelne Unternehmen oder private Haushalte beschränkt. Sie steht der Allgemeinheit zur Verfügung (Wiener Netze, 2023b)
2. **Lange Lebensdauer:** Infrastrukturbauten besitzen lange Lebensdauern, die sich von Jahrzehnten bis zu Jahrhunderten erstrecken (IG LEBENSZYKLUS BAU, 2017, S. 6)
3. **Kontinuierliche Verfügbarkeit:** Die Energieversorgung muss kontinuierlich betriebsbereit sein und ununterbrochen zur Verfügung stehen (Wiener Netze, 2023a)
4. **Versorgungssicherheit:** Die Energieversorgung muss sicher, stabil und robust sein. Ausfälle und Unterbrechungen können erhebliche Auswirkungen auf die Gesellschaft und Wirtschaft haben (Wiener Netze, 2023a)
5. **Ausbaufähigkeit:** Infrastrukturbauten müssen flexibel für steigende Anforderungen sein. Ein Beispiel hierfür ist die wachsende Bevölkerung, durch die eine erhöhte Nachfrage nach Energie entsteht (Wiener Netze, 2023a)

4 Kabelbautechnik

Das Verlegen von Erdkabeln lässt sich in zwei Prozesse unterteilen: Bau- und Installationsverfahren. Bauverfahren sind Techniken zur Herstellung der Kabeltrasse und umfassen zum größten Teil bauliche Maßnahmen. Installationsverfahren beziehen sich auf die Verfahren zum Verlegen der Kabel. Im Folgenden werden die gängigsten Bau- und Installationsverfahren beschrieben.

4.1 Bauverfahren

Im Kabelbau können unterschiedliche Bauverfahren angewandt werden. Gemäß einer Untersuchung der international tätigen Fachgruppe CIGRE sind die drei am häufigsten eingesetzten Verfahren die offene Bauweise mit einem Anteil von 67 % (CIGRE, 2023, S. 56), die Tunnelbauweise mit einem Anteil von 21 % (CIGRE, 2023, S. 56) und die Verlegung in Trögen mit einem Anteil von 12 % (CIGRE, 2023, S. 82). Außerdem wird folgend noch die geschlossene Bauweise beschrieben, da bei dieser Bauweise ein hohes Potential in Bezug auf Nachhaltigkeit erwartet wird. Die wichtigsten Eigenschaften dieser vier Verfahren, sowie eine Bewertung mit Blick auf die Säulen der Nachhaltigkeit werden im Folgenden beschrieben. Die qualitative Bewertung erfolgt aufgrund eines Vergleichs der Verfahren, welcher basierend auf Interviews der Autorinnen mit den Experten (vgl. Kapitel 1.4) getroffen wurde. Ein weiterführender Vergleich ist in Kapitel 6.2, NP 08, beschrieben.

4.1.1 Offene Bauweise

Die offene Bauweise ist die am häufigsten verwendete Bauweise (CIGRE, 2023, S. 40). Hierbei wird eine Künette ausgehoben, in der die Kabel (abhängig vom Installationsverfahren) direkt oder indirekt verlegt werden (vgl. Kapitel 4.2). In der Bauarbeiterschutzverordnung (BauV) ist geregelt, dass bis zu einer Tiefe von 1,25 m keine gesonderte Sicherung der Künette vor abrutschendem Material erforderlich ist (§ 48 Abs. 2 S. 1 BauV). Zur Baugrubensicherung wird entweder eine Böschung ausgebildet oder sie erfolgt durch einen Verbau. Ob das Verschließen der Künette erst nach Verzug des Kabels möglich ist und demnach die Künette über die gesamte Länge geöffnet sein muss, ist ebenfalls von der gewählten Installationstechnik abhängig (vgl. Kapitel 4.2). Je nach behördlichen Anforderungen erfolgt die Verfüllung der Künette mit dem ursprünglichen oder neuen Material. Die Tiefe und Breite der Künette ist vom elektromagnetischen Feld, der zu übertragenden Leistung, der Anordnung der Kabel und möglichen Einbauten innerhalb der Kabeltrasse abhängig.

Durch den direkten und weitflächigen Eingriff bei der offenen Bauweise in die Umgebung ergeben sich die in Tabelle 4-1 aufgelisteten möglichen Beeinträchtigungen der Umwelt. Grundlegendes Ziel bei allen Bauweisen, in Bezug auf Nachhaltigkeit, sollte es sein, die

Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren und den ursprünglichen Zustand möglichst wiederherzustellen.

Tabelle 4-1: Mögliche Umweltbeeinträchtigungen offene Bauweise (In Anlehnung an CIGRE, 2023, S. 52 f.)

Boden	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte Schäden durch den Aushub - Mögliche Verunreinigung durch Vermischung der Bodenschichten
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> - Mögliche Verunreinigung des Bodenwassers - Störungen des Bodens, wenn saurehaltiges, sulfathaltiges Wasser angetroffen wird
Luft	<ul style="list-style-type: none"> - Freisetzung von Schadstoffen in die Atmosphäre - Lärm
Flora	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte Zerstörung der Vegetationsdecke - Indirekte Zerstörung nahegelegener Pflanzen
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - Direkte oder indirekte Störung des natürlichen Lebensraums
Sozio-ökonomische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> - Beeinträchtigung des Verkehrs (z.B. Staubbildung) - Beeinträchtigung von Wegerechten (z.B. Zugänge zu Häusern und Geschäften)
Landschaftsbild	<ul style="list-style-type: none"> - Beeinträchtigung des Landschaftsbildes

Baugrubensicherung mittels Böschung

Die Baugrubensicherung kann mit Hilfe einer Abböschung, wie in Abbildung 4-1 dargestellt, erfolgen und ist die wirtschaftlichste Art der Baugrubensicherung. Der Böschungswinkel ist von der erforderlichen Breite und Tiefe der Künette, sowie den Bodenverhältnissen abhängig. Im urbanen Raum wird diese Art von Baugrubensicherung selten angewendet, da je nach Tiefe und Böschungswinkel eine Breite von 10 bis 20 m benötigt wird (CIGRE, 2023, S. 45).

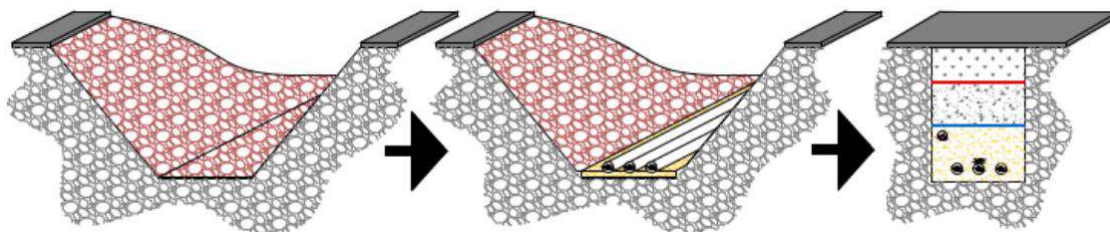


Abbildung 4-1: Baugrubensicherung mittels Böschung (CIGRE, 2023, S. 41)

Baugrubensicherung mittels Verbau

In urbanen Gebieten wird bei der offenen Bauweise in der Regel die Baugrubensicherung mittels Verbau angewendet, da diese wesentlich weniger Platz benötigt als eine Abböschung. Die Bohlen, die in der Regel aus Holz sind, können entweder waagrecht oder senkrecht eingebaut werden. Beim waagrecht Verbau (siehe Abbildung 4-2) sind die Bohlen waagrecht orientiert und der Einbau erfolgt von oben nach unten. Die Aussteifung erfolgt über senkrecht angeordnete Brusthölzer und Sprenger (Hettler et al., 2018, S.4). Beim

senkrechten Verbau (siehe Abbildung 4-3) sind die Bohlen senkrecht ausgerichtet, während der Einbau über waagrecht orientierte Gurte und Sprenger erfolgt (Hettler et al., 2018, S. 4 ff.). Im Vergleich zum waagerechten Verbau werden beim senkrechten Verbau weniger Sprenger benötigt, wodurch sich der Arbeitsraum in der Künette vergrößert. Da die Bohlen im senkrechten Verbau auch eingerammt werden können, ist diese Ausführungsvariante auch in nicht standfesten Böden einsetzbar.

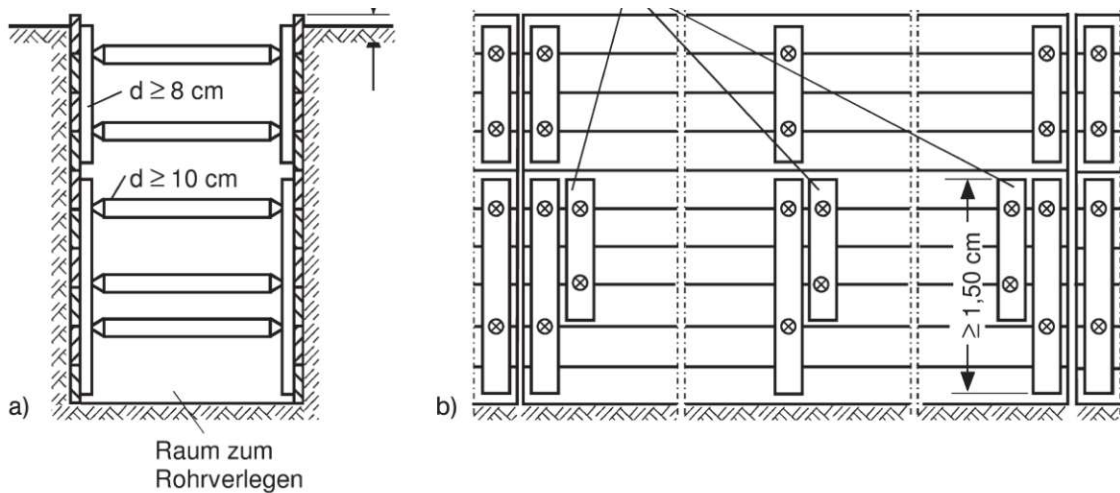


Abbildung 4-2: Waagerechter Verbau (Quer- und Längsschnitt) (Hettler et al., 2018, S. 5)

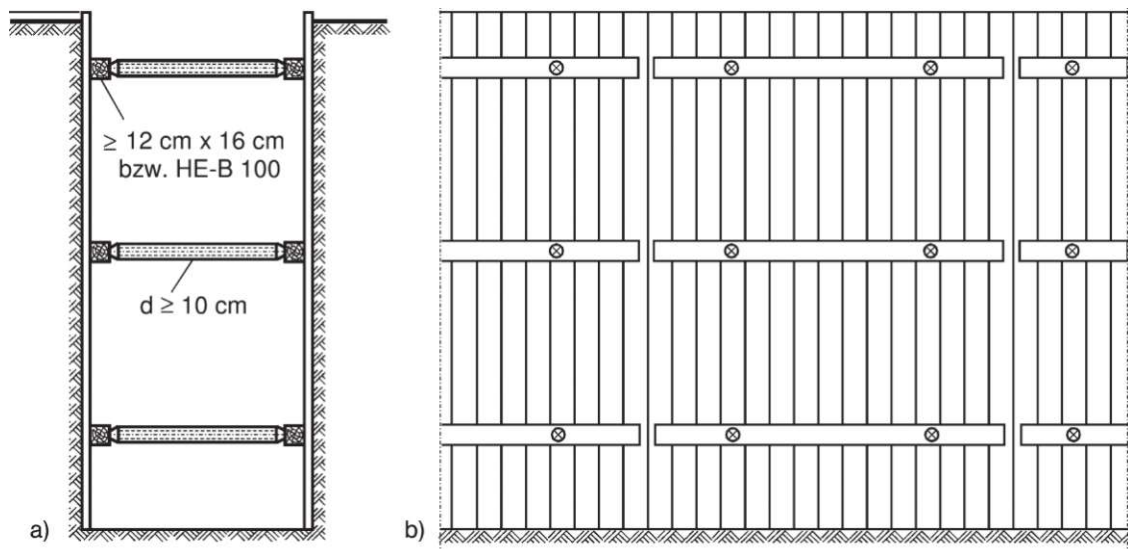


Abbildung 4-3: Senkrechter Verbau (Quer- und Längsschnitt) (Hettler et al., 2018, S. 7)

Alternativ können Grabenverbausysteme verwendet werden (Hettler et al., 2018, S. 9). Die Fertigelemente, bspw. aus Stahl, sind zwei bis vier Meter lang und können im Absenk- oder Einstellverfahren eingebaut werden. Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Verbau sind erhöhte Einbaugeschwindigkeit und das mehrfach einsetzbare Verbausystem. Die Anwendung im urbanen Raum ist allerdings eingeschränkt, da nur eine geringe Flexibilität bei Einbauten gegeben ist.

Merkmale der offenen Bauweise

Die Bewertung der offenen Bauweise hinsichtlich ökologischer, sozialer, ökonomischer und technischer Aspekte ist in Tabelle 4-2 ersichtlich.

Im ökologischen Kontext zeigt die Bauweise eine neutrale bis negative Bewertung. Ein signifikanter negativer Faktor in dieser Kategorie sind die erschwerten Bedingungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten, da das Kabel nur durch bauliche Maßnahmen zugänglich gemacht werden kann.

Bei Betrachtung des sozialen Aspektes ist die offene Bauweise neutral zu bewerten. Die Beeinträchtigung von Personen ist maßgeblich vom verwendeten Installationsverfahren (vgl. Kapitel 4.2) abhängig und lässt sich nicht ausschließlich der offenen Bauweise zuschreiben.

Aus ökonomischer Sicht, zeichnet sich die offene Bauweise aufgrund ihrer niedrigen Investitionskosten aus. Sie zeigt außerdem eine hohe Flexibilität beim Antreffen unbekannter Einbauten, allerdings wird durch das vorsichtige Graben die Einbaugeschwindigkeit reduziert.

Im Rahmen der technischen Bewertung bietet die Bauweise Vorteile aufgrund des geringen Gerätebedarfs und der Tatsache, dass zur Umsetzung keine spezielle Fachkompetenz erforderlich ist. Jedoch besteht ein wesentlicher Nachteil im Hinblick auf den Kabelschutz, da das Kabel keine zusätzliche robuste Umhüllung, bspw. aus Beton, aufweist oder besonders tief verlegt wird. Bei einer besonders tiefen Verlegung ist mit keiner mechanischen Beeinträchtigung des Kabels, bspw. durch Grabungsarbeiten, zu rechnen.

Die offene Bauweise zeichnet sich durch ihre positive Bewertung in den Bereichen Ökonomie und Technik aus.

Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile ist in Kapitel 4.1.5 dargestellt und ein Vergleich der vier Bauweisen in Bezug auf die Eignung im urbanen Raum erfolgt in Kapitel 6.2.

Tabelle 4-2: Merkmale der offenen Bauweise (CIGRE, 2023, S. 40 ff.)

	Bewertung	Anmerkung
<i>Ökologisch</i>		
Platzbedarf	→ (↓)	Abhängig von Baugrubensicherung, bei Böschungen () größerer Platzbedarf
Trassenführung	→	An Straßenverlauf gebunden
Materialeinsatz	→	
Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur	↓	
Erneuerung	↓	
Rückbau	→	
Austrocknung des Bodens	↓	
<i>Sozial</i>		
Beeinträchtigung Personen	→	Abhängig von Installationstechnik
Arbeitssicherheit	→	
<i>Ökonomisch</i>		
Investitionskosten	↑	
Einbaugeschwindigkeit	→	Bis zu 100 m pro Tag, abhängig von Künettenabmessungen und örtlichen Gegebenheiten (Einbauten)
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	↑	
<i>Technisch</i>		
Planungsaufwand	→	
Geräteeinsatz	↑	
Fachliche Expertise	↑	
Schutz des Kabels	↓	

↑ positiv → neutral ↓ negativ

4.1.2 Geschlossene Bauweise

Bei Anwendung der geschlossenen Bauweise wird im Unterschied zur offenen Bauweise keine Künette benötigt. Demnach handelt es sich um ein grabenloses Bauverfahren. Es wird fast ausschließlich unterirdisch und ohne großflächige Beschädigung der Oberfläche gearbeitet. Das grabenlose Bauverfahren wird bei erschweren Randbedingungen angewandt. Darunter fallen geringe Platzverhältnisse im urbanen Raum oder künstliche bzw. natürliche Hindernisse, wie z.B. oberflächennahe Infrastruktur oder Gewässer. Neben den Umweltaspekten, dem reduzierten Erdaushub und dem Verzicht auf Grundwasserabsenkung, ist das grabenlose Verfahren anwohnerfreundlicher (ÖGL, 2023). Die Technologie kann für den Neubau und für die Sanierung von horizontalen, nicht begehbaren Bauwerken angewandt werden. Die geschlossene Bauweise wird in zwei wesentliche Verfahren unterteilt: Bodenverdrängungsverfahren und Bodenentnahmeverfahren durch Bohrung (CIGRE, 2023, S. 121 ff.).

Bodenverdrängungsverfahren

Das Bodenverdrängungsverfahren ermöglicht Bohrungen ohne Bodenentnahme, indem durch den Verdrängungskörper das umliegende Bodenmaterial radial verdichtet wird. Es entsteht ein standfester Hohlraum (ÖGL, 2023). Die nachstehende Abbildung 4-4 zeigt das ungesteuerte Verdrängungsverfahren schematisch.

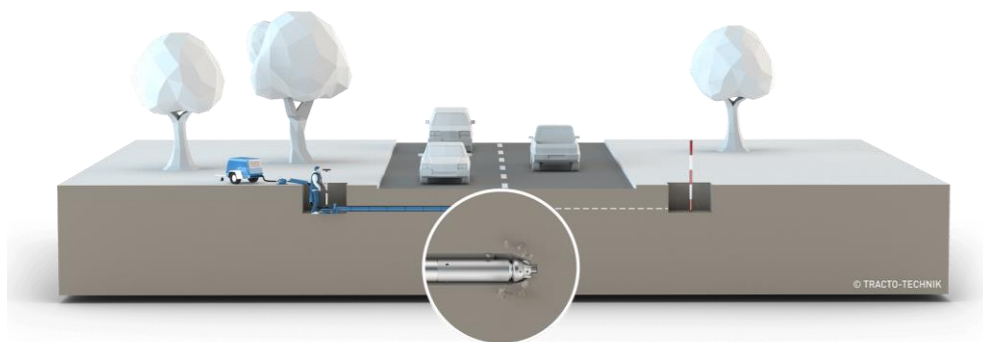


Abbildung 4-4: Verdrängungsverfahren ungesteuert (TRACTO-TECHNIK, 2023)

Bodenentnahmeverfahren

Das Verfahren der geschlossenen Bauweise mittels Bohrung wird angewandt, wenn die äußeren Gegebenheiten, wie z.B. Bodenbeschaffenheit, das Verfahren mittels Verdrängung nicht zulassen. Bei diesem Verfahren wird zwischen mehreren Techniken unterschieden. Die Auswahl der Methode hängt von verschiedenen Kriterien wie der erforderlichen

Leistung, der Tiefe und Größe des Kabels, der Geologie, Geografie, Logistik und Umweltauflagen ab. Die Ausrüstung für Horizontalbohrungen besteht je nach Verfahren aus dem Bohrturm, den Bohrmeißeln, dem Bohrgestänge, dem Bohrführungssystem, der Bohrspülungen, Spülungspumpen und Recycling- und Nebenanlagen (CIGRE, 2023, S. 121 f.). Der anfallende Bodenaushub wird je nach angewandeter Technik abtransportiert (CIGRE, 2023, S. 121 ff.). Ein Beispiel ist das gesteuerte Spülbohrverfahren (siehe Abbildung 4-5), bei dem der anfallende Bodenaushub durch Spülung abtransportiert wird.

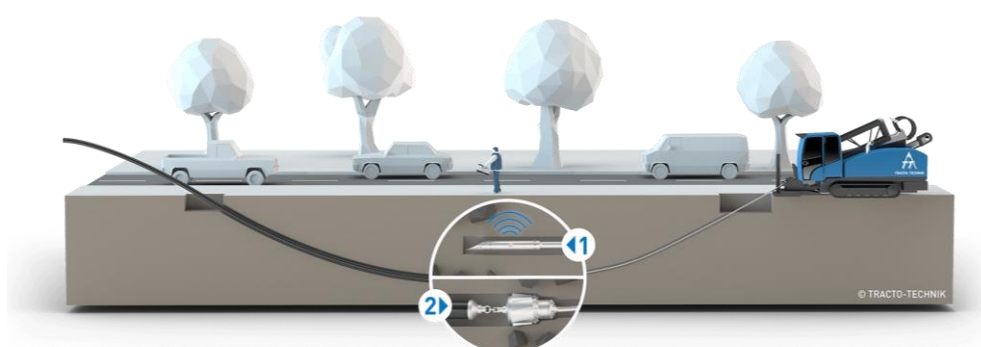


Abbildung 4-5: Horizontales Spülbohrverfahren steuerbar (TRACTO-TECHNIK, 2023)

Merkmale der geschlossenen Bauweise

In Tabelle 4-3 ist die Beurteilung der geschlossenen Bauweise dargestellt, die ökologische, soziale, ökonomische und technische Aspekte umfasst.

Im ökologischen Kontext bewegt sich die Bewertung zwischen positiv und neutral. Positive Aspekte umfassen den geringen Platzbedarf und Materialeinsatz. Wie bei der geschlossenen Bauweise ist jedoch die Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur negativ zu bewerten, was den ökologischen Vorteil abschwächt. Durch den Verzicht auf das Ausheben einer Künnette werden sowohl die Beeinträchtigung der Anwohner_innen minimiert als auch die Arbeitssicherheit des Baustellenpersonals erhöht. Somit ist die geschlossene Bauweise bei Betrachtung sozialer Aspekte positiv zu bewerten.

Die ökonomische Beurteilung der geschlossenen Bauweise wird als neutral eingestuft, wobei die erhöhte Einbaugeschwindigkeit positiv hervorzuheben ist. In technischer Hinsicht fällt die Bewertung ebenfalls neutral aus. Es besteht kein Bedarf an erhöhtem Planungsaufwand oder erweitertem Fachwissen. Der Schutz des Kabels wird ebenfalls neutral bewertet, da eine tiefere Verlegung die Wahrscheinlichkeit von mechanischen Beschädigungen durch

oberflächennahe Arbeiten verringert. Die geschlossene Bauweise kann insgesamt in allen betrachteten Aspekten als neutral bis positiv bewertet werden.

Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile ist in Kapitel 4.1.5 dargestellt und ein Vergleich der vier Bauweisen in Bezug auf die Eignung im urbanen Raum erfolgt in Kapitel 6.2.

Tabelle 4-3: Merkmale der geschlossenen Bauweise (ÖGL, 2023)

	Bewertung	Anmerkung
<i>Ökologisch</i>		
Platzbedarf	↑	Baustelleneinrichtung an Randbereichen
Trassenführung	→	An Straßenverlauf gebunden
Materialeinsatz	↑	
Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur	↓	
Erneuerung	→	
Rückbau	→	
Austrocknung des Bodens	→	Abhängig GW-Spiegel (CIGRE, 2023)
<i>Sozial</i>		
Beeinträchtigung Personen	↑	
Arbeitssicherheit	↑	
<i>Ökonomisch</i>		
Investitionskosten	→	
Einbaugeschwindigkeit	↑	
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	→ (↑)	Abhängig vom Verfahren: nicht steuerbar, Steuerbar ()
<i>Technisch</i>		
Planungsaufwand	→	Erkundungsarbeiten
Geräteeinsatz	→	
Fachliche Expertise	→	
Schutz des Kabels	→	Abhängig von Schutzmaßnahmen

↑ positiv → neutral ↓ negativ

4.1.3 Tröge

Die Verlegung der Kabel in Trögen ist im ländlichen Gebiet und entlang von Bahntrassen weit verbreitet. Die Kabel werden dabei in vorgefertigten U-förmigen Betontrögen verlegt. Die Tröge werden mit einem Deckel aus Beton, Stahl oder glasfaserverstärktem Kunststoff verschlossen, um die Kabel zu schützen. Der Innenraum der Tröge kann entweder verfüllt werden (siehe Abbildung 4-6) oder ungefüllt (siehe Abbildung 4-7) verbleiben (CIGRE, 2023, S. 82 f.).

Tröge können unterirdisch oder oberirdisch verlegt werden. Beim unterirdischen Einbau erfolgt die Verlegung im offenen Graben und ähnelt daher der offenen Bauweise, die in Kapitel 4.1.1 beschrieben wurde. Die Verlegung der Kabel in unterirdischen Trögen wird im urbanen Raum nur selten angewendet, da die Strecken möglichst gerade verlaufen müssen (CIGRE, 2023, S. 89) und somit nur schlecht auf Störungen durch Einbauten reagiert werden kann.

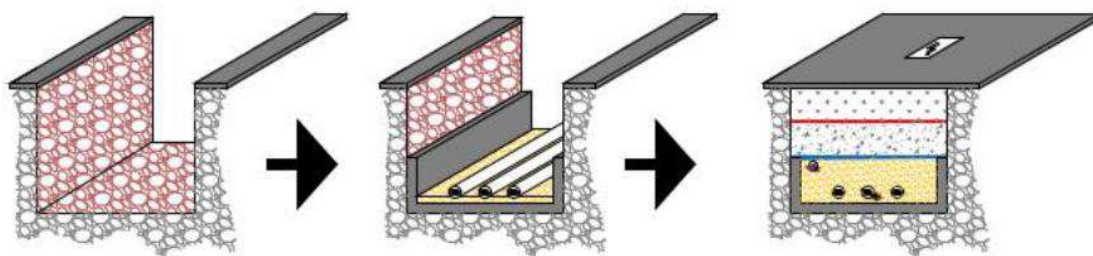


Abbildung 4-6: Verfüllter Trog (CIGRE, 2023, S. 82)

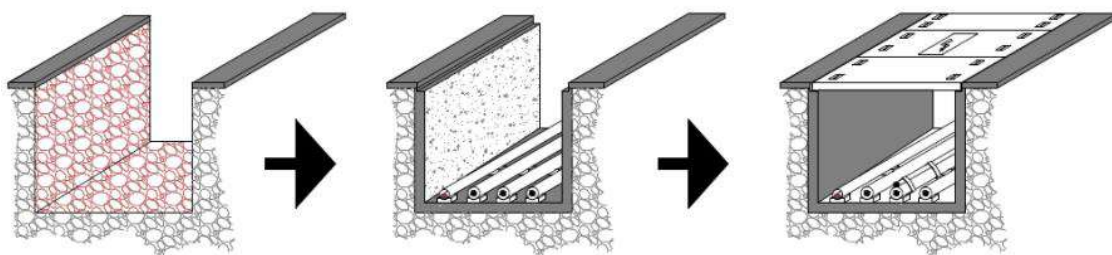


Abbildung 4-7: Unverfüllter Trog (CIGRE, 2023, S. 83)

Merkmale Tröge

Eine umfassende Bewertung der Kabelverlegung in Trögen, welche ökologische, soziale, ökonomische und technische Faktoren berücksichtigt, ist in Tabelle 4-4 zu finden.

Aus ökologischer Sicht ist die Bewertung der Kabelverlegung in Trögen als neutral bis negativ anzusehen. Ein Nachteil ist die eingeschränkte Trassenführung, da bei Kurven ein Mindestradius aufgrund der starren vorgefertigten Tröge eingehalten werden muss. Die größeren Kurvenradien bewirken außerdem einen erhöhten Materialverbrauch. Darüber hinaus

ist, wie bei der offenen und geschlossenen Bauweise (vgl. Kapitel 4.1.1 und 4.1.2), die Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur negativ zu bewerten, da die Kabel hierzu freigegeben werden müssen. Eine Ausnahme bilden unverfüllte Tröge, welche bspw. parallel zu Bahngleisen verlaufen. Sie liegen an der Oberfläche und sind zugänglich.

Im sozialen Kontext kann die Kabelverlegung in Trögen als neutral eingestuft werden. Ähnlich wie bei der offenen Bauweise (vgl. Kapitel 4.1.1) hängt die Beeinträchtigung von Personen maßgeblich vom eingesetzten Installationsverfahren ab.

Ökonomisch gesehen ist die Kabelverlegung in Trögen neutral zu bewerten. Es gibt keine signifikanten Vor- oder Nachteile in Bezug auf Investitionskosten, Einbaugeschwindigkeit oder Flexibilität bei unbekanntem Einbauten. Anzumerken ist, dass die unflexible Trassenführung negative wirtschaftliche Auswirkungen haben kann.

Technisch betrachtet weist die Kabelverlegung in Trögen positive Aspekte auf. Durch die Verwendung von Trögen wird das Kabel geschützt. Der Geräteeinsatz wird als neutral eingestuft, da spezielle Geräte zum Einheben der massiven Tröge erforderlich sind.

Insgesamt zeigt die Kabelverlegung in Trögen besonders im technischen Bereich eine positive Bewertung, während die anderen Bereiche eher neutral bis negativ bewertet werden.

Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile ist in Kapitel 4.1.5 dargestellt und ein Vergleich der vier Bauweisen in Bezug auf die Eignung im urbanen Raum erfolgt in Kapitel 6.2.

Tabelle 4-4: Merkmale Tröge (CIGRE, 2023, S. 82 ff.)

	Bewertung	Anmerkung
<i>Ökologisch</i>		
Platzbedarf	→	
Trassenführung	↓	
Materialeinsatz	→	
Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur	↓ (→)	Bei unverfüllten Trögen () ist die Wartung bzw. die Zugänglichkeit besser, ist allerdings abhängig von der Größe des Troges
Erneuerung	↓ (→)	Bei unverfüllten Trögen () ist die Erneuerung besser
Rückbau	→	
Austrocknung des Bodens	→	
<i>Sozial</i>		
Beeinträchtigung Personen	→	Abhängig von Installationstechnik
Arbeitssicherheit	→	
<i>Ökonomisch</i>		
Investitionskosten	→	
Einbaugeschwindigkeit	→	
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	→	
<i>Technisch</i>		
Planungsaufwand	→	
Geräteinsatz	→	
Fachliche Expertise	↑	
Schutz des Kabels	↑	

↑ positiv → neutral ↓ negativ

4.1.4 Tunnelbauwerke

Der Bau von Tunneln zur Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln kommt bisher auf Grund der hohen Investitionskosten nur selten zum Einsatz. In der Praxis werden nur kurze Tunnelabschnitte zur Querung von Hindernissen, z.B. Bahntrassen oder Gewässern, eingesetzt.

Tunnel können entweder oberflächennah in offener Bauweise oder tiefer unter der Oberfläche in geschlossener Bauweise gebaut werden.

Die größten Vorteile von Tunnelbauwerken bestehen zum einen in der langen Lebensdauer von mehr als 100 Jahren und zum anderen in der Zugänglichkeit des Kabels für Wartung, Reparatur und Erneuerung. Außerdem ist aufgrund der tiefen Verlegung eine lineare Trassenführung unabhängig von der Straßenführung unterhalb der Bebauung möglich. Angesichts der Judikatur in Österreich ist der Tunnelbau unterhalb von Gebäuden erschwert⁴.

Tunnelbauwerke sind immer zu belüften, wobei ein natürliches oder ein mechanisches Belüftungssystem eingesetzt werden kann. Die natürliche Belüftung basiert auf dem Prinzip, dass durch eine Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenluft eine Luftströmung entsteht. Diese Belüftungsmethode ist aus physikalischen Gründen nur für kurze Tunnel anwendbar (CIGRE, 2023, S. 107 f.). Die mechanische Lüftung erfolgt mit Hilfe von Ventilatoren.

Bei Tunnelbauwerken sind Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften von besonderer Bedeutung. Es muss sichergestellt werden, dass ArbeiterInnen nicht gefährdet werden. Fluchtwege müssen vorhanden sein, um eine Evakuierung jederzeit und von jeder Stelle im Tunnel zu ermöglichen. Außerdem kann es notwendig sein, Sauerstoffmessgeräte zu installieren (CIGRE, 2023, S. 115).

Tunnelbauwerke lassen sich entweder in offener oder geschlossener Bauweise herstellen. Die offene Tunnelbauweise erfolgt wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben. Sie wird angewandt, wenn Tunnel oberflächennah verlegt werden. Im urbanen Raum ist die offene Tunnelbauweise für die Kabelverlegung nicht geeignet, da die Bevölkerung gestört wird und der Nutzen gegenüber der klassischen Verlegung in einer Künette (vgl. Kapitel 4.1.1) nur geringfügig ist.

⁴ Das Grundstückseigentum ist in Österreich, aufgrund mangelnder gesetzlicher Bestimmungen, im Erdreich nach unten nicht begrenzt (Quelle: Rechtsinformationssystem des Bundes. *Rechtssätze*. Abgerufen am 05.02.2023 von https://www.ris.bka.gv.at/JustizEntscheidung.wxe?Abfrage=Justiz&Dokumentnummer=JIT_19960130_OGH0002_00100B00607_9500000_000&IncludeSelf=True).

Bei der geschlossenen Tunnelbauweise lassen sich zwei Vortriebsarten unterscheiden:

1. Universeller Vortrieb

Der universelle Vortrieb erfolgt zyklisch in den nacheinander ablaufenden Arbeitsschritten: Lösen, Schüttern und Stützmitteleinbau. Zu dieser Vortriebsart zählen z.B. Sprengvortrieb und Baggervortrieb (Gerald Goger, 2021, S. 4).

1. Maschineller Vortrieb

Der maschinelle Vortrieb (siehe Abbildung 4-8), auch kontinuierlicher Vortrieb genannt, erfolgt im Gegensatz zum universellen Vortrieb in einem Arbeitsschritt. Der Vortrieb erfolgt mit Tunnelbohrmaschinen, Schildmaschinen, im Rohrvortrieb oder im Vorpressverfahren (Gerald Goger, 2021, S. 4 f.).

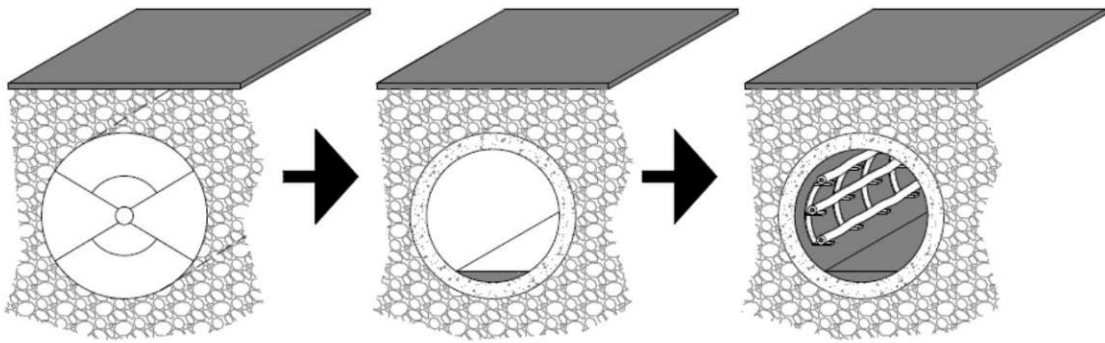


Abbildung 4-8:Kabelverlegung im Tunnelbauwerk (CIGRE, 2023, S. 99)

Merkmale Tunnelbauwerke

Die Bewertung von Tunnelbauwerken im Kabelbau betreffend ökologischer, sozialer, ökonomischer und technischer Aspekte ist in Tabelle 4-5 dargestellt. Unter ökologischen Gesichtspunkten zeigt die Tunnelbauweise sowohl Vor- als auch Nachteile. Während die Zugänglichkeit für Wartungs- und Reparaturarbeiten positiv bewertet wird, ergeben sich durch den erhöhten Materialeinsatz und die erschwerte Rückbaubarkeit negative Faktoren. In sozialer Hinsicht ist der Bau von Tunneln neutral zu bewerten. Eine Beeinträchtigung der Anwohner_innen ist nur an den Start- und Endpunkten des Tunnels gegeben. Die Arbeitssicherheit ist generell bei Tunnelbaustellen erhöht und es gibt keine externen Beeinträchtigungen, bspw. durch Verkehr. Ökonomisch gesehen fällt die Bewertung der Tunnelverlegung negativ aus, da ein erhöhter Bedarf an Investitionskosten, Zeitaufwand für die Herstellung und Material besteht. Die Flexibilität bei unbekanntem Einbauten wird als neutral eingestuft, da sich in der Regel in der Tiefe eines Tunnels keine Einbauten befinden. Technisch betrachtet ist die Tunnelbauweise negativ zu bewerten. Lediglich der durch den Tunnel entstehende Schutz des Kabels stellt einen positiven Aspekt dar.

Insgesamt lässt sich die Verlegung von Kabeln in Tunneln als neutral bis negativ einordnen, obwohl positive ökologische Aspekte, wie bspw. die Zugänglichkeit für Wartungs- und Reparaturarbeiten, beachtet werden sollten. Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile ist in Kapitel 4.1.5 dargestellt und ein Vergleich der vier Bauweisen in Bezug auf die Eignung im urbanen Raum erfolgt in Kapitel 6.2.

Tabelle 4-5: Merkmale von Tunnelbauwerken (CIGRE, 2023, S. 97 ff.)

	Bewertung	Anmerkung
<i>Ökologisch</i>		
Platzbedarf	→	
Trassenführung	→	Theoretisch unabhängig von Straßenverlauf => Grundstücksrechte zu klären
Materialeinsatz	↓	
Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur	↑	
Erneuerung	↑	
Rückbau	↓	
Austrocknung des Bodens	↑	
<i>Sozial</i>		
Beeinträchtigung Personen	→	
Arbeitssicherheit	→	
<i>Ökonomisch</i>		
Investitionskosten	↓	
Einbaugeschwindigkeit	↓	
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	→	Wird so tief verlegt, dass i.d.R keine Einbauten vorhanden sind
<i>Technisch</i>		
Planungsaufwand	↓	
Geräteeinsatz	↓	
Fachliche Expertise	↓	
Schutz des Kabels	↑	

↑ positiv → neutral ↓ negativ

4.1.5 Zusammenfassung Bauverfahren

Die verschiedenen Bauverfahren, die im Kabelbau eingesetzt werden können, weisen jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile auf. Die offene Bauweise zeichnet sich durch ihre positiven Bewertungen in den ökonomischen und technischen Aspekten aus. Demgegenüber erzielt die geschlossene Bauweise eine neutrale bis positive Beurteilung in allen untersuchten Bereichen. Die Verlegung von Kabeln in Trögen ist aus technischer Sicht positiver zu bewerten, wobei sie in anderen betrachteten Kategorien eher neutral bis negativ eingeordnet wird. Die Tunnelbauweise wird im Kabelbau eher negativ eingeschätzt, wobei durchaus positive ökologische Aspekte vorliegen.

Eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der beschriebenen Bauverfahren ist in Tabelle 4-6 dargestellt.

Tabelle 4-6: Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauverfahren

	Vorteile	Nachteile
Offene Bauweise	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Investitionskosten - Flexibilität bei unbekanntem Einbauten - Geringer Gerätebedarf - Geringe fachliche Expertise erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Austrocknung Boden - Schlechte Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur - Erschwerte Erneuerung - Geringer Schutz des Kabels
Geschlossene Bauweise	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Platzbedarf - Geringer Materialeinsatz - Anwohnerfreundlich - Hohe Arbeitssicherheit - Erhöhte Einbaugeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Schlechte Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur - Spezialgeräteeinsatz
Tröge (verfüllt)	<ul style="list-style-type: none"> - Guter Schutz des Kabels - Geringe fachliche Expertise erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Erschwerte Trassenführung - Schlechte Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur - Erschwerte Erneuerung
Tunnelbauweise	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur - Erneuerung des Kabels mit geringem Aufwand möglich - Geringere Austrocknung Boden - Guter Schutz des Kabels 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Materialbedarf - Schlechte Rückbaubarkeit - Hohe Investitionskosten - Geringe Einbaugeschwindigkeit - Hoher Planungsaufwand - Hoher Geräteeinsatz - Hohe fachliche Expertise erforderlich

4.2 Installationsverfahren

Nach Abschluss der baulichen Tätigkeiten, etwa der Herstellung einer Künette oder eines Tunnels, mittels eines entsprechenden Bauverfahrens (siehe Kapitel 4.1), ist die Verlegung des Kabels erforderlich. Hierbei sind primär drei Installationsverfahren zu unterscheiden: der Kabelzug, das Einschwemmen und das Einpflügen. In der Praxis erfolgt die Anwendung verschiedener Kombinationen von Bau- und Installationsverfahren, wobei die konkrete Auswahl von Faktoren wie Standort, Platzbedarf, technischen Anforderungen und Spannungsebene abhängt.

4.2.1 Kabelzug

Der Prozess des Einlegens der Kabel in die geöffnete Künette wird als Kabelzug bezeichnet. Die Kabel werden mittels Kabeltrommeln zur Baustelle transportiert, von denen das Kabel abgerollt und direkt in die Künette gezogen werden kann. Falls notwendig, kann der Zugkopf direkt im Werk installiert werden. Die Länge der Kabelabschnitte wird durch die Gesamtlänge der Strecke bestimmt, wobei eine gleichmäßige Aufteilung angestrebt wird. Demnach ist die Künette über die gesamte Abschnittslänge geöffnet, wodurch es zu Beeinträchtigung der Anwohner_innen und des Verkehrs kommen kann. Die maximale Länge der Verzugstrecke hängt außerdem von den Transportfaktoren ab.

Zu Beginn des Prozesses wird das Kabel durch kurzzeitiges Erwärmen flexibel gemacht. Aufgrund seines hohen Eigengewichts kann das Kabel nach dem Start des Zuges mithilfe einer Seilwinde über die gesamte Strecke gezogen werden. Um das Kabel ohne Beschädigungen in die Künette zu ziehen, werden Metallrollen verwenden, über die das Kabel gezogen wird. Während des maschinellen Einzugs des Kabels begleiten mehrere Monteur_innen den Vorgang, um Hindernisse frühzeitig zu erkennen und einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten (Klein, 2022, S. 2). Dabei ist es erforderlich, dass der gesamte Streckenabschnitt zugänglich ist.

Da das Installationsverfahren in der geöffneten Künette durchgeführt wird, ist es stark von den Witterungsbedingungen abhängig. Extreme Wetterbedingungen wie Regen, Schnee oder starker Wind können den Installationsprozess beeinträchtigen.

Nachdem das Kabel eingezogen wurde, ist es möglich, das Kabel mit thermisch stabilisierendem Material zu umhüllen, um die Wärmeableitung während des Betriebs zu verbessern und die erforderliche Übertragungsleistung sicherzustellen.

4.2.2 Einschwemmen

Beim sogenannten Einschwemmen wird mittels Wasserdrucks das Kabel in bereits installierte Leerrohre geschwemmt (siehe Abbildung 4-9). Dies ermöglicht das Einziehen von Kabeln in bereits verschlossene Künetten, wodurch die Länge des offenen Künettenabschnitts

minimiert wird und sich somit die Beeinträchtigung des Verkehrs und der Anwohner_innen reduziert. Mit Hilfe eines Schubgeräts wird das Kabel in den wassergefüllten Hohlraum geschoben bzw. gezogen. Der Wasserdruck wird durch eine Hochdruckkolbenpumpe aufgebracht. Durch das Verwenden eines Wasservorratsbehälters wird ermöglicht, dass dieses Verfahren unabhängig von der Verfügbarkeit von Hydranten durchgeführt werden kann. Es sind jedoch bestimmte Randbedingungen zu beachten, darunter eine maximale Steigung von 4 %, ein minimaler Kurvenradius von 5 m und eine maximale Einbringlänge von 1.200 bis 1.300 m. (CIGRE, 2023, S. 160 ff.)

Das Einschwemmverfahren erzielt einen Leistungswert von ca. 10 bis 15 m pro Minute bei einem Druck von 10 bis 12 bar. Es ist zu beachten, dass der Grenzwert der Druckbeständigkeit des Rohrs nicht überschritten wird. (CIGRE, 2023, S. 159)

Nach dem Einschwemmen des Kabels in das Leerrohr bleibt ein Luftraum zwischen dem Kabel und dem Rohr bestehen, was zu einer Beeinträchtigung der Wärmeableitung und damit einhergehend zu einer reduzierten Übertragungsleistung führt. Eine Verbesserung der Wärmeableitung könnte durch nachträgliches Verpressen des Rohrs mit thermisch stabilisiertem Material erzielt werden, jedoch ist dies aufgrund der großen Abschnittslängen technisch aktuell schwer realisierbar. (Klein, 2022, S. 3)

Da die Arbeiten an der Oberfläche während des Einschwemmens nur sehr gering sind, ist das Verfahren weitestgehend unabhängig von den Witterungsverhältnissen.

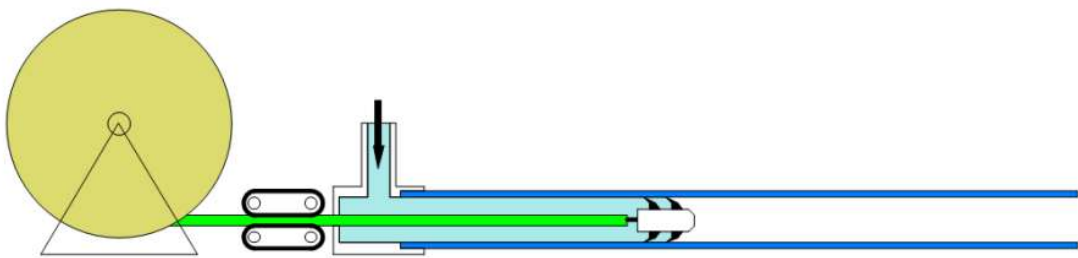


Abbildung 4-9: Einschwemmen von Kabeln (Griffioen, 2016)

4.2.3 Einpflügen

Das Einpflügen ermöglicht die gleichzeitige Durchführung der baulichen Maßnahmen und der Kabelinstallation in einem Arbeitsschritt, da das Kabel bzw. ein Leerrohr direkt in die Erde eingebracht wird. Der beim Pflügen erzeugte Bodeneinschnitt stellt eine vorübergehende Öffnung dar, in den das Kabel eingelegt werden kann. Im Hochspannungsbereich ist eine Verlegetiefe bis 2,1 m realisierbar. Der Pflug nutzt das bei diesem Prozess anfallende Aushubmaterial unmittelbar zur Verfüllung, indem dieses nach der Kabeleinbringung über die Bodenöffnung geschoben wird. Daher eignen sich insbesondere Böden für diese

Methode, die sich leicht verdrängen lassen und als Füllmaterial wiederverwendet werden können. Anwendung findet das Verfahren des Einpflügens bei Böden bis einschließlich Bodenklasse 6⁵ (IFK GesmbH, 2023).

Die Installationstechnik ist aufgrund mehrerer Einschränkungen in urbanen Gebieten kaum anwendbar. Zahlreiche Einbauten im Boden und ein hoher Platzbedarf für die Baustelleneinrichtung⁶ begrenzen die Anwendbarkeit innerhalb der Stadt. Darüber hinaus liegt die Kabelinfrastruktur in urbanen Gebieten häufig unter versiegelten Flächen, was das Einpflügen erst nach der Entfernung von Straßen- oder Gehwegoberflächen ermöglichen würde.

Anwendungsszenarien für das Einpflügvorgang finden sich in der Überquerung von Flussläufen oder der Verlegung von Kabeln in ländlichen Umgebungen (CIGRE, 2023, S. 145 ff.). In Abbildung 4-10 wird der Prozess des gleichzeitigen Pflügens und Verziehens des Kabels gezeigt.



Abbildung 4-10: Einpflügen 380 kV-Kabel (IFK GesmbH, 2023)

4.2.4 Vergleich Installationsverfahren

Die Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der gängigen Installationsverfahren im Kabelbau (siehe Tabelle 4-7) dient als Zusammenfassung der in Kapitel 4.2 erklärten Verfahren.

Das Verfahren des Kabelzugs ermöglicht eine stetige Kontrolle des Kabels während der Installation und die nachträgliche Einbettung des Kabels in thermisch stabilisierendes Material. Jedoch beeinträchtigt es, im Vergleich zum Einschwemmen, die Anwohner_innen und den Verkehr über einen längeren Zeitraum und ist witterungsabhängig. Ein Nachteil des

⁵ Die Bodenklasse wird gemäß ÖNORM B 2205 in 7 Stufen unterteilt. Böden der Bodenklasse 6 bestehen aus leicht löslichen Fels und vergleichbare Bodenarten.

⁶ Für Mittelspannungskabel wird ein 6 m breiter Arbeitsbereich entlang der Trasse benötigt. Für Hochspannungskabel ist ein Arbeitsbereich von bis zu 10 m nötig, um Ausrüstung einschließlich möglicher drei Kabeltrommeln zu gewährleisten. (Quelle: CIGRE. (2023). TB 889 - Installation of underground HV cable systems. *Technical brochure*. , ibid.).

Einschwemmens besteht darin, dass ein nachträgliches Verfüllen des Leerrohrs technisch schwierig ist. Das Einpflügen kombiniert bauliche Maßnahmen und Kabelverlegung in einem Arbeitsschritt, was zu einer hohen Einbaugeschwindigkeit führt. Jedoch ist es für den urbanen Raum ungeeignet.

Tabelle 4-7: Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Installationsverfahren

	Vorteile	Nachteile
Kabelzug	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolle des eingezogenen Kabels möglich - Nachträgliches Einbettung des Kabels in thermisch stabilisierendes Material möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Beeinträchtigung der Anwohner und des Verkehrs über gesamte Abschnittslänge - Witterungsabhängig
Einschwemmen	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Beeinträchtigung der Anwohner und des Verkehrs, durch frühzeitiges Verschließen der Künette - Weitestgehend Witterungsunabhängig 	<ul style="list-style-type: none"> - Nachträgliches Verfüllen des Leerrohrs technisch schwierig
Einpflügen	<ul style="list-style-type: none"> - Bauliche Maßnahmen und Verlegung des Kabels in einem Arbeitsschritt - Einbaugeschwindigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Im urbanen Raum ungeeignet

5 Analyse des Status quo

Im nachstehenden Kapitel wird der aktuelle Stand des Prozesses der Erdkabelverlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln bei der Wiener Netze GmbH beschrieben. Der gesamte Prozess lässt sich in vier übergeordnete Schritte aufteilen, welche grafisch in Abbildung 5-1 dargestellt sind.



Abbildung 5-1: Prozess Verlegung eines Erdkabels

Der betrachtete Prozess reicht von der internen Planung einer neuen Hochspannungstrasse bis hin zur fertigen, wieder verfüllten Künette. Die Datenerhebung fand im Zuge von Experteninterviews (Protokoll siehe Anhang A1-A3) und Baustellenbegehungen mit dem Projektleiter der Wiener Netze GmbH und dem Bauleiter des ausführenden Bauunternehmens statt. Die Neuverlegung eines 380 kV-Kabels im elften Wiener Gemeindebezirks wird für die vorliegende Diplomarbeit als Referenzprojekt verwendet. Die neue Trasse dient als Verbindung der Umspannwerke Simmering und Süd-Ost (siehe Abbildung 5-2) und misst eine Länge von 4,5 km. Der genaue Verlauf darf aufgrund von Datenschutz kritischer Infrastruktur nicht veröffentlicht werden. Die Bau- und Verlegearbeiten finden im Zeitraum 2021 bis 2023 statt, wobei die Planung bereits im Jahr 2008 begonnen hat.

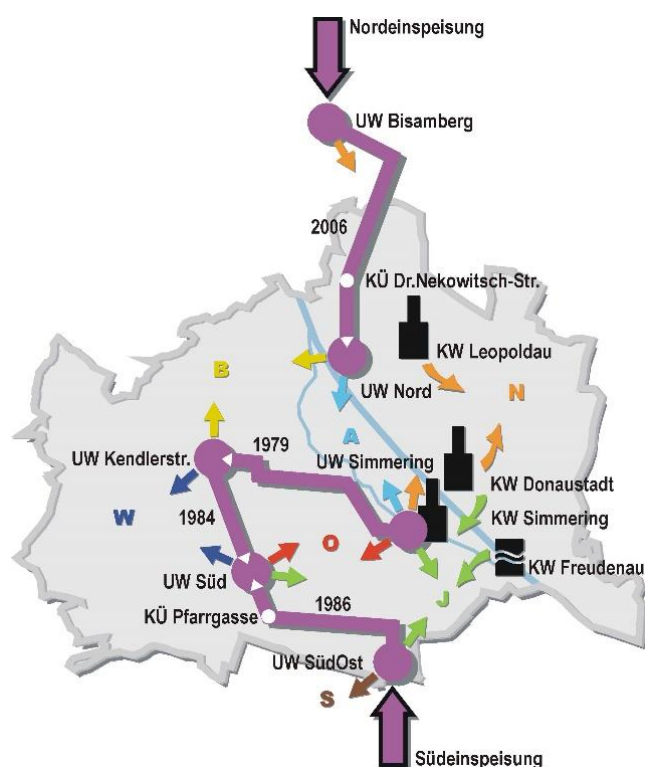


Abbildung 5-2: Trassenführung (© Wiener Netze GmbH)

5.1 Planung Wiener Netze GmbH

Es gibt vielfältige Gründe, weshalb eine neue Trasse geplant wird. Häufig ist eine erwartete erhöhte Stromnutzung, prognostiziert durch den Netzplaner, oder die Integration erneuerbarer Energien die Ursache.

Basierend auf der Netzplanung wird ein zusätzlicher Bedarf an Leistung aufgezeigt. Um diesen zu decken, werden neue Umspannwerke benötigt, welche über Leitungen angeschlossen werden. Die Detailplanung der Trassenführung wird durch die Wiener Netze GmbH vorgenommen. Der Projektleiter der Bauabteilung der Wiener Netze und sein Team bestehen aus einer halben Techniker_innenstelle, drei Werkmeister_innen und 15 Monteur_innen. Diese sind für die Planung und Instandhaltung im 380 kV-Kabelnetz zuständig. Bei der Planung der Trasse müssen bautechnische, behördliche und rechtliche Aspekte beachtet werden. Aufgrund der räumlichen Zugänglichkeit und der rechtlichen Gegebenheit, dass das Grundstück dem Eigentümer in Österreich ohne Grenze in die Tiefe gehört (vgl. Kapitel 4.1.4), wird die Lage der Trasse an der Straßenführung orientiert. Die Kabel werden vorzugsweise unter dem Gehweg und in Sonderfällen unter der Fahrbahn verlegt. Solche Sonderfälle können bspw. durch geschützte Baumbestände oder andere Einbauten begründet sein. Neben den Kabeln werden entlang der Straßenführung weitere Einbauten verlegt. Dazu gehören, wie in Abbildung 5-3 dargestellt, Leitungen für Fernwärme, Gas, Wasser, Datenleitungen wie Telekommunikation und Kanalsysteme. Die Lage der Einbauten entlang der geplanten Trasse wird im Zuge der Detailplanung berücksichtigt und beeinflusst die Lage der finalen Trasse.

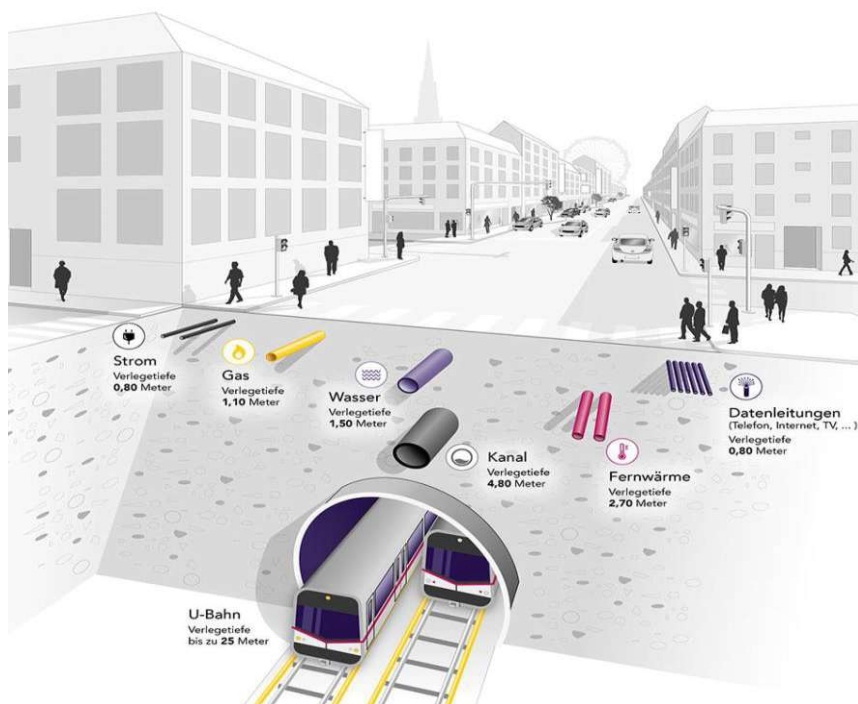


Abbildung 5-3: Einbauten Schnitt Untergrund (© Wiener Netze GmbH)

Zur Grundlage der Trassenplanung gehört neben dem Einholen der aktuellen Verortung der Einbauten bei den Betreibern auch das Beantragen unterschiedlicher behördlicher Bescheide. Das Erlangen der notwendigen Bescheide kann sich zeitlich stark ausdehnen, so dass Zeitreserven in der Planung berücksichtigt werden sollten. Der Umfang der Bescheide, welche für die jeweilige Trasse eingeholt werden müssen, ist abhängig von der Verortung und den dort herrschenden örtlichen Gegebenheiten. Die starkstromwegerechtliche Bewilligung⁷ muss im Zuge einer solchen Neuplanung eingeholt werden, wobei eine Bearbeitungsdauer von ca. sechs Monaten einzukalkulieren ist. In Wien ist für die starkstromwegerechtliche Bewilligung die MA 64⁸ zuständig. Folgende weitere Bewilligungen werden ggf. benötigt: wasserrechtliche Bewilligung bei Querung von Gewässern, Rodungsbewilligung bei Vorfinden von Waldabschnitten, Eisenbahngenehmigung bei Querung von Schienengebieten, Denkmalschutz und Bewilligungen des Naturschutzes bei zu schützenden Tier- und Pflanzenarten (z.B. Ziesel). Der Prozess zur Beschaffung von Bescheiden aller Art kann zeitaufwendig sein und birgt ein Konfliktrisiko sowie die Notwendigkeit, bestimmte Auflagen zu erfüllen.

Bescheide im Bereich Natur- und Tierschutz können zeitintensiv sein und sind häufig mit hohem Konfliktpotential und Auflagen verbunden. Ein Beispiel hierfür ist das Vorkommen von Zieseln im Bereich der Trassenführung. In solchen Fällen dürfen keine Grabungsarbeiten in einem Radius von fünf Metern um bewohnte Bauten stattfinden. Der Bestand der Bauten muss aufgenommen werden und im Zuge einer solchen Dokumentation muss ermittelt werden, welche Bauten noch bewohnt sind. Wenn keine geeignete Trasse gefunden wird, welche die Einhaltung der Auflage erfüllt, müssen die Ziesel in einem aufwändigen Verfahren umgesiedelt werden.

5.2 Ausschreibung und Vergabe

Bei Neubauverlegungen ist je nach Aufbau und Spannungsebene ab einer bestimmten Länge eine Ausschreibung erforderlich. Im Fall von 110 kV-Systemen muss bei einem Einfachsystem ab 100 m und bei einem Doppelsystem ab 50 m ausgeschrieben werden. Bei Neuverlegungen von 380 kV hingegen wird ab 25 m ausgeschrieben. Die Geometrie der finalen Trasse liefert die Massen, welche als Ausschreibungsgrundlage dienen.

Die Wiener Netze GmbH unterliegen dem Bundesvergabegesetz (BVerG), da sie gemäß § 167 BVerG als Sektorenauftraggeber eingestuft werden.

⁷ Laut Starkstromwegegesetz aus dem Jahr 1968.

⁸ Magistrat in Wien für Bau-, Energie-, Eisenbahn- und Luftfahrtrecht.

Im Referenzprojekt wird die Lieferung und Montage inkl. der Tiefbauarbeiten in einem zweistufigen Verhandlungsverfahren an einen/eine Generalunternehmer_in, vergeben.

Mit der Generalunternehmer_innenleistung wurde ein/eine Kabelhersteller_in beauftragt, welcher die Bauausführung an Subunternehmer_innen vergibt. Die Trasse ist in sechs Sektionen unterteilt, welche durch verschiedene Bauunternehmen bearbeitet werden. In Abbildung 5-4 wird die Projektstruktur, des Referenzprojektes, in Form eines Organigramms dargestellt.

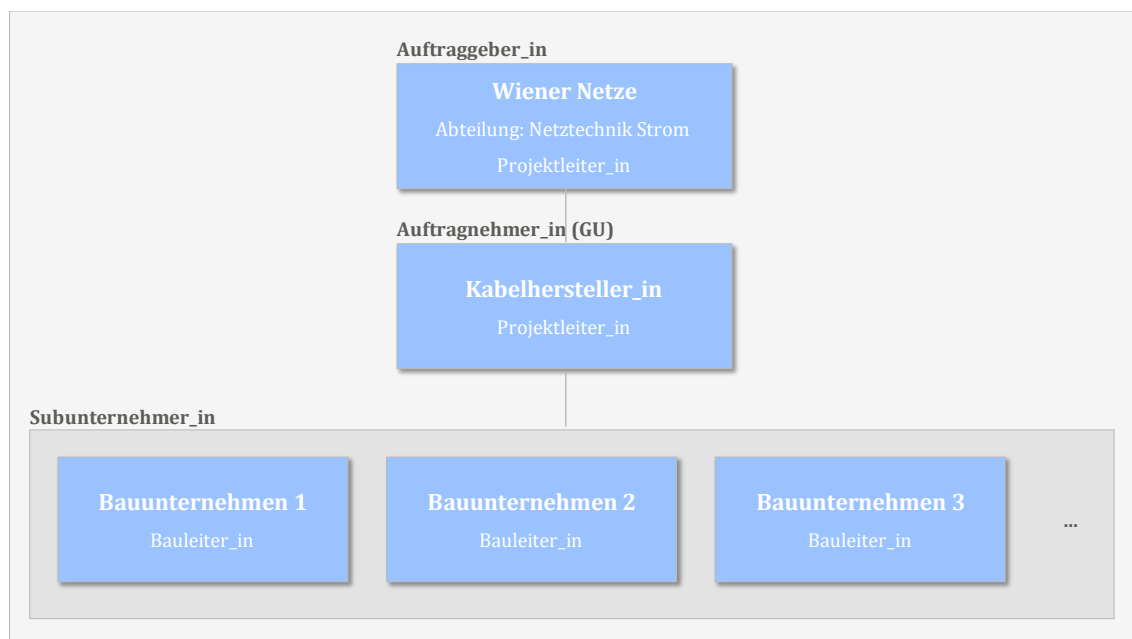


Abbildung 5-4: Organigramm der Projektstruktur im Referenzprojekt

5.3 Ausführung

Die Ausführung lässt sich in sechs Schritte, welche in nachfolgender Abbildung 5-5 dargestellt sind, unterteilen. Im Folgenden werden diese Schritte genauer beschrieben.

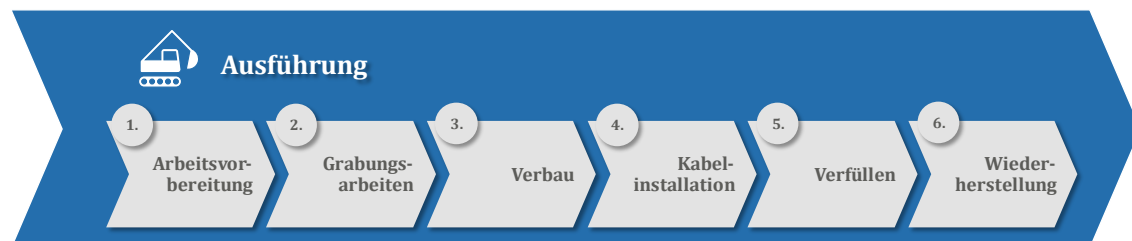


Abbildung 5-5: Detaillierter Prozessschritt Ausführung

Arbeitsvorbereitung

Im ersten Schritt findet eine Vorerkundung der Trasse durch das Bauunternehmen statt. Die Lage der Einbauten wird bei den Betreiber_innen angefragt, auch andere mögliche Hindernisse werden aufgezeigt und geprüft. Typische Hindernisse neben Einbauten können z.B. Altlasten aus früheren Industriegebieten sein. Auf dieser Grundlage wird eine

Ausführungsplanung erstellt, welche durch einen/eine Polier_in vor Ort angezeichnet wird. Diese Anzeichnung gibt Information über die Lage der Einbauten in horizontaler Ebene, da die zur Verfügung gestellten Angaben der Betreiber_innen ausschließlich Information über X- und Y-Koordinate der Einbauten geben. Der Grund hierfür ist, dass Änderungen der Oberfläche oftmals nicht bekannt sind und so die Angaben der Höhe mit einem hohen Risiko behaftet wären. Darüber hinaus sind weitere Vorbereitungen notwendig, bspw. der Aufbau der Baustelleneinrichtung sowie Anfertigung von Kalkulationen.

Grabarbeiten

Nach Abschluss der Vorbereitungsmaßnahmen beginnen die Bauarbeiten. Standardmäßig kommt das Bauverfahren der offenen Bauweise, welches in Kapitel 4.1.1 erklärt wird, zur Ausführung. Die Künette wird durch einen Bagger ausgehoben, wobei der Prozess durch weitere fünf Arbeiter_innen unterstützt wird. Während der Bagger für die groben Grabarbeiten genutzt wird, benutzt das Team Schaufeln für Feinarbeiten. Eine Künette, wie in Abbildung 5-6 dargestellt, ist ca. 1,2 m breit und 3 bis 4 m tief. Die Tiefe der Künette ist von der Spannungsebene und den vorkommenden Einbauten abhängig. Hochspannungskabel müssen hierbei in einer ausreichenden Tiefe verbaut werden, um die gesetzlichen Anforderungen an die auftretenden Magnetfelder einzuhalten und die Übertragungsfähigkeit des Systems sicherzustellen.

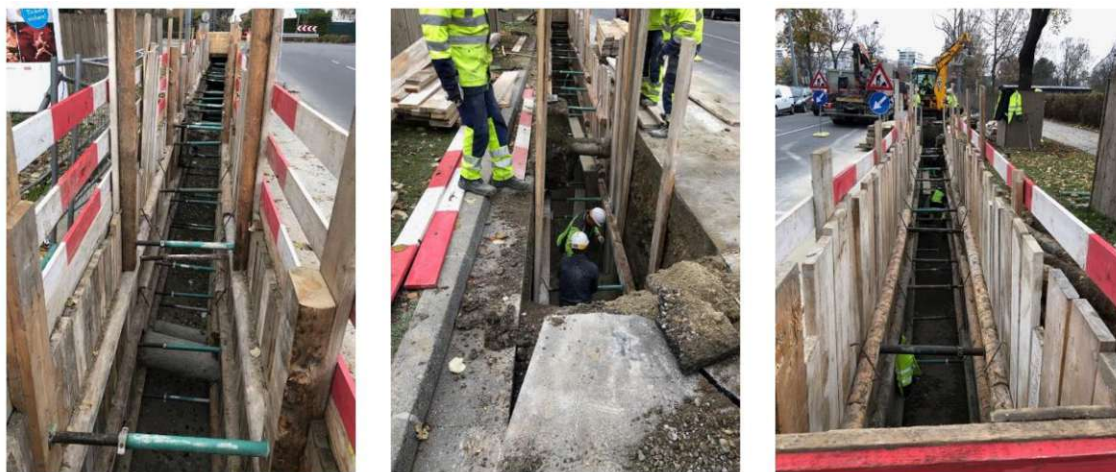


Abbildung 5-6: Künette 380 kV-Kabel

Je nach elektrotechnischen Erfordernissen werden Muffenbauwerke gemäß Kapitel 3.2.2 benötigt. Die Muffenbauwerke werden aus Stahlbeton hergestellt. Im Referenzprojekt werden 10 Muffenbauwerke mit den Abmessungen von ca. Länge 12 m x Breite 3 m x Höhe 3 m errichtet. Die Stärke der Wände, Decken und der Bodenplatte betragen ca. 30 cm.

Verbau

Die offene Künette wird mittels senkrechtem Verbau abgestützt. Mit Holzbohlen aus Fichtenholz und waagrechten Metallsprießen wird die Künette gesichert, sodass anschließend das Kabel eingelegt werden kann. Mit Hilfe einer Kettensäge können Holzbohlen vor Ort an die vorherrschenden Bedingungen der Einbauten und an die Tiefe der Künette individuell angepasst werden. Die Bohlen werden senkrecht in den Untergrund gerammt und mit den waagrechten stützenden Pfosten vernagelt. Die Holzbohlen haben eine Lebensdauer von ca. zwei Jahren, was den Einsatz auf ca. zwei Baustellen ermöglicht. Eine Alternative ist die Nutzung von Fertigteilen, jedoch haben Holzbohlen den großen Vorteil, dass sie in standardmäßiger Ausführung bestellt und vor Ort angepasst werden können.

Sprenger steifen die entstehenden Bohlenwände gegeneinander aus, um die Künette gegen Einsturz zu sichern. Während die Künette offen liegt, müssen Absturzsicherungen für Passant_innen angebracht werden, welche auf Abbildung 5-6 dargestellt sind. Der Leistungswert im Referenzprojekt für Grabungsarbeiten inklusive Verbau im urbanen Bereich liegt bei ca. 20 bis 25 m Künette pro Tag.

Wenn Hindernisse wie Gewässer oder Gleise die Trasse schneiden, können diese mithilfe von grabenlosen Bauverfahren, welche in Kapitel 4.1.2 beschrieben sind, unterquert werden. Je nach Spannungsebene wird der Durchmesser und das Verfüllmaterial angepasst. Bei höheren Spannungsebenen muss aufgrund der Abwärme ein größerer Bohrdurchmesser gewählt werden.

Kabelinstallation

In die offene Künette werden im nächsten Schritt die Kabel eingelegt. Je nach Spannungsebene werden die Kabel in Leerrohre eingeschwemmt (110 kV) oder direkt (380 kV) in die Künette verlegt. Das Einschwemmverfahren (vgl. Kapitel 4.2.2) hat den Vorteil, dass die Künette nicht lange geöffnet bleiben muss und so die Infrastruktur kürzer beeinträchtigt wird. Dieses Installationsverfahren wird für 110 kV-Kabel seit mehr als zehn Jahren standardmäßig bei der Wiener Netze GmbH angewendet. In Abbildung 5-7 ist ein Schubgerät und ein mobiler Wassertank zum Einschwemmen des Kabels dargestellt.



Abbildung 5-7: Einschwemmverfahren 110 kV-Kabel (Aufnahme Wiener Netze GmbH)

Bei 380 kV-Kabeln wird das Einschwemmverfahren nicht standardmäßig verwendet, da im eingebauten Zustand die entstehende Abwärme schlechter abgeführt werden kann und es dadurch zu einer signifikanten Abnahme der Übertragungsleistung kommen kann. Ein Problem tritt z.B. bei der Verfüllung, welche der gesicherten Wärmeableitung dient, auf. Kann keine 100-prozentige Verfüllung gewährleistet werden, kann es zu anstauender Hitze in Luftblasen kommen, da Luft gegenüber thermisch stabilisierendem Material eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit aufweist. Aus angeführten wirtschaftlichen und technischen Gründen erfolgt das Verlegen der 380 kV-Kabel direkt in der offenen Künette, wie in Kapitel 4.2.1 beschrieben. In Abbildung 5-8 ist dieser Prozessschritt anhand des Referenzprojektes dargestellt. Bei Bahnunterquerungen oder ähnlichen Fällen wird das Kabel in entsprechend groß gebohrte Löcher eingelegt und im Anschluss mit einer Suspension verpresst.



Abbildung 5-8: Kabeleinzug (a.: Aufnahme Wiener Netze GmbH)

Verfüllen

Das eingelegte Leerrohr (110 kV) oder das eingezogene Kabel (380 kV) werden im nächsten Schritt verfüllt. Zunächst wird um die Kabel bzw. die Leerrohre thermisch stabilisierendes Material eingebaut. Die Künette wird bis 10 cm unter Fahrbahn- bzw. Gehwegoberkante verfüllt und verdichtet (siehe Abbildung 5-9). Dies wird bei 110 kV-Kabel gemäß nachstehendem Regelquerschnitt (siehe Abbildung 5-10) ausgeführt. Zum Schutz wird eine gelbe Kabelabdeckplatte und/ oder ein Systemband, sowie ein Trassenband eingebaut. Die Lage ist in Abbildung 5-10 zu erkennen. Diese dient dazu, auf das Kabel aufmerksam zu machen und dieses so vor Beschädigungen, z.B. durch zukünftige Grabarbeiten, zu schützen.



Abbildung 5-9: Verfüllt und verdichtete Künette

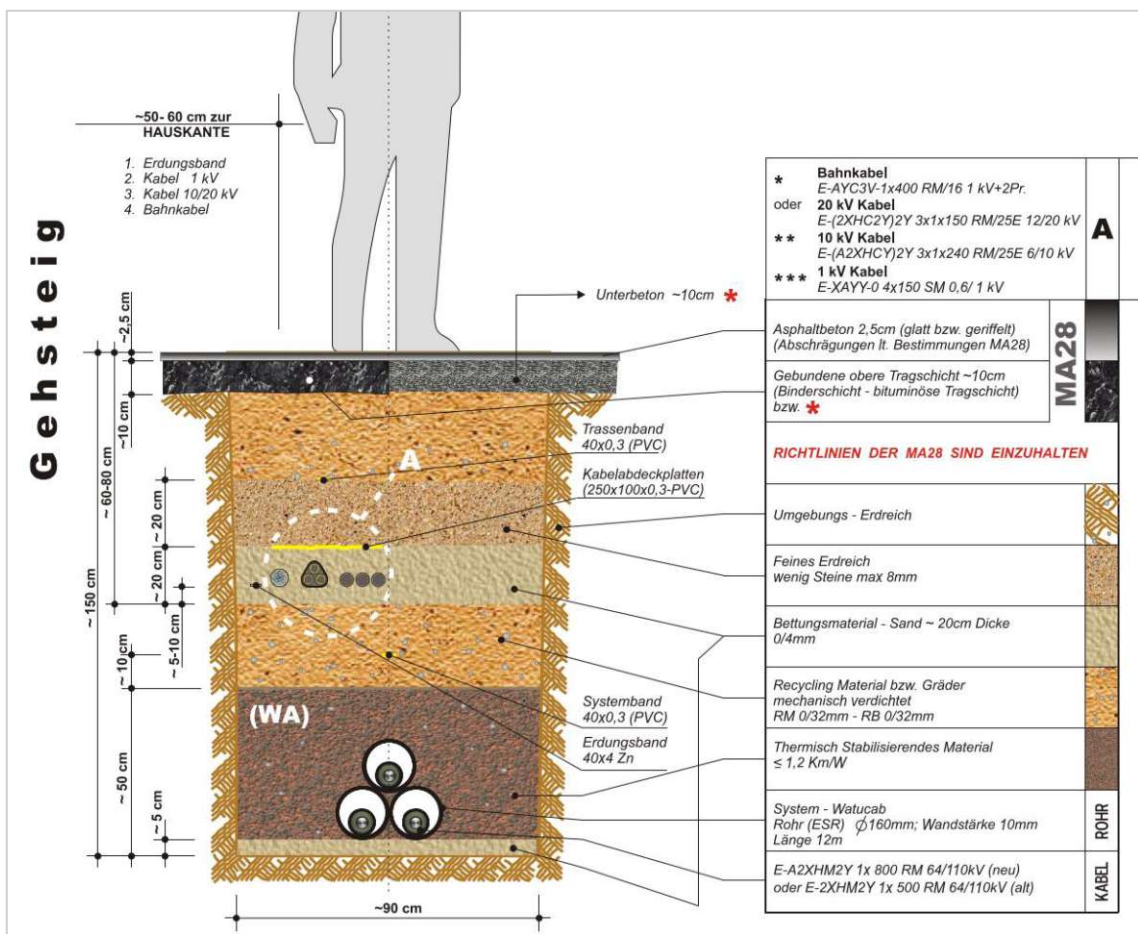


Abbildung 5-10: Regelquerschnitt 110 kV (Wiener Netze, 2013)

Nach Fertigstellung der Installations- und Verfüllungsarbeiten wird die Inbetriebnahmeprüfung der neuverlegten Kabel durchgeführt. Diese beinhaltet eine Hochspannungsprüfung und eine Teilentladungsmessung. Diese Inbetriebnahme wird bei 380 kV-Systemen durch ein akkreditiertes, zertifiziertes, externes Prüfinstitut durchgeführt. Nach erfolgreichem Abschluss der Prüfung wird das Kabel an die Wiener Netze GmbH übergeben.

Wiederherstellung

Für die Gehweg- und Straßenwiederherstellung ist in Wien die MA 28⁹ zuständig. Jährlich wird je Bezirk ein Jahresvertrag mit einem Unternehmen geschlossen, welche zuständig für die einheitliche Wiederherstellung ist. Das jeweilige Bauunternehmen ist bis 10 cm unter Oberkante des Gehwegs für die Verdichtung und Verfüllung der Künette zuständig. Je nach Jahreszeit und Auftragslage kann die durch das Magistrat koordinierte Wiederherstellung direkt im Anschluss an die Verfüllungsarbeiten des Bauunternehmens terminiert werden. Wenn die Arbeiten nicht direkt im Anschluss zu koordinieren sind, wird je nach Jahreszeit ein Provisorium, durch das Bauunternehmen, hergestellt. Für kurze Überbrückungszeitfenster kommt im Sommer ein Warmmischgut zum Einsatz. Aufgrund der andauernden Kälte im Winter kommt es zu längeren Überbrückungszeiträumen. In diesem Zeitraum wird ein stabileres und langlebigeres Provisorium (Kaltmischgut) verbaut. Das eingebaute Kaltmischgut ist in Abbildung 5-11 abgebildet.



Abbildung 5-11: Kaltmischgut als Überwinterprovisorium

5.4 Dokumentation

Nach Projektabschluss werden die Projektdaten digital archiviert. Zur Baudokumentation gehören z.B. Arbeitsberichte, Ausführungspläne, Bautagebücher, Regiestunden und Besprechungsprotokolle. Im Zuge der internen Fertigstellung eines Projektes wird eine Nachkalkulation durchgeführt, welche als Kosten-/Planungsoptimierung für Folgeprojekte dient.

5.5 Zusammenfassung Analyse des Status quo

Die Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln erfolgt wie bei klassischen Bauprojekten in den Prozessschritten Planung, Ausschreibung und Vergabe, Ausführung sowie Dokumentation. Im Referenzprojekt erfolgt die Planung durch die Wiener Netze GmbH und die

⁹ Magistrat der Stadt Wien für Straßenverwaltung und Straßenbau.

Bauausführung durch einen/eine Generalunternehmer_in. Als Bauverfahren wird derzeit standardmäßig die offene Bauweise mit senkrechtem Verbau angewendet. Die Kabelinstallation erfolgt abhängig von der Nennspannung. Die 110 kV-Kabel werden mittels Einschwemmverfahrens und die 380 kV-Kabel mittels Kabelzugs installiert.

Die primär eingesetzten Baustoffe sind:

- Kunststoffrohre zum Einschwemmen der 110 kV-Kabel
- Stahlbeton zur Herstellung der Muffenbauwerke
- Verfüllmaterialien zur Verfüllung der Künette (siehe bspw. Abbildung 5-10)

6 Nachhaltigkeitspotentiale

Ziel der Diplomarbeit ist es, Nachhaltigkeitspotentiale im Hoch- und Höchstspannungskabelbau im urbanen Raum aufzuzeigen. In Kapitel 2.3 wird die Relevanz von Nachhaltigkeit im Bauwesen erläutert und Zertifizierungssysteme zur Bewertung von Nachhaltigkeit beschrieben. Diese Zertifizierungen beziehen sich hauptsächlich auf Gebäude und lassen sich nicht direkt auf Tiefbauprojekte anwenden. Aufgrund der geringen Fortschritte bei der Umsetzung von Nachhaltigkeit im Tiefbau im Vergleich zum Hochbau besteht die Notwendigkeit, nachhaltige Praktiken und Strategien in diesem Bereich zu fördern.

Nachhaltigkeitspotentiale für den Bau von Hoch- und Höchstspannungstrassen werden daher nachfolgend anhand der in Kapitel 2.3 gezeigten etablierten Zertifizierungssysteme abgeleitet. Eine Auflistung der verwendeten Zertifizierungssysteme inklusive der Systemvarianten und Versionen ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Verwendete Zertifizierungssysteme

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	DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau	2023
TQB	ÖGNB	Dienstleistungsgebäude	2018DL 1.0.1
klimaaktiv	klimaaktiv	Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung	2020
DGNB Baustelle	DGNB	DGNB System – Kriterienkatalog Nachhaltige Baustelle	2020

Die Ableitung der Nachhaltigkeitspotentiale im Kabelbau im urbanen Raum erfolgt in den vier in Abbildung 6-1 dargestellten Schritten:



Abbildung 6-1: Ableitung Nachhaltigkeitspotentiale

Im ersten Schritt erfolgt die Selektion relevanter Kriterien. Dabei wird die Relevanz der einzelnen systemspezifischen Kriterien im Bereich des Kabelbaus geprüft. Bspw. werden Kriterien zur Bewertung der Innenraumqualität als nicht relevant eingestuft.


Im zweiten Schritt werden die Nachhaltigkeitspotentiale aus den relevanten Kriterien der betrachteten Zertifizierungssysteme abgeleitet. Hierbei werden spezifische Potentiale für den Kabelbau identifiziert. Das Ergebnis der abgeleiteten Potentiale der jeweiligen Zertifizierungssysteme ist im Anhang (A4) dargestellt.






Im dritten Schritt werden die abgeleiteten Potentiale zusammengeführt, um Doppelungen zu vermeiden und eine übersichtliche Zusammenstellung zu erhalten. Diese Aufstellung ist tabellarisch, inklusive Abstammungsvermerk in Anhang A4 zusammengefasst.




Durch diese Vorgehensweise wird ein strukturierter Ansatz gewährleistet, um die Nachhaltigkeitspotentiale im Kabelbau zu ermitteln und zu dokumentieren. Im Zuge der Analyse ergeben sich 25 Nachhaltigkeitspotentiale, die im Kabelbau im urbanen Raum anwendbar sind.



Die abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale werden im letzten Schritt in Oberkategorien eingeordnet und sind in Tabelle 6-2 inklusive einer Kurzbeschreibung aufgelistet. Eine detaillierte Beschreibung der Potentiale erfolgt in den anschließenden Kapiteln, wobei im Zuge der Beschreibung auch auf die angesprochenen Dimensionen der Nachhaltigkeit und die SDGs eingegangen wird.

Tabelle 6-2: Abgeleitete Nachhaltigkeitspotentiale inkl. Kurzbeschreibung

	Nachhaltigkeitspotential	Kurzbeschreibung
	 Organisatorisch	
NP 01	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie	Eine Nachhaltigkeitsstrategie wird zu Beginn des Projektes erstellt. Sie dient als Leitfaden dafür, welche Maßnahmen in Bezug auf Nachhaltigkeit im Projekt umgesetzt werden sollen (z.B. Anforderungen an Materialien).
NP 02	Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten	Das Anwenden eines Risikomanagements hilft, ein Bewusstsein gegenüber möglichen ökonomischen, ökologischen und sozialen Risiken zu schaffen, sodass präventive Maßnahmen eingeleitet werden können. Es wird zwischen standortbezogenen und projektbezogenen Risiken unterschieden.
NP 03	Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit	Durch die Förderung von Innovation und Forschung können potentielle Ansätze Anwendung in der Praxis finden und langfristig die Nachhaltigkeit im Bauwesen fördern.

	Nachhaltigkeitspotential	Kurzbeschreibung
NP 04	Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit	Schulungen und Weiterbildungen im Bereich Nachhaltigkeit qualifizieren Mitarbeitende, welche langfristig Gelerntes anwenden und Prozesse nachhaltig gestalten können.
NP 05	Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele	Die regelmäßige Kontrolle der definierten Ziele führt zur Sicherung des gewünschten Nachhaltigkeitsstandards.
	Planung	
NP 06	Lebenszyklusorientierte Planung	Lebenszyklusorientierte Ansätze fließen in den Prozess der Planung mit ein und dienen als Entscheidungskriterium.
NP 07	Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus	Bei der Planung werden neben den Investitionskosten auch die Lebenszykluskosten beachtet (bspw. Folgekosten aus Wartung und Reparatur).
NP 08	Auswahl des Bauverfahrens	Die Auswahl des Bauverfahrens erfolgt unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit.
	Ausschreibung und Vergabe	
NP 09	Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe	In der Ausschreibung werden Auswahlkriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit definiert (z.B. Konzept zur Umsetzung von Nachhaltigkeit). Außerdem werden Vorgaben zur Nachhaltigkeit von dem_der Auftraggeber_in in der Ausschreibung definiert.
	Ausführung	
	Baustellenorganisation	
NP 10	Optimierte Baustellenkoordination	Das Optimieren der Baustellenorganisation hilft, Abläufe zu strukturieren und Konfliktpotentiale frühzeitig planerisch einzuarbeiten und zu eliminieren. Gute Organisation führt zu einem reibungslosen Ablauf des Projekts, wodurch Ressourcen und Kosten eingespart werden.
NP 11	Effizientere Baustellenlogistik	Logistische Konzepte erzielen einen effizienten Einsatz von Transportmitteln, welcher eine Einsparung von Emissionen ermöglicht.
	Bauprodukte	
NP 12	Verwendung von umweltfreundlichen Materialien	Es werden keine umwelt- und gesundheitsgefährdenden Stoffe auf der Baustelle eingesetzt. Diese können mit Hilfe von Produktzertifizierungen definiert werden.

	Nachhaltigkeitspotential	Kurzbeschreibung
NP 13	Verwendung von fair produzierten Materialien	Bei der Auswahl der Baustoffe wird darauf geachtet, dass diese unter fairen Bedingungen produziert werden.
	 Abfälle	
NP 14	Effizienter Einsatz von Material	Die Entstehung von Bauabfällen wird durch den effizienten Einsatz von Baustoffen vermieden, wodurch der Verbrauch von Primärressourcen reduziert wird.
NP 15	Einsatz von recycelten Baustoffen	Durch den Einsatz von recycelten Baustoffen wird der Verbrauch von Primärressourcen reduziert. Beispielsweise werden für die Hauptbaustoffe Beton, Kunststoff und Verfüllmaterial recycelte Produkte eingesetzt.
NP 16	Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien	Baustoffe und andere Materialien werden auf der Baustelle oder auf anderen Baustellen wiederverwendet.
NP 17	Richtiger Umgang mit Bauabfällen	Unvermeidliche Bauabfälle werden sortiert und getrennt, um Recycling durch ein Entsorgungs- und Abbruchunternehmen zu ermöglichen.
	 Ressourcen und Umwelt	
NP 18	Minimierung der Umweltauswirkungen	Der bewusste Einsatz von Ressourcen führt zu einem minimalen Eingriff in die Umwelt und reduziert langfristig den Verbrauch.
NP 19	Ressourcenschonender Einsatz von Wasser	Die Ressource Wasser wird auf der Baustelle bewusst eingesetzt, sodass der Verbrauch auf das Nötigste reduziert wird. Die Optimierung des Verbrauchs wird als langfristiges Ziel definiert.
NP 20	Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle	Der auf der Baustelle verwendete Strom wurde aus nachhaltigen Energiequellen gewonnen. Hierzu zählen bspw. Windenergie, Wasserenergie und Solarenergie.
NP 21	Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen	Auf der Baustelle werden im Vergleich zu herkömmlichen Baugeräten und -maschinen energieeffiziente Baugeräte und -maschinen eingesetzt. Bspw. kommen elektro betriebene Fahrzeuge zum Einsatz.
	 Anwohner_innen	
NP 22	Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen	Anwohner_innenfreundliche Konzepte minimieren Konfliktpotentiale mit den Anwohner_innen, wodurch ein reibungsloser Ablauf des Projekts erzielt wird.

	Nachhaltigkeitspotential	Kurzbeschreibung
NP 23	Öffentlichkeitsarbeit	Öffentlichkeitsarbeit steigert durch Transparenz die Akzeptanz der Beteiligten gegenüber des Bauprojekts, welche zu einem reibungslosen Ablauf des Projekts beiträgt.
	Baustellenpersonal	
NP 24	Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle	Die Förderung der Gesundheit des Baustellenpersonals und die Erhöhung der Qualität des Arbeitsplatzes führen zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit.
	Dokumentation	
NP 25	Dokumentation	Eine strukturierte Dokumentation dient als Grundlage für zukünftige nachhaltige Projekte.

6.1 Organisatorisch

Organisatorische Maßnahmen im Bauwesen können einen Beitrag zur Förderung von Nachhaltigkeit in Bauprojekten leisten. Durch die gezielte Integration der nachfolgend aufgeführten Potentiale kann Nachhaltigkeit systematisch und umfassend in den gesamten Bauprozess integriert werden. Dies kann zu positiven Veränderungen im Hinblick auf Umweltverträglichkeit, soziale Verantwortung und wirtschaftliche Effizienz führen. Die Entwicklung von Organisationsansätzen kann die Implementierung nachhaltiger Maßnahmen erleichtern und fördern.

NP 01 Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie

Das Nachhaltigkeitspotential NP 01 „Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Projektbeschreibung und Planung (BREEAM, Management, Man 01)
- Integrative Projektplanung und Gestaltung (LEED, Integrativer Prozess, IP)

Eine Nachhaltigkeitsstrategie dient dazu, alle geplanten Maßnahmen in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit im Projekt zu beschreiben und festzulegen. Die Strategie kann als Leitfaden für alle Projektbeteiligte dienen und ist über den gesamten Projektlauf zu beachten. Durch die Festlegung von Zielen, Werten und Richtlinien in Bezug auf Nachhaltigkeit kann der/die Auftraggeber_in sicherstellen, dass diese als integraler Bestandteil des Projektes betrachtet wird. Die Erstellung der Strategie sollte so früh wie möglich und projektbezogen durch den/die Auftraggeber_in erfolgen. Eine Implementierung in der frühen Planungsphase ist essentiell, da zu diesem Zeitpunkt der Handlungsspielraum am größten ist.

Die folgenden Punkte können in der Nachhaltigkeitsstrategie beschrieben werden:

- Nachhaltigkeitsziele des Unternehmens
- Nachhaltigkeitsziele für das Projekt
- Termine- und Budgetziele
- Anforderungen an Materialien (z.B. Umweltzeichen)
- Umgang mit Abfällen
- Sämtliche Konzepte (z.B. Logistik- und Umweltkonzept)

Als Beispiel für den Aufbau einer Nachhaltigkeitsstrategie kann der Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ des deutschen Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) herangezogen werden. In Anlage B2 des Leitfadens, wird für jede Projektphase beschrieben, welche Nachhaltigkeitsaspekte zu beachten sind und wie ein Nachweis in qualitativer oder quantitativer Form erfolgen kann (BMI, 2019).

Die Nachhaltigkeitsstrategie soll mit jedem/jeder Auftragnehmer_in besprochen werden und kann bspw. Bestandteil der Verträge zwischen Auftraggeber_in und Auftragnehmer_in sein. Während der Projektabwicklung ist es erforderlich, dass die Einhaltung der Nachhaltigkeitsstrategie laufend evaluiert und dokumentiert wird (siehe NP 05, Kapitel 6.1 und NP 25, Kapitel 6.5).

Die Formulierung einer Nachhaltigkeitsstrategie besitzt ein übergreifendes Potential und kann diverse SDGs abdecken. Abhängig von den konkreten Inhalten der Strategie, kann sie bspw. dazu beitragen, SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen) zu fördern, indem sie die Auswahl von umweltverträglichen Baumaterialien vorantreibt und somit zur Reduzierung von Umweltverschmutzung beiträgt. Zusätzlich kann durch das Erstellen einer Nachhaltigkeitsstrategie Einfluss auf alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Soziales – genommen werden.

NP 02 Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten

Das Nachhaltigkeitspotential NP 02 „Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Sicherheit – Gefährdungsbeurteilung (DGNB B, Gesundheit und Soziales, 3-BS 2)
- Naturgefahren (BREEAM, Gesundheit und Wohlbefinden, Hea 07)

Das Risikomanagement verfolgt den Zweck, potentielle Gefährdungen der Nachhaltigkeit aufzuweisen, sodass ein Bewusstsein bei allen Projektbeteiligten geschaffen wird und

mögliche Gefährdungen bestmöglich vermieden werden können. Es kann zwischen standortbezogenen und projektbezogenen Risiken unterschieden werden.

Zu den standortbezogenen Risiken gehören kontaminierte Bereiche, welche aus vergangenen Belastungen des Standorts hervorgehen, und potentielle Naturgefahren, bspw. hydrologische Ereignisse wie Starkregen und Hochwasserrisiken sowie weitere klimatische Ereignisse.

Projektbezogene Risiken beziehen sich auf die Ausführung. Gesundheitsprävention und Arbeitssicherheitsmaßnahmen können mithilfe eines Sicherheits- und Gesundheitsplans (SiGe-Plans) aufgezeigt werden und so präventiv zur Sicherheit des Baustellenpersonals und der Anwohner_innen beitragen.

Exemplarisch können folgende Risiken genannt werden:

- Ökologische Risiken: Eingriff in den Lebensraum von Tieren (z.B. Ziesel)
- Ökonomische Risiken: Terminverzögerung durch behördliche Abstimmungen
- Soziale Risiken: Gefahr der Bauarbeiter_innen durch straßennahe Baustellen

Die Gefährdungsbeurteilung wird von fachkundigem Personal durchgeführt und führt zu einem Maßnahmenkatalog, der darauf abzielt, das Risiko zu vermeiden. Zusätzlich kann ein_e Mitarbeiter_in definiert werden, welche_r vor Ort das Einhalten der präventiven Maßnahmen kontrolliert und verstärkt auf mögliche Gefahren hinweist.

Die Integration eines Risikomanagements für ökologische, ökonomische und soziale Aspekte bietet ähnlich wie die Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie (vgl. NP 01, Kapitel 6.1) vielfältige Möglichkeiten, um unterschiedliche SDGs zu adressieren. Welche spezifischen SDGs tatsächlich angesprochen werden, hängt stark davon ab, wie die Risiken formuliert und definiert sind. Bspw. kann durch die sichere und umweltfreundliche Handhabung von Chemikalien und Abfällen SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) unterstützt werden. Durch die Durchführung eines Risikomanagements werden alle drei Säulen der Nachhaltigkeit angesprochen.

NP 03 Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 03 „Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Innovation (BREEAM, Innovation, Inn01)
- Innovation (LEED, Innovation, IN)

Das Fördern von Innovation und Forschung im Bereich Nachhaltigkeit verfolgt das Ziel langfristig effizienter und nachhaltiger zu werden. Wird Forschung gefördert, können Ideen zu

Pilotprojekten und langfristig standardisierten Verfahren werden. Ein Beispiel können Kooperationen mit technischen Universitäten oder Forschungseinrichtungen sein. Forschungsprojekte, wie bspw. das Projekt „CO₂-neutrale Baustelle“ der Ressourcen Management Agentur beschäftigen sich mit dem Nachhaltigkeitsgedanken im Bauwesen.

Die Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit unterstützt SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), indem sie die wissenschaftliche Forschung und die Entwicklung nachhaltiger Technologien vorantreibt. Forschungsarbeit bildet eine Grundlage, die es ermöglicht, weitere SDGs zu erfüllen. Das Potential spricht alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit an, da Forschungsinitiativen in all diesen Bereichen verankert werden können.

NP 04 Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 04 „Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Baustelle / Bauprozess (DGNB, Prozessqualität, PRO2.1)

Ein Potential, um Nachhaltigkeit im Projekt und im Unternehmen zu fördern, sind Weiterbildungen der Mitarbeiter_innen im Bereich Nachhaltigkeit. Diese bieten eine Plattform, um das Wissen und Verständnis für Nachhaltigkeit zu erweitern und zu aktualisieren. Dieses vertiefte Wissen sensibilisiert Fachkräfte und ermöglicht es ihnen, Entscheidungen auf der Grundlage von ökologischen, ökonomischen und sozialen Überlegungen zu treffen. Darüber hinaus tragen Weiterbildungen zur beruflichen Entwicklung bei, indem sie die Kompetenzen und Fähigkeiten der Mitarbeiter_innen stärken. Besser informierte und qualifizierte Mitarbeiter_innen sind eine wertvolle Ressource für ein Unternehmen, besonders im Hinblick auf das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen. Damit gehen auch verbesserte Karrieremöglichkeiten einher, was zudem die Motivation und Zufriedenheit der Mitarbeiter_innen fördert.

Zudem fördern Weiterbildungen zum Thema eine Kultur der Nachhaltigkeit innerhalb einer Organisation. Sie schärfen das Bewusstsein für nachhaltige Praktiken und fördern deren Umsetzung. Ein höheres Bewusstsein für Nachhaltigkeit kann zu einer stärkeren Beteiligung und einem größeren Engagement der Mitarbeiter_innen in diesem Bereich führen. Schließlich bieten Weiterbildungen praxisorientierte Anleitungen für spezifische Herausforderungen. Ein Beispiel hierfür sind Schulungen zum Umgang mit Baurestmassen und Bauabfällen. Durch eine korrekte Abfallbewirtschaftung können nicht nur nachhaltige Ziele erreicht, sondern auch operative Kosten reduziert werden. (WKO, 2018, S. 18) (vgl. NP 17, Kapitel 6.4.3)

Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich Nachhaltigkeit können dazu beitragen, das Verständnis und die Kompetenzen für nachhaltige Praktiken zu fördern, was zur Erreichung von SDG 4 beiträgt. Gleichzeitig spricht das Potential SDG 12 an, da durch Sensibilisierung und Weiterbildung zu einer verantwortungsvollen und nachhaltigen Entwicklung beigetragen wird. Je nach Schwerpunkt der Weiterbildung können unterschiedliche Aspekte und Dimensionen der Nachhaltigkeit - Ökologie, Ökonomie und Soziales - adressiert und gefördert werden.

NP 05 Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele

Das Nachhaltigkeitspotential NP 05 „Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Vermeidung von Umweltverschmutzung durch Bautätigkeit (LEED, Zukunftsfähige Standorte, SS)
- Qualitätssicherung verwendeter Bauprodukte (DGNB Baustelle, Qualität der Bauausführung, 5-BS 2)
- Qualitätssicherungsplanung (DGNB Baustelle, Qualität der Bauausführung, 5-BS 3)

Der Zweck des Nachhaltigkeitspotentials besteht darin, sicherzustellen, dass die durchgeführten Arbeiten im Einklang mit den festgelegten Nachhaltigkeitszielen stehen. Nachhaltigkeitsziele können bspw. in Form einer Nachhaltigkeitsstrategie (siehe NP 01, Kapitel 6.1) ausgearbeitet werden. Kontrollen tragen zur Qualitätssicherung bei. Zum Beispiel kann durch Fotodokumentation festgehalten werden, dass definierte Anforderungen an Bauprodukte (vgl. NP 12, Kapitel 6.4.3) eingehalten wurden. Regelmäßige Kontrollen vor Ort helfen, Fehler frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig Maßnahmen zur Korrektur einzuleiten. Eine ergänzende Überwachung kann durch eine externe Instanz erfolgen, die in der Lage ist, die Baustellenabläufe aus einer anderen Perspektive zu betrachten. Dies kann bspw. durch die Beauftragung einer örtlichen Bauaufsicht (ÖBA) erfolgen. Die externe Instanz unterstützt bei der umfassenden Steuerung des Projekts und trägt zur Einhaltung der definierten Nachhaltigkeitsziele bei.

Die regelmäßige Kontrolle und Überprüfung der definierten Nachhaltigkeitsziele stellt ein übergeordnetes Nachhaltigkeitspotential dar, das in Abhängigkeit von den definierten Zielen verschiedene SDGs berühren kann. Es besteht ein Bezug zu SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), da dieses Ziel Unternehmen dazu anregt, Informationen über Nachhaltigkeitsaspekte in ihre Berichterstattung zu integrieren. Durch die systematische Überwachung können Fortschritte gemessen und gegebenenfalls Anpassungen vorgenommen werden. Somit wird eine fortlaufende Verbesserung der Nachhaltigkeitsleistung in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie und Soziales erbracht.

6.2 Planung

Die Planungsphase ist eine wichtige Phase im Bauwesen, da sie sich auf den gesamten Lebenszyklus auswirkt. Der Lebenszyklus eines Bauwerks beinhaltet die Errichtung, die Nutzung, den Rückbau und die Erneuerung. Die Planung umfasst Entscheidungen und Überlegungen, die sich auf die Umwelt und die Kosten während des gesamten Lebenszyklus auswirken. In Abbildung 6-2 ist erkennbar, dass in der Planungsphase der Einfluss auf die Umwelt und die Lebenszykluskosten am höchsten ist, und gleichzeitig die zur Umsetzung benötigten Mittel und Kosten noch gering sind.

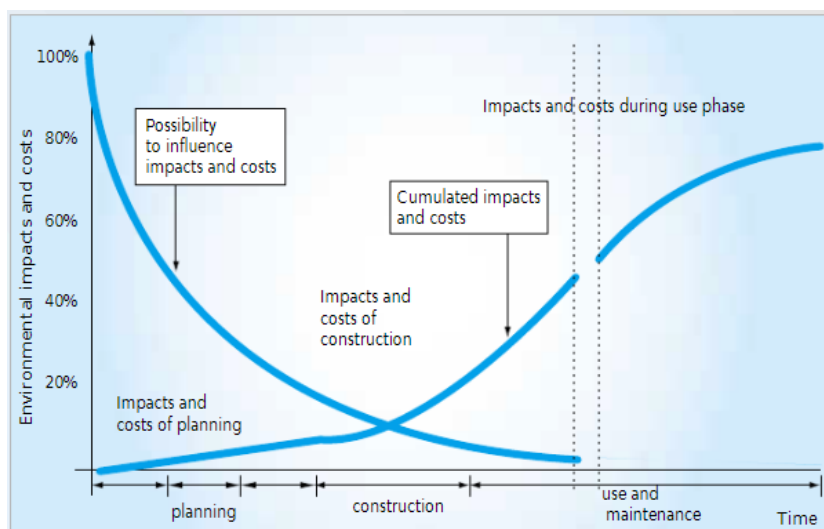


Abbildung 6-2: Umweltauswirkungen und Kosten im Lebenszyklus (Kohler & Moffatt, 2003)

Die lebenszyklusorientierte Planung ermöglicht eine nahtlose Integration von Errichtung und Betrieb, wodurch Effizienzgewinne erzielt werden können. Diese beinhaltet die Optimierung von Bauprozessen, die Auswahl geeigneter Materialien und die Berücksichtigung von Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen bereits während der Planungsphase. Durch die Identifizierung und das Vorbeugen potentieller Risiken und Herausforderungen in der Planungsphase kann der Bauprozess reibungslos durchgeführt werden, wodurch Störungen minimiert und die Nachhaltigkeit im gesamten Lebenszyklus maximiert wird.

Im Kabelbau ist eine lebenszyklusorientierte Planung aus zwei Gründen von besonderer Relevanz. Einerseits besitzen Infrastrukturprojekte wie der Kabelbau hohe Lebensdauern (vgl. Kapitel 3.3), weshalb Folgekosten über einen langen Zeitraum anfallen. Andererseits besteht die Anforderung an die Energieversorgung, dass sie anpassungsfähig für steigende Anforderungen ist (vgl. Kapitel 3.3). Durch die Betrachtung möglicher Veränderungen bereits in der Planung kann das Bauwerk entsprechend geplant werden.

Ein Vorteil des Kabelbaus liegt darin, dass, verglichen mit dem konventionellen Hochbau, die Errichtung und der Betrieb in einer Hand liegen, was eine frühzeitige Berücksichtigung der Betriebsphase erleichtert (IG LEBENSZYKLUS BAU, 2017, S. 6).

NP 06 Lebenszyklusorientierte Planung

Das Nachhaltigkeitspotential NP 06 „Lebenszyklusorientierte Planung“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Planung für Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit (BREEAM, Material, Mat 05)
- Klimaschutz und Energie (DGNB, Ökologische Qualität, ENV1.1)
- Integrative Projektplanung und Gestaltung (LEED, Integrativer Prozess, IP)

Die Lebenszyklusanalyse (engl. Life Cycle Assessment, LCA) ist eine Methode, um die Umweltauswirkungen von Produkten und Prozessen in der Bauindustrie zu bewerten. Sie berücksichtigt alle relevanten Lebensphasen, darunter die Rohstoffgewinnung, die Fertigung, die Nutzung, und die Entsorgung bzw. die Wiederverwendung. Aufgrund der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus sind definierte Betrachtungszeiträume zu wählen: Zeiträume von 50, 80 oder 100 Jahren sind in der Praxis gängig. LCAs dienen dazu, umweltorientierte Entscheidungen herbeizuführen und können dazu verwendet werden, Optimierungspotentiale zu identifizieren.

Für die Anwendung der LCA werden in der EN15804:2012 diverse Umweltindikatoren definiert, um die unterschiedlichen Aspekte der Umweltbelastung zu quantifizieren. Bspw. beschreibt das Globale Erwärmungspotential (GWP) die Klimaauswirkungen von Treibhausgasen. Das Versauerungspotential (AP) und das Eutrophierungspotential (EP) hingegen bewerten die Risiken verbunden mit saurem Regen und übermäßiger Nährstoffanreicherung von Böden und Gewässern. Weitere relevante Indikatoren sind der Primärenergiebedarf (PEI), das Ozonabbaupotential (ODP) und das Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCP). Da die bewerteten Indikatoren zusammenhängen und einander beeinflussen, ist ein ganzheitlicher Ansatz in der LCA notwendig.

Die LCA findet auch bei der Vergabe von Umweltzeichen für Bauprodukte Anwendung, da die genannten Indikatoren in der Bewertung dieser einbezogen werden. Die Berücksichtigung bei Umweltzeichen trägt dazu bei, dass die LCA zunehmend als gängiges Instrument in der Praxis eingesetzt wird. Die Nachhaltigkeitspotentiale betreffend der Bauprodukte werden in Kapitel 6.4.2 näher erläutert.

Das Nachhaltigkeitspotential lebenszyklusorientierter Planung unterstützt insbesondere die SDGs 3 (Gesundheit und Wohlergehen), 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) und 15 (Leben an Land). Durch die Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus in der Planung können umweltverträglichere Materialien und Methoden ausgewählt werden. Diese gezielte Auswahl mindert die Umweltverschmutzung und dadurch entstehende gesundheitliche Risiken, was einen Beitrag zur Unterstützung von SDG 3 leistet. In Bezug auf SDG 12 ermöglicht eine

Lebenszyklusorientierte Planung eine effiziente Nutzung und nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen, indem sie den Material- und Energieverbrauch über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks minimiert. Darüber hinaus wird durch die Berücksichtigung klimabezogener Faktoren und des Verlusts der biologischen Vielfalt (SDGs 13 und 15) in der Planungsphase ein wichtiger Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel und zum Schutz der Biodiversität geleistet. Somit spricht das Potential vorwiegend die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit an.

NP 07 Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus

Das Nachhaltigkeitspotential NP 07 „Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Lebenszykluskosten und Lebensdauerplanung (BREEAM, Management, Man 02)
- Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus (DGNB, Ökonomische Qualität, ECO1.1)
- Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus (TQB, Wirtschaftlichkeit & techn. Qualität, B.1)

Die Lebenszykluskostenanalyse (engl. Life Cycle Costs (LCC)) ist eine umfassende Methode, die im Bauwesen eingesetzt wird, um die Gesamtkosten zu ermitteln, die während des Lebenszyklus anfallen.

Gemäß ÖNORM B 1801-2 setzen sich die Lebenszykluskosten wie folgt zusammen.

Lebenszykluskosten = Errichtungskosten + Folgekosten

Die Errichtungskosten beinhalten die Kosten für die Planung und den Bau. In den Folgekosten sind Betriebskosten, Instandhaltungskosten und Rückbaukosten berücksichtigt. Im Kabelbau sind vor allem die Folgekosten im Bereich Instandhaltung, bspw. für Wartung und Reparatur, relevant. Durch die Betrachtung der Folgekosten bereits in der Planungsphase können Kostenoptimierungen im Lebenszyklus erzielt werden. Die Berechnung der Folgekosten kann entweder statisch oder dynamisch erfolgen. Bei der statischen Methode wird von konstanten Kosten über den gesamten Lebenszyklus ausgegangen. Sie ist einfach anzuwenden und liefert eine schnelle Schätzung, berücksichtigt aber keine zukünftigen Änderungen oder die Inflation. Bei der dynamischen Methode werden Kostenänderungen im Laufe der Zeit durch die Barwertbetrachtung einberechnet. Die Barwertmethode berücksichtigt den Zeitwert des Geldes und die Annahme, dass ein zukünftiger Geldbetrag weniger wert ist als ein gleicher Betrag in der Gegenwart (Kovacic, 2021, S. 33 ff.). Zwei entscheidende Faktoren bei der Berechnung der Lebenszykluskosten sind zum einen die angesetzte Lebensdauer des Bauwerks und zum anderen die erwarteten Preissteigerungen (Kovacic, 2021, S. 33 ff.). Die Wahl der Methode ist abhängig von den Projektanforderungen und der Verfügbarkeit von Daten.

Die Optimierung der Kosten durch die Berücksichtigung des Lebenszyklus ist ein Nachhaltigkeitspotential, das in Zusammenhang mit dem SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) steht. Dieses Ziel fördert unter anderem nachhaltiges Wirtschaftswachstum und die Steigerung der ökonomischen Produktivität. Durch eine ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus in der Planungsphase können kosteneffiziente, nachhaltige Lösungen entwickelt werden, die zur Reduktion von Betriebs- und Wartungskosten beitragen können. Dabei ist dieses Nachhaltigkeitspotential vorwiegend der ökonomischen Dimension von Nachhaltigkeit zuzuordnen.

NP 08 Wahl des Bauverfahrens

Das Nachhaltigkeitspotential NP 08 „Wahl des Bauverfahrens“ wird aus Baustellenbegehungen, Interviews mit Experten und den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Qualität der Projektvorbereitung (DGNB, Prozessqualität, PRO1.1)
- Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus (TQB, Wirtschaftlichkeit & techn. Qualität, B.1)
- Lebenszykluskosten und Lebensdauerplanung (BREEAM, Management, Man 02)

Das Ziel des Potentials ist es, die jeweiligen Vor- und Nachteile in Bezug auf Nachhaltigkeit von Bauverfahren aufzuzeigen, sodass eine Entscheidungsgrundlage für die Planung geschaffen wird. Zur Auswahl stehen die vier Bauverfahren, die in Kapitel 4 beschrieben sind und zur Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln angewendet werden. Die Bewertung der Nachhaltigkeit erfolgt anhand der drei Dimensionen von Nachhaltigkeit: Ökologie, Ökonomie und Soziales (siehe Kapitel 2.1). Zusätzlich wird die Kategorie Technik eingeführt, um die technische Umsetzbarkeit zu berücksichtigen. In dieser Kategorie wird bspw. der Planungsaufwand bewertet. Basierend auf den Bewertungskriterien werden die vier Bauverfahren in Tabelle 6-3 miteinander verglichen und abschließend deren Eignung im urbanen Raum ermittelt. Die Bewertung wird in Zusammenarbeit mit Experten im Bereich der Bauausführung durchgeführt und erfolgt in drei Stufen: negativ, neutral und positiv. Je nach Stufe werden Punkte von null bis zwei vergeben. Das Verfahren, welches in Summe die meisten Punkte erzielt, ist basierend der gewählten Nachhaltigkeitskriterien für den urbanen Raum am besten geeignet. Anzumerken ist, dass in der vorliegenden Arbeit eine gleichmäßige Gewichtung der Bewertungskriterien zur Vereinfachung angenommen wurde. Bei der Betrachtung spezifischer Projekte kann eine individuelle Wichtung der Kriterien sinnvoll sein. Bspw. können Platzverhältnisse oder Vorgaben des/der Auftraggeber_in in die Bewertung einfließen.

6 Nachhaltigkeitspotentiale

Tabelle 6-3: Vergleich der Bauverfahren

	Offene Bauweise	Tröge (verfüllt)	Geschlossene Bauweise	Tunnelbauweise
Ökologisch				
Platzbedarf	→	→	↑	→
Trassenführung	→	↓	→	→
Materialeinsatz	→	→	↑	↓
Zugänglichkeit für Wartung und Reparatur	↓	↓	↓	↑
Erneuerung	↓	↓	→	↑
Rückbau	→	→	→	↓
Austrocknung des Bodens	↓	→	→	↑
Bewertung ökologisch	4	5	8	8
Sozial				
Beeinträchtigung Personen	→	→	↑	→
Arbeitssicherheit	→	→	↑	→
Bewertung sozial	2	2	4	2
Ökonomisch				
Investitionskosten	↑	→	→	↓
Einbaugeschwindigkeit	→	→	↑	↓
Flexibilität bei unbekanntem Einbauten	↑	→	→	→
Bewertung ökonomisch	5	3	4	1
Technisch				
Planungsaufwand	→	→	→	↓
Geräteeinsatz	↑	→	→	↓
Fachliche Expertise	↑	↑	→	↓
Schutz des Kabels	↓	↑	→	↑
Bewertung technisch	5	6	4	3
Gesamt				
Bewertung Gesamt	16	15	20	14

↑ positiv (2Pkt) → neutral (1Pkt) ↓ negativ (kein Punkt)

Ökologisch

Die Umweltfreundlichkeit eines Bauverfahrens kann durch den Ressourcenverbrauch und den Eingriff in die Umwelt beschrieben werden.

Basierend der in Tabelle 6-3 angeführten Bewertungskriterien sind die Tunnelbauweise und die geschlossene Bauweise die ökologischsten Bauverfahren. Die Zugänglichkeit eines Tunnels nach Inbetriebnahme ermöglicht Wartungs- und Reparaturarbeiten ohne zusätzliche bauliche Eingriffe. Im Falle einer Kabelstörung erfordern die anderen drei Verfahren, dass das Kabel freigelegt wird, um Reparaturen am eingebetteten Kabel durchzuführen. Diese Arbeiten gehen mit einem signifikanten Ressourcenverbrauch einher.

Die Austrocknung des Bodens gilt ebenfalls als Bewertungskriterium, da sie Flora und Fauna beeinflusst und als negativer Eingriff in die Umwelt gilt. Durch die Belüftung (siehe Kapitel 4.1.4) von Tunnelbauwerken wird die Abwärme des Kabels abtransportiert und nur im geringen Maße an das umliegende Erdreich abgegeben.

Die Höhe des Materialeinsatz ist ein weiterer Indikator für den Ressourcenverbrauch der jeweiligen Bauverfahren. Je geringer der Verbrauch, desto ökologischer ist ein Bauverfahren. Die geschlossene Bauweise benötigt im Vergleich zu den anderen Bauverfahren die wenigsten Materialien.

Bei einer Betrachtung des gesamten Lebenszyklus ist die Rückbaubarkeit von Relevanz. In Bezug auf ökologische Aspekte weisen Tunnelbauwerke im Vergleich zu anderen Bauverfahren eine schlechtere Bewertung auf, da der Rückbau mit erheblichem Aufwand verbunden ist.

Sozial

Als Bewertungskriterium der sozialen Nachhaltigkeit wird die Beeinträchtigung der Personen im nahen Umfeld der Baustelle und die Arbeitssicherheit des beteiligten Personals betrachtet. Im Allgemeinen werden Baustellen durch Anwohner_innen als störend wahrgenommen, da sie staub- und lärmintensiv sind und das Umfeld häufig mit Einschränkungen in der Infrastruktur konfrontiert wird. Die geschlossene Bauweise ist gegenüber den anderen Verfahren am sozialsten, da die Auswirkungen auf die Anwohner_innen und das Risiko für die Arbeiter_innen am geringsten sind. Durch eine offenliegende Künette werden Anwohner_innen gestört und Arbeiter_innen einer Gefahr ausgesetzt. Die Tunnelbauweise ist aufgrund ihres hohen Geräte- und Maschinenbedarfs ebenfalls sehr lärmintensiv und somit weniger anwohner_innen-freundlich.

Ökonomisch

Die offene Bauweise erweist sich aufgrund ihrer niedrigen Investitionskosten und hohen Flexibilität als ökonomisch günstigste Option. Die geschlossene Bauweise ist ebenfalls ökonomisch bewertbar, jedoch aufgrund der höheren Investitionskosten im direkten Vergleich zur offenen Bauweise weniger vorteilhaft.

Das Bewertungskriterium der Flexibilität bei unbekanntem Einbauten oder Hindernissen ist von Relevanz, da daraus resultierende Konflikte oder Stillstände mit erheblichen Kosten verbunden sind. Die offene Bauweise zeichnet sich durch ihren vorsichtigen Grabungsprozess aus und ist daher am flexibelsten im Umgang mit unbekanntem Einbauten. Im direkten Vergleich zur offenen Bauweise ist die geschlossene Bauweise und die Tunnelbauweise unflexibler. Aufgrund der Tiefe sind unerwartete Einbauten und Hindernisse unwahrscheinlich.

Die Einbaugeschwindigkeit dient als weiteres Bewertungskriterium, da längere Bauzeiten mit höheren Kosten einhergehen. Das Tunnelbauwerk ist aufgrund der niedrigen Vortriebsleistung und der hohen Investitionskosten im Bereich Ökonomie am schlechtesten zu bewerten.

Technisch

Die technischen Kriterien dienen der Bewertung der Umsetzbarkeit der Verfahren im urbanen Raum. Der Planungsaufwand, der nötige Geräteeinsatz, die nötige fachliche Expertise und der erzielte Schutz des Kabels fließen als Kriterien in die Bewertung ein. Aus technischer Sicht ist die offene Bauweise mit verfülltem Trog die präferierte Variante, da sie einen mittleren Planungsaufwand benötigt und einen hohen Schutz des Kabels sicherstellt.

Der planerische Aufwand ist bei allen Verfahren hoch, jedoch benötigt die Tunnelbauweise die meiste planerische Vorleistung. Die nötige fachliche Expertise ist bei der offenen Bauweise und bei Trögen am geringsten, während die Errichtung eines Tunnels das höchste Maß an spezifischem Fachwissen erfordert.

Der Schutz des Kabels ist als wichtiges Kriterium zu identifizieren, da die Versorgungssicherheit gemäß Kapitel 3.3 gewährleistet werden muss.

Eignung urbaner Raum

Das Ergebnis der Analyse ist in Abbildung 6-3 dargestellt. Es zeigt sich, dass die geschlossene Bauweise im urbanen Raum aufgrund ihres geringen Platzbedarfs, hoher Arbeitssicherheit und Anwohner_innenfreundlichkeit als die nachhaltigste Bauweise betrachtet werden kann.

Die geschlossene Bauweise wird heute noch nicht als Standardverfahren angewendet, da aufgrund des derzeitigen technischen Fortschritts große Distanzen von über 400 m in der Praxis nicht durchgehend gebohrt werden können.

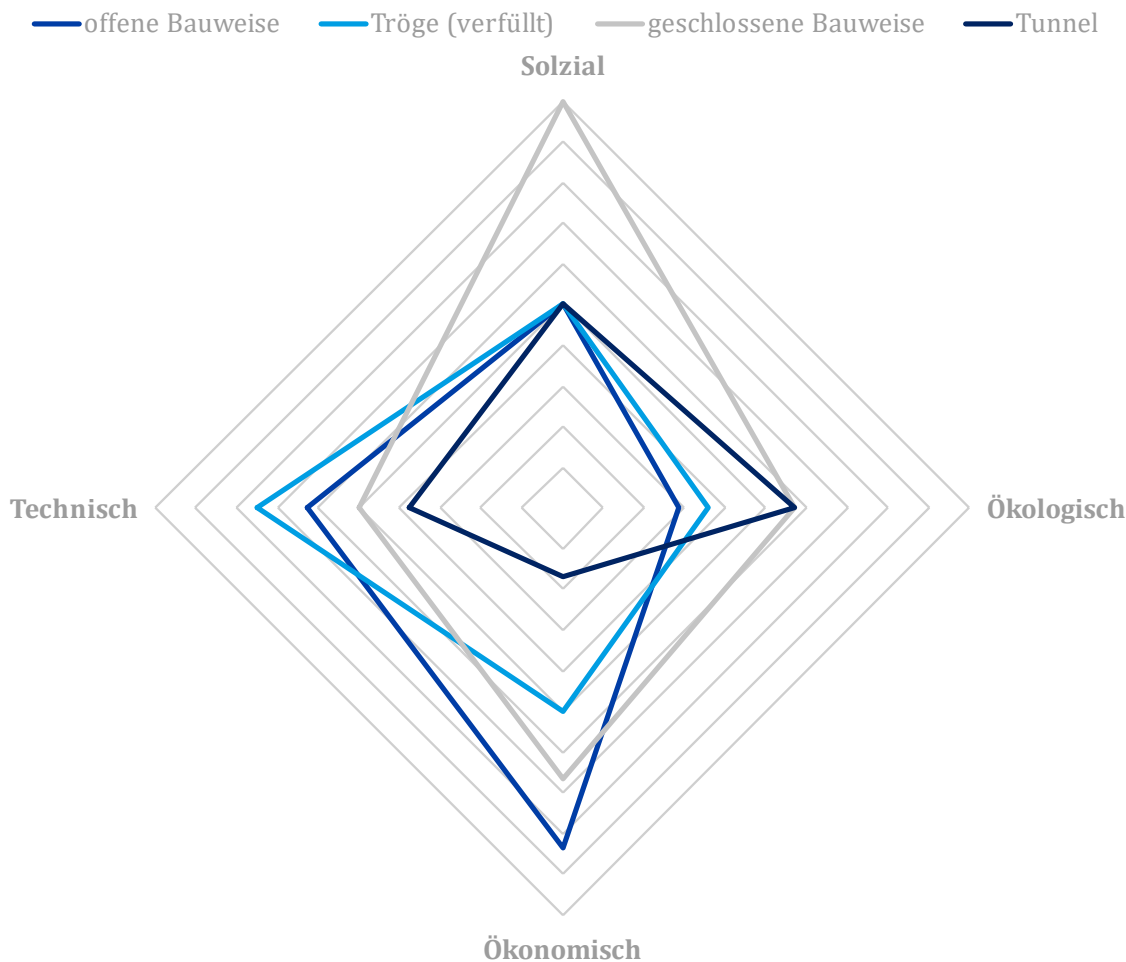


Abbildung 6-3: Eignung urbaner Raum

Das Nachhaltigkeitspotential „Wahl des Bauverfahrens“ ist ein übergreifendes Potential und kann, abhängig von der konkreten Auswahl des Bauverfahrens, verschiedene SDGs ansprechen. Als Beispiel kann die Berücksichtigung eines geeigneten Bauverfahrens einen Beitrag zu SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) leisten, indem die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen gefördert wird. Dieses Potential kann alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ansprechen, je nachdem welche Aspekte im jeweiligen Bauverfahren priorisiert werden.

6.3 Ausschreibung und Vergabe

Die Ausschreibung und Vergabe der Bauleistungen haben einen bedeutenden Einfluss auf den weiteren Projektverlauf, da sie die Schnittstelle zwischen der Planung und der Ausschreibung darstellen. Auch zur Förderung der Nachhaltigkeit im Projekt bietet die Ausschreibungs- und Vergabephase dem_der Auftraggeber_in einige wesentliche Möglichkeiten (WKO, 2018, S. 18).

Das BVerG bildet die rechtliche Grundlage für die Ausschreibung und Vergabe von öffentlichen Lieferaufträgen, Dienstleistungsaufträgen, Bauaufträgen und die Durchführung von Wettbewerben. Öffentliche Auftraggeber_innen und Sektorenauftraggeber_innen¹⁰ sind verpflichtet, sich an das BVerG zu halten. Für private Auftraggeber_innen kann das BVerG als Orientierung herangezogen werden.

Das BVerG differenziert grundsätzlich zwischen zehn Vergabeverfahren, die entsprechend der Art und des Umfangs der ausgeschriebenen Leistung zur Wahl stehen. Der Ablauf des Vergabeverfahrens variiert entsprechend dem gewählten Verfahren.

Im § 20, Abs. 5 des BVerG 2018 ist explizit festgelegt, dass ökologische Aspekte im Vergabeverfahren Berücksichtigung finden sollen. Dies beinhaltet die Beachtung von Umweltaspekten wie Energieeffizienz, Materialeffizienz, Abfall- und Emissionsvermeidung sowie Boden- und Tierschutz.

Auch die Beachtung von sozialen Aspekten im Vergabeverfahren wird im BVerG definiert (§ 20, Abs. 6, BVerG 2018).

NP 09 Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe

Das Nachhaltigkeitspotential NP 09 „Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Verantwortungsvolle Baupraxis (BREEAM, Management, Man 03)
- Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe (DGNB Prozessqualität, PRO1.4)

Durch die Ausschreibung und Vergabe kann die Nachhaltigkeit im Projekt maßgeblich beeinflusst werden. Der Einfluss wird durch eine detaillierte Leistungsbeschreibung inkl. technischer Spezifikationen, die Definition von Zuschlagskriterien und die Verankerung entsprechender Bestimmungen im Leistungsvertrag erreicht (BMK, 2020b).

¹⁰ Zu Sektorenauftraggeber_innen zählen öffentliche und private Auftraggeber_innen, die in den folgenden Feldern tätig sind: Gas, Wärme, Elektrizität, Wasser, Verkehrsleistungen, Postdienste, Förderung von Erdöl, Gas, Kohle oder anderen festen Brennstoffen, Häfen oder Flughäfen (§ 170 - 175, BverG)

1. Detaillierte Leistungsbeschreibung inkl. technische Spezifikationen:

In den Ausschreibungsunterlagen ist die zu vergebende Leistung umfassend und eindeutig zu beschreiben. Konkrete Anforderungen des/der Auftraggeber_in in Bezug auf Nachhaltigkeit sind demnach bereits in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Bspw. kann eine projektbezogene Nachhaltigkeitsstrategie (vgl. NP 01, Kapitel 6.1) als Bestandteil der Leistung definiert werden. Voraussetzung dafür ist, dass der/die Auftraggeber_in klare Vorstellungen von den Maßnahmen hat, die er/sie im Projekt umsetzen will.

Eine frühe Festlegung und Kommunikation der Anforderungen sind ebenfalls von Bedeutung, sodass die potentiellen Auftragnehmer_innen die geforderten Leistungen entsprechend in ihren Angeboten einkalkulieren können.

Zur Definition von technisch-ökologischen Anforderungen in der Ausschreibung können Informationsplattformen genutzt werden. Folgend werden zwei Plattformen vorgestellt:

*Baubook ÖkoBauKriterien*¹¹ ist eine Online-Datenbank, die von der Stadt Wien und dem Vorarlberger Gemeindeverband gemeinsam herausgegeben wurde. Die Datenbank stellt ökologische Kriterien für den Ausschreibungsbereit und unterstützt bei der Erstellung entsprechender Leistungsverzeichnisse. Sie basieren auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, nationalen und internationalen Standards und werden regelmäßig aktualisiert (baubook, 2023).

Das *WECOBIS Ökologisches Baustoffinformationssystem*¹² wird vom deutschen Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen in Kooperation mit der Bayerischen Architektenkammer betrieben. In der Online-Datenbank werden herstellernerneutrale Informationen zu ökologischen Aspekten von Bauprodukten aufgelistet und Textbausteine für eine ökologische Ausschreibung zur Verfügung gestellt (WECOBIS, 2021).

Nachhaltigkeitspotentiale in Bezug auf Baustoffe werden in Kapitel 6.4.2 näher beschrieben.

2. Definition von Zuschlagskriterien

Die Zuschlagsentscheidung in einem Vergabeverfahren kann anhand von zwei Prinzipien erfolgen: dem Billigstbieterprinzip und dem Bestbieterprinzip. Beim Billigstbieterprinzip wird allein der niedrigste Preis als ausschlaggebender Faktor für den Zuschlag betrachtet. Demgegenüber basiert das Bestbieterprinzip auf dem Konzept des wirtschaftlich günstigsten Angebots. Bei der Vergabeentscheidung wird neben dem Preis mindestens ein weiteres qualitatives Bewertungskriterium anhand von sogenannten Zuschlagskriterien

¹¹ <https://www.baubook.at/oea/>

¹² <https://www.wecobis.de/>

berücksichtigt. Die Zuschlagskriterien dürfen nicht diskriminieren und müssen auf den konkreten Auftrag bezogen sein (§ 2, Abs. 22, BVergG 2018). Außerdem ist eine Gewichtung der Kriterien zueinander (bspw. 40 % Preis und 60 % Qualität) und die Bewertung nachvollziehbar festzulegen.

Somit können durch die Anwendung des Bestbieterprinzips die ökologischen und sozialen Dimensionen der Nachhaltigkeit in die Vergabe inkludiert werden (IG LEBENSZYKLUS BAU, 2017, S. 19).

Möglichkeiten für Zuschlagskriterien zur Berücksichtigung von ökologischen Aspekten in der Vergabe werden im Aktionsplan des BMK „Aktionsplan nachhaltige öffentliche Beschaffung (naBe)“ (BMK, 2021c) definiert. In Tabelle 6-4 sind Beispiele für Zuschlagskriterien, eine mögliche Bewertung und mögliche Nachweise gemäß des Aktionsplans aufgezeigt. Außerdem wird die Anwendbarkeit im Kabelbau durch die Autorinnen geprüft.

Tabelle 6-4: Mögliche Zuschlagskriterien inkl. Bewertung und Nachweis zur Berücksichtigung ökologischer Nachhaltigkeit (BMK, 2021c, S. 113 ff.) und Anwendungsprüfung im Kabelbau durch die Autorinnen

Zuschlagskriterium	Mögliche Bewertung	Möglicher Nachweis	Anwendung Kabelbau
Umweltmanagementsystem: Der/die Bieter_in verfügt zum Leistungsbeginn nachweislich über ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem entsprechend ISO 14001:2015 oder EMAS.	100 % der definierten Punkte für ein EMAS-System 80 % der definierten Punkte für ein ISO-zertifiziertes System	Gültige Umwelterklärung gemäß EMAS bzw. gültiges Zertifikat gemäß EN ISO 14001 oder gleichwertiger Nachweis	Eine Anwendung im Kabelbau ist möglich
Einsatz geeigneter Recycling- Baustoffe: Positive Bewertung, wenn der/die Bieter_in einen erhöhten Anteil an Recycling- Baustoffen einsetzt. Bspw. bei den primär eingesetzten Baustoffen Kunststoff, Stahlbeton und Verfüllmaterial (siehe Kapitel 5.5)	Bewertung je nach definierter Hauptgruppe: 100 % der definierten Punkte, wenn der Recyclinganteil bei $\geq 40\%$ liegt. Abstufung der Punkte ist möglich (z.B. 80 % der definierten Punkte bei einem Recyclinganteil von $\geq 30\%$ und $< 40\%$ oder lineare Interpolation zwischen den weiteren Bieter_innen	Schriftliche Darstellung (getrennt nach definierten Baustoffgruppen): - Wie hoch ist der Anteil an Recycling- Baustoffen - Welche Qualitätsstandards werden eingehalten - Woher werden die Recycling- Baustoffe bezogen	Eine Anwendung im Kabelbau ist möglich. Weitere Informationen zu Recycling- Baustoffen ist NP 15, Kapitel 6.4.3 zu entnehmen.
Verwendung von mobilen Anlagen zur Erzeugung von recycelter Gesteinskörnung: Positive Bewertung bei	100 % der definierten Punkte, wenn der Anteil der Gesteinskörnung, die in einer mobilen Anlage erzeugt	Beschreibung der mobilen Anlage inkl. Kapazitätsabschätzung	Eine Anwendung im Kabelbau ist bedingt möglich, da es sich um eine Linienbaustelle im urbanen Raum

Zuschlagskriterium	Mögliche Bewertung	Möglicher Nachweis	Anwendung Kabelbau
Erzeugung von recycelter Gesteinskörnung durch eine mobile Anlage vor Ort	wird, $\geq 80\%$ ist. Abstufung der Punkte ist möglich (z.B. 80% der definierten Punkte bei einem Recyclinganteil von $\geq 60\%$ und $< 80\%$ oder lineare Interpolation zwischen den weiteren Bieter_innen		handelt und die Aufstellung einer mobilen Anlage nur bei ausreichendem Platz möglich ist.
Geringe Treibhausgas-Emissionen beim Transport: Positive Bewertung bei geringen Treibhausgas-Emissionen durch den Transport von definierten Baustoffen. Bspw. für die primär eingesetzten Baustoffe: Kunststoff, Stahlbeton und Verfüllmaterial (siehe Kapitel 5.5)	Bewertung je nach definierter Hauptgruppe: Formel zur Berechnung der Treibhausgas-Emissionen beim Transport (THG_{TR}) $THG_{TR} = EF_{TRM} \cdot m \cdot L \cdot f$ mit: EF_{TRM} : Direkte Treibhausgas-Emissionen (CO_2 -Äquivalent) des Transportmittels ¹³ [CO_2e/tkm] m: Menge des Baustoffs [t] L: Transportweg [km] f: Faktor für die Berücksichtigung von Recycling-Baustoffen ($f=0,7$ bei Recycling-Baustoffen; $f=1,0$ bei Primärbaustoffen) 100 % der definierten Punkte erhält der/die Bieter_in mit den geringsten THG_{TR} -Wert. Zwischen den anderen Bieter_innen kann eine lineare Interpolation durchgeführt werden	Angabe des Produktionsstandortes und Darstellung der Berechnung.	Eine Anwendung im Kabelbau ist möglich. Allerdings muss die Transportstrecke für die Bieter_innen genau definiert werden, da es sich um eine Linienbaustelle handelt.

Auch soziale Kriterien können in Form von Zuschlagskriterien im Vergabeverfahren berücksichtigt werden. Die WKÖ nennt die folgenden Möglichkeiten wie soziale Betrachtungsweisen im Vergabeverfahren integriert werden können (WKÖ, 2022):

- Positive Berücksichtigung, wenn ältere Arbeitnehmer_innen an der ausgeschriebenen Leistung beteiligt sind (bspw. Arbeitnehmer ab dem vollendeten 50. Lebensjahr).

¹³ Werte für die direkten Treibhausgas-Emissionen für unterschiedliche Transportmittel werden vom Bundesumweltamt veröffentlicht

- Positive Berücksichtigung, wenn Personen im Ausbildungsverhältnis an der ausgeschriebenen Leistung beteiligt sind (bspw. Lehrlinge).
- Positive Berücksichtigung, wenn Maßnahmen für eine erhöhte Arbeitssicherheit auf der Baustelle (ausgeschriebene Leistung) eingesetzt werden.

Weitere Möglichkeiten zur Berücksichtigung sozialer Kriterien im Vergabeverfahren können der Dissertation von *Dipl.-Ing.in Dr.in techn. Jacqueline Raab* „Auswirkungen personenbezogener Vergabekriterien für öffentliche Bauaufträge und öffentliche baunahe Dienstleistungsaufträge auf den österreichischen Bauarbeits- und Bietermarkt“ entnommen werden.

3. Verankerung im Leistungsvertrag

Der Vertrag stellt den Abschluss des Ausschreibungs- und Vergabeprozesses dar und ist essentiell, da er klare Erwartungen für beide Vertragsparteien hinsichtlich Leistungsumfang, Qualität und Zeitrahmen definiert. Dies minimiert das Risiko von Missverständnissen und Konflikten im weiteren Projektverlauf. Qualitätsaspekte betreffend Nachhaltigkeit müssen daher ausdrücklich im Bauvertrag verankert werden, bspw. durch die vertragliche Bindung an eine projektbezogene Nachhaltigkeitsstrategie (vgl. NP 01, Kapitel 6.1).

Darüber hinaus können im Vertrag Anreizsysteme, wie ein Bonus-Malus-System, vereinbart werden. Im Falle einer überdurchschnittlichen Leistung des/der Auftragnehmers_in, durch das Übertreffen der definierten Nachhaltigkeitsziele, könnte eine zusätzliche Vergütung, also ein Bonus, gewährt werden. Andererseits wird bei Nichterfüllung der vereinbarten Ziele eine monetäre Sanktion, im Sinne eines Malus, verhängt. Dieser Ansatz ermöglicht es, die Motivation und das Engagement des/der Auftragnehmers_in zur Einhaltung der vertraglich festgelegten Nachhaltigkeitsstandards zu verstärken.

Ein weiterer Aspekt, der keinen direkten Einfluss auf die Nachhaltigkeit im Projekt hat, aber dennoch von Bedeutung sein kann, ist die einzelne Vergabe der Bauleistungen. Durch die Einzelvergabe der Bauleistungen erhält der/die Auftraggeber_in eine größere Einflussmöglichkeit, da er/sie in einem direkten Vertragsverhältnis mit dem Bauunternehmen steht und im Vergabeverfahren die Möglichkeit erhält, die Fachkompetenz der Bauunternehmen zu prüfen und zu berücksichtigen (Siemon et al., 2021, S. 303). Die erhöhte Einflussmöglichkeit auf das Bauunternehmen kann der/die Auftraggeber_in nutzen, um die Umsetzung von nachhaltigen Aspekten im Projekt zu fördern. Ob die Montage des Kabels der Vergabeeinheit der baulichen Leistungen oder der Lieferung des Kabels zuzuordnen ist, muss in Bezug auf technische Aspekte (z.B. Personalverfügbarkeit) und rechtliche Aspekte (z.B. Gewährleistung) genauer untersucht werden.

Die Einbindung von Nachhaltigkeitsaspekten in das Ausschreibungs- und Vergabeverfahren kann das SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) unterstützen.

Das Ziel fördert unter anderem nachhaltige Beschaffungspraktiken bei öffentlichen Aufträgen und Unternehmen. Mit spezifischen Anforderungen und Kriterien in Ausschreibungs- und Vertragsdokumenten können je nach Ausgestaltung weitere SDGs adressiert werden.

Darüber hinaus kann durch eine detaillierte Beschreibung der Leistung, die Auswahl der Auftragnehmer_innen und die Verankerungen von Nachhaltigkeit im Vertrag, Einfluss auf alle drei Dimensionen von Nachhaltigkeit genommen werden.

6.4 Ausführung

Aufgrund des signifikanten Anteils der Ausführungsphase an der Gesamtabwicklung eines Projekts wurde in dem nachfolgenden Kapitel eine zusätzliche Differenzierung vorgenommen. Dafür wurden verschiedene Schlüsselfaktoren im Rahmen der Nachhaltigkeit in der Bauausführung erörtert. Dazu gehören die Baustellenorganisation, die Auswahl geeigneter Baustoffe, das Management von Bauabfällen, der Umgang mit Ressourcen und der Umwelt, sowie die Interessen der Anwohner_innen und des Baustellenpersonals.

6.4.1 Baustellenorganisation

Die Baustellenorganisation kann als wesentliche Stellschraube des gesamten Baustellenablaufs gesehen werden, da eine gut organisierte Baustelle zu einem reibungslosen und sicheren Bauablauf führt. Sie beugt Konfliktpotential vor und minimiert so die Bauzeit und die damit verbundenen Kosten. Gute Planung kann den effizienten Einsatz natürlicher Ressourcen steuern und den Verbrauch reduzieren. Ein Beispiel ist die effiziente Planung der Baustellenlogistik, wodurch Treibhausgas-Emissionen eingespart werden können.

NP 10 Optimierte Baustellenkoordination

Das Nachhaltigkeitspotential NP 10 „Optimierte Baustellenkoordination“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Baustellenorganisation (DGNB Baustelle, Baustellenorganisation, 1-BS 1)
- Projektinterne Kommunikation (DGNB Baustelle, Gesundheit und Soziales, 3-BS 3)
- Baustellenmanagement (DGNB Baustelle, Qualität der Bauausführung, 5-BS 1)

Das übergeordnete Ziel einer gut organisierten Baustelle besteht darin, einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten und damit Ressourcen und Kosten einzusparen. Durch die Optimierung der Baustellenkoordination wird angestrebt, Abläufe und Abhängigkeiten zu erkennen, zu strukturieren und zu verfolgen.

Eine optimierte Baustellenkoordination erfordert eine effektive Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten. In regelmäßigen Besprechungen können Baustellenabläufe diskutiert und Abhängigkeiten sowie Probleme erkannt werden. Durch die Terminplanung

werden die Abläufe strukturiert und dargestellt. Der stetige Vergleich des Ist-Stands mit dem geplanten Soll ermöglicht es, den Baufortschritt zu verfolgen und Abweichungen frühzeitig aufzuzeigen. Dadurch können rechtzeitig Lösungen gefunden und umgesetzt werden.

Eine konkrete Möglichkeit für die Umsetzung einer optimierten Baustellenkoordination ist der Einsatz von modernen Methoden wie bspw. Building Information Modeling (BIM) oder Lean Management. Durch den Einsatz kann die Effektivität auf der Baustelle gesteigert und die Bauzeit verringert werden. Eine verkürzte Bauzeit führt unter anderem zu einer Reduktion der zeitabhängigen Treibhausgas-Emissionen.

Auch die gezielte Planung der Baustelleneinrichtung kann einen positiven Einfluss auf den CO₂-Ausstoß auf der Baustelle haben. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung von Holzpellets anstelle von elektrischen Heizungen zur Beheizung der Baucontainer (Weigert et al., 2021, S. 6).

Weitere Hilfsmittel für einen strukturierten und reibungslosen Ablauf können Checklisten, Konzepte und Leitfäden sein. Diese werden individuell für jedes Projekt angepasst, um sicherzustellen, dass alle relevanten Aspekte berücksichtigt werden.

Die optimierte Baustellenkoordination weist ein übergeordnetes Nachhaltigkeitspotential auf und kann, je nach Umsetzung, diverse SDGs berücksichtigen. Bspw. können durch die Verringerung der Treibhausgas-Emissionen die SDGs 3 (Gesundheit und Wohlergehen), 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) und 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) unterstützt werden. Durch das Potential werden alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit angesprochen. Hauptsächlich beeinflusst das Potential die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit.

NP 11 Effizientere Baustellenlogistik

Das Nachhaltigkeitspotential NP 11 „Effizientere Baustellenlogistik“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Energie: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 1)
- Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat (TQB, Baustoffe und Konstruktion, E2.1)

Eine verbesserte Baustellenlogistik führt zu einer Steigerung der Produktivität und einer Optimierung des Ressourcenverbrauchs. Mit Hilfe eines Logistikkonzepts, das zu Projektbeginn erstellt wird, können Bauabläufe strukturierter und effizienter gestaltet werden. Ein Konzept ermöglicht eine bessere Koordination von Materialien, Werkzeugen und Personal, was wiederum zu einer Reduzierung der Umweltauswirkungen führt.

Die Reduktion von LKW-Fahrten bietet eine Vielzahl von Verbesserungen sowohl aus ökologischen als auch aus sozialer und ökonomischer Sicht. Bei der Verbrennung von fossilen Kraftstoffen Diesel entstehen Kohlendioxid (CO₂), Stickoxid (NO_x) und Schwefeldioxid (SO₂). Diese tragen erheblich zur Luftverschmutzung bei und können je nach Emission gesundheitsschädliche Auswirkungen wie Atemwegserkrankungen und sauren Regen verursachen. Zusätzlich werden durch die Minderung von Fahrten Partikel- und Feinstaubemissionen reduziert, die mit einer Vielzahl von gesundheitlichen Problemen assoziiert sind. Ebenfalls werden die Emissionen von nicht methanhaltigen flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) und Rußpartikeln verringert, welche signifikant zur Bildung von bodennahem Ozon und zur globalen Erwärmung beitragen. (ÖkoKauf Wien, 2021)

Die Verminderung von LKW-Fahrten bringt soziale und wirtschaftliche Vorteile. Hierzu zählt die Verminderung des Verkehrsaufkommens, wodurch allgemein der Verkehrsfluss verbessert und die Staubildung reduziert werden kann. Darüber hinaus wird durch eine geringere Anzahl von LKW-Fahrten die Lärmbelastung reduziert, was eine Verbesserung der Lebensqualität in Wohngebieten zur Folge hat. Zudem ergibt sich eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs, wodurch sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile erzielt werden.

Im Folgenden werden konkrete Beispiele für Baustellenlogistikkonzepte im Kabelbau genannt, die verdeutlichen, wie unterschiedliche Maßnahmen zur Optimierung der Baustellenlogistik und zur Reduktion von LKW-Fahrten beitragen können.

- Leerfahrten reduzieren: Anfallender Aushub kann direkt auf der Baustelle gelagert werden, sodass er anschließend für die Verfüllung wiederverwendet werden kann.
- Transportwege reduzieren: Durch den Einsatz lokaler Produkte können Fahrten minimiert werden, sodass Emissionen eingespart werden (siehe NP 12, Kapitel 6.4.2).
- Kurzwege vermeiden: Bei der Anlieferung sind Lagerorte so zu wählen bzw. zu definieren, dass Kurztransporte auf der Baustelle vermieden werden (Weigert et al., 2021, S. 4).
- Gebündelte Transporte: Neben dem Lasttransport kann der Transport des Baustellenpersonals gesammelt oder öffentlich organisiert werden, sodass Emissionen eingespart werden. Das Bereitstellen eines Jobtickets kann dies unterstützen. Auch betriebsinterne Plattformen für Fahrgemeinschaften können zur Reduktion der Emissionen beitragen.
- Übergeordnete Logistik: Betriebsinterne Absprachen ermöglichen ein effektives, baustellenübergreifendes Flottenmanagement. Durch die Vermeidung von Standzeiten erzielen einzelne Geräte höhere Wirkungsgrade. Dies führt insgesamt zu

einem geringeren Bedarf an Geräten, was sowohl die Emissionen bei der Herstellung als auch die Anschaffungskosten reduziert.

- Einsatz von Fahrzeugen mit geringen Schadstoffemissionen: Für die auf der Baustelle eingesetzten Fahrzeuge kann eine Euro-Abgasklasse definiert werden.
- Dokumentation: Das Aufzeigen und Dokumentieren von Emissionswerten kann langfristig helfen, Emissionen von zukünftigen Baustellen besser zu prognostizieren und so Potentiale zur Einsparung in bestimmten Bereichen aufzuzeigen.

Eine effizientere Baustellenlogistik kann zur Unterstützung verschiedener SDGs beitragen. Durch eine verbesserte Logistik können die Emissionen von Treibhausgasen und anderen Schadstoffen reduziert werden, was einen positiven Einfluss auf SDG 3 (Gesundheit und Wohlbefinden) hat. Ebenso unterstützt eine effiziente Logistik SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) und SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz), indem sie die Effizienz von Ressourcen und Energie steigert. Durch die Implementierung nachhaltiger Maßnahmen in der Baustellenlogistik wird nicht nur die ökologische Nachhaltigkeit verbessert, sondern auch ökonomische und soziale Vorteile werden erzielt.

6.4.2 Baustoffe

Baustoffe bilden die Grundlage für Bautätigkeiten und weisen ein großes Potential in Bezug auf Nachhaltigkeit auf. Um einen Baustoff als nachhaltig einzustufen, ist es notwendig, den gesamten Lebenszyklus sowie die gesamte Wertschöpfungskette zu berücksichtigen. Als Grundsatz gilt das *Cradle to Cradle* Prinzip, das in Kapitel 6.4.3 genauer beschrieben wird.

Die folgenden Nachhaltigkeitspotentiale beziehen sich auf die ökologische und die soziale Dimension von nachhaltigen Baustoffen. Die ökonomische Dimension wird durch das Nachhaltigkeitspotential NP 07 „Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus“ abgedeckt.

NP 12 Verwendung von umweltfreundlichen Materialien

Das Nachhaltigkeitspotential NP 12 „Verwendung von umweltfreundlichen Materialien“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Ökologische Auswirkungen (BREEAM, Material, Mat 01)
- Umweltdeklaration von Baustoffen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Stoffliche Inhaltsstoffe (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Risiken für die lokale Umwelt (DGNB, Ökologische Qualität, ENV1.2)
- Nachhaltige Energieaufbringung (TQB, Energie & Versorgung, C2)

- Vermeidung kritischer Stoffe (TQB, Baustoffe & Konstruktion, E.1)
- Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat (TQB, Baustoffe & Konstruktion, E.2)
- Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen (klimaaktiv, Baustoffe & Konstruktion, C.1)
- Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen (klimaaktiv, Baustoffe & Konstruktion, C.2)
- Einsatz von klimafreundlichen Baustoffen und Komponenten (klimaaktiv, Baustoffe & Konstruktion, C.3)
- Ökobilanzen (klimaaktiv, Baustoffe & Konstruktion, C.4)

Zur Steigerung der Nachhaltigkeit im Projekt sollten umweltverträgliche Baustoffe eingesetzt werden. Gemäß dem deutschen Umweltbundesamt (UBA) gelten Baustoffe als ökologisch, wenn sie einerseits bestimmte Inhaltstoffe nicht aufweisen (siehe Tabelle 6-5) und sie andererseits ressourcenschonend produziert werden (UBA, 2015, S. 2).

Tabelle 6-5: Stoffliche Aspekte ökologischer Baustoffe (In Anlehnung an (UBA, 2015))

Inhaltsstoff	Betroffene Bauprodukte	Relevanz im Kabelbau
Stoffe ohne oder mit nur geringer Auswaschung in Böden und Gewässern	Schwermetalle, Salze, organische Stoffe	hoch
Biozide	Holzschutzmittel, Beschichtungsschutzmittel	hoch
Besonders umwelt- oder gesundheitsgefährdende Stoffe	Halogener Kohlenwasserstoff, Blei	gering
Fluorierte Treib- und Kältemittel	Kühl- und Klimageräte	nicht relevant
Stoffe, die Emissionen in den Innenraum abgeben (geringe Emissionen vertretbar)	Bodenbeläge, Tapeten, Lacke, Farben	nicht relevant

Schadstoffauswaschungen in den Boden und ins Grundwasser sind im Kabelbau durch den direkten Kontakt der Baustoffe mit dem Boden von hoher Relevanz. Es sollten möglichst Stoffe mit einem geringen Auslaugungspotential eingesetzt werden. Auch die Auswaschung von Bioziden, die bspw. in Holzschutzmitteln und Beschichtungen vorkommen, sind im Kabelbau von Bedeutung.

Stoffe, die schwere Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt haben, werden gemäß REACH-Verordnung¹⁴ als besonders besorgniserregende Stoffe (engl. SVHC: substances of very high concern) eingestuft. In Österreich wird die EU-Verordnung durch das Chemikaliengesetzes festgelegt (BMK, 2023d). Die Vorgaben betreffend den Umgang mit SVHC-Stoffen sind europaweit bereits streng geregelt und besitzen daher im Kabelbau nur eine geringe Relevanz.

Durch Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in Innenräumen kann es zu gesundheitlichen Beschwerden von Personen kommen (BMK, 2023d). Da im Kabelbau keine geschlossenen Räume entstehen, in denen sich Personen permanent aufhalten, ist der Aspekt für den Kabelbau nicht relevant. Auch fluorierte Treib- und Kältemittel besitzen keine Bedeutung für den Kabelbau, da sie nicht eingesetzt werden.

Neben den Inhaltsstoffen von Bauprodukten ist auch der Ressourcenverbrauch während der Herstellung eines Bauproduktes zu betrachten. Beispiele hierfür sind (BMK, 2023d):

- Geringer Verbrauch von Energie, wobei möglichst Strom aus erneuerbaren Energiequellen eingesetzt werden sollte
- Geringer Einsatz von Primärrohstoffen bspw. durch den Einsatz von recycelten Materialien (siehe NP 15, Kapitel 6.4.3)
- Geringer Verbrauch von Wasser
- Geringer Flächenverbrauch
- Geringe prozessbezogene Emissionen

Ein weiterer Aspekt zur Beurteilung von umweltfreundlichen Produkten ist die Regionalität der Produkte, um Transportwege und damit Emissionen zu reduzieren (siehe NP 11, Kapitel 6.4.1).

Die Einstufung eines Bauproduktes als umweltfreundlich oder nicht umweltfreundlich ist aufgrund der Vielzahl von Aspekten nur schwierig möglich. Eine Orientierungshilfe zur Auswahl umweltfreundlicher Produkte bieten Umweltzeichen. In Österreich gibt es derzeit drei etablierte Umweltzeichen für Bauprodukte, die in Abbildung 6-4 dargestellt sind (IBO, 2013). Außerdem kann die Datenbank „baubook Ökobaukriterien“ bei der Auswahl geeigneter Baustoffe unterstützen.

¹⁴ REACH steht für Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals. Die REACH-Verordnung ist eine Verordnung der Europäischen Union.



Abbildung 6-4: Etablierte Umweltzeichen in Österreich (IBO, 2013)

Das *IBO Prüfzeichen* und das *natureplus Gütesiegel* fokussieren sich hauptsächlich auf Bauprodukte und Baumaterialien, während das Österreichische Umweltzeichen ein breiteres Spektrum von Produktgruppen und Dienstleistungen abdeckt. Darunter fallen unter anderem Bauprodukte, Büroartikel, Reinigungs- und Waschmittel sowie Tourismusdienstleistungen und Bildungseinrichtungen. Jedes dieser Umweltzeichen stellt spezifische Kriterien auf, die zur Erlangung des jeweiligen Zertifikats erfüllt sein müssen.

Das *IBO Prüfzeichen*, vergeben vom Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO), bestätigt die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit eines Produkts während seines gesamten Lebenszyklus. Dabei werden sowohl ökologische Aspekte als auch Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (IBO, 2013) berücksichtigt. Demgegenüber steht das *natureplus-Gütesiegel*, ein internationales Zeichen für nachhaltige Bauprodukte, bei dem hohe Anforderungen an Klimaschutz, Wohngesundheit und Ressourcenschonung gestellt werden. Dies beinhaltet die Limitierung schädlicher Emissionen, die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und effiziente Produktionsprozesse. (natureplus, 2023)

Das *österreichische Umweltzeichen* zeichnet Produkte und Dienstleistungen aus, die durch ihre besonders umweltfreundlichen Eigenschaften auffallen. Dieses staatliche Gütesiegel basiert auf einer Bewertung, die den gesamten Lebenszyklus eines Produkts berücksichtigt und bietet so eine verlässliche Orientierungshilfe für umweltbewusste Kaufentscheidungen. (BMK, 2023b)

Die Erwartungen und Anforderungen der Auftraggeber_innen sollten zu Beginn des Projektes definiert werden. Bspw. könnte die Verwendung von Produkten mit Umweltzeichen in einer Nachhaltigkeitsstrategie (siehe NP 01, Kapitel 6.1) festgelegt werden. Außerdem ist gemeinsam mit dem_der Auftragnehmer_in zu definieren inwiefern ein Nachweis der eingesetzten Materialien erfolgt und wie bei Materialien vorzugehen ist, bei denen es keine umweltfreundlichen Alternativprodukte gibt.

Mit der Verwendung von umweltfreundlichen Materialien können mehrere SDGs unterstützt werden. Das Potential fördert SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) durch die Erhöhung der Ressourceneffizienz. Darüber hinaus unterstützt es SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz), indem es den Umstieg auf emissionsarme oder emissionsfreie Baumaterialien begünstigt. Schließlich trägt die Verwendung umweltfreundlicher Materialien zur Verbesserung der menschlichen Gesundheit bei und unterstützt somit SDG 3 (Gesundheit und Wohlbefinden), da Luftschadstoffe reduziert werden. Das beschriebene Nachhaltigkeitspotential ist der ökologischen Dimension von Nachhaltigkeit zuzuordnen.

NP 13 Verwendung von fair produzierten Materialien

Das Nachhaltigkeitspotential NP 13 „Verwendung von fair produzierten Materialien“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Verantwortungsvolle Materialbeschaffung (BREEAM, Material, Mat 03)
- Beschaffung von Rohstoffen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung (DGNB, Ökologische Qualität, ENV1.3)

Durch die Verwendung von fair produzierten Bauprodukten wird sichergestellt, dass Arbeitskräfte angemessene Arbeitsbedingungen und eine gerechte Entlohnung erhalten, wodurch ihre Grundrechte geschützt werden. Außerdem unterstützt der Einsatz von fair produzierten Produkten den sozialen Fortschritt, indem er Produzent_innen gerechte Preise und die faire Teilnahme am Handel ermöglicht.

Die folgenden Punkte definieren in Anlehnung an das *natureplus*-Gütesiegel eine verantwortungsvolle Beschaffung von Materialien (*natureplus*, 2022):

- Verbot von Kinder- und Zwangsarbeit
- Schutz des Rechts auf Vereinigungsfreiheit und auf Kollektivverhandlungen
- Zahlung gleicher Löhne und Nichtdiskriminierung am Arbeitsplatz
- Einhaltung von Arbeitsschutzmaßnahmen
- Einhaltung internationaler Standards ethischen Wirtschaftens (wie z.B. Ächtung von Korruption, Einhaltung von Gesetzen, Schutz von Menschenrechten)
- Keine Rohstoffe und Vorprodukte aus Krisen- und Bürgerkriegsgebieten
- Vermeidung der Gefährdung der Lebensgrundlage der lokalen Bevölkerung durch die Rohstoffgewinnung, Verarbeitung oder Herstellung von Produkten, etwa durch

Landvertreibungen, Zwangsumsiedlungen sowie Beeinträchtigung der Ernährungssicherung

- Einhaltung der Rechte indigener Völker und Erhalt kultureller Werte

Als Orientierungshilfe zur Auswahl fair produzierten Materialien können Umweltzeichen verwendet werden (vgl. NP 12, Kapitel 6.4.2).

Das Nachhaltigkeitspotential, das sich aus der Verwendung von fair produzierten Materialien ergibt, kann mehrere SDGs ansprechen. Es unterstützt SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), indem es faire Arbeitsbedingungen entlang der gesamten Lieferkette fördert. Zudem trägt es zu SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) bei, indem es für verantwortungsvolle Beschaffungsprozesse sorgt. Das Potential ist der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit zuzuordnen.

6.4.3 Bauabfälle

Im Jahr 2019 wurden 16 % des Gesamtabfallaufkommens in Österreich durch Bau- und Abbruchabfälle verursacht. Werden die Abfälle durch Aushubmaterial hinzugerechnet ergibt sich ein Prozentsatz von 75 % (BMK, 2021b). In Hinblick auf Nachhaltigkeit ist es das Ziel, Bauabfälle zu reduzieren und den Recyclinganteil zu erhöhen, um so den Verbrauch von Primärressourcen zu minimieren. Die Deponierung und Verbrennung von Material sollte möglichst vermieden werden.

Ein nachhaltiges Konzept im Bereich der Materialien und Abfälle ist das *Cradle to Cradle* Prinzip (dt.: „von der Wiege in die Wiege“). Es wurde in den 90er Jahren von Michael Baumgart und William McDonough entwickelt und basiert auf dem Grundgedanken, dass Produkte so gestaltet werden sollen, dass sie während ihres gesamten Lebenszyklus eine geschlossenen Materialkreislauf verbleiben. Das Prinzip zielt darauf ab, lineare „Cradle to Grave“ (dt.: „von der Wiege bis zur Bahre“) Produktionsweisen zu minimieren und stattdessen regenerative Kreisläufe zu schaffen. (EPEA, 2023)

Hinsichtlich der Materialkreisläufe kann zwischen dem biologischen und dem technischen Materialkreislauf unterschieden werden (siehe Abbildung 6-5). Im biologischen Kreislauf befinden sich nachwachsende Stoffe, wie zum Beispiel Naturfasern, die nach ihrer Verwendung wieder der Natur zugeführt werden können und somit als Nährstoff für neu wachsende Pflanzen dienen. Stoffe im technischen Materialkreislauf werden nach ihrer Nutzung wieder in ihre Ausgangsstoffe zerlegt, damit diese zur Neuproduktion verwendet werden können (EPEA, 2023).

Die Materialkreisläufe sollte während des gesamten Lebenszyklus beachtet werden und nicht erst am Ende der Nutzungsphase.

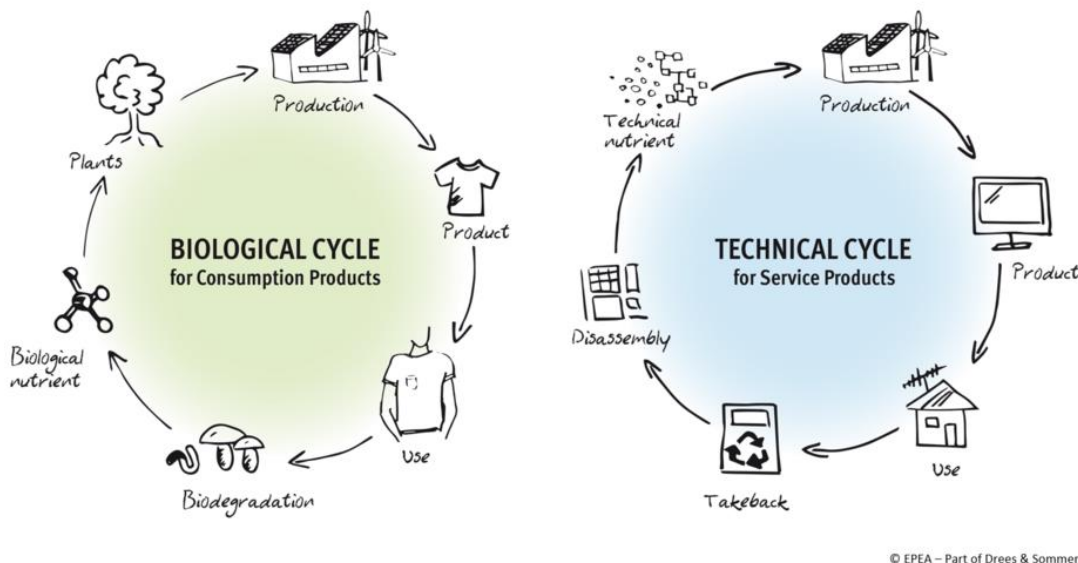


Abbildung 6-5: Biologischer und technischer Materialkreislauf (EPEA, 2023)

Die Reduktion des Verbrauches von Primärressourcen und die Beachtung des Materialkreislaufs kann auf der Baustelle wie folgt erreicht werden:

1. Vermeidung von Bauabfällen: Die Entstehung von Bauabfällen wird durch den effizienten Einsatz von Baustoffen vermieden.
2. Einsatz von recycelten Baustoffen: Durch den Einsatz von recycelten Baustoffen wird der Verbrauch von Primärressourcen reduziert.
3. Wiederverwertung von Baustoffen: Baustoffe und anderen Materialien werden durch die Projektbeteiligten direkt wiederverwendet.
4. Richtiger Umgang mit Bauabfällen: Unvermeidliche Bauabfälle werden sortiert und getrennt, um ein Recycling durch ein Entsorgungs- und Abbruchunternehmen zu ermöglichen.

Die angeführten Aspekte werden in den folgenden Nachhaltigkeitspotentialen berücksichtigt.

NP 14 Effizienter Einsatz von Material

Das Nachhaltigkeitspotential NP 14 „Effizienter Einsatz von Material“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Materialeffizienz (BREEAM, Management, Mat 06)
- Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Zirkuläres Bauen (DGNB, Technische Qualität, TEC 1.6)

Der effiziente Einsatz von Baustoffen ist in allen Projektphasen relevant. Zunächst sollte bei der Wahl des Bau- und Installationsverfahrens auf einen geringen Materialverbrauch geachtet werden. Bspw. kann bei Anwendung der geschlossenen Bauweise (siehe Kapitel 4.1.2) das Aushubmaterial reduziert werden. Eine weitere Möglichkeit, um den Materialverbrauch zu reduzieren ist die Vorfertigung (Lindner, 2017). Ein Beispiel wäre die Herstellung der Muffenbauwerke aus Betonfertigteilen. Auch während der Bauausführung ist darauf zu achten, Baustoffe effizient und nur im benötigten Ausmaß einzusetzen, um Verschwendung zu vermeiden.

Ein effizienter Einsatz von Materialien fördert das SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), da es zu einer Minimierung des Materialverbrauchs und einer Reduzierung der Produktionsabfälle führt. Weiterhin kann es zum SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) beitragen, da eine effiziente Materialnutzung eine Verringerung von Treibhausgas-Emissionen zur Folge haben kann. Durch den effizienten Einsatz von Materialien wird die ökologische und die ökonomische Dimension von Nachhaltigkeit angesprochen.

NP 15 Einsatz von recycelten Baustoffen

Das Nachhaltigkeitspotential NP 15 „Einsatz von recycelten Baustoffen“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Recycelte Zuschlagstoffe (BREEAM, Abfall, Wst 02)
- Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Zirkuläres Bauen (DGNB, Technische Qualität, TEC 1.6)
- Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat (TQB, Baustoffe & Konstruktion, E.2)
- Baumaterialien: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung durch Wiederverwendung und -verwertung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 2)

Die Ausgangsstoffe von recycelten Baustoffen bestehen zum Teil aus bereits genutzten und wiederaufbereiteten Materialien. Durch den Einsatz von recycelten Baustoffen wird somit der Verbrauch von Primärressourcen reduziert und der Materialkreislauf beachtet.

Die drei Hauptbaustoffgruppen im Kabelbau sind Kunststoff, Beton und Verfüllmaterial (vgl. Kapitel 5.5).

Recycelter Kunststoff

Im Kabelbau werden Kunststoffrohre aus Polyvinylchlorid (PVC) zum Einschwebmen der 110 kV-Kabel verwendet. Der Hauptbestandteil von Kunststoff ist Erdöl, das nur sehr

schwer und langsam ökologisch abbaubar ist (Kunststoffrohrverband e.V., 2023). Kunststoff kann dem technischen Materialkreislauf (vgl. Abbildung 6-5) zugeordnet werden. Zum Recycling von Kunststoff wird das alte Material gesammelt, sortiert, gereinigt und zu Mahlgut oder Granulat verarbeitet, das wiederum zur Neuproduktion von Kunststoff verwendet werden kann (ÖAKR, 2023).

Zur Förderung der Nachhaltigkeit sollten im Kabelbau Kunststoffrohre eingesetzt werden, die aus recyceltem Kunststoff produziert wurden.

Recycelter Beton

Die im Kabelbau eingesetzten Muffenbauwerke (vgl. Kapitel 3.2.2) werden aus Beton hergestellt. Die Ausgangsstoffe von Beton sind Zement, Wasser und Gesteinskörnung, wobei ggf. noch Zusatzstoffe und Zusatzmittel hinzugefügt werden können. Die Gesteinskörnung besteht konventionell aus Sanden und Kiesen. Für sogenannten Recyclingbeton wird eine rezyklierte Gesteinskörnung eingesetzt, die bspw. aus abgebrochenem Altbeton gewonnen werden kann (Beton Dialog Österreich, 2023). Durch die Verwendung von Recyclingbeton kann somit der Einsatz von natürlichen Ressourcen, wie Sand und Kies, reduziert werden.

Recyceltes Verfüllmaterial

Zur Verfüllung der offenen Künette wird Material benötigt. Im Sinne des Materialkreislaufes sollte das anfallende Bodenaushubmaterial an oder auf der Baustelle gelagert, ggf. aufbereitet und schließlich zur Wiederverfüllung der Künette eingesetzt werden.

Das Nachhaltigkeitspotential des Einsatzes von recycelten Baustoffen spricht SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) an. Durch die Wiederverwendung von Materialien trägt es zur Abfallverringerung und zu einem reduzierten Verbrauch von Primärressourcen bei. Darüber hinaus kann es zu SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) beitragen, da durch den Einsatz von recycelten Baustoffen Treibhausgas-Emissionen verringert werden. Dieses Potential richtet sich vornehmlich an die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit, indem es Umweltschutzmaßnahmen wie Ressourcenschonung und Abfallminderung unterstützt.

NP 16 Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien

Das Nachhaltigkeitspotential NP 16 „Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Reduzierung der Auswirkungen auf den Lebenszyklus von Gebäuden (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)

- Zirkuläres Bauen (DGNB, Technische Qualität, TEC 1.6)

Um den Einsatz von Primärressourcen zu reduzieren, sollten Baustoffe und Materialien durch die Projektbeteiligten wiederverwendet werden. Die Wiederverwendung kann entweder auf der Baustelle oder auf anderen Baustellen erfolgen.

Potentielle Beispiele für Baustoffe und Materialien, die durch die Projektbeteiligten wiederverwendet werden können, sind:

- Aushubmaterial kann zum Verschließen der Künette beim Einsatz der offenen Bauweise (vgl. Kapitel 4.1.1) eingesetzt werden.
- Holzbohlen, die zur Sicherung der Künette bei der offenen Bauweise (vgl. Kapitel 4.1.1) eingesetzt werden, können für mehrere Baustellen bzw. Bauabschnitte verwendet werden.
- Tafeln zur Information der Anwohner_innen können für mehrere Baustellen bzw. Bauabschnitte verwendet werden.

Es ist wichtig, die Projektbeteiligten über die Absicht der Wiederverwendung von Baustoffen und Materialien zu informieren, um einen verantwortungsvollen Umgang sicherzustellen.

Eine weitere Möglichkeit zum Umgang mit mineralischen Baurestmassen (z.B. Straßenaufbruch und Bauschutt) ist die Internetplattform *Recycling-Börse Bau*¹⁵. Das Ziel der Plattform ist die Zusammenführung von Angebot und Nachfrage nach mineralischen Baurestmassen. Die *Recycling-Börse Bau* steht unter anderem in Zusammenarbeit mit den österreichischen Bundesländern, der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) und dem Österreichischen Baustoff- Recycling Verband.

Die Wiederverwendung von Baustoffen und Materialien leistet einen Beitrag zur Erfüllung des SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), indem der Verbrauch von Ressourcen minimiert und die Menge an Abfall reduziert wird. Zudem unterstützt das Potential das SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) durch die Verminderung der energieintensiven Produktion neuer Materialien, was folglich zu einer Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen beiträgt. Das Nachhaltigkeitspotential spricht die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit an, kann jedoch auch positive Auswirkungen auf die ökonomische Dimension haben, indem Kosten für den Kauf neuer Materialien eingespart werden.

¹⁵ www.recycling.or.at.

NP 17 Richtiger Umgang mit Bauabfällen

Das Nachhaltigkeitspotential NP 17 „Richtiger Umgang mit Bauabfällen“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Bauabfallwirtschaft (BREEAM, Abfall, Wst 01)
- Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen (LEED, Materialkreisläufe + Ressourcenschonung, MR)
- Zirkuläres Bauen (DGNB, Technische Qualität, TEC 1.6)
- Entsorgung (TQB, Baustoffe & Konstruktion, E.4)
- Maßnahmen zur Vermeidung von Belastungen der lokalen Umwelt durch die Baustelle (DGNB Baustelle, Baustellenorganisation, 1-BS 2)
- Baumaterialien: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung durch Wiederverwendung und -verwertung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 2)

Auch bei effizientem Einsatz von Material und Wiederverwertung von Baustoffen sind Bauabfälle nicht vollständig zu vermeiden. Dennoch können Abfälle wieder dem Materialkreislauf zugeführt werden, indem sie sortiert, getrennt und durch qualifizierte Unternehmen recycelt werden. Ein effizientes Recycling ist möglich, wenn die Materialien sortenrein oder einfach trennbar sind.

Das Trennen und Sortieren des Abfalls kann direkt auf der Baustelle durch das Bauunternehmen erfolgen. Hierzu werden Abfallgruppen definiert und entsprechende Container auf der Baustelle bereitgestellt. In Anlehnung an BREEAM können die folgenden Abfallgruppen für den Kabelbau definiert werden:

- a) Beton
- b) Verpackung
- c) Bauholz
- d) Öle
- e) Asphalt und Teer
- f) Böden
- g) Metalle
- h) Kunststoffe
- i) Flüssigkeiten
- j) Gefährliche Abfälle

Steht auf der Baustelle nicht genug Platz für die Aufstellung der verschiedenen Container zur Verfügung kann die Trennung und Sortierung durch eine externe Firma außerhalb der Baustelle erfolgen.

Als Bestandteil der Nachhaltigkeitsstrategie (vgl. NP 1, Kapitel 6.1) kann ein Abfallwirtschaftskonzept definiert werden (WKO, 2018), das den Umgang mit Abfällen regelt. Ein Leitfaden zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzepts wurde im Jänner 2022 von der WKO veröffentlicht und kann bei der Erstellung unterstützen. Zur Überprüfung des festgelegten Umgangs mit Bauabfällen kann ein_e Abfallverantwortliche_r für die Baustelle definiert werden.

Eine Möglichkeit zur Entsorgung von im Kabelbau anfallenden Schnittresten von Kunststoffrohren bietet der österreichische Arbeitskreis für Kunststoffrohr-Recycling (ÖAKR). Die ÖAKR bietet österreichweit Sammel- und Rücknahmestellen für Kunststoffrohre an, um diese anschließend zu recyceln (ÖAKR, 2023).

Ein verantwortungsvoller Umgang mit Bauabfällen unterstützt SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) durch Förderung nachhaltiger Abfallmanagementpraktiken und die Reduktion des Verbrauches von Primärressourcen. Ebenso spricht es das Nachhaltigkeitspotential SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) an, indem es Ressourceneffizienz fördert, um die negativen Auswirkungen der Bauindustrie auf das Klima zu minimieren. Die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit wird dabei primär angesprochen.

6.4.4 Ressourcen und Umwelt

Als Indikator zur Beschreibung des Ressourcenverbrauchs kann der Material-Fußabdruck herangezogen werden. Je größer der materielle Fußabdruck ist, desto umfangreicher sind die damit einhergehenden negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Gemäß einer Studie des Bundesministeriums für Klimaschutz trägt der Bausektor mit einem Anteil von 14 % am österreichischen Gesamtmaterial-Fußabdruck erheblich zu diesem Umweltschaden bei. Dies verdeutlicht das hohe Potential des Baugewerbes im Bereich Ressourcen- und Umweltschutz. (BMK, 2020a, S. 8)

Um die Umwelt zu schützen, ist es erforderlich, dass natürliche Ressourcen bewusst und sparsam genutzt werden. Die nachstehenden Potentiale zeigen Maßnahmen auf, welche das ressourcenschonende Arbeiten verbessern.

NP 18 Minimierung der Umweltauswirkungen

Das Nachhaltigkeitspotential NP 18 „Minimierung der Umweltauswirkung“ wird aus der „Biodiversitäts-Strategie Österreichs 2020+“ und den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Langfristige Auswirkungen auf die Biodiversität (BREEAM, Landnutzung und Ökologie, LE 05)
- Maßnahmen zur Vermeidung von Belastungen der lokalen Umwelt durch die Baustelle (DGNB Baustelle, Baustellenorganisation, 1-BS 2)

Angelehnt an die „Biodiversitäts-Strategie Österreichs 2020+“ (BMK, 2014) verfolgt das Potential das Ziel die Umwelt zu schützen, indem der Eingriff in die Natur auf ein Minimum reduziert wird. Die „Biodiversitäts-Strategie Österreichs 2020+“ definiert fünf Handlungsbereiche, welche als Leitfaden für die Umsetzung des Potentials herangezogen werden:

1. Biodiversität kennen und anerkennen
2. Biodiversität nachhaltig nutzen
3. Biodiversitätsbelastungen reduzieren
4. Biodiversität erhalten und entwickeln
5. Biodiversität weltweit sichern

Durch die Schaffung eines Bewusstseins für die Natur kann der Umgang mit Ressourcen nachhaltiger und sparsamer erfolgen. Ein Umweltkonzept hilft, das Bewusstsein aller Projektbeteiligten gegenüber der Umwelt zu schaffen und dient als Planungsgrundlage für die Bauausführung. Unter Einhaltung des entworfenen Konzepts werden Arbeiten umweltfreundlicher geplant und durchgeführt.

Regionale und nationale Vorschriften können als Rahmen für ein Umweltkonzept herangezogen werden (BREEAM AT, 2022). Das Umweltkonzept kann verschiedene Auflagen zum Schutz von Baumbeständen, Grundwasser oder natürlichen Bodenstrukturen beinhalten. Eine konkrete Maßnahme kann bspw. die Reduzierung oder Bündelung von erschütterungs- und vibrationsintensiven Arbeiten sein, um die Störung von Tieren in unmittelbarer Nähe der Baustelle auf ein Minimum zu beschränken (DGNB, 2023b).

Durch die Minimierung der Umweltauswirkungen kann SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) unterstützt werden, indem verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster gefördert werden. Darüber hinaus werden Klimaschutzmaßnahmen im Sinne des SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) durch die Reduzierung von Umweltauswirkungen begünstigt. Ebenso unterstützt das Nachhaltigkeitspotential das SDG 15 (Leben an Land), indem es den Schutz natürlicher Lebensräume fördert und dadurch den Verlust von Biodiversität bekämpft. Das Potential richtet sich an die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit.

NP 19 Ressourcenschonender Einsatz von Wasser

Das Nachhaltigkeitspotential NP 19 „Ressourcenschonender Einsatz von Wasser“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Wasserverbrauch (BREEAM, Wasser, WAT 01)
- Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen (DGNB, Ökologische Qualität, ENV2.2)
- Wasserbedarf (TQB, Energie und Versorgung, C3)
- Trinkwasser: Ressourceneinsparung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 3)

Das Potential besteht darin durch den Erhalt des natürlichen Wasserkreislaufs und die Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs die Ressource Wasser zu schützen.

Laut einer Studie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) in Zusammenarbeit mit der Bodenkultur Universität (BOKU) ist der Bedarf an Wasser in Österreich im Jahr 2021 nachhaltig durch das Grundwasser gedeckt. Die Studie prognostiziert für das Jahr 2050, dass der Trinkwasserverbrauch 5 bis 7 % steigen wird und sich die Grundwasserressourcen aufgrund des Klimawandels um 23 % reduzieren können. Dieses Szenario kann dazu führen, dass der Wasserbedarf nicht mehr über das verfügbare Grundwasser gedeckt werden kann und es dadurch zu regionalen Knappheiten kommen kann (BML, 2021).

Basierend auf dem aufgezeigten Konfliktpotential ist es umso wichtiger, die Ressource Wasser zu schützen und den Umgang nachhaltig zu gestalten.

Um den Schutz des Grundwassers gewährleisten zu können, muss das anfallende Bauwasser, das Abwasser der Sanitärcontainer und dergleichen ordnungsgemäß in die Kanalisation eingeleitet und nicht in Grünflächen versickert werden. In Wien wird die Einleitung des Abwassers durch das Kanalanlagen- und Einmündungsgebührengesetz § 2 geregelt (Stadt Wien, 2023).

Durch den Einsatz von Wasser-Recycling-Systemen mit Grau- oder Regenwasseranlagen können der Verbrauch von Trinkwasser reduziert (BREEAM AT, 2022) und gleichzeitig die Baustellengemeinkosten minimiert werden (DGNB, 2023c).

In einem Wasserschutzkonzept, welches im Zuge einer Nachhaltigkeitsstrategie (siehe NP 1, Kapitel 6.1) zu Beginn eines Projektes erarbeitet werden kann, werden Regeln zum Umgang mit der Ressource Wasser vorgegeben, sodass ein Umweltbewusstsein bei allen Projektbeteiligten geschaffen werden kann.

Das Nachhaltigkeitspotential "Ressourcenschonender Einsatz von Wasser" spricht das SDG 6 (Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen) an, indem es eine effiziente und nachhaltige Wassernutzung auf den Baustellen fördert. Durch einen geringeren Wasserverbrauch können die Wasserressourcen geschont und geschützt werden. Darüber hinaus kann die Verringerung des Wasserbedarfs auch zur Bekämpfung des Klimawandels beitragen und damit SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) ansprechen. Dieses Nachhaltigkeitspotential richtet sich an die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit.

NP 20 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle

Das Nachhaltigkeitspotential NP 20 „Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Nachhaltige Energieaufbringung (TQB, Energie und Versorgung, C2)
- Energie: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 1)

Aufgrund des hohen Energiebedarfs auf Baustellen kann die Implementierung von Ökostrom einen bedeutenden Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen leisten und dadurch aktiv zur Bekämpfung des Klimawandels beitragen (DGNB, 2023b).

Ökostrom wird mithilfe erneuerbarer Energiequellen wie Sonne, Wind, Wasser und Biomasse erzeugt. Im Gegensatz zu begrenzten fossilen Brennstoffen, die zur Umweltverschmutzung beitragen, stellt Ökostrom eine nachhaltige Energiequelle dar. Die Erzeugung von Ökostrom hat im Vergleich zu herkömmlichen Energiequellen, wie Kohle- oder Atomkraftwerken, einen geringeren Einfluss auf die Umwelt. Sie trägt zur Verringerung der Luft- und Wasserverschmutzung bei und minimiert den Verbrauch natürlicher Ressourcen. (Wien Energie, 2017)

Das Nachhaltigkeitspotential "Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle" adressiert mehrere SDGs. Insbesondere kann es zur Erreichung von SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie) beitragen, indem es den Gebrauch von erneuerbaren Energien fördert und somit die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduziert. Durch die Verringerung der Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung von Ökostrom kann auch SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) unterstützt werden. Dieses Potential adressiert die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit.

NP 21 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen

Das Nachhaltigkeitspotential NP 21 „Einsatz energieeffizientere Baugeräte und -maschinen“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Energie: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung
(DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 1)

Die Verwendung energieeffizienter Baugeräte und -maschinen bietet Möglichkeiten zur Förderung der Nachhaltigkeit, indem sie zur Reduktion des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden Treibhausgas-Emissionen beiträgt. Dieses Potential kann in zwei Hauptbereiche gegliedert werden: Verbesserung der Betriebseffizienz und Einsatz alternativer Antriebsmethoden.

Im Vergleich zu älteren Modellen weisen modernere Baugeräte und -maschinen eine erhöhte Betriebseffizienz durch den Einsatz neuer Technologien auf, sowohl hinsichtlich der Leistungsfähigkeit als auch des Energieverbrauchs. Dadurch wird der Verbrauch fossiler Brennstoffe reduziert, was wiederum die Menge der erzeugten Treibhausgas-Emissionen verringert und somit zu einer umweltfreundlicheren Betriebsführung beiträgt. Ein Beispiel für eine solche moderne Technologie ist die Implementierung von Start-Stop-Systemen. Diese Systeme minimieren den Ausstoß von CO₂ während Leerlaufzeiten, indem sie den Motor automatisch abschalten, wenn das Gerät nicht aktiv genutzt wird, und ihn ebenso automatisch wieder starten, wenn die Arbeit fortgesetzt wird. Auf diese Weise wird nicht nur der Treibstoffverbrauch reduziert, sondern es werden auch die während der Leerlaufzeiten freigesetzten Treibhausgas-Emissionen gesenkt.

Alternative Antriebsmethoden, wie Elektro- oder Wasserstoffantriebe, stoßen im Vergleich zu konventionellen Diesel- oder Benzinantrieben während des Betriebs keine Treibhausgase aus. Speziell Elektroantriebe produzieren im Betrieb keine direkten Emissionen und tragen somit zur Verringerung der Umweltbelastung bei. Wasserstoffantriebe auf der anderen Seite setzen ausschließlich Wasser frei, wodurch sie eine umweltschonende Alternative darstellen. Allerdings ist anzumerken, dass die Einführung dieser alternativen Antriebsmethoden eine durchdachte Planung voraussetzt. Ein zentraler Aspekt hierbei ist die Bereitstellung einer adäquaten Lade- oder Betankungsinfrastruktur. Dabei muss die Herkunft der Energie oder des Wasserstoffs berücksichtigt werden. Stammt die Energie aus erneuerbaren Quellen oder wird der Wasserstoff durch umweltverträgliche Verfahren erzeugt, lässt sich eine Minimierung der Emissionen über den gesamten Lebenszyklus erreichen. (Weigert et al., 2021, S. 4)

Das Nachhaltigkeitspotential „Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen“ adressiert SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie) und SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz). Es trägt durch effizientere Energienutzung zur Umsetzung von SDG 7 bei und unterstützt durch die Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen gleichzeitig die Erreichung von SDG 13. Das Potential ist der ökologischen Dimension von Nachhaltigkeit zugeordnet.

6.4.5 Anwohner_innen

Durch Lärm und Baustaub kann eine Baustelle das lokale Umfeld negativ belasten. Zur Vermeidung möglicher Konflikte mit Anwohner_innen, wodurch der Bauablauf gestört werden kann, ist ein geregelter, rücksichtsvoller und transparenter Umgang wichtig (DGNB, 2023a, S. 17).

NP 22 Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen

Das Nachhaltigkeitspotential NP 22 „Konzept für anwohnerfreundliches Bauen“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Maßnahmen zur Vermeidung von Belastungen der lokalen Umwelt durch die Baustelle (DGNB Baustelle, Baustellenorganisation, 1-BS 2)

Das Konzept des anwohner_innenfreundlichen Bauens zielt darauf ab, die potentiellen Auswirkungen einer Baustelle auf die Anwohner_innen zu erfassen und Grenzwerte schriftlich festzuhalten, um die Belastung durch die Baustelle auf das Minimum zu reduzieren. Das Potential greift die Ziele der sozialen Nachhaltigkeit auf.

Folgende Konzepte können für anwohnerfreundliches Bauen erstellt werden:

- Lärmvermeidungskonzept
- Staubvermeidungskonzept
- Umwelt- und anwohner_innenfreundliches Logistikkonzept

Die Tatsache, dass der Baulärm neben der Lärmbelastung durch den Verkehr als bedeutendste Lärmquelle im urbanen Raum gilt, unterstreicht die dringende Notwendigkeit eines solchen Konzepts. Dieses kann bspw. die Verwendung von geräuscharmen Maschinen und Arbeitsmethoden vorschreiben oder spezifische Zeitfenster definieren, in denen lärmintensive Arbeiten gebündelt und unter Berücksichtigung von Schutzzeiten durchgeführt werden dürfen.

Das Konzept der Staubvermeidung zielt darauf ab, gesundheitliche Folgen zu verhindern, die durch das Einatmen von Staub oder dessen Aufnahme durch die Schleimhäute entstehen können. Das Ausmaß der gesundheitlichen Gefährdung hängt von der Zusammensetzung der verwendeten Baustoffe ab. Um das Ziel der Staubminimierung zu erreichen, werden im Konzept bestimmte Maßnahmen festgelegt. Diese können bspw. den Einsatz von Maschinen und Geräten mit integrierter Absaugfunktion oder Partikelfiltern umfassen, oder auch die Vorgabe, Arbeiten im Feucht- oder Nassverfahren durchzuführen.

Das Konzept einer umwelt- und anwohner_innenfreundlichen Logistik beinhaltet die quantitative Erfassung des Verkehrsaufkommens, das durch Baustellen entsteht, sowie die Spezifikation von Anforderungen an die verwendeten Transportmittel (vgl. NP 11,

Kapitel 6.4.1). Eine zentrale Anforderung besteht bspw. darin, die Anlieferungen zu bündeln, um das erhöhte Verkehrsaufkommen zu minimieren und somit die resultierende Lärmbelastung und Luftverschmutzung zu reduzieren (DGNB, 2023a, S. 19).

Das Nachhaltigkeitspotential "Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen" unterstützt bei der Erreichung des SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen). Durch die Reduzierung von Lärm und Staubbelastungen während der Bauarbeiten werden potentielle Gesundheitsrisiken für die Anwohner minimiert, was zur Erreichung von SDG 3 beiträgt. Das Nachhaltigkeitspotential adressiert vor allem die soziale Dimension von Nachhaltigkeit.

NP 23 Öffentlichkeitsarbeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 23 „Öffentlichkeitsarbeit“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Information der Nachbarschaft (DGNB Baustelle, Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit, 4-BS 1)
- Information der Anwohner_innen und des lokalen Gewerbes (DGNB Baustelle, Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit, 4-BS 2)
- Integration lokaler Betriebe, Eigentümer_innen und Anwohner_innen (DGNB Baustelle, Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit, 4-BS 3)
- Digitale Informationsplattform (DGNB Baustelle, Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit, 4-BS 4)
- Förderung der Wiederverwendung von Baustoffen oder Bauteilen (DGNB Baustelle, Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit, 4-BS 5)

Der Zweck des Nachhaltigkeitspotentials besteht darin, durch eine gezielte Aufklärung der Öffentlichkeit Akzeptanz gegenüber der Baumaßnahme zu schaffen und potentielle Konflikte vorzubeugen. Die Information der Nachbarschaft kann bspw. durch Informationsveranstaltungen, Aushänge oder die Bereitstellung von Informationsbroschüren erfolgen. Die Aufklärungsmaßnahmen können Informationen über die Bauzeit, den Umfang des Projekts, die Ansprechpersonen sowie Hinweise zu lärmintensiven Arbeiten beinhalten. Eine rechtzeitige und umfassende Information von lokalen Betrieben und Gewerben ist essenziell, um potentielle Auswirkungen wie Umsatzeinbußen aufgrund eines reduzierten Kundenstroms angemessen zu berücksichtigen.

Eine kontinuierliche Aktualisierung und transparente Handhabung der Informationen sind erforderlich, um die Akzeptanz der Öffentlichkeit für die gesamte Bauzeit aufrechtzuerhalten. Die Aktualität der Informationen kann durch regelmäßige öffentliche Baustellenführungen oder den Einsatz digitaler Plattformen gewährleistet werden.

Öffentlichkeitsarbeit unterstützt SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), indem das Bewusstsein für Nachhaltigkeit in der Öffentlichkeit geschärft wird. Darüber hinaus kann das Potential zur Erreichung von SDG 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele) beitragen, indem es den Dialog und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren fördert. Das Nachhaltigkeitspotential spricht die soziale Dimension von Nachhaltigkeit an.

6.4.6 Baustellenpersonal

Neben der Arbeitssicherheit auf der Baustelle müssen gesundheitliche und soziale Standards für das Baustellenpersonal etabliert, durchgeführt und regelmäßig geprüft werden. Maßnahmen zur Umsetzung der sozialen Nachhaltigkeit auf Baustellen für Arbeiter_innen und Angestellten wird im nachstehenden Nachhaltigkeitspotential aufgegriffen.

NP 24 Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle

Das Nachhaltigkeitspotential NP 24 „Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Gesundheitsprävention (DGNB Baustelle, Gesundheit und Soziales, 3-BS 1)
- Soziales (DGNB Baustelle, Gesundheit und Soziales, 3-BS 4)

Das Potential dient dazu, die sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit zu fördern. Die Gesundheit der Beteiligten einer Baustelle soll präventiv durch Vorsorgeuntersuchungen und Aufklärungsgespräche gefördert werden.

Präventive Maßnahmen dienen zur Förderung der Gesundheit und zur Sensibilisierung für potentielle Gefahrenquellen. Die Förderung der Gesundheitsprävention am Arbeitsplatz kann durch gezielte Maßnahmen und den Einsatz entsprechender Arbeitsmittel erfolgen. Beispiele für unterstützende Arbeitsmittel sind zusätzliche Hebewerkzeuge oder Gerüste, die ergonomische Arbeitshöhen ermöglichen. Durch den Einsatz solcher präventiven Arbeitsmittel wird eine schonende Arbeitsweise auf der Baustelle gefördert. Neben der Verwendung präventiver Baugeräte können gezielte Maßnahmen zur Gesundheitsvorsorge getroffen werden.

Folgende konkrete Präventionsmaßnahmen sind möglich:

- Aktiver Arbeitsweg: Indem Fahrradabstellplätze, Spinde und Duschkmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, werden die Angestellten und Arbeiter_innen dabei unterstützt, mit dem Fahrrad zur Arbeit zu kommen und dadurch sportliche Aktivität in ihren Arbeitsalltag zu integrieren.
- Gezielte Prävention: Die finanzielle Unterstützung von individuellen Sportarten oder das Organisieren von betriebsinterne Sportangeboten, wie regelmäßige

Rückentrainings, kann als präventive Maßnahme dienen. Ein Beispiel für ein solches Programm ist "baufit", das von der Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) als Schulung für Bauarbeiter_innen konzipiert wurde. Das Hauptziel von "baufit" liegt darin, den Bauarbeitern_innen rückschonende Arbeitsansätze auf der Baustelle zu vermitteln (AUVA, 2023).

Neben der gesundheitlichen Förderung des Baustellenpersonals kann auch die Qualität des Arbeitsplatzes zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit führen. Die Bereitstellung eines Jobtickets, Dienstfahrrads oder das Angebot eines Mittagessens vor Ort sind dafür Beispiele.

Das Nachhaltigkeitspotential "Verbesserung der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle" spricht SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen) und SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum) an. Durch die Verbesserung der Arbeitsbedingungen und die Minimierung gesundheitlicher Risiken auf Baustellen wird SDG 3 unterstützt. Darüber hinaus fördert das Potential die Umsetzung von SDG 8, indem es zur Schaffung sicherer Arbeitsumgebungen und zum Schutz der Arbeitsrechte beiträgt. Das Nachhaltigkeitspotential ist auf die soziale Dimension der Nachhaltigkeit ausgerichtet.

6.5 Dokumentation

Als abschließender Schritt der Baustellenabwicklung werden sämtliche relevanten Daten und Dokumente erfasst, aufbereitet und archiviert. Die Dokumentation vergangener Projekte kann zur Nachkalkulation oder als Beweisgrundlage bei auftretenden Mängeln dienen.

NP 25 Dokumentation

Das Nachhaltigkeitspotential NP 25 „Dokumentation“ wird aus den folgenden Kategorien der Zertifizierungssysteme abgeleitet:

- Dokumentation (DGNB, Ökonomische Qualität, ECO2.7)
- Energie: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung (DGNB Baustelle, Ressourcenschutz, 2-BS 1)
- Qualitätssicherung verwendeter Baustoffe (DGNB Baustelle, Qualität der Bauausführung, 5-BS 2)

Das Potential hat den Zweck, durch gezieltes Sammeln und Auswerten von Daten Erkenntnisse zu gewinnen, sodass zukünftige Baustellen nachhaltiger gestaltet werden können. Die folgenden Daten können bspw. Optimierungspotentiale aufzeigen:

- Dokumentation der Energieverbräuche: Die Erkenntnisse über Emissionswerte in Zusammenhang mit Leistungswerten von Baugeräten können bspw. eine Grundlage für den Wechsel von herkömmlichen Geräten zu Elektrobetriebenen bieten.
- Dokumentation für Kreislauffähigkeit: Die Kenntnis über genaue Aufbauten und Zusammensetzungen können den Rückbau oder Sanierungsmaßnahmen vereinfachen und dazu beitragen, dass Materialkreisläufe geschlossen werden. Es ist von besonderer Bedeutung, dass die Dokumentation kontinuierlich aktualisiert wird und auch nach Abschluss der Baustelle fortgeführt wird.
- Dokumentation der Baumaterialien: Mithilfe einer Fotodokumentation kann ein Soll-Ist-Vergleich der Baumaterialien durchgeführt werden, um die tatsächliche Verwendung der Materialien zu erfassen und zu überprüfen.

Das Nachhaltigkeitspotential "Dokumentation" kann sowohl SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) als auch SDG 17 (Partnerschaften zur Erreichung der Ziele) ansprechen. Die transparente Dokumentation und Berichterstattung kann das Bewusstsein für Nachhaltigkeit erhöhen und somit SDG 12 unterstützen. Gleichzeitig kann es durch Förderung der Zusammenarbeit und des Wissensaustausches zwischen verschiedenen Akteuren zur Erfüllung von SDG 17 beitragen. Dieses Potential kann alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ansprechen, abhängig von den spezifischen Inhalten und Zielen der Dokumentation.

6.6 Fazit zu den Nachhaltigkeitspotentialen

Die in Kapitel 6 abgeleiteten und ausgearbeiteten 25 Nachhaltigkeitspotentiale greifen alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit auf. In Tabelle 6-6 werden die erarbeiteten Potentiale aufgeführt und anhand der Kriterien Prozessschritt, Verantwortlichkeit, Hilfsmittel, Dimensionen der Nachhaltigkeit und der angesprochenen SDGs klassifiziert.

Der Prozessschritt gibt an, zu welchem Zeitpunkt im Projektablauf das Nachhaltigkeitspotential angewandt wird. Wenn ein Potential nicht direkt einem bestimmten Prozessschritt zugeordnet werden kann, da es prozessübergreifend eingesetzt wird, wird dies als "übergeordnet" bezeichnet. Ein konkretes Beispiel ist die Nachhaltigkeitsstrategie, die Nachhaltigkeitsziele definiert, welche in vielen Prozessschritten relevant sind.

Die Zuweisung der Verantwortlichkeit identifiziert die jeweiligen Projektbeteiligten, die für die Umsetzung des Potentials zuständig und für dessen Einhaltung hauptverantwortlich sind. Um potentielle Missverständnisse und Schuldzuweisungen zu vermeiden, hat zu Beginn jedes einzelnen Projekts eine klare und eindeutige Zuteilung durch den_die Auftraggeber_in zu erfolgen, da dieser_diese die Hauptverantwortung für das Projekt trägt.

Hilfsmittel sind Werkzeuge, die dazu beitragen, Nachhaltigkeit zu fördern und in Projektmaßnahmen zu integrieren. Sie erzielen allerdings keine direkten ökologischen, ökonomischen und sozialen Vorteile, wie bspw. eine CO₂-Einsparung durch den Einsatz von Elektrofahrzeugen auf der Baustelle. Nachhaltiges Handeln kann erst durch die Umsetzung der durch Hilfsmittel festgelegten Ziele verwirklicht werden. Bspw. werden in der Planungsphase Logistikkonzepte erarbeitet und umweltfreundliche Bauprodukte bestimmt. Jedoch erfolgt eine nachhaltige Handlung erst durch die Durchführung bzw. den Produkteinsatz während der Ausführungsphase.




Die Zuordnung der im Nachhaltigkeitspotential angesprochenen Dimensionen der Nachhaltigkeit erfolgt basierend auf den drei in Kapitel 2.1 beschriebenen Bereichen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Außerdem wird dargestellt, welche SDGs (siehe Kapitel 2.1) durch das Potential angesprochen werden.

6 Nachhaltigkeitspotentiale

Tabelle 6-6: Zusammenfassung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale

Nachhaltigkeitspotential	Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	Ökologisch	Ökonomisch	Sozial	SDGs	
 Organisatorisch								
NP 01	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie	Übergeordnet	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	Übergreifend
NP 02	Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten	Übergeordnet	Bauunternehmen	ja	x	x	x	Übergreifend
NP 03	Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit	Übergeordnet	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	9
NP 04	Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit	Übergeordnet	Auftraggeber_in u. Bauunternehmen	ja	x	x	x	4, 12
NP 05	Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele	Übergeordnet	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	Übergreifend
 Planung								
NP 06	Lebenszyklusorientierte Planung	Planung	Auftraggeber_in	ja	x	-	-	3, 12, 13, 15
NP 07	Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus	Planung	Auftraggeber_in	ja	-	x	-	8
NP 08	Auswahl Bauverfahren	Planung	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	Übergreifend




6 Nachhaltigkeitspotentiale

Nachhaltigkeitspotential	Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfs- mittel	Ökologisch	Ökonomisch	Sozial	SDGs	
 Ausschreibung und Vergabe								
NP 09	Nachhaltigkeit wird in der Ausschreibung und Vergabe berücksichtigt.	A&V	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	12
 Ausführung								
 Baustellenorganisation								
NP 10	Optimierte Baustellenkoordination	Ausführung	Bauunternehmen	ja	x	x	x	3, 12, 13
NP 11	Effizientere Baustellenlogistik	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	x	x	3, 12, 13
 Bauprodukte								
NP 12	Verwendung von umweltfreundlichen Materialien	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in	nein	x	-	-	3, 12, 13
NP 13	Verwendung von fair produzierten Materialien	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in	nein	-	-	x	8, 12

6 Nachhaltigkeitspotentiale

Nachhaltigkeitspotential	Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfs- mittel	Ökologisch	Ökonomisch	Sozial	SDGs
 Abfälle							
NP 14 Effizienter Einsatz von Material	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	x	-	12, 13
NP 15 Einsatz von recycelten Baustoffen	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in	nein	x	-	-	12, 13
NP 16 Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	x	-	12, 13
NP 17 Richtiger Umgang mit Bauabfällen	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	-	-	12, 13
 Ressourcen und Umwelt							
NP 18 Minimierung der Umweltauswirkungen	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	-	-	12, 13, 15
NP 19 Ressourcenschonender Einsatz von Wasser	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	-	-	6, 13
NP 20 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	-	-	7, 13
NP 21 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen	Ausführung	Bauunternehmen	nein	x	-	-	7, 13

6 Nachhaltigkeitspotentiale

Nachhaltigkeitspotential	Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfs- mittel	Ökologisch	Ökonomisch	Sozial	SDGs
 Anwohner_innen							
NP 22 Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen	Ausführung (Übergeordnet)	Auftraggeber_in	ja	-	-	x	3
NP 23 Öffentlichkeitsarbeit	Übergeordnet	Auftraggeber_in	ja	-	-	x	12, 17
 Baustellenpersonal							
NP 24 Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle	Ausführung	Bauunternehmen	nein	-	-	x	3, 8
 Dokumentation							
NP 25 Dokumentation	Übergeordnet	Auftraggeber_in	ja	x	x	x	12, 17

Die nachfolgende Analyse der identifizierten Potentiale hat das Ziel, Schwerpunkte innerhalb der Potentiale zu veranschaulichen.

Prozessschritt:

In Abbildung 6-6 ist das prozentuale Verhältnis der Nachhaltigkeitspotentiale in Bezug auf den Prozessschritt dargestellt. Es zeigt sich, dass mit 60 % der höchste Anteil im Prozessschritt der Ausführung liegt. Der zweitgrößte Anteil liegt, mit 20 %, in organisatorischen Potentialen. Den geringsten Anteil machen die Prozessschritte Ausschreibung und Vergabe und Dokumentation aus. Daraus ist abzuleiten, dass vielfältige Potentiale, um nachhaltiger zu werden, im Bereich der Ausführung liegen. Außerdem ist der Einfluss von prozessübergreifenden Potentialen nicht zu vernachlässigen.

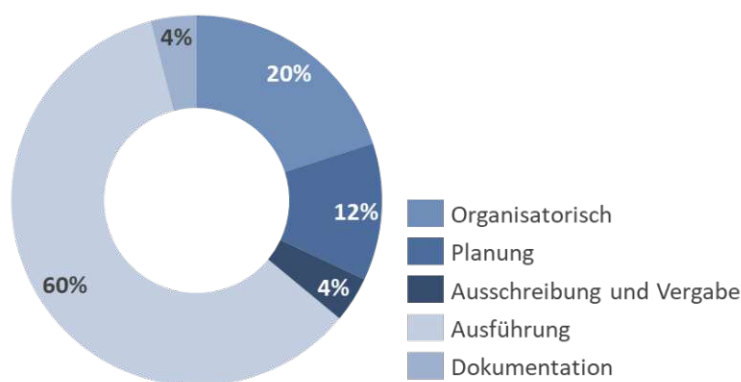


Abbildung 6-6: Verteilung der Nachhaltigkeitspotentiale nach Prozessschritte

Verantwortlichkeiten:

Die Auswertung ergibt, dass die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der Potentiale zwischen Auftraggeber_in und Bauunternehmen weitestgehend ausgeglichen sind. Der/die Auftraggeber_in ist für 54 % und das Bauunternehmen für 46 % der Potentiale hauptverantwortlich (siehe Abbildung 6-7). Daraus lässt sich schließen, dass für eine umfangreiche Implementierung von Nachhaltigkeit im Projekt die Zusammenarbeit von Auftraggeber_in und Bauunternehmen entscheidend ist.

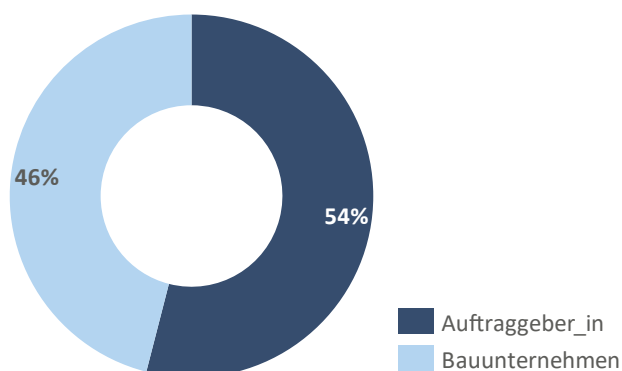


Abbildung 6-7: Zuständigkeit Umsetzung Potential

Hilfsmittel:

Von den 25 abgeleiteten Potentialen sind, wie in Abbildung 6-8 grafisch dargestellt, ungefähr die Hälfte als Hilfsmittel anzusehen. Sie können je nach Bedarf und Auslegung verschiedene Bereiche der Nachhaltigkeit ansprechen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass nicht nur die Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeit wichtig ist, sondern auch konzeptionelle Maßnahmen.

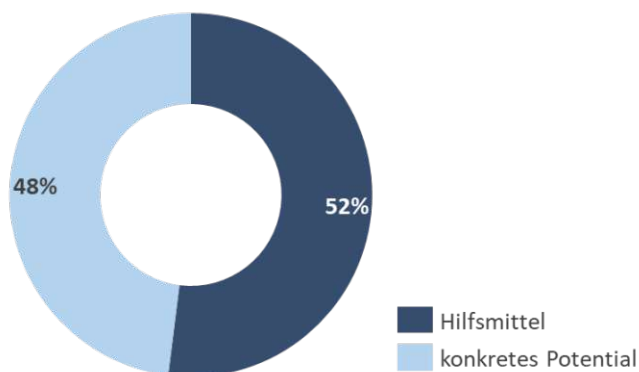


Abbildung 6-8: Anteil Hilfsmittel NP

Dimensionen der Nachhaltigkeit:

In Abbildung 6-9 ist die Einordnung der erarbeiteten Nachhaltigkeitspotentiale in Bezug auf die verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen erkennbar.

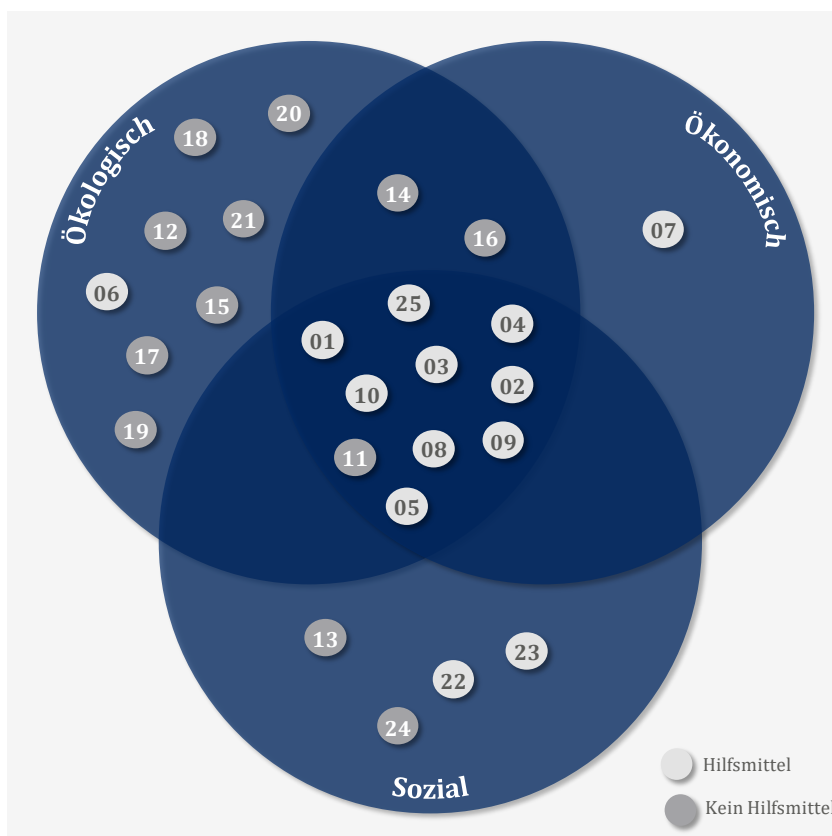


Abbildung 6-9: Einordnung Nachhaltigkeitspotentiale in das Schnittmengen-Modell nach Pufé

Die Darstellung der 25 Nachhaltigkeitspotentiale mit Hilfe des Schnittmengenmodells nach *Pufé* veranschaulicht, dass alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abgedeckt werden, die Verteilung der Potentiale jedoch nicht gleichmäßig ist.

Die farbliche Kennzeichnung der Potentiale in Abbildung 6-9 zeigt ebenfalls, inwiefern es sich um ein Hilfsmittel (hellgrau) oder ein konkretes Nachhaltigkeitspotential (dunkelgrau) handelt. Die visuelle Auswertung mittels des Schnittmengenmodells verdeutlicht, dass die meisten konkreten Potentiale entweder einer bestimmten Nachhaltigkeitsdimension direkt zugeordnet sind oder sie eine Verbindung aus den Dimensionen Ökologie und Ökonomie im Kontext der Nachhaltigkeit aufweisen. Nur ein konkretes Potential existiert, das eine Verbindung aller drei Dimensionen aufweist.

Die ökologische Nachhaltigkeit wird durch 80 % der abgeleiteten Potentiale angestrebt. Das bedeutet, dass die meisten Potentiale darauf ausgerichtet sind, ökologische Ziele zu erreichen und Umweltauswirkungen zu reduzieren. Knapp über die Hälfte der Potentiale sprechen die ökonomische Nachhaltigkeit an und konzentrieren sich daher auf die Förderung ökonomischer Effizienz und Rentabilität der Bauabläufe. Ebenfalls über die Hälfte der Potentiale, mit einem Anteil von 56 %, beziehen sich auf soziale Nachhaltigkeit. Durch die aufgezeigten Potentiale werden Aspekte wie Arbeitssicherheit und soziale Gerechtigkeit angesprochen.

Insgesamt ist aus der Auswertung der Dimensionen der Nachhaltigkeit erkennbar, dass ein großes Potential hinsichtlich Nachhaltigkeit im Bereich der Ökologie liegt und dass Potentiale, die als Hilfsmittel dienen, zu einem großen Anteil alle drei Dimensionen ansprechen können.

SDGs:

Es zeigt sich, dass im Kabelbau zehn der insgesamt 17 SDGs angesprochen und beeinflusst werden können. Dadurch, dass im Kabelbau so viele der SDGs, die einen sehr generalistischen Fokus besitzen, gefördert werden können, wird die Relevanz der Nachhaltigkeit im Bereich des Kabelbaus verdeutlicht.

In Tabelle 6-7 werden diese zehn SDGs dargestellt und in der Beschreibung auf im Kabelbau relevante Unterziele eingegangen.

Tabelle 6-7: SDGs die im Kabelbau angesprochen werden können

3	Gesundheit und Wohlergehen	<p>Das dritte SDG strebt an, jedem Menschen ein gesundes Leben zu ermöglichen und ihr Wohlergehen zu fördern.</p> <p>Besonders das Unterziel 3.9 ist im Kabelbau von Relevanz. Es zielt darauf ab die Anzahl der Todes- und Krankheitsfälle infolge von schädlichen Chemikalien und Verschmutzung der Umwelt (Luft, Wasser und Boden) zu reduzieren.</p>
4	Hochwertige Bildung	<p>Das vierte SDG beabsichtigt jedem Menschen eine inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung zu ermöglichen.</p> <p>Im Kabelbau ist vor allem das Unterziel 4.7 von Bedeutung. Es beinhaltet die Verbesserung der Bildung im Bereich der Nachhaltigkeit durch Bereitstellung notwendiger Kenntnisse und Qualifikationen.</p>
6	Sauberes Wasser und Sanitärversorgung	<p>Das sechste SDG zielt darauf ab, jedem Menschen sauberes Wasser und eine Sanitärversorgung zur Verfügung zu stellen. Außerdem zielt es auf eine nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser ab.</p> <p>Für den Kabelbau ist das Unterziel 6.4 von Bedeutung, das eine Effiziente Wassernutzung anstrebt, um Wasserknappheit zu bekämpfen.</p>
7	Bezahlbare und saubere Energie	<p>Das siebte SDG ist darauf ausgerichtet, jedem Menschen den Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie zu ermöglichen. Insbesondere das Unterziel 7.2, das auf eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im globalen Energiemix abzielt, ist im Kabelbau von Bedeutung.</p>
8	Menschenwürdig Arbeit und Wirtschaftswachstum	<p>Das achte SDG zielt darauf ab, ein nachhaltiges und dauerhaftes Wirtschaftswachstum zu fördern, eine produktive Vollzeitarbeit für alle zu gewährleisten und menschenwürdige Arbeitsbedingungen für alle Menschen zu ermöglichen. Für den Kabelbau sind vor allem die Unterziele 8.4, 8.5 und 8.8 von Relevanz.</p> <p>Die Unterziele verfolgen unter anderen die Förderung der Ressourceneffizienz, die Schaffung von menschenwürdigen Arbeitsbedingungen und den Schutz der Arbeitsrechte und der Arbeitssicherheit.</p>

9	Industrie, Innovation und Infrastruktur	Das neunte SDG konzentriert sich auf den Aufbau widerstandsfähiger Infrastrukturen, die Förderung einer nachhaltigen Industrialisierung und die Unterstützung von Innovation. Die Unterziele 9.4 und 9.5 lassen sich durch den Kabelbau unterstützen. Sie streben unter anderem an, die Effizienz von Ressourcen zu verbessern und dabei umweltfreundliche Methoden zu nutzen, während gleichzeitig die Innovation durch die Förderung von Forschung und Entwicklung betont wird
12	Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster	Das zwölfte SDG beabsichtigt, nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster zu etablieren. Im Kabelbau kommen dabei fast alle Unterziele zum Tragen. Unterziel 12.2 steht für eine nachhaltige Bewirtschaftung und effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen. Unterziel 12.4 strebt einen nachhaltigen Umgang mit Chemikalien und Abfällen an. In Unterziel 12.5 liegt der Fokus auf der Minimierung von Abfällen. Das Unterziel 12.6 soll Unternehmen dazu motivieren, Nachhaltigkeit in ihre Berichterstattung zu inkludieren. Unterziel 12.7 fördert nachhaltige Praktiken und Verhaltensweisen im öffentlichen Vergabeprozess. Schließlich zielt Unterziel 12.8 darauf ab, allen Menschen relevante Informationen und ein Bewusstsein für nachhaltige Entwicklungen und Lebensstile zu vermitteln.
13	Maßnahmen zum Klimaschutz	Das 13. SDG zielt darauf ab Maßnahmen zu realisieren, die den globalen Klimawandel und seine Auswirkungen bekämpfen. Die Unterziele 12.2 und 12.3 sind im Kabelbau relevant. Sie beziehen sich unter anderem auf die Integration von Maßnahmen in die Planung und betonen die Notwendigkeit zur Sensibilisierung und Aufklärung im Bereich Klimawandel.
15	Leben an Land	Das 15. SDG strebt an, landbasierte Ökosysteme zu schützen, wiederherzustellen und nachhaltig zu nutzen. Dabei liegt ein Fokus auf der Verhinderung des Biodiversitätsverlust, welcher im Unterziel 15.5 festgehalten ist und im Kabelbau von Relevanz ist.
17	Partnerschaften zur Erreichung der Ziele	Das 17. SDG fördert Partnerschaften, um die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Im Kabelbau sind vor allem Unterziel 17.6 und 17.16 relevant. Sie legen Schwerpunkte beim regionalen und internationalen Wissensaustausch.

Die Auswertung verdeutlicht, dass SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster) von den meisten Nachhaltigkeitspotentialen gefördert werden kann (14 /25 Potentialen). Danach folgt SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) mit insgesamt zwölf von 25 der Potentiale und anschließend SDG 3 (Gesundheit und Wohlergehen), das sechs der 25 Potentialen adressiert. Alle der drei meist angesprochenen SDGs besitzen einen Fokus im Bereich Ökologie, was die Erkenntnisse aus der Auswertung der angesprochenen Dimensionen der Nachhaltigkeit untermauert.

Insgesamt bieten die 25 in Kapitel 6 abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale einen umfassenden Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten für eine Integration von Nachhaltigkeit im Kabelbau. Die Analyse zeigt, dass die meisten Potentiale in der Ausführungsphase liegen und die Verantwortlichkeit für die Umsetzung ausgeglichen zwischen Auftraggeber_in und Bauunternehmen verteilt ist. Die Hälfte der Potentiale dient als Hilfsmittel und trägt nur übergeordnet und nicht direkt zur Verbesserung der Nachhaltigkeit bei. Bei Betrachtung der Nachhaltigkeitsdimensionen wird hauptsächlich die ökologische Nachhaltigkeit angesprochen. Schließlich können die abgeleiteten Potentiale dazu beitragen, zehn der 17 SDGs zu erreichen, wobei ein Fokus auf SDG 12, 13 und 3 liegt.

Anzumerken ist, dass die abgeleiteten Potentiale konkret zur Verbesserung der Nachhaltigkeit im Kabelbau beitragen, sie sollten jedoch nicht als erschöpfend angesehen werden, da bspw. durch neue Erkenntnisse und Technologien weitere Potentiale evaluiert werden können.

7 Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale anhand eines Projekts der Wiener Netze GmbH

In Kapitel 6 werden Nachhaltigkeitspotentiale für den Kabelbau im urbanen Raum in allen drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales aufgezeigt. Die Potentiale dienen als Grundlage, um den Bauprozess im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu optimieren. In Kapitel 7 erfolgt die Analyse des aktuellen Standes der Umsetzung der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH. Das Ziel dieser Evaluierung besteht darin, den aktuellen Stand der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Kabelbau zu erfassen, zu beschreiben und einzuordnen. Dazu werden die erarbeiteten Potentiale als Referenz herangezogen, um die Umsetzung von nachhaltigen Praktiken und Maßnahmen innerhalb des Unternehmensbereichs Kabelbau zu untersuchen und zu bewerten.

Die Analyse des gegenwärtigen Zustands stützt sich auf die Untersuchung des im Kapitel 5 beschriebenen Referenzprojekts unter Berücksichtigung der internen Abläufe der Wiener Netze GmbH. Projektbeteiligte Experten werden befragt, um eine fundierte Einschätzung des aktuellen Nachhaltigkeitsniveaus im Kabelbau zu ermöglichen.

Die qualitative Bewertung der Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale wird nach folgendem Schema durchgeführt:

- Vorbereitung: Vor den Interviews ist eine sorgfältige Vorbereitung durchzuführen und die Fragestellungen festzulegen (siehe Anhang A5). Ein Gesprächsleitfaden wird entwickelt, um sicherzustellen, dass alle relevanten Aspekte abgedeckt werden.
- Teilnehmerauswahl: Die Auswahl der Interviewteilnehmer erfolgte auf Basis ihrer fachlichen Expertise und ihrer Projektzugehörigkeit. Experten der Auftraggeberin¹⁶ (Wiener Netze GmbH) und ein Vertreter des ausführenden Bauunternehmens werden befragt.
- Trennung der Interviews: Die Interviews werden mit den verschiedenen Parteien getrennt durchgeführt. Dabei liegt der Fokus auf dem konkreten Projekt und nicht auf der allgemeinen Nachhaltigkeit des Unternehmens. Durch die separate Gesprächsführung wird erzielt, dass ein realistischer und unabhängiger Status erhoben wird. Die Interviewinhalte sind speziell auf den Bereich Kabelbau bei der Wiener Netze GmbH ausgerichtet.

¹⁶ In den folgenden Kapiteln wird von der Wiener netze GmbH als Auftraggeberin gesprochen und daher ausschließlich die feminine Form verwendet.

- Online-Durchführung: Die Interviews werden über die Online-Plattform Microsoft Teams durchgeführt. Dies ermöglicht ein flexibles Zeitmanagement der Beteiligten.
- Aktuelle Anwendung der 25 Potentiale: Im Rahmen der Interviews werden die 25 erhobenen Nachhaltigkeitspotentiale thematisiert. In einem ersten Schritt wird abgefragt, ob die jeweiligen Potentiale bereits in Anwendung sind oder nicht.
- Untersuchung der Hintergründe: Falls ein Potential aktuell nicht angewendet wird, wird näher auf die Hintergründe eingegangen. Mit den Experten wird diskutiert, ob eine potentielle Anwendung bereits in Betracht gezogen wird und ob mögliche Vor- oder Nachteile bei einer zukünftigen Anwendung gesehen werden. Außerdem wird abgefragt, wer aus Sicht der Interviewpartner für die Umsetzung des jeweiligen Potentials verantwortlich wäre. Wenn ein Potential in Anwendung ist, wird nach konkreten Beispielen für die Anwendung gefragt, um das Ausmaß der Umsetzung festzustellen. Die Fragestellung zielt darauf ab, ob bereits Standards in dem jeweiligen Bereich definiert sind und die Anwendung selbstständig oder unter Auflagen erfolgt.
- Dokumentation: Alle relevanten Erkenntnisse und Informationen der Interviews werden inhaltlich zusammengefasst und von den Interviewpartnern freigegeben.
- Auswertung: Basierend auf den Angaben werden die vorgestellten Nachhaltigkeitspotentiale in drei Oberkategorien eingeteilt. In Anlehnung an Abbildung 6-9, in der die Einordnung der Nachhaltigkeitspotentiale in das Schnittmengen-Modell nach *Pufé* dargestellt ist, werden die Potentiale entsprechend ihres Status der Anwendung visualisiert. Für die Darstellung wird eine Ampelsymbolik zur Verdeutlichung eingesetzt: Grün symbolisiert, dass das Potential bereits in hohem Ausmaß angewendet wird. Gelb zeigt, dass das Potential erkannt wird und erste Schritte zur Umsetzung bereits eingeleitet werden. Rot kennzeichnet, dass das jeweilige Potential entweder noch nicht in Betracht gezogen oder aus internen Gründen nicht angewendet wird.

Durch die Durchführung der Experteninterviews wird ein detailliertes Verständnis über den aktuellen Stand der Anwendung der Nachhaltigkeitspotentiale bei der Wiener Netze GmbH erhoben. Die Informationen tragen zur Bewertung des Status und Identifizierung von Stärken und Schwächen bei.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Analyse dargestellt und diskutiert, um einen Einblick in den aktuellen Stand der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH zu ermöglichen. Im Zuge der Zusammenfassung der Ergebnisse werden in Kapitel 7.2

konkrete Handlungsempfehlungen formuliert, um die Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Kabelbau zu verbessern und langfristig eine nachhaltige Entwicklung zu fördern.

7.1 Überblick Status Nachhaltigkeit Wiener Netze GmbH

Die nachfolgende Abbildung 7-1 stellt eine zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse der Interviews dar. Am Beispiel des in Kapitel 5 beschriebenen Referenzprojekts wurde der Status der Nachhaltigkeit anhand der 25 abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale erfasst.

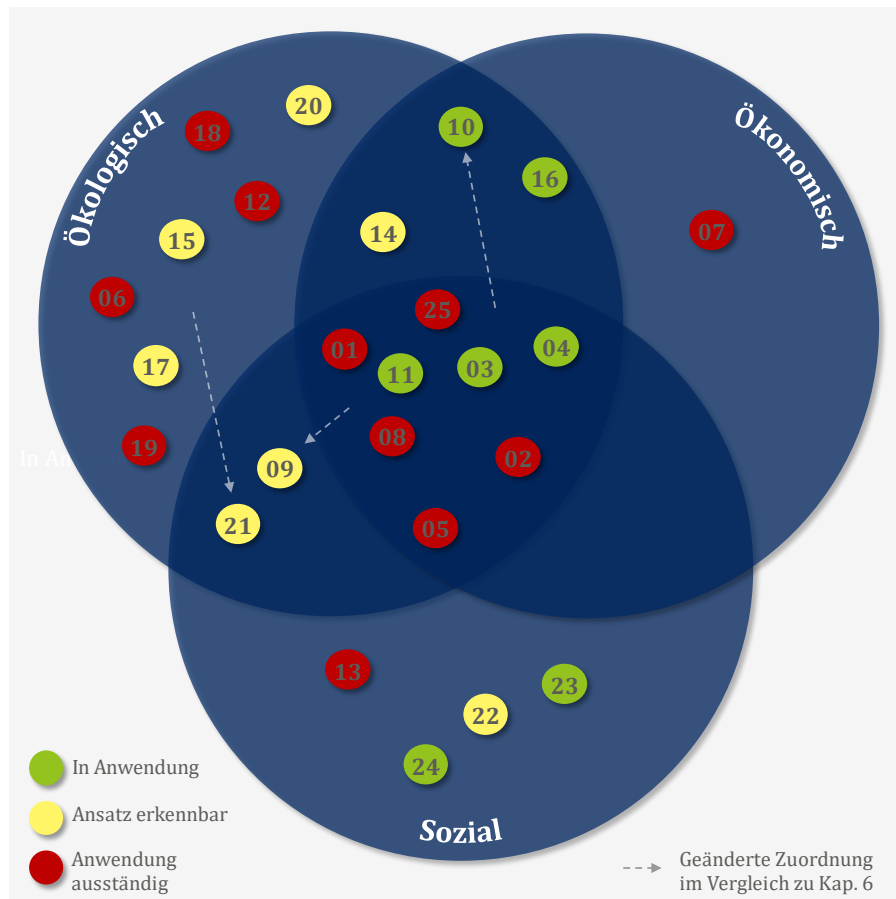


Abbildung 7-1: Übersicht Status Nachhaltigkeit Wiener Netze GmbH

Die grafische Darstellung in Anlehnung an das Schnittmengenmodell der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale (vgl. Abbildung 6-8) ermöglicht eine Bewertung ihres Status mittels eines Ampelschemas. Aus der Abbildung 7-1 geht hervor, dass sich die Zuordnung der angesprochenen Nachhaltigkeitsdimensionen einzelner Potentiale infolge der durchgeführten Interviews verändert hat. Diese Verschiebung wird dadurch begründet, dass bestimmte Nachhaltigkeitspotentiale als Hilfsmittel gelten und die Zuordnung zu den Dimensionen der Nachhaltigkeit abhängig von der Auslegung bzw. Anwendung des Potentials ist. In Abbildung 7-1 wird diese Verschiebung der angesprochenen Dimension der Nachhaltigkeit durch einen gestrichelten Pfeil symbolisiert.

Die Grafik verdeutlicht, dass 28 % der aufgezeigten Potentiale bereits umgesetzt werden und bei weiteren 28 % erste Ansätze erkennbar sind. Die hohe Anzahl der roten Kreise verdeutlicht, dass ein Großteil des aufgezeigten Potentials noch nicht ausgeschöpft ist. Quantitativ gesehen ergibt sich daraus, dass zum Zeitpunkt der Erhebung 72 % der identifizierten Potentiale noch nicht vollständig umgesetzt werden.

7.1.1 In Anwendung

Im nachfolgenden Unterkapitel erfolgt eine Betrachtung der bereits umgesetzten Potentiale. Dabei wird hervorgehoben, welche Projektpartei das jeweilige Potential erfüllt und ob die Anwendung auf vertraglichen Anforderungen beruht. Darüber hinaus werden anhand konkreter Anwendungsbeispiele die sieben bereits umgesetzten Potentiale (siehe Tabelle 7-1) beschrieben.

Tabelle 7-1: Übersicht Nachhaltigkeitspotential – In Anwendung

Nachhaltigkeitspotentiale – In Anwendung	
Organisatorisch	
NP 03	Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit
NP 04	Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit
Planung	
<i>Kein Potential in Anwendung</i>	
Ausschreibung und Vergabe	
<i>Kein Potential in Anwendung</i>	
Ausführung	
Baustellenorganisation	
NP 10	Optimierte Baustellenkoordination
NP 11	Effizientere Baustellenlogistik
Bauprodukte	
<i>Kein Potential in Anwendung</i>	
Abfälle	
NP 16	Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien
Ressourcen und Umwelt	
<i>Kein Potential in Anwendung</i>	
Anwohner_innen	
NP 23	Öffentlichkeitsarbeit
Baustellenpersonal	
NP 24	Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle
Dokumentation	
<i>Kein Potential in Anwendung</i>	

NP 03 Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 03 „Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Die Wiener Netze GmbH besitzt mehrere Förderfonds, welche die Finanzierung von Forschungsprojekten unterstützen. Derzeit werden 65 Projekte gefördert, wobei rund die Hälfte der Projektziele explizit einem der 17 SDGs zugeordnet werden kann. Die meisten Nachhaltigkeitsprojekte sind den SDG 9, 11 und 13 zuzuordnen. Anzumerken ist, dass ein überwiegender Teil der Projekte keine Bauprojekte sind und der Fokus daher nicht auf den in Kapitel 6.6 für den Kabelbau relevanten SDGs liegt.

Mit Hilfe der Fonds werden bereits verschiedene Projekte in Zusammenarbeiten mit Universitäten unterstützt. Ein Beispiel für die Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit ist das aktuelle Forschungsprojekt „NaKaBa“, welches sich mit den möglichen Potentialen der Nachhaltigkeit im Bereich Kabelbau im urbanen Raum beschäftigt.

Durch die bereits getroffenen Maßnahmen werden alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit angesprochen und verschiedene Ziele der SDGs gefördert.

NP 04 Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 04 „Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Die Anwendung steht nicht direkt mit dem Referenzprojekt in Verbindung. Die Vertreter der Auftraggeberin und der Vertreter des Bauunternehmens erwähnen im Zuge der getrennten Gespräche, dass betriebsinterne Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich Nachhaltigkeit für Mitarbeiter_innen angeboten würden. Durch das vorhandene Weiterbildungsangebot im Bereich Nachhaltigkeit ist es möglich, alle drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales abzudecken. Konkrete Beispiele für angebotene Weiterbildungen im Bereich der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH lauten:

- Klimaschutz (Basis- und Vertiefungsmodul)
- Angewandte Nachhaltigkeit: von der Strategie zur Umsetzung
- Digitalisierung nachhaltig gestalten
- Nachhaltiges Projektmanagement

Jedoch ist zu beachten, dass eine Weiterbildung lediglich ein Hilfsmittel zur Umsetzung ist und nicht automatisch eine direkte Verbesserung der angestrebten Nachhaltigkeit zur Folge

hat. Die eigentliche Umsetzung von Nachhaltigkeit erfolgt erst durch die Anwendung des erlernten Wissens. Eine allgemeine Herausforderung besteht darin, dass im beruflichen Alltag aufgrund von Zeitmangel wenige Möglichkeiten vorhanden sind, das Gelernte tatsächlich anzuwenden. Durch die fehlende Anwendung können Nachhaltigkeitsinhalte in den Hintergrund geraten und ihre Wirkung verlieren. Daher ist wichtig, dass eine nachhaltige Implementierung und Integration des erworbenen Wissens in den Arbeitsablauf durch die Arbeitgeberin gefördert werden.

NP 10 Optimierte Baustellenkoordination

Das Nachhaltigkeitspotential NP 10 „Optimierte Baustellenkoordination“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Gespräche im Zuge von Baustellenführungen und Experteninterviews verdeutlichen, dass das Potential durch das beauftragte Bauunternehmen in Eigeninitiative umgesetzt wird. Die Handlungen des ausführenden Unternehmens erfolgen unabhängig von Vorgaben seitens der Auftraggeberin, vielmehr basiert eine optimierte Baustellenkoordination auf wirtschaftlichem Interesse. Im Zuge der Arbeitsvorbereitung werden Abläufe optimiert, um Effektivität zu gewährleisten und mögliche Konfliktpotentiale auszuschließen.

Das Verhalten des Bauunternehmens ermöglicht Nachhaltigkeit im Bereich der Ökologie und Ökonomie.

NP 11 Effizientere Baustellenlogistik

Das Nachhaltigkeitspotential NP 11 „Effizientere Baustellenlogistik“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Die beschriebene Vorgehensweise der Arbeitsvorbereitung zeigt, dass das Bauunternehmen bereits Maßnahmen ergreift, um den Bereich der Nachhaltigkeit abzudecken. Ein konkretes Beispiel dafür ist die gezielte Organisation der Transportwege, um diese zu minimieren. Diese Optimierungen erfolgen jedoch nicht aufgrund spezifischer Vorgaben seitens der Auftraggeberin, sondern sind hauptsächlich auf das unternehmerische und wirtschaftliche Handeln des Bauunternehmens zurückzuführen. Durch die Arbeitsvorbereitung können Emissionen eingespart, Ressourcen effizienter genutzt und die Lärmbelästigung durch Verkehr reduziert werden.

Das eigenständige Handeln des Bauunternehmens ermöglicht eine Verbesserung der Nachhaltigkeit in allen drei Bereichen.

NP 16 Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien

Das Nachhaltigkeitspotential NP 16 „Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Beide befragte Projektparteien setzen Maßnahmen zur Wiederverwendung von Materialien und Baustoffen um. Diese Handlungen erfolgen eigenständig und ohne explizite Projektvorgaben seitens der Wiener Netze GmbH. Das Handeln der Projektbeteiligten begründet sich durch das unternehmerische Denken und beeinflusst die ökologischen und ökonomischen Ziele der Nachhaltigkeit passiv.

Konkrete Beispiele der jeweiligen Projektpartner sind:

- Wiener Netze GmbH: Die zur Verfügung gestellten Infotafeln und Bauschilder für die Baustelle werden projektübergreifend wiederverwendet.
- Bauunternehmen: Das Bauunternehmen verwendet Baumaterialien, wie bspw. Holzbohlen für den Verbau der Künette wieder. Auf Nachfrage wurde berichtet, dass über nachhaltige Alternativen zu den Bohlen nachgedacht wurde. Aufgrund der technischen Anforderungen hinsichtlich der Flexibilität, hätten diese sich in der Praxis jedoch nicht durchgesetzt.

NP 23 Öffentlichkeitsarbeit

Das Nachhaltigkeitspotential NP 23 „Öffentlichkeitsarbeit“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Durch die Wiener Netze GmbH werden konkrete Maßnahmen im Bereich Öffentlichkeitsarbeit ergriffen. Dazu zählen:

- Mediale Präsenz (bspw. Webseite oder Plattformen wie LinkedIn)
- Informationsabende für die Anwohner_innen
- Bereitstellen von schriftlichen Informationsschreiben
- Informationen vor Ort über Tafeln (z.B. zur voraussichtlichen Bauzeit)

Durch gezielte Aufklärungsarbeit wird eine höhere Akzeptanz geschaffen und das Bewusstsein geschärft, dass die Baustelle dem Zweck dient, höhere Netzleistungen zu erzielen und dies im Interesse der Öffentlichkeit ist.

Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit der Wiener Netze GmbH wird die soziale Dimension von Nachhaltigkeit angesprochen.

NP 24 Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle

Das Nachhaltigkeitspotential NP 24 „Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits in Anwendung.

Die Verbesserung der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle wird von beiden Parteien projektspezifisch und betriebsintern verfolgt. Im Zuge der Interviews wird deutlich, dass die soziale Nachhaltigkeit einen hohen Stellenwert bei beiden Unternehmen einnimmt. Konkrete Beispiele, welche im Zuge des Referenzprojekts Anwendung finden, sind:

- Wiener Netze GmbH: Die Auftraggeberin stellen einen SiGe-Plan (Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan) für das Projekt bereit, der neben den üblichen Sicherheitsaspekten auch soziale Themen wie Sonnenschutz und Verpflegung berücksichtigt.
- Bauunternehmen: Die Umsetzung der sozialen Unternehmenskultur zeigt sich auf der Baustelle. Interne Kontrollinstanzen existieren, um sicherzustellen, dass die festgelegten Unternehmensstandards eingehalten werden.

Die genannten Maßnahmen tragen dazu bei, dass soziale Belange im Projekt umgesetzt werden und somit die soziale Nachhaltigkeit gefördert wird.

Allgemeines Resultat „Nachhaltigkeitspotentiale in Anwendung“

Die sieben von insgesamt 25 aufgezeigten Nachhaltigkeitspotentiale, die zum Zeitpunkt der Erhebung angewandt werden, lassen sich allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zuordnen. Die Auswertung der Interviews verdeutlicht, dass die derzeitige Verteilung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen in gleichem Maße ausgeprägt ist, wie es gemäß dem deutschen Leitfaden für nachhaltiges Bauen empfohlen wird (BMI, 2019, S. 17).

Bei einer Untersuchung der Ergebnisse fällt auf, dass alle angewandten ökologischen Potentiale auch ökonomische Auswirkungen haben. Dies kann durch das wirtschaftliche und unternehmerische Handeln des Bauunternehmens und der Wiener Netze GmbH erklärt werden.

Bei der Analyse der Verantwortlichkeiten im Hinblick auf die Umsetzung der Potentiale wird deutlich, dass sowohl die Wiener Netze GmbH als auch das befragte Bauunternehmen jeweils an der Hälfte der identifizierten Potentiale beteiligt sind. Bei der Betrachtung der angesprochenen Dimensionen wird deutlich, dass das Bauunternehmen vorrangig ökologische und ökonomische Aspekte anspricht, während bei den Wiener Netze GmbH der Fokus auf der sozialen Dimension liegt.

Anhand der Aussagen der Befragten wird deutlich, dass die Umsetzung der sieben Potentiale größtenteils auf betriebsinternen Entscheidungen beruht und nicht durch

projektspezifische Anforderungen an die Nachhaltigkeit begründet ist. Deutlich wird, dass das nachhaltige Handeln des Bauunternehmens primär durch ökonomische Aspekte bedingt ist und ökologische und sozialen Aspekte passiv begünstigt werden.

7.1.2 Im Ansatz erkennbar

Im nachfolgenden Unterkapitel erfolgt eine Untersuchung der Potentiale, die in ihren Ansätzen bereits erkennbar sind, jedoch aufgrund des hohen nicht ausgeschöpften Potentials an nachhaltigen Aspekten Ausbaupotential aufweisen. Dabei wird hervorgehoben, welche Projektpartei an der Anwendung des jeweiligen Potentials beteiligt ist und ob eine solche Beteiligung auf vertraglichen Anforderungen beruht. Darüber hinaus werden anhand konkreter Anwendungsbeispiele die sieben bereits im Ansatz erkennbaren Potentiale (siehe Tabelle 7-2) erläutert.

Tabelle 7-2: Übersicht Nachhaltigkeitspotential – Ansatz erkennbar

Nachhaltigkeitspotentiale – Im Ansatz erkennbar	
Organisatorisch	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>
Planung	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>
Ausschreibung und Vergabe	NP 09 Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe
Ausführung	
Baustellenorganisation	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>
Bauprodukte	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>
Abfälle	NP 15 Einsatz von recycelten Baustoffen NP 14 Effizienter Einsatz von Material NP 17 Richtiger Umgang mit Bauabfällen
Ressourcen und Umwelt	NP 20 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle NP 21 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen
Anwohner_innen	NP 22 Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen
Baustellenpersonal	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>
Dokumentation	<i>Kein Ansatz erkennbar</i>

NP 09 Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 09 „Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar und erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, werden im Kabelbau die Planungsleistungen aktuell durch die Auftraggeberin selber durchgeführt. Extern vergeben werden lediglich die Lieferung und Montage des Kabels, sowie die notwendigen Bauleistungen, als gemeinsames Vergabepaket an einen_eine Generalunternehmer_in.

Im Zuge des Referenzprojekts erfolgte erstmals die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bei der Ausschreibung und Vergabe eines Höchstspannungsprojekts der Wiener Netze GmbH. Die Zuschlagsentscheidung erfolgt im Bestbieterprinzip, wobei neben dem Preis noch die Verlängerung der Gewährleistungsfrist, die Art der Anlieferung des Kabels und ein Konzept zur Arbeitssicherheit bewertet wurde.

Beim Zuschlagskriterium zur Art der Anlieferung des Kabels wurde positiv bewertet, wenn die Kabeltransporte durchgängig mit LKW der Klasse Euro 6 oder höher, mit der Bahn oder mit dem Schiff erfolgen. Durch dieses Zuschlagskriterium werden ökologische Aspekte im Vergabeverfahren berücksichtigt, allerdings wird die Gewichtung des Zuschlagskriteriums als gering angesehen¹⁷.

Die Erstellung eines Konzepts zur Arbeitssicherheit, das als Zuschlagskriterium gewertet wird, inkludiert soziale Aspekte in das Vergabeverfahren. Die Gewichtung erfolgt analog zum Zuschlagskriterium „Art der Anlieferung“ und ist demnach auch als gering anzusehen.

Erste Ansätze sind erkennbar, dass sowohl ökologische als auch soziale Aspekte in der Ausschreibung und Vergabe berücksichtigt werden, was als positiv anzumerken ist. Allerdings besteht aufgrund der derzeit noch geringen Gewichtung und der Formulierung der Zuschlagskriterien noch weiteres Potential, um Nachhaltigkeitsaspekte von Anfang an im Projekt zu integrieren.

NP 14 Effizienter Einsatz von Material

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 14 „Effizienter Einsatz von Material“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar und erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

¹⁷ Die genaue Gewichtung ist den Diplomandinnen nicht bekannt und dürfe aus Vertraulichkeitsgründen auch nicht genannt werden, da sie sich auf den Gesamtpreis bezieht.

Das Bauunternehmen trägt durch wirtschaftliches Handeln dazu bei, dass während der Bauausführung effizient mit Bau- und Materialressourcen umgegangen wird, dies geschieht eigenständig ohne explizite Vorgaben der Wiener Netze GmbH. Das Bauunternehmen merkt an, dass durch intuitives Handeln der Arbeiter_innen und gezielter Anweisungen durch Vorarbeiter_innen versucht wird, die Effektivität fortlaufend zu verbessern. Hierbei ist anzumerken, dass die Umsetzung aus ökonomischen Gründen erfolgt.

Aspekte die weitere positive Einflüsse auf den effizienten Einsatz nehmen können, wie bspw. die Wahl des Bauverfahrens und der Einsatz von Fertigteilen werden derzeit noch nicht durch Nachhaltigkeit beeinflusst und angewandt.

Das angestrebte Ziel des Potentials, Abfälle zu reduzieren ist zum Zeitpunkt der Erhebung nicht erkennbar. Durch die Ausformulierung eines Abfallkonzepts könnten klare Handlungsvorgaben geschaffen werden.

Der aktuelle Stand verdeutlicht, dass sowohl bestimmte Aspekte der ökologischen als auch der ökonomischen Nachhaltigkeit berücksichtigt werden.

NP 15 Einsatz von recycelten Baustoffen

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 15 „Einsatz von recycelten Baustoffen“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar und erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Die Umsetzung dieser Nachhaltigkeitsmaßnahmen erfolgt durch die Vorgaben und Richtlinien der Wiener Netze GmbH. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz von recyceltem Verfüllmaterial, der von der Auftraggeberin vorgeschrieben wird. In der Vergangenheit wurden auch andere Einsatzmöglichkeiten von recycelten Materialien in Betracht gezogen, wie bspw. die Verwendung von Rohren aus recyceltem Kunststoff für das Einschwemmen der 110 kV-Kabel. Allerdings wurden diese Überlegungen aufgrund einer erhöhten Rauheit und fehlender technischer Gleichwertigkeit verworfen.

Das Bauunternehmen betont die Notwendigkeit konkreter Vorgaben, um den Einsatz von recycelten Baustoffen zu fördern und in die Projekte zu inkludieren. Es wird darauf hingewiesen, dass die entstehenden Mehrkosten durch das Einsetzen von recycelten gegenüber herkömmlichen Baustoffe nicht kostenneutral durch das ausführende Unternehmen getragen werden können.

Im Prozessschritt der Planung und Ausführung sind Ansätze zur Anwendung des Potentials im ökologischen und ökonomischen Bereich erkennbar, wobei weitere Maßnahmen und klare Vorgaben dazu beitragen können, diese Ansätze weiter auszubauen.

NP 17 Richtiger Umgang mit Bauabfällen

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 17 „Richtiger Umgang mit Bauabfällen“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar und erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Der ordnungsgemäße Umgang und die ordnungsgemäße Entsorgung von Bauabfällen ist von Bedeutung für eine nachhaltige Baupraxis. In diesem Zusammenhang werden bereits erste Maßnahmen angewendet, um den Umgang mit anfallenden Bauabfällen zu verbessern. Der anfallende Erdaushub wird bspw. auf der Baustelle separat gelagert, um eine unerwünschte Vermischung mit anderen Abfällen zu vermeiden und einen sortierten Abtransport zu ermöglichen.

Dennoch besteht weiteres Potential, um durch den richtigen Umgang mit Bauabfällen die Nachhaltigkeit zu steigern. Durch die Erstellung eines Abfallkonzeptes können Standards definiert werden. Diese haben das Potential, das Bewusstsein der beteiligten Parteien hinsichtlich Bauabfällen zu steigern, die Umsetzung entsprechender Maßnahmen zu optimieren und Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit weiter in der Praxis zu etablieren.

NP 20 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 20 „Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar. Erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Das übergeordnete Nachhaltigkeitsziel der Wiener Netze GmbH besteht darin, einen möglichst hohen Anteil erneuerbarer Energien im Stromnetz zu erreichen. Das von der Wiener Netze GmbH betriebene Versorgungsnetz weist bereits einen Ökostromanteil von ca. 80 % auf (vgl. Kapitel 3.1).

Dieser Anteil lässt sich auf das Referenzprojekt ableiten, da der Baustrom von der Wiener Netze GmbH bezogen wird. Projektbezogene Maßnahmen können dazu beitragen, den Anteil weiter zu erhöhen, bspw. durch die Verwendung von erneuerbaren Energien. Die Installation von Photovoltaikanlagen auf Baucontainern kann eine Möglichkeit sein.

Durch den derzeitigen Stand der Anwendung werden Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit aufgegriffen und verbessert.

NP 21 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 21 „Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener

Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar. Erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Der Einsatz neuer und effizienter Maschinen auf der Baustelle trägt zur Reduzierung von Emissionen bei. Im Rahmen des Referenzprojekts sind keine Vorschriften für den Einsatz von Geräten mit alternativen Antriebsmethoden festgelegt, weshalb diese vom Bauunternehmen nicht verwendet werden.

Ein erwähnenswertes Beispiel für positive Synergie liegt in der Integration kleiner Akkus in den täglichen Arbeitsablauf. Diese Integration hat sich aufgrund des geringeren Gewichts der Akkupads und der damit einhergehenden positiven Auswirkungen auf die praktische Anwendung etabliert. Neben der Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit werden durch verbesserte Arbeitsbedingungen in Folge der leichteren Akkupads zusätzlich soziale Aspekte gefördert.

NP 22 Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 22 „Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau bereits im Ansatz erkennbar. Erste Maßnahmen sind eingeleitet und werden teilweise durchgeführt.

Direkte Maßnahmen, wie bspw. im Bereich des Lärm- und Staubschutzes, werden bisher durch die Wiener Netze GmbH nicht vorgegeben und durch das Bauunternehmen nicht umgesetzt.

Das übergeordnete Ziel der Wiener Netze GmbH, eine anwohner_innenfreundliche Bauweise zu ermöglichen ist klar erkennbar. Auch das Bauunternehmen strebt anwohner_innenfreundliches Bauen an, um mögliche Konflikte zu vermeiden und das Verständnis der Anwohner_innen, welches durch Öffentlichkeitsarbeit erlangt wurde, nicht zu verlieren.

Die Entwicklung eines konkreten Konzepts für anwohner_innenfreundliches Bauen kann Maßnahmen zur Optimierung definieren und so nachhaltige Praktiken leichter in zukünftige Projekte integrieren.

Das genannte Potential zielt auf die Bedürfnisse der Anwohner_innen ab und trägt so zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit im Projekt bei.

Allgemeines Resultat „Anwendung Nachhaltigkeitspotentiale im Ansatz erkennbar“

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die sieben im Ansatz bereits angewendeten Potentiale alle drei Nachhaltigkeitsbereichen ansprechen. Es ist deutlich ersichtlich, dass der größte Anteil von 86 % der identifizierten und bereits im Ansatz umgesetzten Aspekte im Bereich der ökologischen Dimension von Nachhaltigkeit liegt. Von den insgesamt sieben Potentialen weisen 43 % auf eine Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit und 14 % auf eine ökonomische Optimierung hin.

Im Vergleich zu den bereits umgesetzten Potentialen, die im Kapitel 7.1.1 erläutert werden, lässt sich feststellen, dass die erkannten Ansätze nicht ausschließlich auf betriebsinterne Entscheidungen der Projektbeteiligten zurückzuführen sind, sondern ihren Ursprung auch in Vorgaben der Wiener Netze GmbH haben. Diese definierten Anforderungen an das Bauunternehmen beeinflussen die Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen, die nicht unmittelbar in den Aufgaben- bzw. Zuständigkeitsbereich der Wiener Netze GmbH fallen. Dazu zählt bspw. der ökologische Aspekt der Verwendung von recyceltem Verfüllmaterial.

Im Rahmen des Interviews wird durch den Vertreter des Bauunternehmens darauf hingewiesen, dass das wirtschaftliche Bestreben und eine erfolgreiche Fertigstellung jeder Baustelle stets im Vordergrund für das Unternehmen stehe. Diese Aussage verdeutlicht die Notwendigkeit von Vorgaben und Richtlinien seitens der Wiener Netze GmbH, um die weitere Umsetzung von nachhaltigen Praktiken in der Projektstruktur zu fördern.

7.1.3 Anwendung ausstehend

Die nachstehenden Potentiale, die in Tabelle 7-3 zusammengefasst sind, sind zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht in Anwendung. Im Zuge des Kapitels wird darauf eingegangen, in welchen Bereichen aus Sicht der Wiener Netze GmbH Potential für eine nachhaltige Entwicklung besteht bzw. aus welchen Gründen das Potential aktuell nicht angewendet wird.

Tabelle 7-3: Übersicht Nachhaltigkeitspotential – Anwendung ausstehend

Nachhaltigkeitspotentiale – Anwendung ausstehend	
Organisatorisch	
NP 01	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie
NP 02	Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten
NP 05	Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele
Planung	
NP 06	Lebenszyklusorientierte Planung
NP 07	Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus
NP 08	Auswahl des Bauverfahrens
Ausschreibung und Vergabe	
<i>Keine Anwendung ausstehend</i>	

Ausführung
Baustellenorganisation
<i>Keine Anwendung ausstehend</i>
Bauprodukte
NP 12 Verwendung von umweltfreundlichen Materialien
NP 13 Verwendung von fair produzierten Materialien
Abfälle
<i>Keine Anwendung ausstehend</i>
Ressourcen und Umwelt
NP 18 Minimierung der Umweltauswirkungen
NP 19 Ressourcenschonender Einsatz von Wasser
Anwohner_innen
<i>Keine Anwendung ausstehend</i>
Baustellenpersonal
<i>Keine Anwendung ausstehend</i>
Dokumentation
NP 25 Dokumentation

NP 01 Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 01 „Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Gegenwärtig existiert eine allgemeine Nachhaltigkeitsstrategie auf Unternehmensebene der Wiener Netze GmbH. Diese Strategie bezieht sich auf allgemeine Abläufe und kann nicht explizit auf die spezifischen Prozesse im Bereich des Kabelbaus angewendet werden. Bisher wurden keine spezifischen Nachhaltigkeitsstrategien für Kabelbauprojekte entwickelt oder in Erwägung gezogen.

Die Zuweisung der Verantwortung für die Umsetzung einer projektspezifischen Nachhaltigkeitsstrategie wird nach Aussage beider Parteien der Wiener Netzen GmbH zugeordnet.

Um eine solche Strategie zu entwickeln, sei laut der Vertreter der Wiener Netze GmbH ein hoher personeller Aufwand erforderlich. Dieser beinhalte die umfassende Analyse der aktuellen Situation, die Festlegung konkreter Ziele, die Ausarbeitung geeigneter Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele und die Abschätzung des damit verbundenen jeweiligen Aufwands.

Die Nichtumsetzung des genannten Potentials kann auf mehrere Gründe zurückgeführt werden. Laut den Vertretern der Wiener Netze GmbH seien die beiden Hauptursachen die

hohe Komplexität und Schwierigkeit bei der Formulierung der Inhalte und der Abschätzung der Umsetzung.

Im Zuge des Interviews ist zu erkennen, dass die Befragten die Vorteile einer solchen Strategie erkennen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass das erstellte Dokument als Vorlage für zukünftige Projekte genutzt werden kann. Die einmalige Erstellung einer projektspezifischen Nachhaltigkeitsstrategie dient als Basis und ermöglicht eine effiziente Umsetzung in den Folgeprojekten, da bereits erprobte Ansätze und Maßnahmen darin enthalten sind. Das fördert die Konsistenz und Qualität der Nachhaltigkeitspraktiken über die verschiedenen Projekte hinweg und unterstützt eine kontinuierliche Verbesserung in Bezug auf ökologische, soziale und ökonomische Aspekte.

NP 02 Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 02 „Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Die Anwendung eines Risikomanagements im Bereich Nachhaltigkeit wird von Seiten des Bauunternehmens und von der Wiener Netze GmbH bisher nicht in Betracht gezogen. Aus Sicht der Wiener Netze GmbH liege die Verantwortlichkeit zur Durchführung einer Risikobewertung im Bereich Nachhaltigkeit bei dem Bauunternehmen.

Um potentielle Gefahren im Zuge eines Riskmanagements erkennen zu können, müssen zuvor Ziele der Nachhaltigkeit genau definiert werden. Dies kann bspw. in Form einer projektspezifischen Nachhaltigkeitsstrategie erfolgen. Diese kann als Leitlinie dienen und es ermöglichen, die Risiken zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Das Bauunternehmen gibt an, dass für die Umsetzung aktuell Ressourcen fehlen würden, insbesondere qualifiziertes Fachpersonal. Durch Schaffung spezifischer Stellen kann die Umsetzung ermöglicht werden.

NP 05 Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 05 „Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Aktuell wird von keiner der befragten Projektparteien eine Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele durchgeführt, da ohne entsprechende Vorgaben und definierte Ziele, bspw. in Form einer Nachhaltigkeitsstrategie, eine Kontrolle nicht möglich ist.

Die Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele ermöglicht die Überwachung, Bewertung und Verbesserung der Umsetzung. Sie identifiziert Abweichungen, liefert Feedback und trägt zur Transparenz bei.

NP 06 Lebenszyklusorientierte Planung

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 06 „Lebenszyklusorientierte Planung“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Die Integration von lebenszyklusorientierten Ansätzen in die Planungsphase, die durch die Abteilung für Kabelbau der Wiener Netze GmbH erfolgt, wird gegenwärtig nicht berücksichtigt.

Dies sei laut den Vertretern der Wiener Netze GmbH auf den hohen personellen Aufwand und die komplexen technischen Anforderungen zurückzuführen.

Eine frühzeitige Integration der LCA in die Planungsphase, würde es ermöglichen, die langfristigen Umweltauswirkungen von Produkten und Prozessen zu bewerten und zu identifizieren. Durch diese Bewertung können zu Beginn der Planungsphase gezielte Maßnahmen ergriffen und die erkannten Auswirkungen optimiert und reduziert werden. Diese Vorgehensweise würde zu einer Verbesserung der ökologischen Nachhaltigkeit führen.

NP 07 Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 07 „Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Nach Vorstellung des Potentials im Zuge des Interviews geben die befragten Vertreter der Wiener Netze GmbH an, dass die hohen jährlichen Wartungskosten als Anreiz dienen könnten, in Zukunft eine Anwendung in Betracht zu ziehen.

Das aktuelle Problem besteht darin, dass Wartungskosten bzw. Folgekosten nicht ausreichend genau dokumentiert werden, um eine aussagekräftige Planungsgrundlage zu ermöglichen. Durch eine detailliertere Dokumentation können die Wartungs- und Folgekosten genauer erfasst und als Optimierungsgrundlage genutzt werden.

Aufgrund des hohen Aufwands und der begrenzten personellen Ressourcen werden derzeit die Folgekosten nicht ausreichend erfasst und schaffen so keine brauchbare Grundlage für die Planung.

Die Schaffung möglicher Stellen kann fehlende Kapazitäten decken und die Umsetzung in zukünftigen Projekten ermöglichen.

Die Berücksichtigung des Potentials im Zuge der Planung der Wiener Netze GmbH würde die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit verbessern.

NP 08 Wahl des Bauverfahrens

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 08 „Wahl des Bauverfahrens“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Derzeit wird die offene Bauweise angewandt, da sie von der Wiener Netze GmbH als das schnellste Bauverfahren angesehen wird. In der Vergangenheit wurden bereits alternative Bauverfahren wie die geschlossene Bauweise oder die Tunnelbauweise eingesetzt. Die Entscheidung für diese Alternativen beruhe jedoch nicht auf Nachhaltigkeitsaspekten, sondern werde durch örtliche Hindernisse, wie Bahnstrecken oder Gewässern bedingt.

Je nach gewähltem Verfahren können der Aufwand und die Kosten steigen. Daher betont das Bauunternehmen, dass die Wahl des Verfahrens im Hinblick auf Nachhaltigkeit nur durch Vorgaben der Wiener Netze GmbH erfolgen könne.

Als Energieversorger tragen die Wiener Netze GmbH eine hohe Verantwortung in Bezug auf die Versorgungssicherheit. Daher ist es von Bedeutung, bei der Betrachtung alternativer Optionen die technische Gleichwertigkeit sicherzustellen und keine potentiellen Störungen oder Risiken im Bereich kritischer Infrastruktur einzugehen.

Eine Variantenuntersuchung der möglichen Bauverfahren im Hinblick auf Nachhaltigkeit der in Kapitel 4.1 vorgestellten gängigen Bauverfahren kann in Zukunft in Betracht gezogen werden. Voraussetzung dafür ist, dass die alternativen Verfahren im Bereich Kabelbau als Stand der Technik gelten und ihre technische Gleichwertigkeit nachgewiesen ist.

Abhängig von den Auswahlkriterien bei der Verfahrenswahl können Verbesserungen in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit angestrebt werden.

NP 12 Verwendung von umweltfreundlichen Materialien

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 12 „Verwendung von umweltfreundlichen Materialien“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Aktuell hat das Kriterium der Umweltfreundlichkeit keinen Einfluss auf die Auswahl der Materialien des Referenzprojekts. Eine Kennzeichnungspflicht besteht jedoch, wenn Materialien mit gefährlichen Inhaltsstoffen verwendet werden.

Das Bauunternehmen gibt an, dass die Schaffung konkreter Vorgaben seitens der Wiener Netze GmbH erforderlich sei, um die gewünschte Umsetzung zu erzielen. In der Regel werden umweltfreundliche Produkte aufgrund ihrer höheren Kosten und des Aufwands für die

Beschaffung durch das Bauunternehmen nicht bevorzugt herangezogen. Durch klare Anforderungen seitens der Wiener Netze GmbH in den Ausschreibungsunterlagen wird es den Bauunternehmen ermöglicht, entsprechende Preise im Angebot aufzuzeigen. Entstehende Mehrkosten durch die Verwendung umweltfreundlicher gegenüber herkömmlicher Produkte können so transparent aufgezeigt werden.

Der Einsatz umweltfreundlicher Materialien leistet einen Beitrag zur Verbesserung der ökologischen Nachhaltigkeit. Zur Umsetzung dieses Potentials können Umweltzeichen bei der Auswahl von Produkten helfen. Eine Nachhaltigkeitsstrategie kann präzise Vorgaben zur adäquaten Produktauswahl beinhalten, die als Richtlinien für den Einsatz und die Verwendung von umweltfreundlichen Materialien und Produkten dient.

NP 13 Verwendung von fair produzierten Materialien

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 13 „Verwendung von fair produzierten Materialien“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Bei der Auswahl der verwendeten Materialien im Referenzprojekt und in früheren Projekten werde nach Angaben der Befragten kein Augenmerk auf faire Produktionsbedingungen gelegt und dieses Kriterium somit nicht berücksichtigt. Ähnlich wie bei NP 12 „Verwendung von umweltfreundlichen Materialien“ ist der Einsatz eines Alternativprodukts mit höheren Kosten und zusätzlichem Auswahl- und Beschaffungsaufwand verbunden. Um das Potential voll auszuschöpfen, müssen klare Vorgaben seitens der Wiener Netze GmbH definiert werden, um die entstehenden Mehrkosten zu rechtfertigen und angemessen zu vergüten.

In einer Nachhaltigkeitsstrategie kann diese Vorgabe definiert werden, indem Umweltzeichen wie *natureplus* als Kriterium bei der Auswahl der Materialien herangezogen werden.

Der Einsatz fair produzierter Materialien ist ein Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit.

NP 18 Minimierung der Umweltauswirkungen

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 18 „Minimierung der Umweltauswirkung“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Der Vertreter des ausführenden Bauunternehmens ordnet die Minimierung der Umweltauswirkung als ein bedeutendes, bisher unerkanntes Potential ein. Derzeit sei dieses nicht gezielt im Ausführungsprozess berücksichtigt, sondern es werde auf das Umweltbewusstsein der Arbeiter_innen gesetzt. Um die Arbeiter_innen von der ihnen zugewiesenen Verantwortung zu entlasten, sind klare Vorgaben seitens der Auftraggeberin bzw. der Arbeitgeber_in erforderlich.

Um eine effektive Umsetzung zu gewährleisten, bedarf es einer klaren Zuweisung der Verantwortung seitens der Auftraggeberin an das Bauunternehmen sowie einer detaillierten Beschreibung der Aufgaben. Eine mögliche Lösung besteht darin, eine projektspezifische Nachhaltigkeitsstrategie zu definieren. Durch eine solche Strategie können die erforderlichen Maßnahmen und Ziele im Hinblick auf ökologische Nachhaltigkeit im Projektumfeld festgelegt werden.

NP 19 Ressourcenschonender Einsatz von Wasser

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 19 „Ressourcenschonender Einsatz von Wasser“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Im Bereich des ressourcenschonenden Umgangs von Wasser ist beim Bauunternehmen derzeit kein Bewusstsein erkennbar. Bspw. wird derzeit das Einschwemmen der 110 kV-Kabel mit Trinkwasser durchgeführt, welches ohne Filtermaßnahmen nach der Verwendung in umliegende Grünfläche versickert wird, ohne die potentielle Gefährdung des Grundwassers bisher erkannt zu haben bzw. zu berücksichtigen.

Es ist von Bedeutung, den Wassereinsatz bewusst zu steuern und den natürlichen Wasserkreislauf zu schützen. Um einen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit zu leisten und die Ressource Wasser zu schützen, sind Vorgaben und Kontrollen seitens der Wiener Netze GmbH erforderlich.

NP 25 Dokumentation

Die Anwendung des Nachhaltigkeitspotentials NP 25 „Dokumentation“ ist zum Zeitpunkt der Erhebung des Status der Nachhaltigkeit der Wiener Netze GmbH im Bereich Kabelbau nicht erkennbar.

Beide Projektparteien geben an, dass im gegenwärtigen Projekt sowie in vergangenen Projekten keine nachhaltigen Aspekte im Zuge der Dokumentation erfasst worden seien. Die aktuelle Dokumentation diene derzeit ausschließlich wirtschaftlichen Zwecken der Nachkalkulation. Für eine systematische Erfassung und Dokumentation angewandter projektbezogener Nachhaltigkeit müssen klare Anforderungen formuliert sein, um gewünschte Inhalte in die Dokumentation aufzunehmen.

Die erfassten Daten helfen langfristig, eine umfassende Bewertung und Verbesserung die Nachhaltigkeit zukünftiger Projekte, in allen drei Dimensionen, zu erreichen.

Allgemeine Resultate „Nachhaltigkeitspotentiale Anwendung ausstehen“

Die Ergebnisse der Befragungen zeigen, dass in allen aufgezeigten Projektphasen noch ungenutzte Potentiale vorhanden sind, die einen hohen Handlungsspielraum bieten. Von den elf aufgezeigten Potentialen der Kategorie „Anwendung ausstehend“ beziehen sich jeweils 55 % auf ökonomische und soziale Nachhaltigkeit. 82 % der Potentiale würden durch Anwendung zu einer Verbesserung des ökologischen Aspekts führen.

Im Rahmen der Interviews wird deutlich, dass die aktive Beteiligung der Wiener Netze GmbH für die Umsetzung sämtlicher nicht angewandter Potentiale erforderlich ist. Zwei Arten von Handlungsansätzen lassen sich unterscheiden: Ein Teil der offenen Potentiale kann ausschließlich von der Wiener Netze GmbH selbst umgesetzt werden, während die übrigen Potentiale in einem ersten Schritt von der Wiener Netze GmbH definiert werden müssen, um Vorgaben für die Umsetzung zu schaffen und entsprechende Aufgaben und Vorgehensweisen an das Bauunternehmen zu delegieren.

Eine Nachhaltigkeitsstrategie stellt den Ausgangspunkt dar, um viele der in Kapitel 7.1.3 aufgeführten Potentiale umzusetzen und kann als Grundlage für potentielle Vorgaben dienen. Von den noch offenen elf Potentialen können sieben eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung einer solchen Strategie bilden. Sie können als Ansatz einer Erstfassung zusammengefasst und im Laufe der Zeit weiterentwickelt werden.

Die Wiener Netze GmbH verweist allgemein darauf, dass die Schwierigkeit bei der Abschätzung des Aufwands und die Knappheit von qualifizierten Fachkräften maßgebliche Faktoren für den aktuellen Stand der nicht in Anwendung befindenden Potentiale seien.

7.2 Handlungsempfehlung

Aus den Erkenntnissen aus Kapitel 6 und 7.1 werden nachfolgend Handlungsempfehlungen abgeleitet und ein Vorgehen zur Implementierung der Nachhaltigkeitspotentiale im Bereich Hoch- und Höchstspannungskabelbau im urbanen Raum bei der Wiener Netze GmbH dargestellt.

Handlungsempfehlung 1: Führungsrolle und Verantwortung für die Nachhaltigkeit im Projekt übernehmen

Bei den aktuell angewandten Potentialen ist die Verantwortlichkeit gleichmäßig zwischen Wiener Netze GmbH und dem Bauunternehmen aufgeteilt, was die Analyseergebnisse aus Kapitel 7.1.1 widerspiegelt und positiv anzumerken ist. Allerdings besteht die Herausforderung, dass die Wiener Netze GmbH dem Bauunternehmen derzeit keine vollständigen und konkreten Anforderungen bezüglich der Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen im

Projekt bereitstellt, was eine Voraussetzung für die Implementierung weiterer Nachhaltigkeitspotentiale darstellt.

Als Handlungsempfehlung sollten die Wiener Netze GmbH als Auftraggeberin die Führungsrolle im Projekt übernehmen, da sie die Gesamtprojektverantwortung hat und die Projektkultur maßgeblich definiert. Sie ist dafür verantwortlich, Nachhaltigkeit als Leitprinzip zu definieren und in allen Projektphasen zu integrieren. Indem die Wiener Netze GmbH selbst nachhaltig agiert und Entscheidungen mit Blick auf die Nachhaltigkeit trifft, können andere Projektbeteiligte motiviert und das Bewusstsein für die Bedeutung von Nachhaltigkeit geschärft werden.

Darüber hinaus ist zu empfehlen, dass die Wiener Netze GmbH in ihrer Funktion als Auftraggeberin proaktiv Nachhaltigkeitsanforderungen für das Projekt definiert, bspw. in einer projektspezifischen Nachhaltigkeitsstrategie. Die Anforderungen an die Umsetzung von Nachhaltigkeit im Projekt sollten bereits in der Ausschreibung und Vergabe der Bauleistungen definiert sein, damit einerseits Bauunternehmen ausgewählt werden, die die festgelegten Anforderungen umsetzen und andererseits die Anforderungen vertraglich geregelt werden können.

Die Umsetzung des Projekts sollte in einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit dem Bauunternehmen erfolgen. Da dies bereits im vorliegenden Referenzprojekt erfolgt, wird lediglich empfohlen, dies weiterhin zu forcieren.

Handlungsempfehlung 2: *Gleichmäßige Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten.*

In Bezug auf die Dimensionen der Nachhaltigkeit ist die Verteilung der umgesetzten Potentiale zwar ausgewogen, dennoch zeigt sich, dass die Fokussierung der Dimensionen nicht ausgeglichen ist. Aktuell liegt der Fokus auf sozialen und ökonomischen Aspekten (siehe Kapitel 7.1). Die Relevanz der ökologischen Dimension wird durch die Auswertung der noch nicht angewendeten Potentiale in Kapitel 7.1.3 deutlich, da ein signifikanter Anteil der Potentiale die ökologische Nachhaltigkeit betrifft. Auch in Kapitel 6 zeigt sich, dass die größte Anzahl der abgeleiteten Potentiale die ökologische Nachhaltigkeit anspricht.

Als Handlungsempfehlung sollte die Wiener Netze GmbH anstreben, den Fokus im Projekt auch auf die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit zu legen, um ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Aspekten zu erreichen.

Dazu ist es notwendig, die bestehenden Nachhaltigkeitsmaßnahmen zu evaluieren und hinsichtlich aller drei Dimensionen zu optimieren. Darüber hinaus muss bei der Implementierung neuer Maßnahmen von Anfang an auf eine gleichmäßige Berücksichtigung aller drei

Dimensionen geachtet werden. Dies kann bspw. durch eine entsprechende Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele in den Projektanforderungen erreicht werden.

Vorgehen zur Implementierung: *Übergeordnete Verankerung von Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau bei der Wiener Netze GmbH*

Im Zuge der Analyse des Status Quo in Kapitel 5 und der Analyse der aktuellen Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale in Kapitel 7.1 wird deutlich, dass Nachhaltigkeit derzeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau bei der Wiener Netze GmbH nicht vollumfänglich verankert ist. Der Aufwand zur Anwendung der abgeleiteten Potentiale ist durch die Projektbeteiligten nur schwer einschätzbar und es gibt keinen Ansatzpunkt zur Implementierung von Nachhaltigkeit in den Projekten.

In Kapitel 6 werden zwar Potentiale zur Verbesserung der Nachhaltigkeit aufgezeigt, allerdings kann im Rahmen der Diplomarbeit kein direkter Vergleich oder eine Priorisierung der abgeleiteten Potentiale erfolgen. Es kann nicht definiert werden, welches Potential die „größte“ Verbesserung erzielt und demnach als erstes umgesetzt werden sollte. Grund dafür ist die starke Heterogenität der Potentiale und die Tatsache, dass keine einheitliche und objektive Bewertungsgröße, bspw. CO₂-Einsparungen, innerhalb der Arbeit definiert werden kann. Prinzipiell könnte eine Bewertung dahingehend erfolgen, wie viele Dimensionen der Nachhaltigkeit oder wie viele SDGs angesprochen werden. Allerdings ergibt sich daraus ebenfalls keine zwingende Priorisierung, da einzelne Potentiale in sich einen deutlich größeren Effekt erzielen können.

Daher wird zur Verbesserung der Nachhaltigkeit im Kabelbau und der Implementierung der Forschungsergebnisse das folgende Vorgehen vorgeschlagen:

1. Verankerung von Nachhaltigkeit in die Organisationsstruktur, indem Zuständigkeiten und geregelte Prozesse festgelegt werden. Dissemination der Projektergebnisse unter den Mitarbeiter_innen der Wiener Netze GmbH.
2. Priorisierung der Nachhaltigkeitspotentiale aus Sicht der Wiener Netze GmbH, um eine Reihenfolge zur Implementierung festzulegen. Beispielhaft kann zur Priorisierung folgende Strukturierung gewählt werden:
 - Zunächst kann der Fokus auf die Potentiale gelegt werden, in denen bereits nachhaltige Praktiken angewendet werden (siehe Kapitel 7.1). Hier kann eine Evaluierung mit Fokus auf allen drei Dimensionen von Nachhaltigkeit durchgeführt werden, um das volle Potential der Maßnahmen ausschöpfen zu können.

- Im nächsten Schritt kann der Blick auf die Potentiale gerichtet werden, in denen zwar noch keine vollständige Umsetzung erfolgt, aber bereits ein Bezug zur Nachhaltigkeit erkennbar ist.
 - Schließlich sind die Potentiale zu betrachten, in denen bisher noch keine Anwendung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen stattgefunden hat. In diesen Bereichen besteht in der Regel das größte Potential für Verbesserungen.
3. Prüfung der technischen Umsetzbarkeit, um einen Einklang zwischen Nachhaltigkeitsmaßnahmen und den technischen Anforderungen an die Energieversorgung im urbanen Gebiet sicherzustellen (siehe Kapitel 3.3).
 4. Übergeordnete Implementierung der Potentiale, durch Formulierung von konkreten Anforderungen und Zielen.
 5. Implementierung der Potentiale auf Projektebene, durch Erstellung von projektspezifischen Nachhaltigkeitsstrategien, die auf den übergeordneten Anforderungen und Zielen aufbauen.

Abschließend ist anzumerken, dass die Implementierung von Nachhaltigkeit einen kontinuierlichen, niemals endenden Prozess darstellt. Die im Rahmen dieser Diplomarbeit identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale können daher nicht als endgültig angesehen werden. Ein Zustand völliger, hundertprozentiger Nachhaltigkeit ist faktisch unerreichbar. Daraus folgt, dass die Evaluierung von Prozessen im Hinblick auf Nachhaltigkeit eine ständige Notwendigkeit bleibt. Das Prinzip des nachhaltigen Handelns erweitert das Konzept des ökonomischen Handelns durch die Integration ökologischer und sozialer Aspekte. Es betrachtet die langfristigen Auswirkungen von Entscheidungen und strebt eine Balance zwischen wirtschaftlicher Effizienz, sozialer Gerechtigkeit und ökologischer Tragfähigkeit an.

8 Conclusio

Im achten Kapitel wird eine abschließende Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse vorgenommen. Zunächst werden die drei Forschungsfragen anhand der aus der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse beantwortet, um die Ergebnisse zu resümieren. Dabei werden die wichtigsten Punkte, die in der Arbeit behandelt wurden, erneut hervorgehoben und ihre Beiträge zu den Antworten auf die Forschungsfragen beleuchtet. Anschließend wird ein Ausblick hinsichtlich weiterer relevanter Forschungsrichtungen gegeben, um einen Rahmen für weiterführende Untersuchungen zu schaffen.

8.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Die im Kapitel 1.3 definierten Forschungsfragen werden folgend anhand der Erkenntnisse aus den Kapiteln 5 bis 7 beantwortet.

Forschungsfrage 1: *Wie laufen bestehende Prozesse der Wiener Netze GmbH im Bereich Bau- und Installation von Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen ab?*

Der Prozess der Erdkabelverlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln im urbanen Gebiet bei der Wiener Netze GmbH verläuft in 4 Prozessschritten, die in Abbildung 8-1 dargestellt sind.



Abbildung 8-1: Prozessschritte zur Erdkabelverlegung bei der Wiener Netze GmbH

Die Evaluierung des Prozesses erfolgte anhand von Experteninterviews und Baustellenbegehungen und mit begleitender Literaturrecherche. Die Grundlage für die Analyse des Status Quo war ein Referenzprojekt der Wiener Netze GmbH. Das Projekt umfasst die Neuverlegung eines 380 kV-Kabels im 11ten Wiener Gemeindebezirk.

In der Planungsphase erfolgt die Planung der Kabeltrasse eigenständig durch die Wiener Netze GmbH, die für die Planung und Instandhaltung ihres Kabelnetzes eine eigene Abteilung besitzt. Während der Planung sind bautechnische, behördliche und rechtliche Aspekte zu beachten. Die Trassenführung erfolgt in der Regel entlang von öffentlichen Straßen, da die Nutzung von privaten Grundstücken aufgrund der Grundstückseigentumsrechte in Österreich schwierig ist und darüber hinaus die Zugänglichkeit zum Kabel immer gewährleistet werden muss. Außerdem werden in der Planung Informationen über mögliche vorhandene Einbauten im Straßenquerschnitt eingeholt, um die Trassenführung entsprechend anzupassen und potentielle Hindernisse während des Bau- und Installationsprozesses zu

vermeiden. Ebenfalls erfolgt in dieser Phase die Einholung von verschiedenen behördlichen Bescheiden und Genehmigungen, die abhängig von lokalen Gegebenheiten variieren können. Beispiele sind zum einen erforderliche starkstromwegerechtliche Bewilligungen und zum anderen Bewilligungen im Bereich des Naturschutzes, wenn schützenswerte Tier- und Pflanzenarten im betreffenden Gebiet vorkommen. Das Ergebnis der Planung durch die Wiener Netze GmbH ist die Festlegung der finalen Trasse und die Erstellung eines Massengerüsts, das als Grundlage für die anschließende Ausschreibung dient.

In der Phase der Ausschreibung und Vergabe erfolgt die Beschaffung der benötigten Leistungen. Hierbei agiert die Wiener Netze GmbH als Sektorenauftraggeber und unterliegt demnach dem BVergG. Beim Referenzprojekt wurden die Lieferung und der Einbau des Kabels, sowie die baulichen Leistungen gemeinsam an einen Kabelhersteller vergeben, der die baulichen Leistungen an Subunternehmer weitervergeben hat.

Die Ausführungsphase der Verlegung von Hoch- und Höchstspannungskabeln ist ein umfangreicher Prozessschritt, weshalb dieser in sechs Unterschritte untergliedert wurde. Ausgeführt wird der Prozessschritt hauptsächlich durch die Auftragnehmerin bzw. das ausführende Bauunternehmen. Der erste Schritt ist die Arbeitsvorbereitung, die eine Voruntersuchung der Trasse, die Beurteilung vorhandener Strukturen und Hindernisse, die Erstellung der Ausführungsplanung und die Vorbereitung der Baustelleneinrichtung umfasst. Im Anschluss daran beginnen die Aushubarbeiten, hierbei wird bei der Wiener Netze GmbH standardmäßig die offene Bauweise angewendet. Die Sicherung der Baugrube erfolgt mittels senkrechtem Verbau. Das für die Kabelinstallation eingesetzte Verfahren variiert je nach Spannungsebene der Kabel. Bei 110 kV-Kabeln wird standardmäßig das Einschwemmverfahren angewendet, während bei einem 380 kV-Kabel das Verfahren des Kabeleinziehens zum Einsatz kommt. Der nächste Schritt ist das Verfüllen der Künette. Dazu wird zunächst ein thermisch stabilisierendes Material um das Kabel herum eingebaut und anschließend die Baugrube bis ca. 10 cm unter Straßen- bzw. Gehwegunterkante aufgefüllt und verdichtet. Der letzte Schritt ist die Wiederherstellung der Oberfläche. Diese Aufgabe wird nicht durch das Bauunternehmen übernommen, da hierfür in Wien die MA 28¹⁸ zuständig ist. Wenn keine sofortige Wiederherstellung erfolgen kann, muss durch das Bauunternehmen eine provisorische Oberfläche hergestellt werden. Nach Abschluss der Ausführungsarbeiten erfolgt im letzten Prozessschritt die Dokumentation. Alle relevanten Projektdaten werden zusammengestellt und digital archiviert.

¹⁸ Magistrat der Stadt Wien für Straßenverwaltung und Straßenbau.

Forschungsfrage 2: Welche Nachhaltigkeitspotentiale können im Bereich Bau bzw. Tiefbau in Bezug auf Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Gebiet definiert werden?

Die Ableitung von Nachhaltigkeitspotentialen erfolgte anhand von etablierten Zertifizierungssystemen für Hochbauten, da es aktuell im Bereich Tiefbau noch keine vergleichbaren Zertifizierungssysteme gibt. Zur Ableitung der Potentiale wurden die Zertifizierungssysteme BREEAM, LEED, DGNB, TQB, klimaaktiv und das DGNB System zur Zertifizierung von Baustellen verwendet. Somit konnten insgesamt 25 Nachhaltigkeitspotentiale im Bereich Bau bzw. Tiefbau in Bezug auf Hoch- und Höchstspannungskabelverbindungen im urbanen Raum abgeleitet werden. Diese wurden in Oberkategorien gegliedert und sind in Tabelle 8-1 dargestellt.

Tabelle 8-1: Zusammenstellung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale

Organisatorisch	
NP 01	Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie
NP 02	Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten
NP 03	Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit
NP 04	Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit
NP 05	Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele
Planung	
NP 06	Lebenszyklusorientierte Planung
NP 07	Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus
NP 08	Auswahl des Bauverfahrens
Ausschreibung und Vergabe	
NP 09	Nachhaltigkeit in der Ausschreibung und Vergabe
Ausführung	
Baustellenorganisation	
NP 10	Optimierte Baustellenkoordination
NP 11	Effizientere Baustellenlogistik
Bauprodukte	
NP 12	Verwendung von umweltfreundlichen Materialien
NP 13	Verwendung von fair produzierten Materialien
Abfälle	
NP 14	Effizienter Einsatz von Material
NP 15	Einsatz von recycelten Baustoffen
NP 16	Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien
NP 17	Richtiger Umgang mit Bauabfällen
Ressourcen und Umwelt	
NP 18	Minimierung der Umweltauswirkungen

NP 19	Ressourcenschonender Einsatz von Wasser
NP 20	Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle
NP 21	Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen
AnwohnerInnen	
NP 22	Konzept für anwohner_innenfreundliches Bauen
NP 23	Öffentlichkeitsarbeit
Baustellenpersonal	
NP 24	Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle
Dokumentation	
NP 25	Dokumentation

Nach Ableitung der Nachhaltigkeitspotentiale wurden diese analysiert. Hierbei war das Ziel, Schwerpunkte in den Bereichen Prozessschritt, Verantwortlichkeit, Hilfsmittel, Dimensionen der Nachhaltigkeit und den angesprochenen SDGs zu identifizieren. Im Bereich der Ausführung konnte die höchste Anzahl an Potentialen identifiziert werden, wobei auch der Einfluss von prozessübergreifenden Potentialen festgestellt wurde. Die Verantwortung für die Umsetzung der identifizierten Potentiale ist annähernd gleichmäßig zwischen Auftraggeberin und Bauunternehmen aufgeteilt. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass eine umfassende Implementierung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Projekt einer Zusammenarbeit zwischen Auftraggeberin und Bauunternehmen bedarf. Die Hälfte der identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale fungiert als Hilfsmittel. Hilfsmittel sind Werkzeuge, die zur Integration und Förderung von Nachhaltigkeit in Projekten beitragen, jedoch keine direkten ökologischen, ökonomischen oder sozialen Vorteile hervorbringen. Dies zeigt, dass sowohl konkrete als auch konzeptionelle Maßnahmen von entscheidender Bedeutung für die Förderung der Nachhaltigkeit sind. Bei der Analyse der Dimensionen der Nachhaltigkeit ergibt sich, dass durch die Potentiale alle drei Dimensionen abgedeckt werden, wobei ein signifikantes Potential hinsichtlich Ökologie besteht. Potentiale, die als Hilfsmittel dienen sprechen zum Großteil alle drei Dimensionen an, da die Zuordnung zur Dimension abhängig von der konkreten Umsetzung ist.

Die Betrachtung der angesprochenen SDGs zeigt, dass durch die Nachhaltigkeitspotentiale hauptsächlich SDG 12 (Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster), 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) und 3 (Gesundheit und Wohlergehen) angesprochen werden, wodurch die Relevanz der ökologischen Dimension verdeutlicht wird.

Abschließend ist festzuhalten, dass die abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale zur spezifischen Verbesserung der Nachhaltigkeit im Kabelbau beitragen. Sie sollten allerdings nicht als erschöpfend angesehen werden, da durch neue Technologien und Erkenntnisse weitere Potentiale identifiziert werden können.

Forschungsfrage 3: *Wie erfolgt die Bewertung von Nachhaltigkeitspotentialen in Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte?*

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden Interviews mit der Wiener Netze GmbH und dem ausführenden Bauunternehmen geführt. Der Stand der Umsetzung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale im aktuellen Referenzprojekt der Wiener Netze GmbH wurde abgefragt und bewertet. Die Potentiale wurden gemäß den Kategorien „In Anwendung“, „Im Ansatz erkennbar“ und „Anwendung ausstehend“ klassifiziert. Alle 25 Potentiale wurden basierend auf den Interviews und den Ergebnissen aus Kapitel 6 analysiert und in Hinblick auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte quantitativ bewertet. In Abbildung 8-2 sind die Ergebnisse der Analyse ersichtlich.

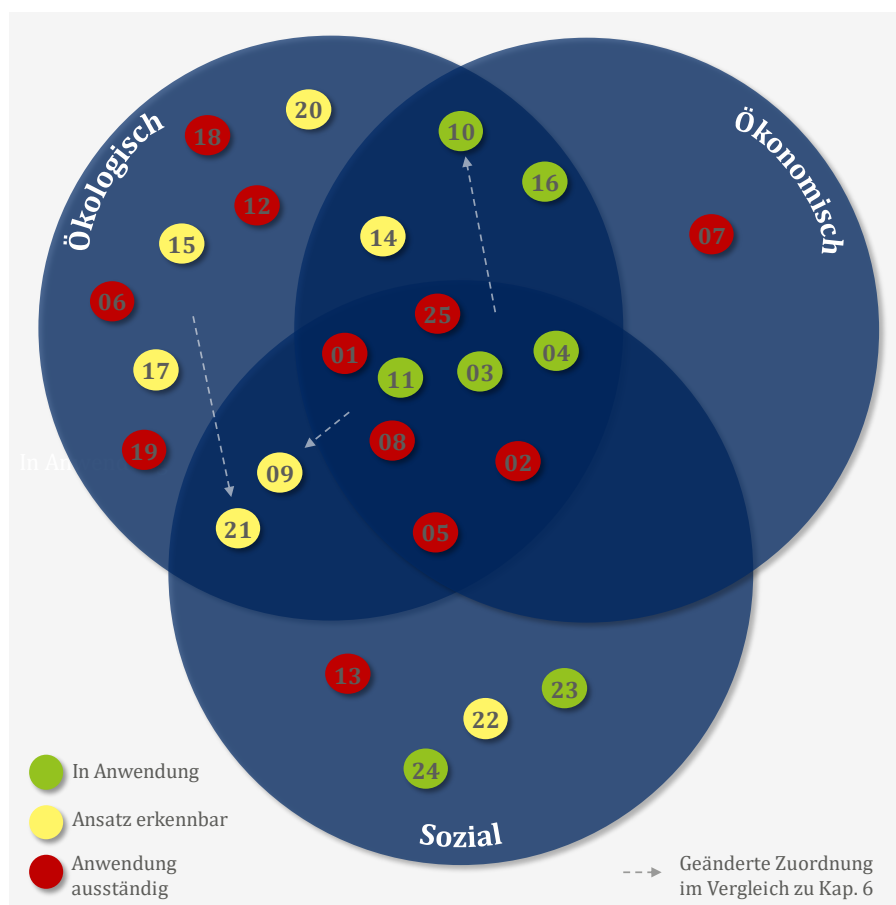


Abbildung 8-2: Ergebnisse der Bewertung der aktuellen Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale im Referenzprojekt in Bezug zur den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit

Anzumerken ist, dass innerhalb des Kontexts dieser Diplomarbeit weder ein direkter Vergleich noch eine Klassifizierung der abgeleiteten Potentiale erfolgen kann. Eine präzise Bestimmung, welches der identifizierten Potentiale das größte Verbesserungspotential hat, kann nicht bestimmt werden, da eine starke Heterogenität zwischen den abgeleiteten Potentiale besteht. Es kann keine objektive Bewertungsgröße definiert werden, anhand derer eine solche Priorisierung vorgenommen werden kann, wie bspw. Höhe der CO₂-Einsparung. Grundsätzlich könnte eine Bewertung auf der Grundlage erfolgen, wie viele

Dimensionen der Nachhaltigkeit oder wie viele SDGs zugeordnet werden. Allerdings leitet sich aus dieser Vorgehensweise ebenfalls keine eindeutige Priorisierung ab, da einzelne Potentiale in sich einen deutlich größeren Effekt erzielen können.

Die Untersuchung der Kategorie „In Anwendung“ (siehe Kapitel 7.1.1) hat ergeben, dass sieben der insgesamt 25 identifizierten Nachhaltigkeitspotentiale zum Zeitpunkt der Erhebung umgesetzt werden und alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit betrachtet sind. Dabei wird deutlich, dass die Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der Potentiale gleichmäßig zwischen der Wiener Netze GmbH und dem befragten Bauunternehmen verteilt sind, wobei das Bauunternehmen vorrangig ökologische und ökonomische Aspekte behandelt, während die Wiener Netze GmbH einen Schwerpunkt auf die soziale Dimension legt. Es hat sich gezeigt, dass die Implementierung der sieben Potentiale hauptsächlich auf unternehmensinternen Entscheidungen beruht und hauptsächlich durch ökonomische Überlegungen begründet wird, wobei ökologische und soziale Aspekte passiv begünstigt werden.

Bei sieben der 25 Potentiale kann ein Ansatz der Umsetzung erkannt werden, wobei vier die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit ansprechen (siehe 7.1.2). Die bereits ergriffenen Ansätze zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen sind nicht ausschließlich das Ergebnis betriebsinterner Entscheidungen, sondern werden auch durch die Anforderungen der Wiener Netze GmbH beeinflusst. Diese Erkenntnis unterstreicht die Bedeutung von Vorgaben durch die Wiener Netze GmbH zur weiteren Implementierung nachhaltiger Maßnahmen.

In die Kategorie „Anwendung ausständig“ könnten im Zuge der Analyse elf Potentiale eingeordnet werden, wobei auch hier der größte Anteil der Potentiale die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit adressiert (siehe Kapitel 7.1.3). Für die Umsetzung dieser Potentiale ist eine aktive Beteiligung der Wiener Netze GmbH erforderlich, entweder durch Eigeninitiative oder durch das Setzen von Vorgaben an das Bauunternehmen.

Zur Integration der gewonnenen Erkenntnisse aus der Diplomarbeit wurden Handlungsempfehlungen formuliert und ein Vorgehen zur Implementierung in die Gesamtorganisation erarbeitet.

Handlungsempfehlung 1: *Führungsrolle und Verantwortung für die Nachhaltigkeit im Projekt übernehmen*

Um Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau voranzutreiben, muss die Wiener Netze GmbH konkrete Ziele definieren und Anforderungen an das Bauunternehmen stellen. Sie muss ihre Führungsrolle im Projekt nutzen, um Nachhaltigkeit als Leitprinzip zu etablieren.

Handlungsempfehlung 2: *Gleichmäßige Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten.*

Die Wiener Netze GmbH sollte ihren Fokus auch auf die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit ausweiten, um eine ausgeglichene Verteilung zwischen ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten zu erreichen.

Vorgehen zur Implementierung: *Übergeordnete Verankerung von Nachhaltigkeit im Hoch- und Höchstspannungskabelbau bei der Wiener Netze GmbH*

Die durchgeführte Bewertung und Analyse zeigt, dass Nachhaltigkeit im Kabelbau bei der Wiener Netze GmbH noch nicht vollständig integriert ist und Potentiale zur Verbesserung vorhanden sind. Um einen Ansatzpunkt zur Implementierung von Nachhaltigkeit in den Projekten zu erzielen, wird ein mögliches Vorgehen aufgezeigt.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Implementierung von Nachhaltigkeit ein fortlaufender Prozess ist und dass die im Rahmen dieser Diplomarbeit aufgezeigten Nachhaltigkeitspotentiale nicht als erschöpfend betrachtet werden können. Es ist von zentraler Bedeutung, nachhaltiges Handeln im Kabelbau bei der Wiener Netze GmbH zu verankern, um eine Balance zwischen wirtschaftlicher Effizienz, sozialer Gerechtigkeit und ökologischer Tragfähigkeit zu erlangen und somit das langfristige Wohlergehen der gegenwärtigen und zukünftigen Generationen sicherzustellen.

8.2 Ausblick

Im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Arbeiten besteht die Möglichkeit, verschiedene Aspekte genauer zu untersuchen und weitere Bereiche des Forschungsprojekts NaKaBa zu erforschen.

Neben den bisher betrachteten Projektphasen Planung und Bau kann auch die Phase der Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur in den Fokus genommen werden. Strukturierte und detailliertere Dokumentationen können in Zukunft eine Datengrundlage schaffen, um mithilfe von LCA und LCC Variantenuntersuchungen durchzuführen und diese Erkenntnisse langfristig in die Planung zu inkludieren.

Des Weiteren bietet es sich an, den in der Arbeit betrachteten Wirtschaftsbereich des Baus und Tiefbaus im Zusammenhang mit der Kabelproduktion, Lieferung und den elektrotechnischen Aspekten genauer zu betrachten. Durch diese Erweiterung können zusätzliche Erkenntnisse zur Nachhaltigkeit und der damit möglichen Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen gewonnen werden.

Durch die Vergabe weiterer wissenschaftlicher Arbeiten im Zuge des übergeordneten Forschungsprojekts NaKaBa der Wiener Netze GmbH wird eine breit gefächerte Betrachtung

ermöglicht, welche durch unterschiedliche Blickwinkel der angestrebten Schwerpunkte verschiedene Ansätze zur Verbesserung der Nachhaltigkeit aufzeigen. Die gewonnen Erkenntnisse können in einem nächsten Schritt unter Einbeziehung integraler Ansätze beleuchtet werden. Hierbei könnten Expert_innenrunden einberufen werden, um eine umfassendere Diskussion unter Einbeziehung verschiedener Perspektiven zu ermöglichen. Dies würde zu einer ganzheitlichen Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeitsaspekte beitragen.

Im Verlauf der Forschungsarbeit wurde evident, dass es aktuell noch keine einheitliche und umfassende Bewertung von Nachhaltigkeit im Tiefbau gibt. Diese Erkenntnis stellt sowohl eine Herausforderung als auch eine Chance für weitere Forschungsarbeiten dar. In Anlehnung an den Hochbau wäre ein Zertifizierungssystem für den Tiefbau anzustreben, um Nachhaltigkeitsstandards zu definieren und umzusetzen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Methodisches Vorgehen bei der Beantwortung der Forschungsfragen	5
Abbildung 2-1:	Nachhaltigkeitsmodelle nach <i>Pufé</i>	10
Abbildung 2-2:	Zeitliche Einordnung wesentlicher politischer Ereignisse hinsichtlich Nachhaltigkeit.....	12
Abbildung 2-3:	SDGs (Übersetzung)	12
Abbildung 3-1:	Wege der Energie	21
Abbildung 3-2:	Freileitersystem.....	23
Abbildung 3-3:	Aufbau eines Kunststoffkabels	25
Abbildung 3-4:	Muffe (380 kV) in Muffenbauwerk mit Auskreuzung der Phasen	26
Abbildung 4-1:	Baugrubensicherung mittels Böschung.....	29
Abbildung 4-2:	Waagerechter Verbau (Quer- und Längsschnitt).....	30
Abbildung 4-3:	Senkrechter Verbau (Quer- und Längsschnitt).....	30
Abbildung 4-4:	Verdrängungsverfahren ungesteuert	33
Abbildung 4-5:	Horizontales Spülbohrverfahren steuerbar	34
Abbildung 4-6:	Verfüllter Trog.....	36
Abbildung 4-7:	Unverfüllter Trog	36
Abbildung 4-8:	Kabelverlegung im Tunnelbauwerk.....	40
Abbildung 4-9:	Einschwemmen von Kabeln.....	44
Abbildung 4-10:	Einpflügen 380 kV-Kabel	45
Abbildung 5-1:	Prozess Verlegung eines Erdkabels.....	47
Abbildung 5-2:	Trassenführung.....	47
Abbildung 5-3:	Einbauten Schnitt Untergrund.....	48
Abbildung 5-4:	Organigramm der Projektstruktur im Referenzprojekt.....	50
Abbildung 5-5:	Detaillierter Prozessschritt Ausführung.....	50
Abbildung 5-6:	Künette 380 kV-Kabel	51
Abbildung 5-7:	Einschwemmverfahren 110 kV-Kabel.....	52
Abbildung 5-8:	Kabeleinzug	53

Abbildung 5-9:	Verfüllt und verdichtete Künette.....	54
Abbildung 5-10:	Regelquerschnitt 110 kV.....	54
Abbildung 5-11:	Kaltmischgut als Überwinterprovisorium.....	55
Abbildung 6-1:	Ableitung Nachhaltigkeitspotentiale.....	57
Abbildung 6-2:	Umweltauswirkungen und Kosten im Lebenszyklus.....	66
Abbildung 6-3:	Eignung urbaner Raum.....	73
Abbildung 6-4:	Etablierte Umweltzeichen in Österreich.....	85
Abbildung 6-5:	Biologischer und technischer Materialkreislauf.....	88
Abbildung 6-6:	Verteilung der Nachhaltigkeitspotentiale nach Prozessschritte.....	108
Abbildung 6-7:	Zuständigkeit Umsetzung Potential.....	108
Abbildung 6-8:	Anteil Hilfsmittel NP.....	109
Abbildung 6-9:	Einordnung Nachhaltigkeitspotentiale in das Schnittmengen-Modell nach <i>Pufé</i>	109
Abbildung 7-1:	Übersicht Status Nachhaltigkeit Wiener Netze GmbH.....	116
Abbildung 8-1:	Prozessschritte zur Erdkabelverlegung bei der Wiener Netze GmbH..	138
Abbildung 8-2:	Ergebnisse der Bewertung der aktuellen Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale im Referenzprojekt in Bezug zur den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit.....	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Stromnetz in Wien	22
Tabelle 4-1:	Mögliche Umweltbeeinträchtigungen offene Bauweise.....	29
Tabelle 4-2:	Merkmale der offenen Bauweise	32
Tabelle 4-3:	Merkmale der geschlossenen Bauweise	35
Tabelle 4-4:	Merkmale Tröge.....	38
Tabelle 4-5:	Merkmale von Tunnelbauwerken	41
Tabelle 4-6:	Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauverfahren.....	42
Tabelle 4-7:	Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Installationsverfahren	46
Tabelle 6-1:	Verwendete Zertifizierungssysteme	57
Tabelle 6-2:	Abgeleitete Nachhaltigkeitspotentiale inkl. Kurzbeschreibung	58
Tabelle 6-3:	Vergleich der Bauverfahren.....	70
Tabelle 6-4:	Mögliche Zuschlagskriterien inkl. Bewertung und Nachweis zur Berücksichtigung ökologischer Nachhaltigkeit	76
Tabelle 6-5:	Stoffliche Aspekte ökologischer Baustoffe.....	83
Tabelle 6-6:	Zusammenfassung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale.....	104
Tabelle 6-7:	SDGs die im Kabelbau angesprochen werden können	111
Tabelle 7-1:	Übersicht Nachhaltigkeitspotential – In Anwendung	117
Tabelle 7-2:	Übersicht Nachhaltigkeitspotential – Ansatz erkennbar	122
Tabelle 7-3:	Übersicht Nachhaltigkeitspotential – Anwendung ausstehend	127
Tabelle 8-1:	Zusammenstellung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale	140

Literaturverzeichnis

- AUVA. (2023). *baufit*. Abgerufen am 24.04.2023 von
<https://www.auva.at/cdscontent/?contentid=10007.671151&portal=auvaportal>
- baubook. (2023). *ÖkoBauKriterien*. Abgerufen am 26.06.2023 von
<https://www.baubook.info/de/oekoprogramme/oekobaukriterien>
- Beton Dialog Österreich. (2023). *Recyclingbeton*. Abgerufen am 07.06.2023 von
<https://baustoffbeton.at/betonarten/recyclingbeton/>
- BMF. (2021). *Sustainable Finance*. Abgerufen am 25.03.2023 von
<https://www.bmf.gv.at/themen/finanzmarkt/finanzmaerkte-kapitalmaerkte-eu/sustainable-finance.html>
- BMF. (2023a). *Das Übereinkommen von Paris*. Abgerufen am 25.03.2023 von
https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000325.html
- BMF. (2023b). *Nachhaltigkeit*. Abgerufen am 06.07.2023 von
<https://www.oesterreich.gv.at/lexicon/N/Seite.991211.html>
- BMI. (2019). *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*. Abgerufen am 23.04.2023 von
https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf
- BMK. (2014). *BIODIVERSITÄTS-STRATEGIE ÖSTERREICH 2020+*. Abgerufen am 12.05.2023 von
<https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:f634d5ea-ec43-4724-bded-42ba936d6c56/Biodiversitaetsstrategie2020.pdf>
- BMK. (2020a). *Ressourcennutzung in Österreich 2020*. Abgerufen am 10.06.2023 von
https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:37bda35d-bf65-4230-bd51-64370feb5096/RENU20_LF_DE_web.pdf
- BMK. (2020b). *Vergaberecht nutzen, Bundesbeschaffung*. Abgerufen am 29.06.2023 von
<https://www.nabe.gv.at/vergaberecht-nutzen/>
- BMK. (2021a). *Das Klimabewusstsein in Österreich auf dem Prüfstand*. Abgerufen am 06.07.2023 von
<https://www.klimaaktiv.at/ueber-uns/aktuelles/klimabewusstsein.html>
- BMK. (2021b). *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht*. Abgerufen am 10.04.2023 von
https://www.bmvit.gv.at/dam/bmvitgvat/content/themen/klima/abfall/bawp/B_AWP_Statusbericht_2021.pdf
- BMK. (2021c). *Kriterien Tiefbau*. Abgerufen am 26.06.2023 von
https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/16_Tiefbau_naBe-Kriterien.pdf

- BMK. (2023a). *Bauen & Sanieren*. Version 2020. Abgerufen am 27.03.2023 von <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren.html>
- BMK. (2023b). *Das Österreichische Umweltzeichen*. Abgerufen am 04.07.2023 von <https://www.umweltzeichen.at/de/home/start>
- BMK. (2023c). *Europäischer Green Deal*. Abgerufen am 03.04.2023 von https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000310.html
- BMK. (2023d). *REACH-Verordnung*. Abgerufen am 12.06.2023 von https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiepolitik/recht/eu_vo/reach.html.
- BML. (2021). *Wasserschutz Österreichs*. Abgerufen am 16.06.2023 von <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/nutzung-wasser/wasserschutz-oesterreichs-studie.html>
- BNP PARIBAS REAL ESTATE. (2023). *Investmentmarkt Green Buildings*. Abgerufen am 27.03.2023 von <https://www.realestate.bnpparibas.de/marktberichte/investmentmarkt/deutschland-market-focus>
- BREEAM AT. (2022). *BREEAM AT Neubau 2019 - Technisches Handbuch SD BNBAT01b*. (Version 1.1, 2022).
- CIGRE. (2023). *TB 889 - Installation of underground HV cable systems. Technical brochure*.
- Crastan, V. (2006). *Elektrische Energieversorgung 1* (2. Aufl.). Springer.
- DGNB. (2021). *Das DGNB Zertifizierungssystem*. Abgerufen am 02.04.2023 von <https://www.dgnb-system.de/de/system/>
- DGNB. (2023a). *DGNB System - Kriterienkatalog - Nachhaltige Baustelle*. Version 2020.
- DGNB. (2023b). *DGNB System für Baustellen*. Abgerufen am 25.03.2023 von <https://www.dgnb-system.de/de/gebaeude/baustelle/>
- DGNB. (2023c). *DGNB SYSTEM KRITERIENKATALOG GEBÄUDE NEUBAU*. Version 2023.
- DGNB. (2023d). *Die DGNB Kriterien*. Abgerufen am 26.03.2023 von <https://www.dgnb-system.de/de>
- Ebert, T., Eßig, N., & Hauser, G. (2010). *Zertifizierungssysteme für Gebäude* (1. Aufl.). Inst. für Internat. Architektur-Dokumentation.
- EPEA. (2023). *Produkte neu denken*. Abgerufen am 01.05.2023 von <https://epea.com/ueber-uns/cradle-to-cradle>
- Europäische Union. (2023). *Europäischer Green Deal* Abgerufen am 03.04.2023 von https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de
- Flosdorff, R., & Hilgarth, G. (2005). *Elektrische Energieverteilung : mit 47 Tabellen* (9. Aufl.). Wiesbaden Teubner.

- Forschungszentrum Jülich. (o.D.). *Freileitungssystem*. Abgerufen am 09.01.2023 von https://www.enargus.de/pub/bscw.cgi/d4001-2/*/*Freileitung.html?op=Wiki.getwiki
- Gerald Goger. (2021). *Skript: Bauverfahren im Tunnel- und Hohlraumbau*. TU Wien.
- Griffioen, W. (2016). *New Techniques to Install High Voltage Cables into Ducts*.
- Hettler, A., Triantafyllidis, T., & Weißenbach, A. (2018). *Baugruben* (3. Aufl.). Ernst & Sohn GmbH & Co. KG.
- Heuck, K., Dettmann, K. D., & Schulz, D. (2010). *Elektrische Energieversorgung* (8. Aufl.). Vieweg Teubner.
- IBO. (2013). *Zertifizierungssysteme für Bauprodukte*. Abgerufen am 12.06.2023 von <https://www.ibo.at/materialoekologie/umweltzeichen-fuer-bauprodukte>
- IBO. (2021). *EU Taxonomie Verordnung: ein Weg zum Green Deal auch im Immobiliensektor?* Abgerufen am 26.03.2023 von <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibomagazin-online/ibo-magazin-artikel/data/eu-taxonomie-verordnung-ein-weg-zum-green-deal-auch-im-immobiliensektor>
- IBO. (2023). *IBO-Richtwerte für Baumaterialien*. Abgerufen am 17.06.2023 von <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ibo-richtwerte-fuer-baumaterialien>
- IFK GesmbH. (2023). *Verpflugung*. Abgerufen am 05.02.2023 von <https://www.verledepflug.com/pflugverlegung/mittel-und-hochspannung/>
- IG LEBENSZYKLUS BAU. (2017). *DER WEG ZUM LEBENSZYKLUSORIENTIERTEN INFRASTRUKTURBAU* (2. Aufl.). Donau Forum. https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2018/08/LEITFADEN_Infrastrukturbau.pdf
- IG LEBENSZYKLUS BAU. (2022). *CO2-EMISSIONEN HERVORGERUFEN DURCH MOBILITÄT AUF DER BAUSTELLE*. Abgerufen am 12.03.2023 von https://ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2022/11/Mobilitaet-auf-der-Baustelle_WEB.pdf
- Klein, M. (2022). *Befragung zu internen Planungsabläufe Wiener Netze Ing. Klein* [Interview].
- Klein, M. (2023). *Befragung zu internen Planungsabläufe Wiener Netze Ing. Klein - Teil 2* [Interview].
- Kohler, N., & Moffatt, S. (2003). *Life-cycle analysis of the built environment*. Abgerufen am 03.05.2023 von <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09613210801928131>
- Kovacic, I. (2021). *Lebenszykluskosten und -analyse, VO2: Lebenszykluskosten – Life Cycle Costing*. TU Wien.

- Kropp, A. (2019). *Grundlagen der Nachhaltigen Entwicklung, essentials*, (1. Aufl.). Springer Gabler.
- Küchler, A. (2005). *Hochspannungstechnik* (3. Aufl.). Springer.
- Kunststoffrohrverband e.V. (2023). *Rohr-Recycling*. Abgerufen am 07.07.2023 von <https://www.krv.de/wissen/rohr-recycling>
- Lindner, R. (2017). *Vorgefertigte Betonerzeugnisse in der Praxis* (1. Aufl.). TRAUNER Druck.
- natureplus. (2022). *Richtlinie 5004: Transparenz und Soziale Verantwortung*.
- natureplus. (2023). *natureplus-Qualitätszeichen*. Abgerufen am 04.07.2023 von <https://www.natureplus-label.org/>
- ÖAKR. (2023). *Aufgabenbereich*. Abgerufen am 07.07.2023 von <https://www.oekr.at/aufgabenbereich/>
- ÖBV. (im Druck). *Sachstandsbericht – Ökologisierung/Nachhaltigkeit im Tiefbau*.
- Oeding, D., & Oswald, B. R. (2011). *Elektrische Kraftwerke und Netze* (7. Aufl.). Springer.
- ÖGL. (2023). *Grabenlos*. Abgerufen am 30.01.2023 von <https://www.grabenlos.at/de/>
- ÖGNB. (2018). *Kurzbeschreibung der TQB 2002 Kriterien*. Version 2018DL 1.0.1. Abgerufen am 26.03.2023 von <https://www.oegnb.net/tqkrit.htm>
- ÖGNI. (2021). *Die EU-Taxonomie Verordnung*. Abgerufen am 09.04.2023 von <https://www.ogni.at/blog/die-eu-taxonomie-verordnung/>
- ÖkoKauf Wien. (2021). *Nachhaltige Kriterien für die Beschaffung von Transportleistungen mit LKW*. Abgerufen am 04.07.2023 von <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekokauf/pdf/transportleistungen.pdf>
- Österreichs E-Wirtschaft. (o.D.). *Das europäische Stromsystem*. Abgerufen am 09.01.2023 von <https://oesterreichsenergie.at/unser-strom/europaeisches-stromsystem>
- Rechtsinformationssystem des Bundes. *Rechtssätze*. Abgerufen am 05.02.2023 von https://www.ris.bka.gv.at/JustizEntscheidung.wxe?Abfrage=Justiz&Dokumentnummer=JIT_19960130_OGH0002_00100B00607_9500000_000&IncludeSelf=True
- Schwab, A. J. (2006). *Elektroenergiesysteme* (1. Aufl.). Springer.
- Siemon, K., Speckhals, R., & Siemon, A. (2021). *Baukostenplanung und -steuerung* (7. Aufl.). Springer Vieweg.
- Stadt Wien. (2023). *Kanalisation*. Abgerufen am 16.06.2023 von <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/umwelt/kanalisation/kanal/einleitung.html>
- Stiny, L. (2018). *Grundwissen Elektrotechnik und Elektronik*, (7. Aufl.). Springer.
- TRACTO-TECHNIK. (2023). *INTELLIGENTE LÖSUNGEN FÜR EINE INTAKTE INFRA-STRUKTUR*. Abgerufen am 03.03.2023 von <https://tracto.com/de/>
- UBA. (2015). *Kriterien für schadstoff- und emissionsarme Bauprodukte*. Abgerufen am 02.06.2023 von

- https://www.wecobis.de/fileadmin/images/Symposium/BAU2015/Wurbs_-_Kriterien_fuer_schadstoff-_und_emissionsarme_Bauprodukte.pdf
- USGBC. (2023). *LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION*. Version v4.1, 2023. Abgerufen am 17.07.2023 von <https://build.usgbc.org/bdc41>
- Vereinte Nationen. (2015). *Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung* Abgerufen am 10.02.2023 von <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>
- WECOBIS. (2021). *Über WECOBIS*. Abgerufen am 26.06.2023 von <https://www.wecobis.de/en/ueber-wecobis.html>
- Weigert, M., Winkler, L., & Obernosterer, R. (2021). *CO2-NEUTRALE BAUSTELLE*.
- Wien Energie. (2017). *Wie erzeugt Wien Energie eigentlich Öko-Energie?* Abgerufen am 18.06.2023 von <https://www.wienenergie.at/blog/wie-erzeugt-wien-energie-eigentlich-oeko-energie/>
- Wiener Netze. (2018). *Wir leiten Zukunft ein*. Abgerufen am 16.03.2023 von https://www.wienernetze.at/documents/34936/9954626/20180608_WN+5+Jahre+Brosch%C3%BCre_v07.pdf/24f2ffef-dce8-78d0-cee5-a8e6184dd89d?t=1602145438987
- Wiener Netze. (2020). *KENNZAHLEN 2020*.
- Wiener Netze. (2022). *Stromerzeugung in Österreich 2021*. Abgerufen am 07.04.2023 von <https://positionen.wienenergie.at/grafiken/stromerzeugung-in-osterreich/>
- Wiener Netze. (2023a). *Sichere Stromversorgung*. Abgerufen am 12.07.2023 von <https://www.wienernetze.at/sichere-stromversorgung>
- Wiener Netze. (2023b). *Unternehmensprofil*. Abgerufen am 04.07.2023 von <https://www.wienernetze.at/unternehmensprofil>
- WKO. (2018). *Baurestmassen*. Abgerufen am 08.06.2023 von <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/broschuere-baurestmassen.pdf>
- WKO. (2022). *Auswahl-, Eignungs- und Zuschlagskriterien im Vergaberecht*. Abgerufen am 29.06.2023 von https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/Auswahl-,Eignungs-_und_Zuschlagskriterien_im_Vergabeverfa.html

Anhang

- A1 Interview Ing. Klein: Befragung zu internen Planungsabläufe Wiener Netze vom 20.12.2022 (nicht Teil der Veröffentlichung)
- A2 Interview Ing. Klein: Befragung zu internen Planungsabläufe Wiener Netze Teil 2 vom 06.02.2023 (nicht Teil der Veröffentlichung)
- A3 Interview Bauunternehmen: Befragung zu Ablauf Bauausführung vom 06.02.2023 (nicht Teil der Veröffentlichung)
- A4 Ableitung Nachhaltigkeitspotentiale anhand von Zertifizierungssystemen
- A5 Abfrage der aktuellen Umsetzung der Nachhaltigkeitspotentiale im Referenzprojekt (Bauunternehmen und Wiener Netze)
(nicht Teil der Veröffentlichung)

Eidesstattliche Erklärung

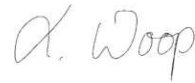
Ich erkläre an Eides statt, dass die vorliegende Arbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen von mir selbstständig erstellt wurde. Alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, sind in dieser Arbeit genannt und aufgelistet. Die aus den Quellen wörtlich entnommenen Stellen, sind als solche kenntlich gemacht.

Das Thema dieser Arbeit wurde von mir bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt. Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachterinnen/Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Wien, 09.09.2023



Alicia Kristiana Ogrysek



Lea Sabine Woop

BREEAM						
BREEAM AT Neubau 2019, Technisches Handbuch SD BNBAT01b, Version 1.1, Stand 11/2022						
Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß BREEAM)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID	
Management		x		Anerkennung und Förderung eines integralen Planungsprozesses, welcher die Gebäudeeffizienz optimiert.	BREEAM 01 Frühzeitige Erstellung einer Nachhaltigkeitsstrategie (vor Projektstart)	
			x	Um den Wert während der gesamten Lebensdauer des Gebäudes zu fördern, soll die Verwendung ausgewählter Lebenszykluskosten-Berechnungen zur Verbesserung von Planung, Spezifikationen, Wartung und Betrieb über die gesamte Lebensdauer gefördert sowie die Kapitalkostenrechnung zur Begünstigung der ökonomischen Nachhaltigkeit verwendet werden	BREEAM 02 Lebenszykluskosten am Anfang des Projektes zur Kostensteuerung über den gesamten Lebenszyklus (Nachkalkulation insbesondere für Betriebs- und Wartungskosten). Ökonomische Nachhaltigkeit	
			x		Anerkennung und Förderung von Baustellen, welche umwelt- und sozialorientiert, sowie verantwortungsvoll und verantwortlich geführt werden.	BREEAM 03 Die am Bau beteiligten Firmen betreiben nachweislich ein Umweltmanagement (z.B. Umweltmanagementsystem)
		x		Sehr spezialisierter IAÜ-Prozess im Kabelbau	Förderung eines systematisch geplanten Inbetriebnahme- und Übergabe-Prozesses, welcher die Anforderungen und Bedürfnisse der Gebäudenutzer sicherstellt.	
		x		Sehr spezialisierter IAÜ-Prozess im Kabelbau	Erbringung von Nachbetreuungsleistungen für Bauherrn bzw. Gebäudenutzer im ersten Jahr nach Bezug, um sicherzustellen, dass das Gebäude den konstruktiven und betrieblichen Anforderungen entspricht bzw. daran angepasst werden kann.	
Gesundheit und Wohlbefinden		x		Sicherstellung, dass Tageslichtverfügbarkeit, künstliche Beleuchtung und die Regulierung von Beleuchtungssystemen durch die Gebäudenutzer bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Optimale Sichtverhältnisse sowie visuelle Behaglichkeit sollen für die Nutzer gewährleistet werden.		
		x		Anerkennung und Förderung eines gesunden Innenraumklimas durch die Festlegung und Installation von geeigneter Raumlufttechnik, sonstigen Anlagen sowie Ausstattungen		
		x		Anerkennung und Förderung von einem gesunden Innenraum durch die sichere Ausstattung und Abführung von Schadstoffen.		
		x		Ziel ist es sicherzustellen, dass angemessene Niveaus an thermischer Behaglichkeit durch die Planung erzielt werden und dass Regulierungsmöglichkeiten vorhanden sind, damit ein für die Gebäudenutzer thermisch behagliches Umfeld hergestellt werden kann.		
		x		Sicherstellung, dass die Anforderungen an die Bau- und Raumakustik eines Gebäudes umgesetzt werden.		
			x		Anerkennung und Förderung effizienter Maßnahmen, welche die sichere und ungefährdete Nutzung des Gebäudes, sowie den Zugang zum und vom Gebäude begünstigen.	
			x	Risikobewertung inkl. Präventionsmaßnahmen. Bezug nicht nur auf Naturgefahren sondern auch z.B. potentielle Grabungsarbeiten in bestimmten Bereichen des Kabels; Analyse/Monitoring was die häufigsten Störungen/Beeinträchtigungen sind => Grundlage für Risikobewertung	Verringerung der Auswirkungen von natürlichen Gefahren auf das Gebäude.	BREEAM 04 Identifizieren von potenziellen Gefahren inkl. Präventionsmaßnahmen
		x			Schaffung von privaten Flächen außerhalb des Gebäudes, die den Bewohnern Privatsphäre gewähren und ein Gefühl von Wohlbefinden vermitteln	
		x		Das Risiko der Wasserverschmutzung in der Haustechnik zu minimieren sowie die Bereitstellung von sauberem, frischen Wasserquellen für die Gebäudenutzer zu gewährleisten		

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß BREEAM)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Reduktion des Energieverbrauchs und der CO2-Emissionen	x		Bezieht sich auf Betrieb	Anerkennung und Förderung von Gebäuden, die zur Minimierung des Energiebedarfs, des Primärenergieverbrauchs und der CO2-Emissionen im Gebäudebetrieb konzipiert sind.	
Überwachung des Energieverbrauchs	x		Bezieht sich auf Betrieb	Anerkennung und Förderung der Installation von Unterzählern, welche das Monitoring des betriebsbedingten Energieverbrauchs ermöglichen.	
Außenbeleuchtung	x		Keine Außenbeleuchtung relevant	Erkennung und Förderung der Festlegung von Energiesparleuchten für den Außenbereich des Bauvorhabens	
Gestaltungsmaßnahmen zur Senkung der CO2-Emissionen	x		Bezieht sich auf Betrieb	Förderung von Gestaltungsmaßnahmen, welche den Energieverbrauch von Gebäuden und die damit verbundenen CO2-Emissionen reduzieren und die Abhängigkeit von aktiver Gebäudetechnik verringern.	
Energieeffiziente Kühl- und Kältelager		x		Anerkennung und Förderung der Installation energieeffizienter Kühlsysteme und damit Reduktion der durch den Energiebedarf dieser Systeme bedingten Emissionen von Treibhausgasen.	
Energieeffiziente Beförderungssysteme	x		Keine Relevanz	Anerkennung und Förderung der Verwendung energieeffizienter Beförderungssysteme.	
Energieeffiziente Laborsysteme	x		Keine Relevanz	Anerkennung und Förderung von Laborbereichen, welche energieeffizient konzipiert wurden um CO2-Emissionen durch deren betrieblichen Energieverbrauch zu minimieren.	
Energieeffiziente Ausstattungen	x			Anerkennung und Förderung der Beschaffung energieeffizienter Ausstattungen, um optimale Leistung und Energieeinsparungen im Betrieb zu gewährleisten.	
Trockenraum für Wäsche	x		Keine Relevanz	Den Energieverbrauch zur Trocknung von Wäsche so weit wie möglich zu reduzieren.	
Zugänglichkeit zum öffentlichen Nahverkehr	x		Keine Relevanz	Anerkennung und Förderung der Entwicklung von Projekten, die sich in der Nähe von Zugängen zu einem gut ausgebauten öffentlichen Verkehrsnetz befinden, um so die verkehrsbedingte Umweltverschmutzung und die Verkehrsüberlastung/Staus zu reduzieren.	
Nähe zu relevanten Einrichtungen	x		Keine Relevanz	Förderung und Belohnung eines Gebäudestandorts, der den Zugang zu lokalen Einrichtungen und sozialer Infrastruktur erleichtert, um Umweltauswirkungen, wirtschaftliche und soziale Faktoren zu reduzieren, die mit Mehrfachfahrten und der Überwindung großer Distanzen durch die Gebäudenutzer einhergehen, beispielsweise verkehrsbedingte Emissionen und Verkehrsstaus.	
Alternative Verkehrsmittel	x		Keine Relevanz	Bereitstellung von Ausstattungen, die die Gebäudenutzer ermutigen, kohlenstoffarme Verkehrsmittel zu nutzen und die Anzahl individueller Fahrten zu reduzieren.	
Maximale Parkplatzkapazität	x		Keine Relevanz	Förderung des Einsatzes alternativer Verkehrsmittel zum privaten Pkw, für die Fahrt zum und vom Gebäude, zur Verringerung der verkehrsbedingten Emissionen und der mit dem Betrieb des Gebäudes verbundenen Verkehrsbelastung.	
Mobilitätskonzept	x		Keine Relevanz	Anerkennung der Berücksichtigung einer Reihe von Mobilitätsoptionen für Gebäudenutzer, um die Abhängigkeit von Mobilitätsformen mit den höchsten Umweltauswirkungen zu reduzieren.	
Heimarbeitsplatz	x		Keine Relevanz	Reduktion der Notwendigkeit zur Arbeit zu pendeln, indem den Bewohnern der notwendige Platz und die notwendige Infrastruktur zur Verfügung gestellt wird, um von zu Hause aus arbeiten zu können.	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß BREEAM)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Wasser		x	Bezieht sich auf Bedarf/Aufkommen während des Betriebs.	Reduktion des Verbrauchs von Trinkwasser für Sanitäranlagen in Gebäuden durch Nutzung wassersparender Installationen sowie Wasser-Recycling-Systeme.	BREEAM 05 Reduktion des Trinkwasserverbrauchs (z.B. Einschwemmverfahren und Kühlsystem).
	x		Keine Relevanz	Es wird sichergestellt, dass der Wasserverbrauch überwacht und gesteuert werden kann, um so die Reduktion des Verbrauchs zu fördern.	
	x		Keine Relevanz	Reduktion der Auswirkungen von Wasserleckagen, die sonst möglicherweise unentdeckt geblieben wären.	
	x		Keine Relevanz	Förderung des Einsatzes von effizienten Anlagen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs.	
Material		x		Ziel ist es, den Einsatz von geeigneten Instrumenten zur Durchführung von Ökobilanzierungen und der damit verbundenen Festlegung von Baustoffen, welche über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg geringe Umweltauswirkungen aufweisen, zu fördern	BREEAM 06 Einsatz von Baustoffen, mit geringer negativer Auswirkungen auf die Umwelt (über den gesamten Lebenszyklus).
		x		Anerkennung und Förderung der Auswahl und des Einsatzes verantwortungsvoll gewonnener Bauprodukte.	BREEAM 7 Einsatz von Baustoffen, mit geringer negativer Auswirkungen auf den Menschen (über den gesamten Lebenszyklus). Fokus auf Materialherstellung.
		x		Anerkennung und Förderung eines angemessenen Schutzes der Elemente des Gebäudes und der Außenanlagen, die der Witterung ausgesetzt sind, wodurch die Häufigkeit von Ersatzmaßnahmen minimiert und die Material-Optimierung maximiert wird.	BREEAM 8 Minimierung der Reparaturen des Systems durch Schutzmaßnahmen (z.B. Muffenbauwerk statt Umhausung).
		x		Anerkennung und Förderung von Maßnahmen zur Optimierung der Materialeffizienz, um die Umweltauswirkungen von Materialeinsatz und Abfall möglichst gering zu halten, ohne die konstruktive Stabilität, Dauerhaftigkeit oder Lebensdauer des Gebäudes zu beeinträchtigen.	BREEAM 9 Minimierung von Abfällen durch Förderung der Materialeffizienz
Abfall		x		Förderung der Ressourceneffizienz durch den effektiven und richtigen Umgang mit Bauabfällen.	BREEAM 10 Minimierung von Bauabfällen und nachhaltige Verwertung (Mülltrennung).
		x		Anerkennung und Förderung der Verwendung von recycelten und sekundären Zuschlagstoffen, wodurch der Bedarf an neuen Rohstoffen gesenkt und die Materialeffizienz bei der Baudurchführung optimiert wird.	BREEAM 11 Einsatz von recycelten Baumaterialien.
	x		Keine Relevanz	Anerkennung und Förderung der Bereitstellung von speziellen Lagereinrichtungen für die betrieblichen, verwertbaren Abfallströme eines Gebäudes, so dass diese Abfälle nicht der Deponierung oder Verbrennung zugeführt werden.	
	x		Nicht Teil des Betrachtungshorizonts der Arbeit.	Förderung von Spezifikation und Passung des Endausbaus, die vom Gebäudenutzer ausgewählt werden, wodurch unnötige Abfallentstehung/ Materialverschwendung vermieden wird.	
	x		Keine Relevanz	Anerkennung und Förderung von Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von extremen Wetterverhältnissen, die sich aus dem Klimawandel über die Lebensdauer des Gebäudes hinweg ergeben.	
		x		Anerkennung und Förderung von Maßnahmen, die ergriffen wurden, um künftige Nutzungsänderungen des Gebäudes über seine Lebensdauer hinweg zu ermöglichen.	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß BREEAM)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Landnutzung und Ökologie		x		Förderung der Nutzung von bereits genutzten bzw. erschlossenen oder kontaminierten Flächen bzw. Vermeidung der Nutzung bisher unversiegelter Flächen zu Bauzwecken.	
	x			Förderung der Erschließung von Flächen, welche einen niedrigen ökologischen Wert in Bezug auf die Tier- und Pflanzenwelt aufweisen und Schutz bestehender ökologischer Merkmale vor Schäden durch die Vorbereitung von Bautätigkeiten und deren Durchführung.	
	x		Keine Relevanz	Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Wertes des Standortes durch das Bauprojekt.	
			x	Minimierung der langfristigen Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Biodiversität des Grundstücks und der Umgebung.	BREEAM 12 Minimierung der Umweltauswirkungen.
Umwelt	x		Keine Relevanz	Reduktion der Treibhausgasemissionen, welche durch Leckagen der verwendeten Kältemittel zum Heizen oder zum Kühlen des Gebäudes entstehen.	
	x		Keine Relevanz	Die Verringerung der nationalen NOx-Emissionswerte durch den Einsatz von emissionsarmen Wärmequellen in Gebäuden.	
	x		Keine Relevanz	Vermeidung, Reduktion und Verzögerung des Abflusses von Niederschlagswasser in öffentliche Abwasserkanäle und Fließgewässer und der damit verbunden Minimierung des Risikos sowie der Auswirkungen lokaler Überschwemmungen auf dem Grundstück bzw. auch in dessen unmittelbaren Umfeld, der Verschmutzung von Fließgewässern und anderer umweltbezogener Schäden.	
	x		Keine Relevanz	Beschränkung der Außenbeleuchtung auf die erforderlichen Bereiche. Auf diese Weise wird nach oben gerichtetes Licht auf ein Minimum reduziert, unnötige Lichtemissionen vermieden, der Energieverbrauch gesenkt und die Störung benachbarter Grundstücke reduziert.	
	x		Keine Relevanz	Ziel ist es, die Wahrscheinlichkeit zu verringern, dass Lärm, der von ortsfesten Anlagen auf dem neu bebauten Gebiet ausgeht, lärmempfindliche Gebäude in der Nähe beeinträchtigt.	
Innovation		x		Förderung der Innovation in der Bauindustrie durch die Anerkennung ihrer nachhaltigkeitsbezogenen Vorteile, die durch die Standard-BREEAM AT Kriterien nicht anerkannt werden.	BREEAM 13 Förderung von Forschung im Bereich Nachhaltigkeit

LEED					
LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, Stand 29.07.2022					
Kriterien (Eigene Übersetzung)	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß LEED, eigene Übersetzung)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Integrativer Prozess Integrative Projektplanung und Gestaltung		x		Maximierung der Möglichkeiten für eine integrierte, kosteneffiziente Einführung von Strategien für umweltfreundliches Design und Bauen, Betonung der menschlichen Gesundheit als grundlegendes Bewertungskriterium für die Planung, den Bau und den Betrieb von Gebäuden Betriebsstrategien. Nutzung innovativer Ansätze und Techniken für umweltfreundliches Planen und Bauen.	LEED 01 Zu Projektstart wird eine Strategie entwickelt wie Nachhaltigkeit im Projekt umgesetzt werden kann.
Standort und Transport Nachbarschaftsentwicklung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Schutz sensibler Flächen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Standort mit hoher Priorität und faire Entwicklung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Dichte und Nutzungsvielfalt in der Umgebung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Zugang zu qualitativ hochwertigen Verkehrsmitteln	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Fahrradanlagen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Geringer Platzbedarf für Parkplätze	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Elektrische Fahrzeuge	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Zukunftsfähige Standorte Vermeidung von Umweltverschmutzung durch Bautätigkeit		x		Verringerung der Umweltverschmutzung durch Bautätigkeiten durch Kontrolle der Bodenerosion, der Sedimentation in den Gewässern und Staub in der Luft, die sich unverhältnismäßig stark auf die Gemeinden in der Nähe auswirken.	LEED 02 Durch zusätzliche Kontrollen soll die Umweltverschmutzung reduziert werden (externe Kontrolle).
Umweltverträglichkeitsprüfung	x			Schutz der Gesundheit schutzbedürftiger Bevölkerungsgruppen, indem sichergestellt wird, dass der Standort auf Umweltverschmutzung geprüft und etwaige Umweltverschmutzungen beseitigt wurden.	
Standortbewertung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Schutz oder Wiederherstellung von Lebensräumen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Freiraum	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Regenwasserbewirtschaftung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Reduzierung der Wärmeinseln	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Reduzierung der Lichtverschmutzung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Standortmasterplan	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Richtlinien für Pächter für die Gestaltung un den Bau	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Ruheorte	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Direkter Außenzugang	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Gemeinsam genutzte Einrichtungen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Wassereffizienz Reduzierung des Wasserverbrauchs im Freien	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Reduzierung des Wasserverbrauchs in Innenräumen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Wassermessung auf Gebäudeebene	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Optimierung der Prozesswassernutzung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Wassernutzung im Kühlturm	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Wassermessung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Energie + Globale Umwelteinwirkungen Grundlegende Inbetriebnahme und Verifizierung	x		Sehr spezialisierter IAÜ-Prozess im Kabelbau	Keine Relevanz	
Mindest-Energieeffizienz	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Energiemessung auf Gebäudeebene	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Grundlegendes Kältemittelmanagement	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Verbesserte Inbetriebnahme	x		Sehr spezialisierter IAÜ-Prozess im Kabelbau	Keine Relevanz	
Optimieren Energieleistung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Erweiterte Energiemessung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Netzharmonisierung	x		Nicht Teil der Diplomarbeit	Keine Relevanz	
Erzeugung erneuerbarer Energie	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Verbessertes Kältemittelmanagement	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	

Kriterien (Eigene Übersetzung)	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß LEED, eigene Übersetzung)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Lagerung und Sammlung von Werkstoffen	x		Abfallverwertung während des Betriebs	Verringerung der unverhältnismäßig hohen Belastung von Deponien und Verbrennungsanlagen durch die Abfälle der Gebäudenutzer, die zu Deponien und Verbrennungsanlagen transportiert und dort entsorgt werden, durch Reduzierung, Wiederverwendung und Recycling sowie durch Aufklärung und Erhaltung der natürlichen Ressourcen für künftige Generationen.	
Reduzierung von Quecksilber	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Reduzierung der Auswirkungen auf den Lebenszyklus von Gebäuden		x		Förderung der Wiederverwendung und Optimierung der Umweltleistung von Produkten und Materialien.	LEED 03 Materialien werden wiederverwendet.
Umweltdeklaration von Bauprodukten		x		Förderung der Verwendung von Produkten und Materialien, für die Lebenszyklusinformationen verfügbar sind und die ökologisch, wirtschaftlich und sozial vorteilhafte Lebenszyklusausswirkungen haben. Belohnung der Projektteams für die Auswahl von Produkten von Herstellern, die nachweislich bessere Umweltauswirkungen im Lebenszyklus aufweisen.	LEED 04 Es werden nachweislich umweltfreundliche Baustoffe/Materialien eingesetzt. Der Nachweis erfolgt über eine vereinbarte Umweltzertifizierung.
Beschaffung von Rohstoffen		x		Förderung der Verwendung von Produkten und Materialien, für die Lebenszyklusinformationen verfügbar sind und die ökologisch, wirtschaftlich und sozial vorteilhafte Auswirkungen auf den Lebenszyklus haben. Belohnung von Projektteams für die Auswahl von Produkten, die nachweislich auf verantwortungsvolle Weise gewonnen oder beschafft wurden.	LEED 05 Die eingesetzten Materialien/Produkte wurden verantwortungsvoll, unter menschlichen Bedingungen hergestellt
Stoffliche Inhaltsstoffe		x		Förderung der Verwendung von Produkten und Materialien, für die Lebenszyklusinformationen verfügbar sind und die ökologisch, wirtschaftlich und sozial vorteilhafte Lebenszyklusausswirkungen haben. Belohnung von Projektteams für die Auswahl von Produkten, deren chemische Inhaltsstoffe nach einer anerkannten Methode inventarisiert wurden, und für die Auswahl von Produkten, die nachweislich die Verwendung und Erzeugung von Schadstoffen minimieren. Belohnung von Rohstoffherstellern, die Produkte herstellen, die nachweislich bessere Lebenszyklusausswirkungen haben	LEED 06 Es werden möglichst schadstoffarme Baustoffe/Materialien eingesetzt
Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen		x		Verringerung von Bau- und Abbruchabfällen, die auf Deponien und in Verbrennungsanlagen entsorgt werden, durch Abfallvermeidung und Wiederverwendung, Rückgewinnung und Recycling von Materialien sowie Erhaltung der Ressourcen für künftige Generationen. Verzögerung des Bedarfs an neuen Deponien, die sich oft in Grenzgebieten befinden, und Schaffung von umweltfreundlichen Arbeitsplätzen und Materialmärkten für Baudienstleistungen.	LEED 07 Abfälle werden so gut wie möglich reduziert, indem: - Baustoffe/Materialien sparsamer eingesetzt wird - Baustoffe/Materialien wiederverwendet wird - Recyclingfähige Baustoffe/Materialien verwendet werden
Mindestanforderungen an die Luftqualität in Innenräumen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Bekämpfung des Tabakrauchs in der Umwelt	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Akustische Mindestanforderungen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Verbesserte Strategien für die Luftqualität in Innenräumen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Emissionsarme Materialien	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Plan zum Management der Innenraumluftqualität	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Bewertung der Luftqualität in Innenräumen	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Thermischer Komfort	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Innenbeleuchtung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Tageslicht	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Qualitätsansichten	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Akustische Leistung	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	

Anhang A4

Kriterien (Eigene Übersetzung)	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß LEED, eigene Übersetzung)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Innovationen		x		Förderung von Projekten, die außergewöhnliche oder innovative Leistungen zum Nutzen der Gesundheit von Mensch und Gesundheit und Gleichheit der Umwelt. Förderung des LEED-Fachwissens bei der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Gebäuden Betrieb und die Zusammenarbeit bei Projektprioritäten.	LEED 08 Innovationen in Hinblick auf Nachhaltigkeit werden gefördert und angestrebt.
LEED Accredited Professional	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	
Kriterien mit standortbedingt besonderer Bedeutung <i>keine weiteren Kriterien für Österreich, nur Spezifizierungen bei der Punktvergabe/Wichtung</i>	x		Keine Relevanz	Keine Relevanz	

DGNB (ÖGNI) DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau, VERSION 2023						
Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß DGNB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID	
Ökologische Qualität		x		Unser Ziel ist eine konsequent lebenszyklusorientierte Planung von Gebäuden, um die Treibhausgasbilanz, weitere emissionsbedingte Umweltwirkungen und den Verbrauch von endlichen Ressourcen über alle Lebensphasen eines Gebäudes hinweg auf ein Minimum zu reduzieren	DGNB 01 Lebenszyklusorientierte Planung	
			x	Unser Ziel ist es, alle gefährdenden oder schädigenden Werkstoffe, (Bau-) Produkte sowie Zubereitungen, die Mensch, Flora und Fauna beeinträchtigen bzw. kurz-, mittel- und / oder langfristig schädigen können, zu reduzieren, zu vermeiden oder zu substituieren.	DGNB 02 Einsatz von umweltschonenden Materialien	
			x	Unser Ziel ist es, die Verwendung von Produkten im Gebäude und dessen Außenanlagen zu fördern, die hinsichtlich ökologischer und sozialer Auswirkungen über die Wertschöpfungskette transparent sind und deren Rohstoffgewinnung und Verarbeitung anerkannten ökologischen und sozialen Standards entsprechen	DGNB 03 Einsatz von fair hergestellten Materialien	
			x	Unser Ziel ist der Erhalt des natürlichen Wasserkreislaufs sowie eine Reduktion des Trinkwasserbedarfs durch Wiederverwertung von Abwässern und Nutzung lokaler Ressourcen	DGNB 04 Ressourcenschonender und qualitätsentsprechender Einsatz von Wasser	
		x		Wiederherstellung der Flächen gemäß der Vorgaben der MA 28 => nicht beeinflussbar	Unser Ziel ist die Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen und die Begrenzung der Bodenversiegelung nicht bebauter Flächen.	
		x		Wiederherstellung der Flächen gemäß der Vorgaben der MA 28 => nicht beeinflussbar	Unser Ziel ist die Erhaltung und Förderung biologischer Vielfalt im lokalen Kontext. Die gebaute Umwelt hat einen wesentlichen Einfluss auf die Vielfalt der Ökosysteme (Lebensgemeinschaften, Lebensräume sowie Landschaften), die Vielfalt der Arten sowie deren genetische Vielfalt. Wir möchten Impulse setzen, positiv zum Aufbau, zum Erhalt oder zur Erweiterung der biologischen Vielfalt direkt an Gebäuden und deren anliegenden Außenflächen beizutragen	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß DGNB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus		x		Unser Ziel ist ein sinnvoller und bewusster Umgang mit wirtschaftlichen Ressourcen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. In den Konzeptionierungs- und Planungsphasen zur Realisierung eines Gebäudes liegen die wesentlichen Optimierungspotenziale für eine spätere wirtschaftliche Bewirtschaftung. Die an der Planung Beteiligten sollen sich regelmäßig und bereits in frühen Planungsphasen mit möglichen Folgekosten Ihrer Entwurfsund Ausführungs-Varianten beschäftigen	DGNB 05 Optimierung der Herstellungs- und Folgekosten durch Betrachtung des gesamten Lebenszyklus.
Wertstabilität und Anpassungsfähigkeit	x			Unser Ziel ist es, Gebäude mit möglichst hoher Nutzerakzeptanz und langfristigem Marktpotenzial und zu schaffen und somit für langfristige Wertstabilität zu sorgen. Vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Wandels und neuer Herausforderungen sind dabei Anpassbarkeit und Umnutzungsfähigkeit von hoher Bedeutung, ebenso wie der langfristige Werterhalt einer Immobilie	
<p>Ökonomische Qualität</p> <p>Klimaresilienz</p>	x		Keine Relevanz	Gebäude sind vielfältigen und sehr unterschiedlichen Umweltauswirkungen ausgesetzt. Wie hoch die Widerstandsfähigkeit eines Gebäudes gegenüber diesen Einflüssen ist, trägt maßgeblich zum Schutz des Gebäudes und einer langen Nutzbarkeit bei. Die Bedeutung des Themas wird durch den sich abzeichnenden Klimawandel an Bedeutung gewinnen. Entscheidend für den Schutz der Gebäude und die langfristige Nutzung wird sein, wie Gebäude auf die am Standort auftretenden Klima- sowie weiterer Risiken reagieren	
Dokumentation		x		Unser Ziel ist es, die digitale Bauplanung möglichst adäquat zur realen Bauausführung zu dokumentieren. Der ökonomische Anreiz soll zu einer qualitativ hochwertigeren Planung und Dokumentation gebauter Substanz und somit in die praxisgerechte Kreislaufwirtschaft führen. Wenn alle relevanten Gebäudeinformationen strukturiert vorliegen, können Eigentümer und Eigentümerinnen sowie Mietende und Betreibende anhand dieser effizient wirtschaften und planen. Neben der guten Dokumentation des gebauten Gebäudes, stehen auch der Übergang in die Betriebsphase sowie die Vorbereitung zur Nachführung der Daten in der Nutzungsphase im Blick dieses Kriteriums.	DGNB 06 Digitale Dokumentation der im Bau eingesetzten Baustoffe als Grundlage für den Betrieb und eine Nachkalkulation

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß DGNB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Thermischer Komfort	x			Unser Ziel ist es, für Winter und Sommer einen thermischen Komfort zu gewährleisten, welcher der vorgesehenen Nutzung entspricht und für eine angemessene Behaglichkeit sorgt	
Innenraumluftqualität	x			Unser Ziel ist es, eine Luftqualität im Innenraum zu gewährleisten, die das Wohlbefinden und die Gesundheit der Raumnutzer nicht beeinträchtigt	
Akustischer Komfort	x			Unser Ziel ist die Gewährleistung eines der Nutzung der Räume entsprechenden Schallschutzes, der unzumutbare Belästigungen vermeidet und raumakustische Verhältnisse zu schaffen, die der vorgesehenen Nutzung entsprechen und einen angemessenen Nutzerkomfort sicherstellen.	
Soziokulturelle & funktionale Qualität Visueller Komfort	x			Unser Ziel ist es, in allen ständig genutzten Innenräumen eine ausreichende und störungsfreie Versorgung mit Tages- und Kunstlicht sicher zu stellen. Visueller Komfort bildet die Grundlage für allgemeines Wohlbefinden und effizientes und leistungsförderndes Arbeiten. Natürliches Licht wirkt sich positiv auf die psychische und physische Gesundheit des Menschen aus. Darüber hinaus bildet eine gute Tageslichtnutzung ein hohes Energieeinsparpotential für künstliche Beleuchtung und Kühlung.	
Aufenthaltsqualitäten innen und außen	x			Unser Ziel ist es, Gebäudenutzern einen Innen- und Außenraum mit möglichst vielseitigen Aufenthaltsmöglichkeiten und guter Ausstattungsqualität zu bieten sowie die Nachhaltigkeit einer Immobilie und den Komfort aller Nutzer langfristig durch funktionale und qualitativ hochwertige Nutzungsbereiche zu steigern	
Barrierefreiheit	x			Unser Ziel ist es, die gesamte gebaute Umwelt jedem Menschen, unabhängig von seiner persönlichen Situation, uneingeschränkt zugänglich und nutzbar zu machen.	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß DGNB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Qualität der Gebäudehülle	x			Unser Ziel ist es, das gesamte Potenzial der Gebäudehülle auszuschöpfen. Diese soll zum einen als Schutzhülle dienen, um den Energiebedarf für die Raumkonditionierung von Gebäuden zu minimieren, gleichzeitig eine hohe thermische Behaglichkeit sicherzustellen und Bauschäden zu vermeiden und zum zweiten als Energielieferant und als erweiterte Außenfläche verstanden werden	
Einsatz und Integration von Gebäudetechnik	x			Unser Ziel ist eine Gebäudekonzeption mit einer bestmöglichen Nutzung passiver Systeme und der Einbindung von regenerativen Energien für die erforderlichen technischen Systeme. Zudem soll erreicht werden, dass ein Gebäude mit möglichst geringem Aufwand an wechselnde Nutzungsbedingungen bzw. an technische Neuerungen angepasst werden kann und die verwendeten technischen Systeme im Quartier integriert sind.	
Zirkuläres Bauen		x		Unser Ziel ist der in hohem Maße sparsame Umgang mit natürlichen Ressourcen und deren effiziente Nutzung. Dementsprechend fördern wir Lösungen, die es erlauben, bereits geschaffene Werte möglichst ohne Einbußen wiederverwendbar zu machen. Bestimmt von dem Vorsatz, nahezu keine Primärressourcen für Bau und Unterhalt von Gebäuden zu benötigen, machen wir uns stark für eine Strategie zur Steigerung der aktuellen Materialeffektivität: für eine so gut wie verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen – im Verbund mit einer wesentlichen Reduktion der eingesetzten Materialien. Somit zielt das Kriterium auf eines der wichtigsten Anliegen der DGNB: eine real umgesetzte Kreislaufwirtschaft zu schaffen, die Akteure wie Nutzer in die Lage versetzt, den Abbau von natürlichen Ressourcen auf ein Minimum zu reduzieren, gar bestenfalls gänzlich darauf zu verzichten. Mit dem Ergebnis, dass eingesetzte Ressourcen nach erreichtem Eigennutzen den Folgegenerationen auch weiterhin in höchstmöglichem Maße zur Verfügung stehen – zu ihrer eigenen wohlbefindlichen Entfaltung.	DGNB 07 Bestrebung nach einer verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen und effizienten Einsatz von Materialien
Mobilitätsinfrastruktur	x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist die der sparsame Umgang natürlicher Ressourcen bei der Dimensionierung von Infrastruktur und Angebot, die Reduktion von verkehrsbedingten Emissionen in Luft, Wasser und Boden, die Steigerung des Nutzerkomforts durch eine nachhaltige Mobilitätsinfrastruktur und die Stärkung leistungsfähiger, bezahlbarer Mobilitätsangebote	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß DGNB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID	
Prozessqualität		x		Unser Ziel ist es, durch einen optimierten und transparenten Planungsprozess die bestmögliche Gebäudequalität zu erreichen, indem frühzeitig („Phase 0“) die relevanten Rahmenbedingungen definiert werden	DGNB 08 Größere Aufmerksamkeit auf die Planungsphase richten	
			x	Unser Ziel ist die frühzeitige Integration der Nachhaltigkeitsaspekte bereits in der Ausschreibungsphase, um sicherzustellen, dass alle Entscheidungen auf einer ganzheitlichen Betrachtung basieren	DGNB 9 Nachhaltigkeitsaspekte in der Ausschreibung und Vergabe verankern (Eignungs- und Auswahlkriterien)	
		x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist es, nachhaltige Gebäude zu erschaffen, die von den Menschen gerne und lange genutzt werden. Nachhaltigkeit und Baukultur bedingen sich gegenseitig und sind untrennbar miteinander verbunden. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel der DGNB, die gestalterische Qualität unserer gebauten Umwelt zu steigern	
			x		Unser Ziel ist es, negative Auswirkungen auf die lokale Umwelt während der Bauphase zu minimieren. Dafür ist es erforderlich, die Bauausführenden auf den Baustellen hinsichtlich relevanter Umweltthemen zu sensibilisieren und zu schulen.	DGNB 10 Am Bau beteiligte Personen hinsichtlich Nachhaltigkeit schulen und sensibilisieren
		x		Sehr spezialisierter IAÜ-Prozess im Kabelbau	Unser Ziel ist es, das fertiggestellte Gebäude kurzfristig in einen geordneten Betrieb zu überführen, um somit die geplanten Eigenschaften in die Realität umzusetzen. Außerdem soll der Gebäudebetrieb unmittelbar nach Fertigstellung optimal gestaltet und die geplante Performance des Gebäudes mit möglichst geringen Abweichungen zur Planung in die Realität umgesetzt werden	
		x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist es, bereits in der Planung die Anforderungen des Facility Managements für den späteren Gebäudebetrieb adäquat zu berücksichtigen. Damit kann ein optimaler Betrieb des Gebäudes durch die Nutzer und die Dienstleister ermöglicht werden	
Standortqualität		x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist es, Gebäude und seine Nutzer vor den Auswirkungen negativer Umwelteinflüsse und Extremereignisse zu schützen und die Resilienz von Gebäuden gegenüber möglichen Einflüssen am Mikrostandort zu fördern.	
		x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist es, eine zukunftsfähige und vielfältige Mobilität der Gebäudenutzer zu fördern und eine nachhaltige Verkehrsinfrastruktur zu erreichen.	
		x		Keine Relevanz	Unser Ziel ist es, eine optimale Versorgung der Nutzer des Gebäudes mit einer nahen, gut erreichbaren, sozialen und erwerbswirtschaftlichen Infrastruktur zu gewährleisten und somit eine gesellschaftliche Akzeptanz des Gebäudes zu schaffen. Wir möchten ebenfalls die Integration des Gebäudes in seinen städtebaulichen Kontext durch vielfältige Nutzungsangebote an und für die Öffentlichkeit fördern	

TQB					
TQB.2010, Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen/Dienstleistungsgebäude 2018DL_1.0.1					
Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß TQB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Standort & Ausstattung	Infrastruktur	x	Kein Relevanz	Bei der Infrastrukturbewertung wird das Vorhandensein von und die räumliche Distanz zu Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs, der täglichen Nahversorgung, sozialen Infrastruktur sowie zu Einrichtungen für Erholung und Freizeit dokumentiert. Schon mit der Festlegung eines Gebäudestandorts bei Neubauten oder der bewussten Entscheidung für eine Sanierung eines Bestandsgebäudes wird eine Grundsatzentscheidung für künftige Belastungen der Umwelt getroffen. Im Bereich des Klimaschutzes trägt der Mobilitätssektor entscheidend zu Treibhausgasemissionen bei: Die Vermeidung von motorisiertem Individualverkehr ist somit ein grundsätzliches Klimaschutzziel, welches eng mit dem Gebäudesektor zusammen hängt. Die ÖGNB trägt dieser Tatsache dadurch Rechnung, dass die Bewertung von Standort und Ausstattung eines Objekts mit 20 Prozent in das Gesamtbewertungsergebnis einfließt.	
	Standortsicherheit und Baulandqualität	x		Im Bereich Standortsicherheit wird das Risiko durch Naturgefahren (Hochwasser, Starkregen, Lawinen, Muren, Erdbeben), die Radonbelastung aus dem Untergrund sowie der Abstand zu elektrischen Anlagen bzw. daraus resultierenden Gesundheitsgefährdungen bewertet. Zusätzlich werden die Baulandqualität hinsichtlich ökologischer Eignung und Erschließungsgrad und der Versiegelungsgrad bewertet. Die Analyse von Umgebungsrisiken sowie allenfalls notwendige Maßnahmen zur Risikominimierung tragen wesentlich zur langfristigen Gebäudenutzung bei und senken das Risiko für Folgekosten. Nachdem in Österreich das Basisrisiko für Naturgefahren durch die Raumordnung deutlich eingeschränkt sein sollte, werden in diesem Bewertungsbereich nur wenige ÖGNB-Qualitätspunkte vergeben.	
	Ausstattungsqualität	x	Kein Relevanz	Die Ausstattungsqualität beschreibt die Qualität der inneren Erschließung und die besonderen Ausstattungsmerkmale des Objekts.	
	Barrierefreiheit	x	Keine Relevanz	Anforderungen auf Gebäude gemäß Barrierefreiheit.	
Wirtschaftlichkeit & tech. Qualität	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus		x	Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, dann fällt nur rund ein Viertel der Kosten bei der Planung und Errichtung des Objekts an. Der Rest, also etwa 75 Prozent der Gesamtkosten entsteht während der Nutzungsphase und mit der Entsorgung des Gebäudes. Der Großteil dieser Kosten ist nur durch qualitativ hochwertige Planungsleistungen beeinflussbar. Aus diesem Grund ist eine umfassende Planung samt Ermittlung der Lebenszykluskosten eine zentrale Voraussetzung für nachhaltige Gebäude.	TQB 01 Kosten für Folgekosten in Planungsphase beachten. (Ganzer Lebenszyklus KaBa beachten)
	Sustainable Sites	x	Keine Relevanz in der Diplomarbeit (Forschungsabgrenzung)	Schon der Baustellenbetrieb stellt in vielen Fällen eine Beeinträchtigung für den Standort und die davon betroffenen Nachbarschaften dar. Neben Umweltbeeinträchtigungen (Staub, Lärm) ist eine geordnete Baustellenabwicklung auch eine sinnvolle Maßnahme für Kosteneffizienz bei der Errichtung / Sanierung von Gebäuden. In dieser Kriteriengruppe wird zusätzlich auch die Qualität der Freiraumgestaltung nach Fertigstellung bewertet.	
	Technische Objektqualität	x		Bezieht sich auf: Luftdichtheit des Gebäudes; Wärmebrücken des Gebäudes/ Feuchteschutz; Gebäudeautomation und Behaglichkeit; Elektrostatische Aufladung Bodenbeläge; Einbruchschutz und Sicherheit; Besondere Brandmelde- und Löscheinrichtungen; Abnahme Haustechnikanlagen	

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß TQB)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Energie & Versorgung	Auswahl des Energienachweisverfahrens	x	Bezieht sich auf Gebäude.	Geltende Verfahren zur Erfassung des Energiebedarfs: OIB RL6 2011; OIB RL6 2015; PHPP	
	Nutz- und Endenergieeffizienz	x	Bezieht sich auf Gebäude.	Der Energiebedarf eines Gebäudes stellt ein zentrales Kriterium für die Nachhaltigkeit eines Bauwerks dar: Je geringer der Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung, Hilfsenergie und Betriebsenergie ist, desto besser. Die Anforderungen des Passivhauses sind dabei ein qualitativ hochwertiger Bezugswert und deshalb für die ÖGNB ein wichtiger Orientierungspunkt bei der Bewertung.	
	Nachhaltige Energieaufbringung		x	Hier wird der Aufwand für die Energiebereitstellung in Form des Primärenergieaufwands (PEB) und dessen Umweltverträglichkeit mit Hilfe der aus dem Energieverbrauch resultierenden CO ₂ -Emissionen in Form des CO ₂ -Indikators bewertet. Zusätzlich wird auch das allfällige Vorhandensein einer Photovoltaikanlage mit ÖGNB-Qualitätspunkten belohnt. Wie beim Nutzenergiebedarf legt die ÖGNB bei der Bewertung für Neubauten, Bestandsgebäude und Sanierungen die gleich strengen Maßstäbe an.	TQB 02 CO2 Reduzierung durch alternative Stromerzeugung während der Bauausführung TQB 03 CO2 Reduzierung durch das Beachten des PEB der verwendeten Materialien.
	Wasserbedarf		x	Individuelle Verbrauchsabrechnung; Grund-, Regen- oder Brauchwassernutzung; Wassersparende Sanitäreinrichtungen;	TQB 04 Durch Dokumentation und bewusstem Einsatz wird die Ressource Wasser geschont.
Gesundheit & Komfort	Thermischer Komfort	x	Keine Relevanz	Der thermische Komfort eines Objekts ist sowohl im Winter als auch im Sommer (Überwärmung) entscheidend für das Wohlbefinden der GebäudenutzerInnen. Da die Behaglichkeitskriterien im Sommer zunehmende Bedeutung erlangen, fällt deren Gewichtung in dieser ÖGNB-Bewertungsgruppe höher aus, als der thermische Komfort im Winter.	
	Raumluftqualität	x	Keine Relevanz	Lüftung; Produktmanagement: Emissionsarme Bau- und Werkstoffe im Innenausbau ; Vermeidung von Schimmel und Feuchte / Schadstoffbegehung;	
	Schallschutz	x	Bezieht sich auf Standortwahl und Ausstattung Gebäude	Umgebungs lärmsituation; Raumakustik; Luftschallschutz in Trennbauteilen zwischen Nutzungseinheiten; Trittschallschutz von Trenndecken zwischen Nutzungseinheiten; Dauerschallpegel Innen/ Fassadenbemessung bzw. Anlagengeräuschpegel	
	Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz	x	Keine Relevanz	Qualität der künstlichen Beleuchtung; Tageslichtversorgung / Tageslichtquotient; Sonnen- und Blendschutz;	
Baustoffe & Konstruktion	Vermeidung kritischer Stoffe		x	Vermeidung von HFKW; Vermeidung von PVC; Vermeidung von SVHC;	TQB 05 Durch Ausschluss von Inhaltsstoffen Einsatz von Baustoffen, welche umweltfreundlich sind.
	Regionalität, Recyclinganteil, Produkte mit Umweltzertifikat		x	Verwendung regionaler Produkte; Einsatz recycelter / wiedergewonnener Baumaterialien; Verwendung von Produkten mit Umweltzertifikaten;	TQB 06 Einsatz von regionalen Produkten. Einsatz von recycelten Materialien. Einsatz von zertifizierten Materialien.
	Ökoeffizienz des Gesamtgebäudes	x	Keine Relevanz (Bezieht sich auf Aufbauten im Hochbau)	OI3-Berechnung als Leitindikator für die Ökoeffizienz des Gebäudes. Dieser berücksichtigt in einer Lebenszyklusbetrachtung (Bei Dienstleistungsgebäuden: 100 Jahre Betrachtungszeitraum) sämtliche im Gebäude vorhandenen Aufbauten und dabei verwendete Materialien	
	Entsorgung		x	Ermittlung mittels Entsorgungsindikator. Der Entsorgungsindikator (EI) des Gebäudes kann gemeinsam mit dem OI3-Index berechnet werden und stellt ein mit Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften gewichtetes Volumen der im Objekt eingesetzten Baustoffe bzw. Bauteile dar.	TQB 07 Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften beachten. Bei Planung Materialkreislauf beachten.

klimaaktiv					
klimaaktiv Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung 2020					
Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziel (gemäß Klimaaktiv)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Standort	Infrastruktur	x	Keine Relevanz	Bereits bei der Auswahl des Standortes wird die Basis für einen nachhaltigen Gebäudebetrieb gelegt.	
	Umweltfreundliche Mobilität	x	Keine Relevanz		
	Mikroklima und Grünraum	x	Keine Relevanz		
	Umweltzeichen	x	Keine Relevanz		
Energie & Versorgung	Energie	x	Keine Relevanz	Wenig Energiebedarf und CO2-Emissionen sowie ein geringer Primärenergiebedarf sind für klimaaktiv Gebäude maßgeblich.	
	Innovative Effizienztechnologien	x	Keine Relevanz		
	Betrieb und Qualitätssicherung	x	Keine Relevanz		
Baustoffe & Konstruktion	Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen		x	Neben der Energieeffizienz sind auch Kriterien für Baustoffe und Konstruktion für ein Gebäude im klimaaktiv Standard maßgeblich. Die Kriterien für Baustoffe und Konstruktion befassen sich hauptsächlich mit den Umweltauswirkungen des Bauens. Der Einsatz von klimaschädlichen Baustoffen ist in klimaaktiv Gebäuden nicht zulässig.	klimaaktiv 01 Einsatz von Materialien, die nicht besorgniserregend für Lebewesen sind (Betrachtung des gesamten Lebenszyklus)
	Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen		x	Neben dem Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen gilt es, Baustoffe zu vermeiden, welche in einer oder mehreren Phasen des Lebenszyklus Schwächen aufweisen.	
	Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten		x	klimaaktiv Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude. Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten. Der Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten, die Forcierung von Komponenten mit Umweltzeichen sowie wenig treibhauswirksame Kältemittel für Wärmepumpen wird belohnt.	klimaaktiv 02 Einsatz von Materialien, die umweltfreundlich sind (Betrachtung des gesamten Lebenszyklus)
	Ökobilanzen		x	Mit dem „Ökoindex“ (OI3-Indikator) lässt sich die ökologische Wertigkeit der Konstruktionen bzw. des Gesamtbauwerks im Lebenszyklus beurteilen. Der Wert des Ökoindex für ein Gebäude ist umso niedriger, je weniger nicht erneuerbare Energie eingesetzt und je weniger Treibhausgase und andere Emissionen bei der Produktion der Baustoffe und der Errichtung und Instandhaltung des Gebäudes abgegeben werden.	klimaaktiv 03 Verwendung von ökozertifizierten Baustoffen
Komfort & Gesundheit	Thermischer Komfort	x		Die Herstellung von angenehmen Innenraumklimabedingungen trägt wesentlich zum Wohlbefinden und zur Konzentrationsfähigkeit bei und ist gerade bei Gebäuden mit hoher Belegungsdichte und hohen inneren Lasten eine besondere Planungsherausforderung	
	Raumluftqualität	x		Eine gesunde Raumluft wird in klimaaktiv Gebäuden durch ein erforderliches Grundlüftungskonzept, ein Produktmanagement sowie einer Innenraumluftmessung garantiert.	
	Tageslichtversorgung	x		Der Einsatz von Tageslicht führt nicht nur zur Reduktion des Energieeinsatzes, sondern auch zu einer höheren Behaglichkeit durch natürliche Belichtung. Die Bewertung der Tageslichtqualität erfolgt nun sowohl bei Wohnbauten als auch Dienstleistungsgebäuden	

DGNB Baustelle		DGNB System – Kriterienkatalog Nachhaltige Baustelle, Version 2020				
Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß DGNB Baustelle)	Ableitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID	
Baustellenorganisation		x		Baustellenplanung; Baustelleneinrichtungsplan; Baustellenordnung; Baublauf- und Bauzeitenpläne; Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan	DGNB B 01 Strukturierte Baustellenorganisation inkl. Checkliste aller relevanter Maßnahmen (z.B. Baustellenkonzept, Umweltschutzziele, Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan)	
	Maßnahmen zur Vermeidung von Belastungen der lokalen Umwelt durch die Baustelle					DGNB B 02 Verminderung der Lärmbelastung
						DGNB B 03 Verminderung der Staubbelastung
					Lärmarme Baustelle; Staubarme Baustelle;	DGNB B 04 Berücksichtigung des Boden- und Grundwasserschutzes
			x		Boden- und Grundwasserschutz auf der Baustelle; Erschütterungs- und vibrationsarme Baustelle; Abfallarme Baustelle; Umwelt- und anwohnerorientierte Logistik	DGNB B 05 Verminderung von Erschütterungen und Vibrationen während der Bauphase
						DGNB B 06 Reduktion der Bauabfälle
						DGNB B 07 Berücksichtigung der Anwohner_innen und der Umwelt in Bezug auf die Baustellenlogistik
Ressourcenschutz	Energie: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung	x		Einsatz erneuerbarer Energien; Datentransparenz Energieverbrauch der Baustelle; Einsatz energieeffizienter Baumaschinen und Anlagen (CO2-Emissionsminderung); Einsatz umweltgerechter Transportmittel (CO2-Emissionsminderung) ; CO2-Emissionsminderung; Datentransparenz Transportverkehr im Zusammenhang mit der Baumaßnahme; Vernetzung Baustelle	DGNB B 08 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle	
					DGNB B 09 Dokumentation der Energieverbräuche der Baustelle zur Erkennung von Optimierungspotentialen	
					DGNB B 10 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen	
					DGNB B 11 Optimierung der Transportmittel und -strecken	
					DGNB B 12 Dokumentation der Emissionen der eingesetzten Transportmittel zur Erkennung von Optimierungspotentialen	
	DGNB B 13 Übergeordnete Baustellenlogistik (Baustellen, Bauabschnitte)					
Baumaterialien: Ressourceneinsparung und Emissionsminderung durch Wiederverwendung und -verwertung		x		Optimieren der Wiederverwendung und -verwertung; Aktive Beeinflussung der Verwertungs- und Entsorgungswege	DGNB B 14 Einsatz von wiederverwendbaren Materialien	
Trinkwasser: Ressourceneinsparung		x		Trinkwassernutzung ; Datentransparenz Wasserverbrauch	DGNB B 15 Reduktion vom Trinkwassereinsatz	
Gesundheit und Soziales	Gesundheitsprävention		x		Untersuchungen und Maßnahmen aus besonderem Anlass / Pandemie ; Arbeits- und Allgemeinmedizinische Vorsorge	DGNB B 16 Förderung von Gesundheitspräventionsmaßnahmen
	Sicherheit – Gefährdungsbeurteilung		x		A+S-Plan für kontaminierte und nicht-kontaminierte Bereiche; Gefährdungsbeurteilung durch die beauftragten Unternehmen ; Sicherheitsbeauftragter	DGNB B 17 Risikobeurteilung und Erstellung Sicherheitskonzept
	Projektinterne Kommunikation		x		Interne Kommunikation zwischen Bauherrn und (Ober-)Bauleitern; Interne Kommunikation zwischen (Ober-)Bauleitern und Bauhandwerkern; Nachhaltigkeitsinformation für Baustellenpersonal ; Kommunikation Mehrsprachigkeit	DGNB B 18 Flache Hierarchien für kurze Kommunikationswege
	Soziales		x		Arbeitsplatzqualität; Zutrittsdokumentation für alle Beteiligten; Absicherung der Sozialleistungen für alle Beteiligten	DGNB B 19 Förderung der Arbeitsplatzqualität

Kriterien	Keine Relevanz	Mögliche Relevanz	Anmerkung	Ziele (gemäß DGNB Baustelle)	Abeitung Nachhaltigkeitspotential Kabelbau Kurzbeschreibung inkl. ID
Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit		x		Maßnahmen zur Information der breiten Öffentlichkeit; Informationsveranstaltungen; Baustellenbesichtigung; Digitale Anzeigetafel	DGNB B 20 Fördern der Akzeptanz durch Information breite Öffentlichkeit (Infoscreens, Veranstaltungen..)
		x		Regelmäßige Information über den gesamten Bauprozess ; Individuelle Information der Anwohner und des lokalen Gewerbes ; Ansprechpartner außerhalb der Baustellenzeiten; Erscheinungsbild der Baustelle für die Öffentlichkeit	DGNB B 21 Fördern Akzeptanz Betreuung Anwohner (Informationen, Ansprechpartner)
		x		Integration lokaler Betriebe; Integration Eigentümern und Anwohner	DGNB B 22 Beachtung von lokalen Gegebenheiten (rechtzeitige Information für minimale Einschränkung)
		x		digitale Informationsplattform; Webcam zur Verfolgung Fortschritt	DGNB B 23 Zugang für digitale Informationsbeschaffung ermöglichen (Webcam)
	x		Keine Relevanz	Auf Informationsportalen oder anderen Plattformen, die eine Wiederverwendung von Baustoffen oder Bauteilen unterstützen. Über eine direkte Kommunikation zu Planern, Bauausführenden oder vergleichbaren Akteuren, die im näheren Umkreis tätig sind, werden mögliche Abnehmer für die Wiederverwendung von Bauteilen und Produkten gesucht.	
Qualität der Bauausführung		x		Planverwaltungsmanagement ; Schnittstellenkoordination ; Umgang mit Konflikten auf der Baustelle ; Verbesserungsmanagement; Freigabe-, Abnahme- und Änderungsmanagement; Informationsaustausch; Nutzung einer App auf der Baustelle; Einsatz intelligenter Maschinensteuerung; Internet	DGNB B 24 Schnittstellenkoordination mittels Organigramm
		x		Freigabeliste; Dokumentation	DGNB B 25 Dokumentation und Kontrolle verbauter freigegebener Materialien
		x		Qualitätssicherungsplan; Messungen zur Qualitätskontrolle; Schimmelpilzprävention	DGNB B 26 Qualitätssicherung mittels stichprobenartiger Kontrollen.
	x		Wartungen nur in Bezug auf Kabel	Erstellung und Übergabe von Wartungs-, Inspektions-, Betriebs- und Pflegeanleitungen	

Zusammenführung der abgeleiteten Nachhaltigkeitspotentiale									
Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
BREEAM 01	Frühzeitige Erstellung einer Nachhaltigkeitsstrategie (vor Projektstart)	NP 01 Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie	Eine Nachhaltigkeitsstrategie wird zu Beginn des Projektes erstellt. Sie dient als Leitfaden dafür, welche Maßnahmen in Bezug auf Nachhaltigkeit im Projekt umgesetzt werden sollen (z.B. Anforderungen an Materialien).	Übergeordnet	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	x	x	x
LEED 01	Zu Projektstart wird eine Strategie entwickelt wie Nachhaltigkeit im Projekt umgesetzt werden kann.								
BREEAM 04	Identifizieren von potenziellen Gefahren inkl. Präventionsmaßnahmen	NP 02 Risikomanagement von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten	Das Anwenden eines Risikomanagements hilft, ein Bewusstsein gegenüber möglichen ökonomischen, ökologischen und sozialen Risiken zu schaffen, sodass prä-ventive Maßnahmen eingeleitet werden können. Es wird zwischen standortbezogenen und projektbezogenen Risiken unterschieden.	Übergeordnet	Bauunternehmen	Hilfsmittel	x	x	x
DGNB B 17	Risikobeurteilung und Erstellung Sicherheitskonzept								
BREEAM 13	Förderung von Forschung im Bereich Nachhaltigkeit	NP 03 Förderung von Forschungsarbeit im Bereich Nachhaltigkeit	Durch die Förderung von Innovation und Forschung können potentielle Ansätze zu schaffen, sodass prä-ventive Maßnahmen eingeleitet werden können. Es wird zwischen standortbezogenen und projektbezogenen Risiken unterschieden.	Übergeordnet	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	x	x	x
LEED 08	Innovationen in Hinblick auf Nachhaltigkeit werden gefördert und angestrebt.								
DGNB 10	Am Bau beteiligte Personen hinsichtlich Nachhaltigkeit schulen und sensibilisieren	NP 04 Weiterbildung im Bereich Nachhaltigkeit	Schulungen und Weiterbildungen im Bereich Nachhaltigkeit qualifizieren Mitarbeitende, welche langfristig Gelerntes anwenden und Prozesse nachhaltig gestalten können.	Übergeordnet	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	Hilfsmittel	x	x	x
LEED 02	Durch zusätzliche Kontrollen soll die Umweltverschmutzung reduziert werden (externe Kontrolle).	NP 05 Kontrolle der definierten Nachhaltigkeitsziele	Die regelmäßige Kontrolle der definierten Ziele führt zur Sicherung des gewünschten Nachhaltigkeitsstandards.	Übergeordnet	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	Hilfsmittel	x	x	x
DGNB B 25	Dokumentation und Kontrolle verbauter freigegebener Materialien								
DGNB B 26	Qualitätssicherung mittels stichprobenartiger Kontrollen.								
BREEAM 8	Minimierung der Reparaturen des Systems durch Schutzmaßnahmen (z.B. Muffenbauwerk statt Umhausung).	NP 06 Lebenszyklusorientierte Planung	Lebenszyklusorientierte Ansätze fließen in den Prozess der Planung mit ein und dienen als Entscheidungskriterium.	Planung	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	x	-	-
DGNB 01	Lebenszyklusorientierte Planung								
DGNB 08	Größere Aufmerksamkeit auf die Planungsphase richten								

Anhang A4

Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
BREEAM 02	Lebenszykluskosten am Anfang des Projektes zur Kostensteuerung über den gesamten Lebenszyklus (Nachkalkulation insbesondere für Betriebs- und Wartungskosten). Ökonomische Nachhaltigkeit	NP 07 Optimierung der Kosten durch Berücksichtigung des Lebenszyklus	Bei der Planung werden neben den Investitionskosten auch die Lebenszykluskosten beachtet (bspw. Folgekosten aus Wartung und Reparatur).	Planung	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	-	x	-
DGNB 05	Optimierung der Herstellungs- und Folgekosten durch Betrachtung des gesamten Lebenszyklus.								
TQB 01	Kosten für Folgekosten in Planungsphase beachten. (Ganzer Lebenszyklus KaBa beachten)								
DGNB 08	Größere Aufmerksamkeit auf die Planungsphase richten	NP 08 Auswahl Bauverfahren	Die Auswahl des Bauverfahrens erfolgt unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit.	Planung	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	x	x	x
TQB 01	Kosten für Folgekosten in Planungsphase beachten. (Ganzer Lebenszyklus KaBa beachten)								
BREEAM 02	Lebenszykluskosten am Anfang des Projektes zur Kostensteuerung über den gesamten Lebenszyklus (Nachkalkulation insbesondere für Betriebs- und Wartungskosten). Ökonomische Nachhaltigkeit								
BREEAM 03	Die am Bau beteiligten Firmen betreiben nachweislich ein Umweltmanagement (z.B. Umweltmanagementsystem)	NP 09 Nachhaltigkeit wird in der Ausschreibung und Vergabe berücksichtigt	In der Ausschreibung werden Auswahlkriterien in Bezug auf Nachhaltigkeit definiert (z.B. Konzept zur Umsetzung von Nachhaltigkeit). Außerdem werden Vorgaben zur Nachhaltigkeit von dem der Auftraggeber_in in der Ausschreibung definiert.	Ausschreibung und Vergabe	Auftraggeber_in	Hilfsmittel	x	x	x
DGNB 9	Nachhaltigkeitsaspekten in der Ausschreibung und Vergabe verankern (Eignungs- und Auswahlkriterien)								
DGNB B 01	Strukturierte Baustellenorganisation inkl. Checkliste aller relevanter Maßnahmen (z.B. Baustellenkonzept, Umweltschutzziele, Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan)	NP 10 Optimierte Baustellenkoordination	Das Optimieren der Baustellenorganisation hilft, Abläufe zu strukturieren und Konfliktpotentiale frühzeitig planerisch einzuarbeiten und zu eliminieren. Gute Organisation führt zu einem reibungslosen Ablauf des Projekts, wodurch Ressourcen und Kosten eingespart werden.	Ausführung	Bauunternehmen	Hilfsmittel	x	x	x
DGNB B 18	Flache Hierarchien für kurze Kommunikationswege								
DGNB B 24	Schnittstellenkoordination mittels Organigramm								
DGNB B 11	Optimierung der Transportmittel und -strecken	NP 11 Effizientere Baustellenlogistik	Logistische Konzepte erzielen einen effizienten Einsatz von Transportmitteln, welcher eine Einsparung von Emissionen ermöglicht.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	x	-
TQB 06	Einsatz von regionalen Produkten. Einsatz von recycelten Materialien. Einsatz von zertifizierten Materialien.								
DGNB B 12	Dokumentation der Emissionen der eingesetzten Transportmittel zur Erkennung von Optimierungspotentialen								
DGNB B 13	Übergeordnete Baustellenlogistik (Baustellen, Bauabschnitte)								

Anhang A4

Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
BREEAM 06	Einsatz von Baustoffen, mit geringer negativer Auswirkungen auf die Umwelt (über den gesamten Lebenszyklus).	NP 12 Verwendung von umweltfreundlichen Materialien	Es werden keine umwelt- und gesundheitsgefährdenden Stoffe auf der Baustelle eingesetzt. Diese können mit Hilfe von Produktzertifizierungen definiert werden.	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
LEED 04	Es werden nachweislich umweltfreundliche Baustoffe/Materialien eingesetzt. Der Nachweis erfolgt über eine vereinbarte Umweltzertifizierung.								
LEED 06	Es werden möglichst schadstoffarme Baustoffe/Materialien eingesetzt								
DGNB 02	Einsatz von umweltschonenden Materialien								
TQB 03	CO2 Reduzierung durch das Beachten des PEB der verwendeten Materialien.								
TQB 05	Durch Ausschluss von Inhaltsstoffen Einsatz von Baustoffen, welche umweltfreundlich sind.								
TQB 06	Einsatz von regionalen Produkten. Einsatz von recycelten Materialien. Einsatz von zertifizierten Materialien.								
klimaaktiv 01	Einsatz von Materialien, die nicht besorgniserregend für Lebewesen sind (Betrachtung des gesamten Lebenszyklus)								
klimaaktiv 02	Einsatz von Materialien, die umweltfreundlich sind (Betrachtung des gesamten Lebenszyklus)								
klimaaktiv 03	Verwendung von ökozertifizierten Baustoffen								
BREEAM 7	Einsatz von Baustoffen, mit geringer negativer Auswirkungen auf den Menschen (über den gesamten Lebenszyklus). Fokus auf Materialherstellung.	NP 13 Verwendung von fair produzierten Materialien	Bei der Auswahl der Baustoffe wird darauf geachtet, dass diese unter fairen Bedingungen produziert werden.	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	konkretes Potential	-	-	x
LEED 05	Die eingesetzten Materialien/Produkte wurden verantwortungsvoll, unter menschlichen Bedingungen hergestellt								
DGNB 03	Einsatz von fair hergestellten Materialien								
BREEAM 9	Minimierung von Abfällen durch Förderung der Materialeffizienz	NP 14 Effizienter Einsatz von Material	Die Entstehung von Bauabfällen wird durch den effizienten Einsatz von Baustoffen vermieden, wodurch der Verbrauch von Primärressourcen reduziert wird.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	x	-
LEED 07	Abfälle werden so gut wie möglich reduziert, indem: - Baustoffe/Materialien sparsamer eingesetzt wird - Baustoffe/Materialien wiederverwendet wird - Recyclingfähige Baustoffe/Materialien verwendet werden								
DGNB 07	Bestrebung nach einer verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen und effizienten Einsatz von Materialien								

Anhang A4

Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
BREEAM 11	Einsatz von recycelten Baumaterialien.	NP 15 Einsatz von recycelten Baustoffen	Durch den Einsatz von recycelten Baustoffen wird der Verbrauch von Primärressourcen reduziert. Beispielsweise werden für die Hauptbaustoffe Beton, Kunststoff und Verfüllmaterial recycelte Produkte eingesetzt.	Ausführung (Planung)	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
LEED 07	Abfälle werden so gut wie möglich reduziert, indem: - Baustoffe/Materialien sparsamer eingesetzt wird - Baustoffe/Materialien wiederverwendet wird - Recyclingfähige Baustoffe/Materialien verwendet werden								
DGNB 07	Bestrebung nach einer verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen und effizienten Einsatz von Materialien								
TQB 06	Einsatz von regionalen Produkten. Einsatz von recycelten Materialien. Einsatz von zertifizierten Materialien.								
DGNB B 14	Einsatz von wiederverwendbaren Materialien								
LEED 07	Abfälle werden so gut wie möglich reduziert, indem: - Baustoffe/Materialien sparsamer eingesetzt wird - Baustoffe/Materialien wiederverwendet wird - Recyclingfähige Baustoffe/Materialien verwendet werden	NP 16 Wiederverwendung von Baustoffen/Materialien	Baustoffe und andere Materialien werden auf der Baustelle oder auf anderen Bau-stellen wiederverwendet.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	x	-
LEED 03	Materialien werden wiederverwendet.								
DGNB 07	Bestrebung nach einer verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen und effizienten Einsatz von Materialien								
BREEAM 10	Minimierung von Bauabfällen und nachhaltige Verwertung (Mülltrennung).	NP 17 Richtiger Umgang mit Bauabfällen	Unvermeidliche Bauabfälle werden sor-tiert und getrennt, um Recycling durch ein Entsorgungs- und Abbruchunterneh-men zu ermöglichen.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
LEED 07	Abfälle werden so gut wie möglich reduziert, indem: - Baustoffe/Materialien sparsamer eingesetzt wird - Baustoffe/Materialien wiederverwendet wird - Recyclingfähige Baustoffe/Materialien verwendet werden								
DGNB 07	Bestrebung nach einer verlustfreie Kreislaufführung von Stoffen und effizienten Einsatz von Materialien								
TBQ 07	Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften beachten. Bei Planung Materialkreislauf beachten.								
DGNB B 14	Einsatz von wiederverwendbaren Materialien								
DGNB B 06	Reduktion der Bauabfälle								

Anhang A4

Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
BREEAM 12	Minimierung der Umweltauswirkungen.	NP 18 Minimierung der Umweltauswirkungen	Der bewusste Einsatz von Ressourcen führt zu einem minimalen Eingriff in die Umwelt und reduziert langfristig den Ver-brauch.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
DGNB B 04	Berücksichtigung des Boden- und Grundwasserschutzes								
DGNB B 05	Verminderung von Erschütterungen und Vibrationen während der Bauphase								
BREEAM 05	Reduktion des Trinkwasserverbrauchs (z.B. Einschwemverfahren und Kühlsystem).	NP 19 Ressourcenschonender Einsatz von Wasser	Die Ressource Wasser wird auf der Bau-stelle bewusst eingesetzt, sodass der Ver-brauch auf das Nötigste reduziert wird. Die Optimierung des Verbrauchs wird als langfristiges Ziel definiert.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
DGNB 04	Ressourcenschonender und qualitätsentsprechender Einsatz von Wasser								
TQB 04	Durch Dokumentation und bewusstem Einsatz wird die Ressource Wasser geschont.								
DGNB B 15	Reduktion vom Trinkwassereinsatz								
TQB 02	CO2 Reduzierung durch alternative Stromerzeugung während der Bauausführung	NP 20 Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle	Der auf der Baustelle verwendete Strom wurde aus nachhaltigen Energiequellen gewonnen. Hierzu zählen bspw. Wind-energie, Wasserenergie und Solarenergie.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x	-	-
DGNB B 08	Einsatz von Ökostrom auf der Baustelle								
DGNB B 10	Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen	NP 21 Einsatz energieeffizienter Baugeräte und -maschinen	Auf der Baustelle werden im Vergleich zu herkömmlichen Baugeräten und -maschinen energieeffiziente Baugeräte und -maschinen eingesetzt. Bspw. kom-men elektrobetriebene Fahrzeuge zum Einsatz.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential	x		
DGNB B 02	Verminderung der Lärmbelastung	NP 22 Konzept für anwohnerInnenfreundliches Bauen	Anwohner_innenfreundliche Konzepte minimieren Konfliktpotentiale mit den Anwohner_innen, wodurch ein reibungs-loser Ablauf des Projekts erzielt wird.	Ausführung (Übergeordnet)	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	Hilfsmittel			x
DGNB B 03	Verminderung der Staubbelastung								
DGNB B 07	Berücksichtigung der Anwohner_innen und der Umwelt in Bezug auf die Baustellenlogistik								
DGNB B 20	Fördern der Akzeptanz durch Information breite Öffentlichkeit (Infoscreens, Veranstaltungen..)	NP 23 Öffentlichkeitsarbeit	Öffentlichkeitsarbeit steigert durch Transparenz die Akzeptanz der Beteiligten gegenüber des Bauprojekts, welche zu einem reibungslosen Ablauf des Projekts beiträgt.	Übergeordnet	Auftraggeber_in	Hilfsmittel			x
DGNB B 21	Fördern Akzeptanz Betreuung Anwohner (Informationen, Ansprechpartner)								
DGNB B 22	Beachtung von lokalen Gegebenheiten (rechtzeitige Information für minimale Einschränkung)								
DGNB B 23	Zugang für digitale Informationsbeschaffung ermöglichen (Webcam)								

Anhang A4

Bezug Zertifizierungssystem		Zusammenführung		Bewertung					
ID	Kurzbeschreibung	Bezeichnung inkl. ID	Kurzbeschreibung	Relevanter Prozessschritt	Verantwortlichkeit	Hilfsmittel	ökologisch	ökonomisch	sozial
DGNB B 16	Förderung von Gesundheitspräventionsmaßnahmen	NP 24 Verbesserungen der Arbeitsbedingungen auf der Baustelle	Die Förderung der Gesundheit des Baustellenpersonals und die Erhöhung der Qualität des Arbeitsplatzes führen zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit.	Ausführung	Bauunternehmen	konkretes Potential			x
DGNB B 19	Förderung der Arbeitsplatzqualität								
DGNB 06	Digitale Dokumentation der im Bau eingesetzten Baustoffe als Grundlage für den Betrieb und eine Nachkalkulation	NP 25 Dokumentation	Eine strukturierte Dokumentation dient als Grundlage für zukünftige nachhaltige Projekte.	Übergeordnet	Auftraggeber_in / Bauunternehmen	Hilfsmittel	x	x	x
DGNB B 09	Dokumentation der Energieverbräuche der Baustelle zur Erkennung von Optimierungspotentialen								
DGNB B 12	Dokumentation der Emissionen der eingesetzten Transportmittel zur Erkennung von Optimierungspotentialen								
DGNB B 25	Dokumentation und Kontrolle verbauter freigegebener Materialien								

