



DIE NACHHALTIGE BAUSTELLE

Status Quo und Science-Fiction



Titelbild: Quelle: unsplash
Veröffentlicht durch die ÖGNI GmbH, Jänner 2024

Gender Disclaimer

Ausschließlich zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen in dieser Broschüre sind somit geschlechtsneutral zu verstehen.

INHALTSVERZEICHNIS

ZIELSETZUNG	4
EINLEITUNG	4
SYSTEMGRENZE BAUSTELLE	7
BEGRIFFSDEFINITIONEN	9
HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	11
Wer ist die ÖGNI?.....	11
Wer ist die ÖBV?.....	11
Was ist ein DGNB-Zertifikat?.....	11
DGNB-Zertifikat für Nachhaltige Baustellen.....	12
EU-Taxonomie Verordnung.....	14
ESG.....	14
Die Baustelle als Stranded Asset.....	16
BETRACHTETE BAUSTELLEN	17
Hochbau.....	17
Tiefbau.....	18
ANSÄTZE FÜR EINE CO₂-REDUKTION	19
PROZESSE	20
Implementierung von Nachhaltigkeitsaspekten in der Ausschreibung.....	20
Interne Kommunikation.....	24
Digitalisierung – Mehrwert durch BIM.....	27
Materialwahl.....	28
Kreislaufwirtschaft.....	29
TECHNIKEN	32
Energiemanagement.....	32
Emission-optimierte Baustellenlogistik.....	35
Baustellenübergreifende Optimierung.....	36
Bauweise mit vorgefertigten Komponenten, Vor- u. Nachteile im Hochbau.....	39
Baugeräte, Maschinen & Baustelleneinrichtung.....	42
BEISPIELE AUS DER PRAXIS	43
RCC-Beton im Wohnungsbau.....	44
Hybride Stromspeicher statt Dieselaggregate.....	45
Einsatz von E-Bagger.....	45
Batteriespeicher und PV-Module in der grabenlosen Kanalsanierung.....	46

Ein Schritt in Richtung CO ₂ -Neutralität.....	47
Windturbinen versorgen Baustelle mit Strom.....	48
Einsparpotential - Vergleich zweier Bauweisen.....	49
H ₂ LIVE am Bau	50
Nutzung saisonaler Energiespeicher für den Baustellenbetrieb	52
FORDERUNGEN.....	54
CONCLUSIO.....	55
TEILNEHMER DER ARBEITSGRUPPE.....	56

KEYWORDS

Dekarbonisierung, Treibhausgase, ESG, Nachhaltige Baustelle, Nachhaltig wirtschaften, DGNB-Zertifizierung

ZIELSETZUNG

Die Dekarbonisierung des gesamten Bauprozesses bis 2050 (2040 in Österreich) und die Realisierung der ökologischen Vorgaben des EU-Green-Deals auf die komplette Lieferkette stehen im Mittelpunkt unserer Diskussion. Neben der Loslösung von fossilen Energieträgern für die Wirtschaftstätigkeit Baustelle, wird auch die Einsparung von Ressourcen und die Vermeidung von Abfällen und die Förderungen von Kreislaufwirtschaft betrachtet. Lösungen und Best Practice Beispiele werden aufgezeigt, um zu verhindern, dass Baustellen aus ökologischer sowie ökonomischer Sicht zum Stranded Asset werden.

EINLEITUNG

Im Kyoto-Protokoll von 1995 wurden insgesamt sechs klimaschädliche Treibhausgase (THG) definiert. Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist aufgrund seiner langen Halbwertszeit in der Atmosphäre und dem Anteil von ca. 85 % an den Treibhausgasen das bedeutendste Gas, weshalb alle anderen Treibhausgase in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden. Methan (CH₄) nimmt den zweitgrößten Anteil mit rund 8 % ein. CH₄ hat beispielsweise bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren einen 25-mal so starken Einfluss auf die Klimaerwärmung wie CO₂ und wird wie die anderen Treibhausgase in CO₂-Äquivalente unter Beachtung der Halbwertszeit und Schädigungswirkung umgerechnet. Den drittgrößten Anteil verursacht Lachgas (N₂O) mit ca. 4 %, das Erwärmungspotential liegt bei 298 CO₂-Äquivalente. Den viertgrößten Einfluss besitzen die fluorierten Treibhausgase (F-Gase) mit 3 %, welche meist in Klimaanlage zu finden sind. F-Gase kommen in der Natur nicht vor und werden für Schallschutzscheiben, Kühl- und Löschmittel produziert.¹

Die THG-Emissionen werden in drei Geltungsbereiche, sogenannte „Scopes“, eingeteilt. Scope 1 beschreibt direkte Emissionen, die sich im Besitz oder unter der Kontrolle eines Unternehmens befinden. Alle indirekten Emissionen, die aus eingekaufter Energie, wie Strom, Fernwärme und -kälte verursacht werden, sind in Scope 2 zu finden. Scope 3 berücksichtigt alle Unternehmensaktivitäten, die nicht in der Verantwortung oder Kontrolle eines Unternehmens liegen. Zur Bewertung einer CO₂-freien Baustelle muss folglich jegliche CO₂-Emission und CO₂-Senke gemessen und bilanziert werden.²

Der globale Gebäude- und Bausektor emittiert etwa 40 % der Treibhausgas-Emissionen weltweit, wobei 10 % direkt der Bauindustrie zuzuordnen sind.³ Um die Umweltauswirkungen

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase> - zuletzt besucht am 28.10.2023

² Bhatia, P., et al.: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. 2011.

³ Vgl.: United Nations Environment Programme: 2021 Global Status Report for Buildings and Construction. 2021.

zu begrenzen, wird es notwendig sein, den Industrie- und Gebäudesektor in die Pflicht zu nehmen, um die THG-Emissionen zu reduzieren.

Auch der Ressourcenverbrauch der Baubranche ist enorm und lässt sich nur durch ein Umdenken der Baumethoden reduzieren. Hier sprechen wir von Themen wie Kreislaufwirtschaft, aber auch der gezielten Optimierung aller Bauprozesse, um Abfälle zu reduzieren oder gar zu vermeiden.

Neben der technischen Qualität, die aus den üblichen Schutzfunktionen, wie Feuchteschutz, Wärmeschutz, Schallschutz und Brandschutz besteht, liegt das nachhaltige Konstruieren im Fokus.⁴ In dieser Phase ist es möglich, Einfluss auf den Einsatz von nachhaltigen Werkstoffen zu nehmen.⁵ Ein Bauwerk soll hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit in Folge des Errichtens, Betriebens und Entsorgens nach Beendigung dessen Lebensdauer, so geringe Auswirkungen wie möglich auf die Umwelt haben.⁶ Neben der Emissionen des Bauwerkes, belasten die Baumaßnahmen auf der Baustelle die Umwelt durch Lärm, Staub, Schadstoffe und Abfälle. Eine Betrachtung der ökologischen Aspekte auf einer Baustelle wird notwendig sein, um die THG-Emissionen und die eingesetzten Hilfsstoffe auf der Baustelle zu reduzieren.

Dafür ist es notwendig, die Tätigkeiten und Abläufe in der Errichtungsphase zu betrachten und einen Maßnahmenplan zu entwickeln, wie THG-Emissionen auf Baustellen reduziert werden können.⁷ Genauso müssen auch Maßnahmen zur Wassereinsparung, wie z.B. die Nutzung von Regenwasser, beachtet werden.

Den Ausgangspunkt für all diese Überlegungen bildet das System Baustelle. Dieses umfasst Dienstleistungen rund um den Bauprozess, den Bedarf an Kraftstoffen und elektrischer Energie für die Baustellenflotte, Baumaschinen und sonstige für den Baubetrieb benötigten Geräte. Ebenso wird der Energiebedarf (Strom, Heizenergie) der Baustelleneinrichtung (Containeranlage) sowie der An- und Abtransport vom Werktor (z.B. Baustoffproduzenten) bis zum Bauzaun mitberücksichtigt. Durch stetigen Einsatz neuer, innovativer Technologien und durch die konsequente Umsetzung von Dekarbonisierungsschritten, z.B. im Zuge diverser ESG-Strategien, soll während des gesamten Lebenszyklus von Immobilien, Bauwerken und Infrastrukturen, innerhalb des eigenen Unternehmens sowie entlang der gesamten Lieferkette sowohl der CO₂-Fußabdruck als auch der Energiebedarf signifikant reduziert werden.⁸

Mit dem Ansatz von Lean Construction wurde eine neue Möglichkeit geschaffen, Bauprojekte ganzheitlich zu betrachten und unter Berücksichtigung der Komplexität des Projekts abzuwickeln. Im Mittelpunkt steht dabei die Steigerung der Wertschöpfung und Reduzierung von Materialverschwendung. Bei der Anwendung von Lean Construction wird daher die kontinuierliche Verbesserung von Planungs- und Bauprozessen in kleinen Schritten hin zu einer höheren Wertschöpfung verfolgt. Zwingende Voraussetzung für das Gelingen sind regelmäßig stattfindende Schulungsmaßnahmen für alle am Bau Beteiligten – möglichst mehrsprachig um Missverständnisse zu vermeiden.

Integratives Planen, Bauen und Betreiben sowie das Denken in Prozessen im Gesamtsystem und nicht nur in Einzellösungen führen künftig zu einer Transformation der Baubranche in

⁴ Vgl.: MORO, J. L.: Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail. S.38ff.

⁵ Vgl.: MORO, J. L.: Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail. S.38ff.

⁶ Vgl.: MORO, J. L.: Baukonstruktion - vom Prinzip zum Detail. S.37.

⁷ Vgl.: FRIEDRICHSEN, S.: Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen. S.172ff.

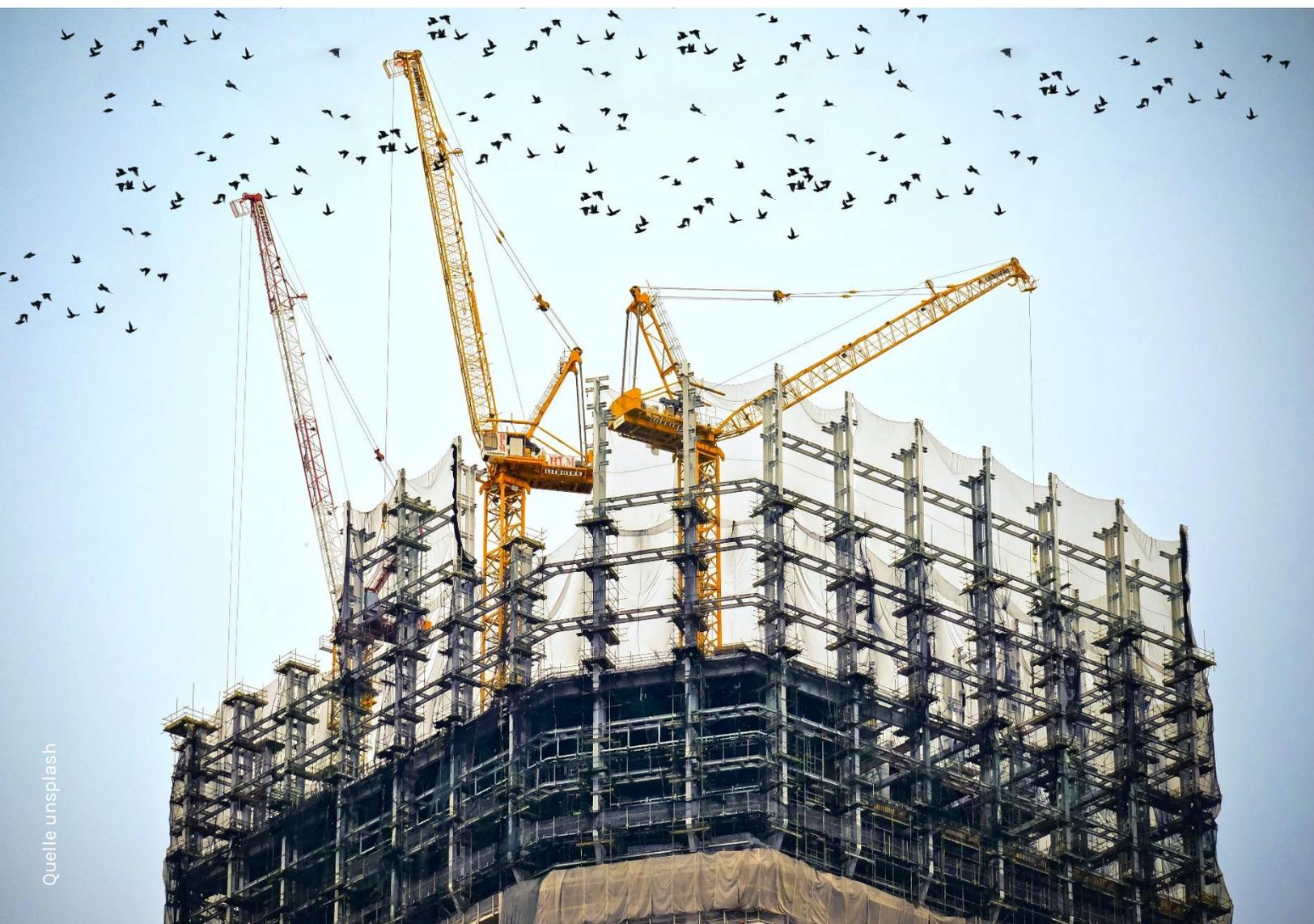
⁸ Wall, J., Schlabach, C., Quirke, I. (2019). Prozessdenken – Aktuelle Entwicklungen im Bereich Gebäudezertifizierung und Lean Construction.

enger Abstimmung zwischen Planung, Ausführung und Betrieb. Die digital basierte Planung und Bauausführung mit Building Information Modeling (BIM) ermöglicht eine geometrisch präzise Darstellung (3D), eine strukturierte Dokumentation der Bauzeiten (4D) und Kosten (5D) sowie die Verbindung der eingesetzten Baustoffe mit den wichtigsten Nachhaltigkeitsparameter (6D). Durch eine hohe Vernetzung mit dem Umfeld werden neuartige Prozesse wie Just-in-time Ansätze zur Lagerung oder Produktion von Baumaterialien unter Berücksichtigung von städtischem Flächenmangel und Anwohnerbedürfnissen umsetzbar. Dies bedingt eine Integration der Baustelle in das urbane Umfeld mittels abgestimmter und harmonisierter Baustellen- sowie Logistikprozessen.

Mit diesem Positionspapier werden Wege auf Prozessebene und technische Möglichkeiten zur Erreichung von Dekarbonisierungsschritten innerhalb der Systemgrenze Baustelle aufgezeigt. Sowohl Tief- als auch Hochbauprojekte werden betrachtet. Zuvor festgelegte Definitionen legen den Grundstein für ein gemeinsames, einheitliches Verständnis.

Aufgezeigt wird, wie die Prozesse in das eigene Unternehmen integriert und eine konkrete Umsetzung auf Baustellen gestaltet werden können, um eine Dekarbonisierung praxistauglich umzusetzen.

Hier bedarf es Mut und Fachwissen sowohl von den Bauherren als auch von Planern und Bauausführenden, um die Zukunft im Bauwesen nachhaltig zu gestalten. Forschungsergebnisse müssen schneller und effizienter in die Praxis übergeführt, entwickelte Technologien entsprechend skaliert und Regulatorien rascher verändert werden.



SYSTEMGRENZE BAUSTELLE

Um eine klare Abgrenzung und Vergleichbarkeit zu schaffen, wurde eine Systemgrenze festgelegt, welche Module gemäß Ökobilanzierung laut ÖNORM EN 15978 (Nachhaltigkeit von Bauwerken) zum System Baustelle zu zählen sind.

Betrachtet wird die Lebenszyklusphase, die die Baustelle direkt beeinflusst. Eine Baustelle umfasst alle Prozesse und Aktivitäten, die innerhalb des Bauzauns zur Produktion von Treibhausgasemissionen führen, sowie der An- und Abtransport der masseintensivsten Fraktionen. Die ÖNORM EN 15978 spricht hier von der Errichtungsphase.

A1 bis A3 Herstellung

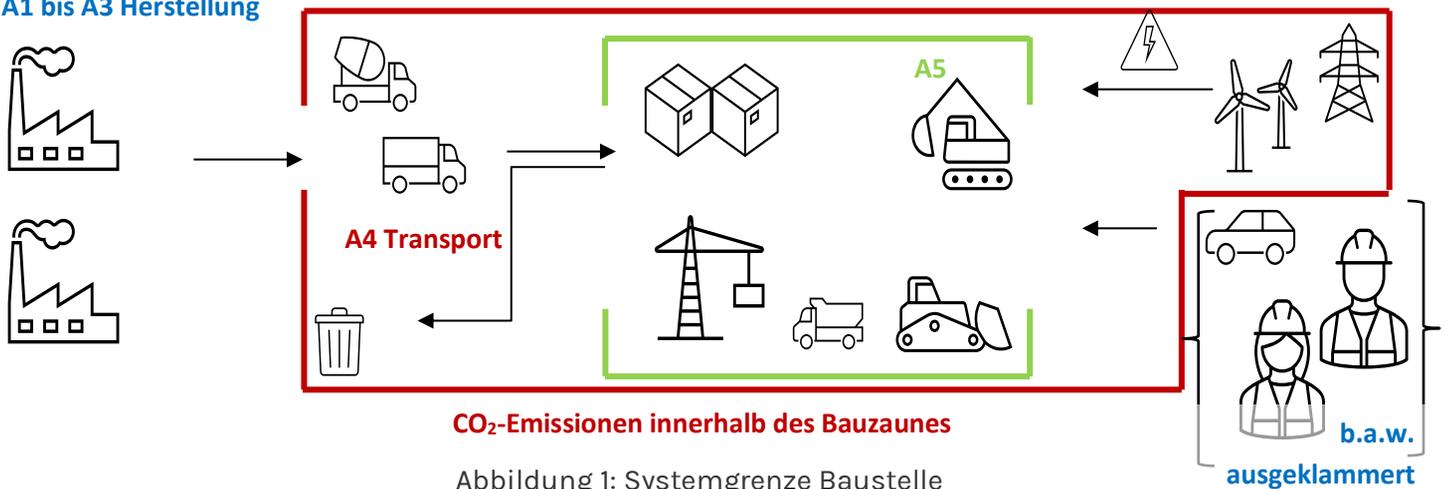


Abbildung 1: Systemgrenze Baustelle

Lebenszyklusinformationen des Gebäudes													Außerhalb der Systemgrenze		
Herstellung			Errichtung		Nutzung					Entsorgung				Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenze	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D	
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau/ Erneuerung	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial	
					B6: Betrieblicher Energieeinsatz B7: Betrieblicher Wassereinsatz										

Abbildung 2: Module gemäß Ökobilanzierung laut ÖNORM EN 15978.

Die **Module A1 bis A3** decken Prozesse „von der Wiege bis zum Verlassen des Werksgeländes“ für die beim Bau verwendeten Materialien und Dienstleistungen ab. Die Umweltauswirkungen der Herstellungsphase (Module A1 bis A3) sind in (generischen) Branchendatensätzen, wie beispielsweise nach BauEPD, ökobau.dat, LCCO₂-Tool, Umwelt-Produktdeklarationen (EPDs) etc. beschrieben und **NICHT** Bestandteil der aktuellen Betrachtung. Im **Modul A4** sind entsprechend den Vorgaben der EN 15978 jedenfalls zu berücksichtigen:

- Transport von Materialien und Produkten ab Werk bis zur Baustelle, einschließlich Transport, Zwischenlagerung und Verteilung sowie
- Transport von Baugeräten (Kräne, Rüstmaterialien usw.) zum und vom Standort

-
- Außerdem sind bei der Errichtung von Bauwerken das **Modul A5** zu berücksichtigen:
 - Erdarbeiten und Freiflächenplanung
 - Lagerung von Produkten und Transport von Materialien, Produkten, Abfall und Gerät innerhalb der Baustelle

sowie Produktherstellung und -umwandlung vor Ort:

- Abfallmanagementprozesse anderer auf der Baustelle erzeugter Abfälle
- Herstellung, Transport und Abfallmanagement von Produkten und Materialien, die während der Einrichtungs- und Einbauphase verlorengehen

Zusätzlich wird das **Modul D** zur Feststellung des Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotentials berücksichtigt. Maßgebend ist jeweils eine drittgeprüfte Datengrundlage in Anlehnung an EN 15804. Ungeprüfte oder nicht nach obigen Standards geprüfte dürfen im Sinne der erforderlichen Robustheit und Vergleichbarkeit nicht eingesetzt werden.

Aus der Betrachtung der Baustelle ausgenommen, sind die Module B, welche den operativen Betrieb eines Gebäudes oder einer Infrastruktur beschreiben. Die vorher beschriebenen Vorgangsweisen und Konventionen können inhaltlich ident auf die **Module C1 und C2** übertragen werden.



BEGRIFFSDEFINITIONEN

EU-Taxonomie-Verordnung - Mit 2021 ist die EU-Taxonomie Verordnung in Kraft getreten. Dabei handelt es sich um ein aus dem Green-Deal entstandenes einheitliches Klassifizierungssystem für nachhaltige ökonomische Aktivitäten. Die EU-Taxonomie dient als Instrument für Investoren, Unternehmen und andere Projektbeteiligte, das dabei hilft, den Übergang zu einer klimaresilienten und ressourcenschonenden Wirtschaft zu steuern. Dieses Instrument soll dabei unterstützen, klar zu entscheiden, welche Investitionen und welche wirtschaftlichen Tätigkeiten grün und ökologisch nachhaltig sind.⁹ Die Verordnung legt fest, dass nur jene Wirtschaftstätigkeiten grün sind, die einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Umweltziele leisten. Gleichzeitig dürfen sie die anderen Umweltziele der Taxonomie-Verordnung nicht erheblich beeinträchtigen.¹⁰ Weitere Informationen dazu sind auf der Seite 14 zu finden.

ESG - Umwelt-, Sozial- und Unternehmensführungs-Kriterien (ESG-Kriterien) sind eine Reihe von Standards, die die Tätigkeit eines Unternehmens transparent darstellen sollen. Sie werden z.B. zur Prüfung potenzieller Investitionen benutzt.¹¹ Umweltkriterien berücksichtigen, wie ökologisch ein Unternehmen wirtschaftet. Soziale Kriterien betrachten die Beziehungen zu Mitarbeitern, Lieferanten, Kunden und anderen Stakeholdern. Bei der Unternehmensführung, den Governance Kriterien, geht es um die Führung eines Unternehmens, die Transparenz der Gehälter, Rechnungsprüfungen, interne Kontrollen und die Einhaltung verschiedenster Grundsätze. Weitere Informationen dazu sind auf den Seiten 14 und 15 zu finden.

GHG-Protokoll - das Greenhouse Gas Protokoll schafft umfassende, weltweit standardisierte Rahmenbedingungen für die Messung und das Management von Treibhausgasemissionen (THG) aus dem privaten sowie dem öffentlichen Sektor, aus Wertschöpfungsketten und aus Maßnahmen zur Minderung von Emissionen.¹²

GREEN-DEAL - Europa soll der erste klimaneutrale Kontinent werden. Mit dem europäischen Grünen Deal soll der Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft geschafft werden. Die Hauptziele sind:

- bis 2050 keine Netto-Treibhausgase mehr auszustoßen,
- Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung abzukoppeln und
- weder Mensch noch Region im Stich zu lassen.

Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsenken herzustellen. Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle Treibhausgasemissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.¹³

⁹ <https://www.ogni.at/leistungen/zertifizierung/eu-taxonomie/> - zuletzt besucht am 01.04.2022

¹⁰ <https://www.bmk.gv.at/> - zuletzt besucht am 01.04.2022

¹¹ <https://www.investopedia.com/terms/e/environmental-social-and-governance-esg-criteria.asp> - zuletzt besucht am 01.04.2022

¹² <https://ghgprotocol.org/about-us> - zuletzt besucht am 06.04.2022

¹³ <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat>

Kohlenstoffsенke bezeichnet ein System, welches mehr Kohlenstoff aufnimmt als es abgibt. Die wichtigsten natürlichen Kohlenstoffsенken sind Böden, Wälder und Ozeane.

Klimakompensation ist der Ausgleich von Emissionen in einem Sektor über Einsparungen von Treibhausgasen an einer anderen Stelle.

Die **Lebenszyklusphasen** (englisch: Life Cycle Assessment) wird in der ÖNORM EN 15978 (Nachhaltigkeit von Bauwerken) geregelt. Sie gibt Lebenszyklusphasen vor, die als Struktur einer Ökobilanz verstanden werden können.

CO₂-Äquivalente (CO₂e) geben die Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase an. Die Wirkung der jeweiligen Treibhausgase wird mit der Wirkung von Kohlendioxid verglichen.¹⁴

SDG – Sustainable Development Goals – Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, die 2015 von allen Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen vereinbart wurde, ist ein gemeinsames Konzept für Frieden und Wohlstand für die Menschen und den Planeten, jetzt und in der Zukunft. Das Kernstück der Agenda 2030 sind die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung, die sogenannten SDGs, die einen dringenden Aufruf zum Handeln aller Industrie- und Entwicklungsländer im Rahmen einer globalen Partnerschaft darstellen. Sie erkennen an, dass die Beseitigung von Armut und anderen Entbehrungen Hand in Hand gehen muss mit Strategien zur Verbesserung von Gesundheit und Bildung, zur Verringerung der Ungleichheit und zur Ankurbelung des Wirtschaftswachstums und das alles bei gleichzeitiger Bekämpfung des Klimawandels und dem Einsatz für den Schutz unserer Ozeane und Wälder.¹⁵

Stranded Asset bezeichnet Vermögenswerte, die dauerhaft von Wertverlusten bis hin zum Totalverlust gekennzeichnet sind. Ursache können die unmittelbaren Folgen des Klimawandels sein. Häufig angeführte Beispiele betreffen Technologien zur Gewinnung oder Nutzung von fossilen Energieträgern, die zur Emission klimawirksamer Gase (v.a. CO₂) und damit zum Klimawandel beitragen.¹⁶

EU-Taxonomie-Verordnung – Mit 2021 ist die EU-Taxonomie Verordnung in Kraft getreten. Dabei handelt es sich um ein aus dem Green-Deal entstandenes einheitliches Klassifizierungssystem für nachhaltige ökonomische Aktivitäten. Die EU-Taxonomie dient als Instrument für Investoren, Unternehmen und andere Projektbeteiligte, das dabei hilft, den Übergang zu einer klimaresilienten und ressourcenschonenden Wirtschaft zu steuern. Dieses Instrument soll dabei unterstützen, klar zu entscheiden, welche Investitionen und welche wirtschaftlichen Tätigkeiten grün und ökologisch nachhaltig sind.¹⁷ Die Verordnung legt fest, dass nur jene Wirtschaftstätigkeiten grün sind, die einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Umweltziele leisten. Gleichzeitig dürfen sie die anderen Umweltziele der Taxonomie-Verordnung nicht erheblich beeinträchtigen.¹⁸

¹⁴ <https://www.myclimate.org/de-ch/informieren/faq/faq-detail/was-sind-co2-aequivalente/> und https://fridaysforfuture.at/blog/co2-aequivalente-109035?gclid=CjwKCAiA--dBhABEiwAchlwkWwIW0w8p3aI3UaFFm9OKTyshkJtra8VQ-e1fzqfEQ7bIsGactioohoCpJEQAvD_BwE

¹⁵ <https://sdgs.un.org/goals> - zuletzt besucht am 01.04.2022

¹⁶ <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/stranded-asset-99717/version-339732> - zuletzt besucht 02.05.2023

¹⁷ <https://www.ogni.at/leistungen/zertifizierung/eu-taxonomie/> zuletzt besucht am 01.04.2022

¹⁸ <https://www.bmk.gv.at/> - zuletzt besucht am 01.04.2022

HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Wer ist die ÖGNI?



Die Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI), ist eine Nichtregierungsorganisation (NGO) zur Etablierung der Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienbranche. Im Mittelpunkt der Arbeit der ÖGNI steht die Zertifizierung von nachhaltigen Gebäuden und Quartieren nach dem europäischen Qualitätszertifikat der Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB).

Zusätzlich führt die ÖGNI, Verifikationen von Immobilien hinsichtlich der EU-Taxonomie Verordnung durch.

Als Partner der DGNB setzt sich die ÖGNI auch europaweit für die Etablierung der Nachhaltigkeitsstandards in der europäischen Baukultur ein. In der eigens dafür gegründeten Organisation Climate Positive Europe Alliance (CPEA) setzen sich europäische Green Building Councils für die Verankerung der Nachhaltigkeit auf Europaebene in der EU-Kommission ein.

Wer ist die ÖBV?



Die Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV), ist Österreichs wichtigste neutrale Wissensplattform für alle im Bausektor aktiven Unternehmen, wie etwa Auftraggebende, Bauausführende, Planende, Baustoffherstellende und die Wissenschaft. Die 300 Mitgliedsunternehmungen mit einem jährlichen Bauvolumen von 40 Mrd. Euro erarbeiten in Arbeitskreisen über Österreichs Grenzen hinaus anerkannte Richtlinien für die tägliche Arbeit im Hoch- und Infrastrukturbau. Außerdem fördert und koordiniert die ÖBV praxisgerechte Forschung und veranstaltet den BAUKONGRESS sowie Seminare im Bereich Bautechnik und Bauwirtschaft für den Wissenstransfer.

Was ist ein DGNB-Zertifikat?



Das DGNB-System der ÖGNI dient der ganzheitlichen Beschreibung und Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden, Quartieren und zukünftig auch Infrastrukturen. Bearbeitet wird die Qualität unter Einbeziehung aller Aspekte der Nachhaltigkeit, über den kompletten Gebäudelebenszyklus hinweg. Das DGNB-Zertifizierungssystem ist international anwendbar und bietet Systeme für alle Gebäudezustände vom Neubau zur Sanierung bis hin zur Optimierung von Bestandsgebäuden. Aufgrund seiner Flexibilität kann es präzise auf unterschiedliche Gebäudenutzungen und länderspezifische Anforderungen angepasst werden. Das DGNB-System betrachtet alle wesentlichen Aspekte des nachhaltigen Bauens.

Diese umfassen die sechs Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und den Standort. Dabei fließen die ersten drei Themenfelder gleichgewichtet in die Bewertung ein. Damit ist das DGNB-System das einzige System, das die drei Säulen der Nachhaltigkeit gleichwertig betrachtet. Somit sollen alle Faktoren, die zur Herstellung eines marktfähigen, klimaresilienten und lebenswerten Gebäudes beitragen, abgedeckt werden.

DGNB-Zertifikat für Nachhaltige Baustellen

Planung und Betrieb einer Baustelle sind komplexe Prozesse. Die Abwicklung erfordert sowohl von Auftraggebenden, Fachplanenden als auch von Bauunternehmen eine sorgfältige Vorbereitung, umsichtige Überwachung und eine qualitätsvolle Ausführung. Hierbei geht es mit Blick auf die ökologische Nachhaltigkeit um Themen wie Materialeinsatz, Ressourcenschonung, Transport, die Vermeidung von Schadstoffen und Abfällen sowie um die Wahrung der Biodiversität. Ebenso relevant sind Aspekte, die die soziale Verantwortung auf Baustellen berücksichtigen. Hierbei hat unter anderem die Sicherheit aller am Bau Beteiligten und der Einsatz präventiver Maßnahmen zum Gesundheitsschutz eine hohe Relevanz. Gleichzeitig steht und fällt ein reibungsloser Bauprozess oftmals mit der Akzeptanz der lokalen Öffentlichkeit. Information, Einbindung und Dialog sind hier entscheidend!

Genau hier setzt das DGNB-System für nachhaltige Baustellen an. Als Planungs- und Managementtool hilft die Zertifizierung bei der Qualitätssicherung und Risikominimierung auf der Baustelle. Das DGNB-System bewertet keine einzelnen Maßnahmen, sondern die Gesamtperformance anhand von Kriterien und dazugehörigen Indikatoren. Einige der Kriterien sind verpflichtend als Mindestanforderung zu erfüllen.¹⁹

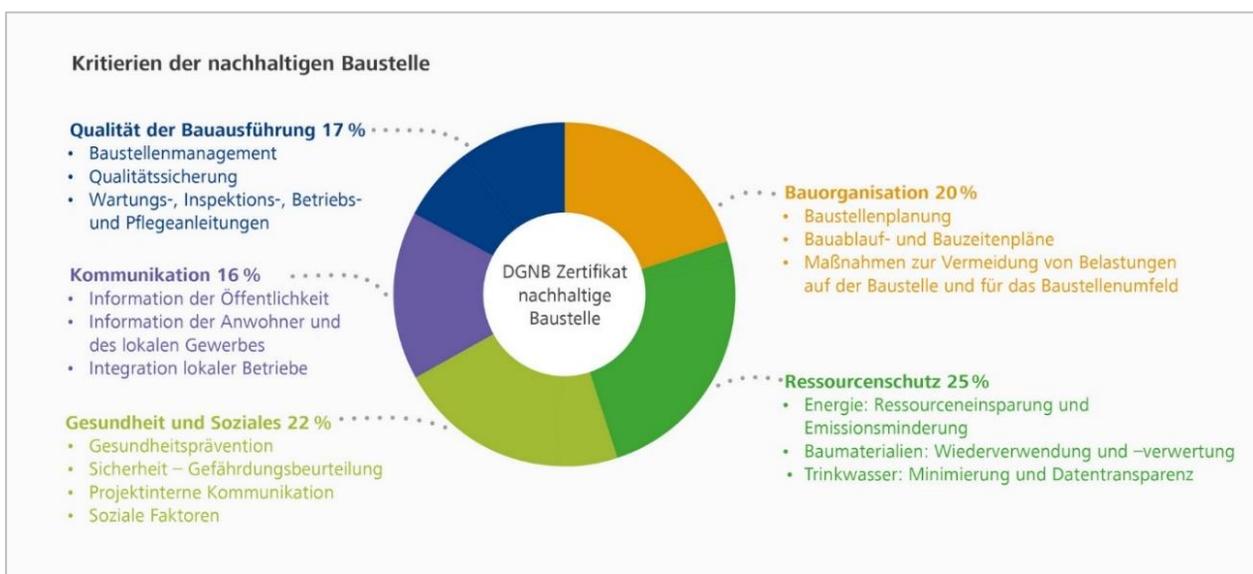


Abbildung 3: Die Kriterien adressieren gleichzeitig die fünf Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik und Prozesse und garantieren so eine ganzheitlich nachhaltige Betrachtung.

Bauorganisation

Das Ziel des Kriteriums ist es, in der Beschaffungs- und Bauphase durch eine gut organisierte Baustelle einen reibungslosen und sicheren Bauablauf zu gewährleisten. Darüber hinaus gilt es, Auswirkungen auf die Umwelt, den Verbrauch von Ressourcen und die Menge an Abfall im Rahmen der Bauausführung zu minimieren, die Gesundheit aller am Bau Beteiligten zu schützen und die gesellschaftliche Akzeptanz der Baumaßnahme durch umfassende Kommunikation mit der Nachbarschaft zu fördern. Gefordert sind Ablauf- und Zeitpläne (z.B. BIM 5D) sowie ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan. Das Kriterium Baustellenorganisation ist eine Mindestanforderung an eine nachhaltige Baustelle.

¹⁹ <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebäude/baustelle> - zuletzt besucht 03.10.2023

Ressourcenschutz

Um im Sinne der Kreislaufwirtschaft einen hohen Wert der Ressourcen beizubehalten, gilt es, eine größtmögliche Transparenz bezüglich der gewählten Verfahren, Verwertungs- und Entsorgungswege für die beim Bau anfallenden Massen herzustellen. Durch maximale Wiederverwendung und stoffliche Verwertung sollen diese entsprechend optimiert werden. Darüber hinaus ist es das Ziel, alle am Bauprozess beteiligten Personen hinsichtlich der aktiven Beeinflussung dieser Verarbeitungs-, Verwertungs- und Entsorgungswege zu sensibilisieren. Ein Aspekt im Kriterium bezieht sich auf die Ressourceneinsparung und Emissionsminderung in Bezug auf die genutzte Energie. Zur Förderung des Klimaschutzes wird der Einsatz erneuerbarer Energie ebenso positiv bewertet wie die Nutzung umweltgerechter Transportmittel.

Gesundheit und Soziales

Eine wichtige Rolle kommt dem Schutz der am Bau Beteiligten zu. Soziale Belange sollen durch präventive Gesundheitsmaßnahmen, Informationen, Weiterbildungen und Schulungen der Mitarbeiter sichergestellt werden. Mit Blick auf die Gesundheitsprävention, stehen neben der allgemeinmedizinischen Vorsorge auch Maßnahmen im Falle eines besonderen Anlasses (Beispiel: Pandemien) im Fokus. Ein Arbeits- und Sicherheitsplan für die Bauhauptgewerke sowie eine Gefährdungsbeurteilung durch die beauftragten Unternehmen sind weitere Indikatoren. Auch die projektinterne Kommunikation, z.B. in Bezug auf Mehrsprachigkeit, ist angesprochen. Hinzu kommen Aspekte wie die Arbeitsplatzqualität oder die Absicherung der Sozialleistungen für alle Beteiligten.

Kommunikation mit der lokalen Öffentlichkeit

Die Akzeptanz von Bauprojekten ist ein zentraler Aspekt. Hierbei geht es darum, Menschen proaktiv vor und während der Baumaßnahmen zu informieren und ihnen wertgeschätzt als Ansprechpartner zur Verfügung zu stehen. Besonderer Wert wird unter anderem auf das Erscheinungsbild der Baustelle für die Öffentlichkeit gelegt. Positiv bewertet wird, wenn über eine digitale Informationsplattform dynamisch über Entwicklungen berichtet wird, in Zeitabständen die Baustelle für die Bevölkerung geöffnet (Tag der offenen Baustelle) und eine Ombudsstelle eingerichtet wird. Ein solches Vorgehen beugt Konflikten vor und erhöht die Kooperationsbereitschaft lokaler Anspruchsgruppen.

Qualität der Bauausführung

Um die Planungsziele zu realisieren sowie den Ansprüchen einer ressourceneffizienten und klimaverträglichen Verwendung von Bauprodukten gerecht zu werden, müssen die Bauüberwachung und -koordination sowie die durchgeführte Qualitätssicherung entsprechend aussagekräftig dokumentiert werden.²⁰

²⁰ <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebaeude/baustelle> - zuletzt besucht 03.10.2023

EU-Taxonomie Verordnung

Mit 2021 ist die EU-Taxonomie Verordnung in Kraft getreten. Dabei handelt es sich um ein einheitliches Klassifizierungssystem für nachhaltige ökonomische Aktivitäten. Die EU-Taxonomie dient als Instrument für Investoren, Unternehmen und andere Projektbeteiligte, das dabei hilft, den Übergang zu einer CO₂-armen, widerstandsfähigen und ressourcenschonenden Wirtschaft zu steuern. Die Verordnung beruht auf drei Gesetzesinitiativen mit direkten Auswirkungen auf Unternehmen und Investoren. Dies betrifft insbesondere (1) die Berichterstattung, (2) die Offenlegung von Umsatz und Kapital- oder Betriebsausgaben sowie (3) neue Umweltzeichen und -standards (z.B. Green Bonds).²¹

ESG

Um eine nachhaltige Zukunft zu verwirklichen, müssen Unternehmen und (öffentliche) Organisationen die ESG-Aspekte (Umwelt, Soziales & Governance) bei ihren Entscheidungen berücksichtigen. Klimakrise, Rohstoffverknappung und -abhängigkeiten, ein enormer Biodiversitätsrückgang, soziale Ungerechtigkeiten und globale Gesundheitskrisen sind nur einige der Entwicklungen, die die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen beeinflussen. Nachhaltigkeit und sozial engagiertes Handeln wird einen zentralen Platz in der Strategie einer Organisation einnehmen (müssen) und diese Vorgaben werden eine Leitlinie für diese Transformation sein. Dabei betrifft ESG den eigentlichen Geschäftszweck und die Wertschöpfung genauso wie Beziehungen zu sämtlichen Stakeholdern (Gesellschaftern, Mitarbeitern und Management, Geschäftspartnern etc.).²²

Aber was bedeutet ESG im Detail, was bedeutet es für die Bau- und Immobilienbranche? Rund ein Drittel der CO₂-Emissionen in der EU entfallen auf Gebäude durch die Errichtung als auch durch den Betrieb. Um die Klimaziele zu erreichen und dem Green-Deal zu entsprechen, muss die Bauwirtschaft massiv Verantwortung übernehmen.²³

Tabelle 1: Überblick der Unterkapitel von ESG (Auszugsmäßig).

E	S	G
Und was dazu gehört		
UMWELT Biodiversität Klimawandel Treibhausgasemissionen Umweltverschmutzung Klima Resilienz Flächenverbrauch Kreislaufwirtschaft ...	SOZIALES Gleichbehandlung Arbeitsbedingungen Diversität und Integration Vergütung Menschenrechte Kinderarbeit Bildung ...	UNTERNEHMENSFÜHRUNG Risikomanagement Wirtschaftsethik Rechnungswesen & Steuern Anreizsystem Genderaspekte Beruf & Familie Hierarchien ...

²¹ <https://www.ogni.at/leistungen/zertifizierung/eu-taxonomie/> - zuletzt besucht 03.10.2023

²² <https://www.tpa-group.at/> - zuletzt besucht am 08.04.2022

²³ https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20220328_OTS0038/eu-taxonomie-kooperation-zwischen-pwc-oesterreich-und-ogni-bietet-erstes-full-service-angebot-fuer-immobilienzertifizierung-bild

Scope 1, 2 und 3

Einer der Grundgedanken von Green-Deal, ESG und Taxonomie-Verordnung ist, dass Europa als erster Kontinent klimaneutral wird und keine CO₂-Emissionen mehr verursacht. Um diese massive und vollumfängliche Umstellung zu schaffen, muss es vorab gelingen, die CO₂-Emissionen den einzelnen Akteuren und Prozessen zuzuordnen. Erst dann können an den richtigen Stellen Maßnahmen zur Reduktion gesetzt werden. Um die Quellen der Treibhausgase zu lokalisieren, wurden im Zuge des Green-Deals entsprechende Scope 1, 2 und 3 definiert. Bei Scopes sprechen wir von Strategien, doch was steckt genau dahinter?

Die Einteilung in Scope 1, 2 und 3-Emissionen stammt genau genommen aus dem Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)²⁴, welches bereits 2001 zum ersten Mal präsentiert wurde. Dabei handelt es sich, vereinfacht gesprochen, um einen Standard zur Messung und Kommunikation der Treibhausgasemissionen, der die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt. Ziel des Standards ist es, die Verantwortung für den Umweltschutz ins Bewusstsein der Führungskräfte zu bringen, die großen und kleinen CO₂-Verursacher zu lokalisieren und gleichzeitig nachhaltige Lösungen zu finden, mit denen die Unternehmen Gewinne erzielen können.²⁵

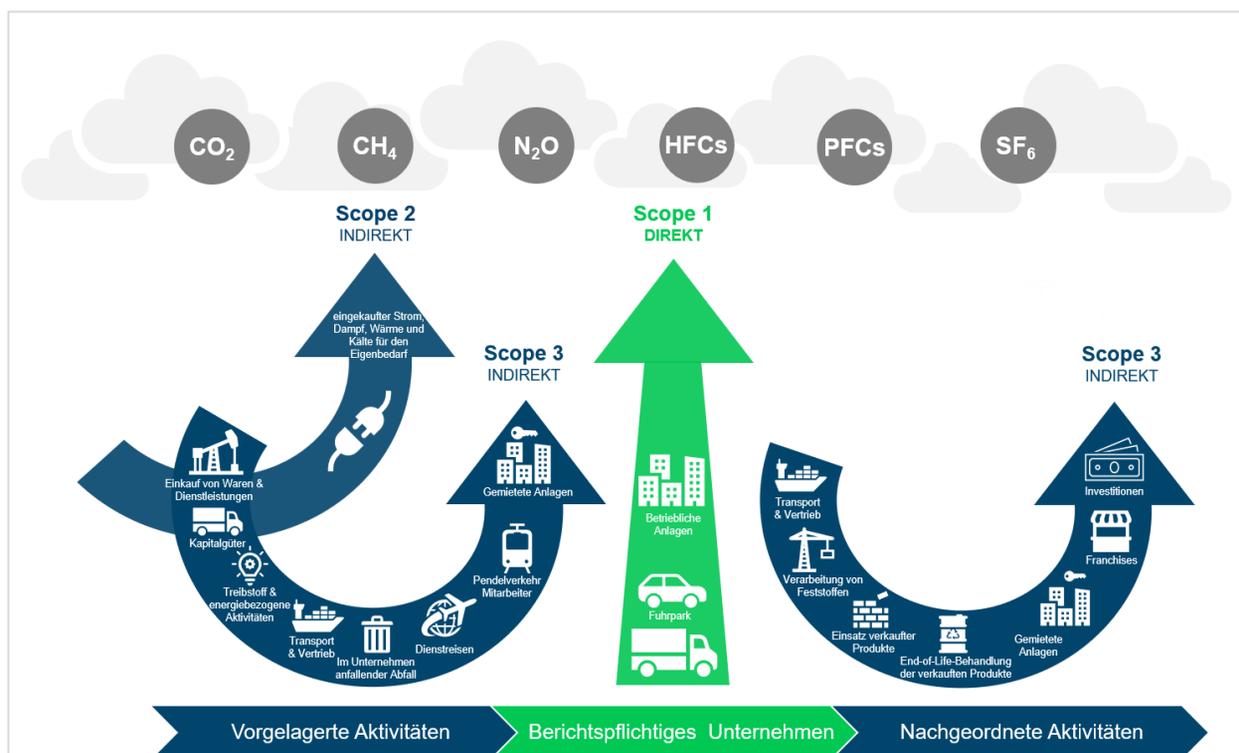


Abbildung 4: Darstellung der Scope 1, 2 und 3 Aktivitäten und Prozessen und deren Abhängigkeiten zueinander. (Grafik wurde in Anlehnung an <https://sustainlab.co/blog/what-are-scope-1-2-3-emissions> angepasst in deutsche Sprache).

²⁴ <https://ghgprotocol.org/> - zuletzt besucht am 05.04.2022

²⁵ <https://kluthe.com/magazin/was-ist-das-ghg-protocol/> - zuletzt besucht am 24.03.2022

Die Baustelle als Stranded Asset

Auf den Baustellen kann ein wesentlicher Beitrag zur Nachhaltigkeit geleistet werden. Dies kann in Form von verbessertem Ressourceneinsatz, geringeren Emissionen und Abfällen, digital basierten Prozessabläufen und Sicherheitsvorkehrungen erzielt werden. Solche Maßnahmen können auch die Qualität und Wirtschaftlichkeit der Bauausführung verbessern.

Entsprechend dem Klimawandelabkommen von Paris sind die THG-Emissionen (2015) unserer Wirtschaftstätigkeiten bis zum Jahr 2050 im 1,5°-Ziel-Pfad um rund 95% zu reduzieren. Für Österreich wird eine Umsetzung bis zum Jahr 2040 angestrebt.

Vereinfachend wird die zu erreichende Sustainability Performance A4 und A5 (siehe Abb. 5) der Jahre 2016 bis 2022 vernachlässigt und im Gegenzug die relative Steigerung der Sustainability Performance A4 und A5 für die Jahre 2023 bis 2040 erhöht.

Unter Vernachlässigung der EU 2030 Ziele (THG -55%), entspricht dies einer Dekarbonisierung von rund 16,2% pro Jahr.

Entsprechend allgemein verfügbarer Werkzeuge, können die Module A4 und A5 von Bauprozessen im Vorhinein bilanziert werden. Die unten rot dargestellte Linie repräsentiert den theoretischen relativen Anforderungswert von Bauprozessen in Prozent gegenüber sich selbst. Entsprechend allgemein verfügbarer Ansätze unterstellt die Taxonomie, zumindest bis zum Jahr 2026, eine Verbesserung um zumindest 10%, die klassische Green Building Definition unterstellt eine Verbesserung um zumindest 30%.

Fakt ist, dass mit innovativen Ausschreibungsmodellen und mit klaren Zielvorgaben unter Einbeziehung von „bonus-malus-Systemen“ die Nachhaltigkeit auf der Baustelle wesentlich verbessert werden kann.

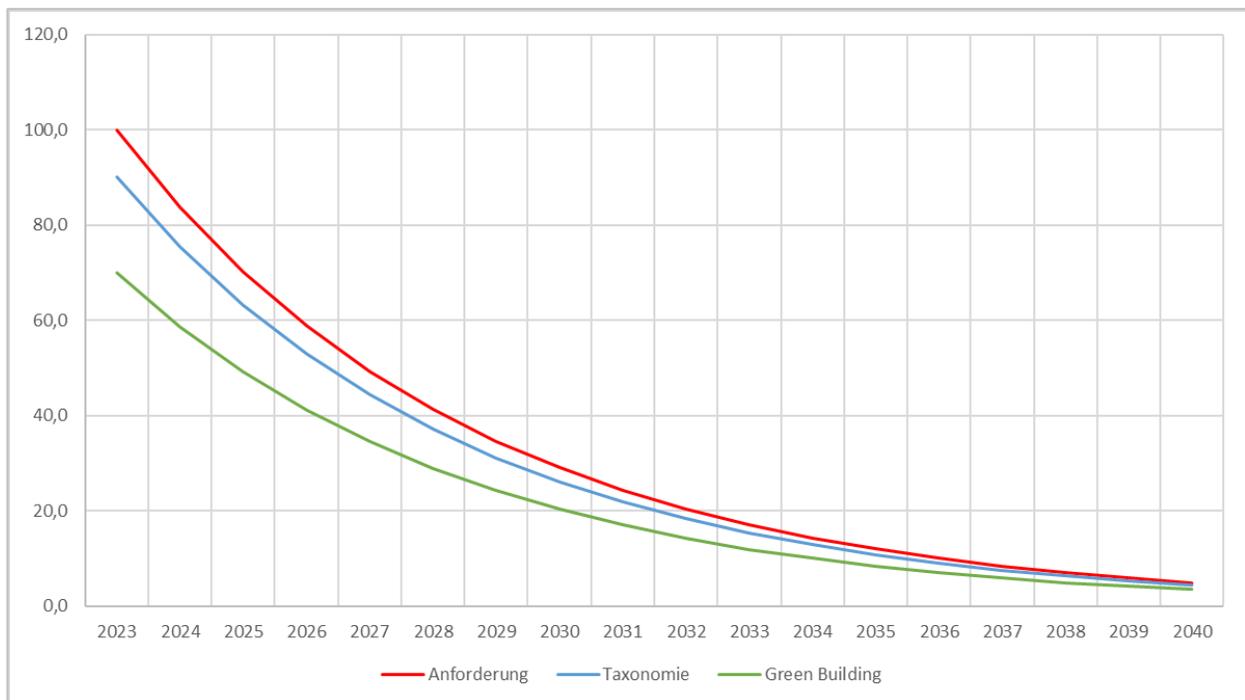


Abbildung 5: Vergleich verschiedener Ansätze zur Dekarbonisierung. X-Achse: Zeitlicher Verlauf bis 2040, Y-Achse: THG- Budget (CO₂-Äquivalente).

BETRACHTETE BAUSTELLEN

Hochbau

Hochbau ist ein Teilbereich des Bauwesens und beschäftigt sich mit Gebäuden, die zum größten Teil oberhalb der Erdoberfläche liegen. Umgangssprachlich werden unter dem Begriff meist Gebäude mit vielen Stockwerken verstanden. Zum Hochbau zählen allerdings auch einstöckige Immobilien oder Garagen, Sportstätten, Hallen und überdachte Anlagen, die oberhalb der Geländelinie liegen. Umgangssprachlich gesagt: Zum Hochbau gehört alles, was man an errichteten Bauwerken von außen sehen kann (der Keller miteingeschlossen).

Auf Hochbaustellen fallen diverse Tätigkeiten an, die einen erheblichen Energieverbrauch verursachen. Baustelleneinrichtungen, wie Kräne, Baucontainer und Beleuchtungen benötigen eine beträchtliche Menge an elektrischer Energie. Wenn kein Strom vom öffentlichen Netz bezogen werden kann, ist es notwendig die benötigte elektrische Energie mit Hilfe von treibstoffbetriebenen Generatoren zu erzeugen.

Auf Baustellen entsteht oft eine große Menge an Bauschutt und Müll, der ordnungsgemäß entsorgt und wiederverwertet werden muss, um die Umweltbelastung zu minimieren. Der Transport und die Lagerung von Baumaterialien trägt ebenfalls zur Energie- und Umweltbilanz bei. Der Einsatz von Baugeräten und Maschinen, die zur Bewegung der Materialien benötigt werden, erfordern Treibstoff und gegebenenfalls Energie zur Verarbeitung und dem Einbau auf der Baustelle. Das Personal verursacht neben der in der Systemabgrenzung ausgeschlossenen An- und Abreise beispielsweise auch THG-Emissionen durch die Klimatisierung der Büroräumlichkeiten.

Um die Umweltauswirkungen auf Baustellen zu reduzieren und die Arbeitssicherheit sowie die Bauqualität zu erhöhen, ist es entscheidend, das Abfallmanagement und die Transportlogistik zu optimieren, effiziente Energiesysteme zu implementieren, den Wasserverbrauch zu minimieren und periodisch die Planungs- und Ausführungsschritte mit allen Beteiligten zu kommunizieren. Eine ganzheitliche Planung und die Integration von nachhaltigen Abläufen können die ökologischen Belastungen auf Baustellen erheblich verringern.²⁶



Quelle Unsplash

²⁶ Friedrichseb. S.: Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen. S.172ff.

Tiefbau

Der Tiefbau umfasst große Teile der baulichen Infrastruktur. Zumindest theoretisch befasst sich der Tiefbau mit der Planung und Errichtung sämtlicher Gewerke, die sich unter der Geländelinie, also unter der Erdoberfläche, oder genau auf dieser Linie befinden.²⁷ Der Begriff „Tiefbau“ bezeichnet alle baulichen Aufgaben, die an oder unter der Geländelinie errichtet werden. Dazu gehören der Straßen-, Brücken-, Eisenbahn-, Stollen- und Tunnel-, Erd-, Wasser-, Berg- und Grundbau sowie der Bau von Versorgungs- und Entsorgungsnetzen, wie Wasserstraßen, Staudämme, Kanalisationen. Daher sind nahezu alle Bestandteile der baulichen Infrastruktur im Tiefbau enthalten. Die wichtigsten Teilgebiete, ohne Anspruch auf Vollständigkeits, werden nachfolgend kurz und übersichtlich zusammengefasst:

- Erdbau: Nivellierung, Landschaftsgestaltung, Geländemodellierung, Aushub von Baugruben
- Grundbau: Erschließung von Bauräumen, Errichtung von Fundamenten, Bau von Kellern
- Wasserbau: Technische Maßnahmen oder Strukturen im Bereich von Oberflächen-gewässern wie Bächen und Flüssen, Meeresküsten, Grundwasser sowie Anlagen zur Wasserreinigung und -aufbereitung
- Verkehrswegebau: Bau von Straßen und Wegen, Gleisbau, Verkehrswasserbau (Kanäle), Brückenbau und Nebenanlagen als Teil von Verkehrswegen
- Tunnelbau: Errichtung von Tunneln, Stollen und Schächten
- Kanalbau: als Teil der Siedlungswasserwirtschaft für die Errichtung von unterirdischen, geschlossenen Strukturen zur Abwasserausleitung aber auch zur Trinkwasser-versorgung zuständig
- Schutzbauwerke gegen Naturgefahren
- Unterirdische Bauwerke (mit weltweit zunehmender Bedeutung) und Strukturen für wirtschaftliche Tätigkeiten (z.B. Abwassermöglichkeiten, Transportmöglichkeiten)
- Kraftwerksbau und Wasserstraßen

Aus dieser Übersicht wird ersichtlich, dass der Tiefbau die Basis für viele Bauvorhaben ist und die Schaffung wichtiger Infrastrukturen beinhaltet. Kurzum: Der Tiefbau ist maßgeblich für eine nachhaltige Weiterentwicklung des Lebens- und Wirtschaftsraumes.²⁸



²⁷ <https://www.bauunternehmen.org/lexikon/tiefbau#question2> - zuletzt besucht am 14.09.2023

²⁸ <https://www.uhrig-bau.eu/lexikon/tiefbau/> - zuletzt besucht am 14.09.2023

ANSÄTZE FÜR EINE CO₂-REDUKTION



BAUPRODUKTIONSPROZESS

- Bedarfsgerechte Bauweisen z.B. durch modulares Bauen bzw. Bedacht auf Um- und Weiternutzung im Hochbau
- Wahl klimaverträglicher Baustoffe, (z.B. Festlegung von maximalen äquivalenten CO₂-Emissionen pro m³ Betone, pro Tonne Stahl)
- Demontierbare Bausysteme bzw. kreislauffähige Baustoffe
- Industrielle Vorfertigung / Fertigung
- Automatisierte, durch Robotik unterstützte Bauabläufe
- Abfallvermeidung durch kreislauffähige Bauprodukte und -materialien
- Planung z.B. mit BIM / Gebäuderessourcenpass zur Betriebsoptimierung und für zukünftiges Urban-Mining
- Planungsteammanagement

ENERGIEMANAGEMENT

- Systematische Vernetzung
- Festgelegte Energieeffizienzmaßnahmen (Rahmenbedingungen z.B. EN ISO 50001)
- Einsatz erneuerbarer Energiequellen auf den Baustellen z.B. PV, Wasserstoff, Windkraft
- Datenerhebung zur Optimierung → Stromverbräuche auf der Baustelle
- Alternative Technologien (z.B. 10 to E-Mobilbagger, etc.)

MATERIALWAHL

- Einsatz CO₂-reduzierter, wiederaufbereiteter Baustoffe (Bsp. RC-Materialien, etc.)
- Substitution bzw. Reduktion von ressourcen- und CO₂-intensiven Baumaterialien (Einsatz emissionsarmer Bindemittel/Bewehrungsmaterialien und CO₂-bindenden Materialien)
- Wieder- und Weiterverwendung ganzer Bauteile und Materialien

WERTSTROMMANAGEMENT

- Baulogistik Anlieferung bis zum Einbauort, Reststoffmanagement
- Projektbezogene Logistikkonzepte
- Verarbeitung/ Aufbereitung und Wiederverwendung vor Ort (z.B. für Aushub)
- LEAN Construction

KREISLAUFWIRTSCHAFT UND NUTZUNG DES BESTANDS

- Verdichtung, Aufstockung und Revitalisierung als Maßnahmen zur Nutzung und Verbesserung des Gebäudebestandes (Vermeidung von Stranded Assets)
- CO₂ Reduktion durch Einsatz von RE-Use bzw. recyclingfähigen Materialien bzw. Materialien die einem Re-Use zugeführt werden können

UMWELTMANAGEMENT

- Reduzierung von Luftschadstoffen, Abfallmengen, Staub- und Lärmbelastung und Kontamination der Böden, etc.

PROZESSE

Ein Ziel dieses Positionspapiers ist es, Möglichkeiten zur Einsparung aller auf der Baustelle anfallenden Emissionen aufzuzeigen und deren Potentiale qualitativ und – wo möglich – quantitativ zu bewerten. Das im Green-Deal vorgegebene Ziel 2050 die Klimaneutralität zu erreichen, umfasst auch die THG-intensive Wirtschaftstätigkeit des Bauwesens. Das Ziel kann, wie auch in vielen anderen Sektoren, nur durch eine Kombination verschiedener Prozesse und Techniken erreicht werden.

Im Positionspapier finden sich sowohl Beispiele für Prozessänderungen sowie mögliche Techniken, die zur Reduktion von THG führen sowie zur Erfüllung von ESG-Zielen beitragen können.

Implementierung von Nachhaltigkeitsaspekten in der Ausschreibung

Das öffentliche Vergabewesen kann im Kampf gegen den Klimawandel und hinsichtlich der Erreichung ökologischer Nachhaltigkeitsziele als wichtiges Instrument angesehen werden.²⁹ Gerade im Baubereich dürfte die Einflussmöglichkeit nicht unerheblich sein: Anhand statistischer Daten ist davon auszugehen, dass in etwa ein Drittel des Beschaffungsvolumens in Österreich in den ÖNACE³⁰ Abschnitten F 41 (Hochbau) und F 42 (Tiefbau) öffentlichen Aufträgen zuzuordnen ist.³¹

Das Bundesvergabegesetz 2018³² (BVerG 2018), welches die Vergabe öffentlicher Aufträge reglementiert, bietet öffentlichen Auftraggebern für die Erstellung von Bauausschreibungen und die Durchführung von Vergabeverfahren für Bauaufträge mehrere Möglichkeiten zur Berücksichtigung ökologischer Belange. Bedienen sich öffentliche Auftraggeber dieser Möglichkeiten, so werden sie nicht nur ihrer ökologischen und gesellschaftlichen Verantwortung gerecht, sondern übernehmen auch eine Vorbildfunktion gegenüber anderen Stakeholdern in der Branche bzw. der Gesellschaft.

Zunächst ist auf die allgemeinen Vergabegrundsätze in § 20 BVerG 2018 hinzuweisen, die bei sämtlichen öffentlichen Vergabeverfahren zu beachten sind. Gegenständlich ist der in § 20 Abs. 5 enthaltene **Grundsatz der Bedachtnahme auf die Umweltgerechtigkeit der Leistung** von Bedeutung. Per Gesetz kann dieser Grundsatz insbesondere durch die **Berücksichtigung ökologischer Aspekte**

- bei der Beschreibung der Leistung bzw. der Festlegung der technischen Spezifikationen,
- durch die Festlegung konkreter Zuschlagskriterien oder
- durch die Festlegung von Bedingungen im Leistungsvertrag erfüllt werden.³³

²⁹ Vgl. z.B. Bundeskanzleramt Österreich (Hrsg.), Aus Verantwortung für Österreich – Regierungsprogramm 2020–2024, S. 72ff.

³⁰ Österreichische Version der europäischen Wirtschaftszweigklassifikation; NACE = *Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes*.

³¹ Vgl. Statistik Austria (Hrsg.), Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich, Ausgabe 2020, S. 228. Anmerkung: Jüngere Konjunkturstatistiken mit endgültigen Zahlen wurden seitens der Statistik Austria noch nicht veröffentlicht. Allerdings ist anzunehmen, dass der Anteil öffentlicher Aufträge an den Gesamtaufträgen im Hoch- und Tiefbau über die Jahre in etwa gleichgeblieben ist.

³² Für das Jahr 2023 wird eine Novelle des Bundesvergabegesetzes (BVerG-Novelle 2023) erwartet, in der das Thema „grüne Vergabe“ merkbar in den Vordergrund rücken wird.

³³ Vgl. § 20 Abs. 5 BVerG 2018.

Als Beispiele für die zuvor erwähnten „ökologischen Aspekte“ nennt das Gesetz

- Energieeffizienz,
- Materialeffizienz,
- Abfall- und Emissionsvermeidung sowie
- Bodenschutz.³⁴

In den Erläuterungen zur Regierungsvorlage (ErlRV) zum BVergG 2018 wird festgehalten, dass der Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei der Festlegung des Auftragsgegenstandes, z.B. durch ökologische technische Spezifikationen, der Vorzug gegenüber anderen Möglichkeiten der Berücksichtigung zu geben ist.³⁵

Vergabeunterlagen für öffentliche Aufträge, die umweltbezogene Aspekte nicht beachten, sind wegen eines Widerspruchs zum oben genannten Grundsatz rechtswidrig und grundsätzlich anfechtbar. In weiterer Folge können die Ausschreibungsunterlagen für nichtig erklärt werden.³⁶

§ 93 Abs. 2 bzw. § 264 Abs. 2 BVergG regelt, dass Angebote für in Österreich zu erbringende Leistungen unter **Berücksichtigung der national geltenden umweltrechtlichen Rechtsvorschriften** zu erstellen sind. Der öffentliche Auftraggeber muss in den Ausschreibungsunterlagen von den Unternehmen die Einhaltung dieser Vorschriften im Zuge der späteren Durchführung des Auftrages verlangen. Einzuhaltende umweltrechtliche Rechtsvorschriften, die für die Erbringung von Bauleistungen Relevanz haben, sind etwa das Wasserrechtsgesetz, das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, das Abfallwirtschaftsgesetz, die Deponieverordnung, die Recycling-Baustoffverordnung und die Taxonomie-Verordnung in den jeweils geltenden Fassungen. Gemäß § 78 Abs. 1 Z 5 bzw. § 249 Abs. 2 Z 4 BVergG muss der öffentliche Auftraggeber Unternehmer, die im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit **schwere Verfehlungen gegen Bestimmungen des Umweltrechtes** begangen haben, von der **Teilnahme am Vergabeverfahren ausschließen**.

Als Eignungsnachweis, im Speziellen als Nachweis der technischen Leistungsfähigkeit, kann der öffentliche Auftraggeber gemäß § 87 Abs. 2 bzw. § 258 Abs. 2 BVergG von Unternehmen die Vorlage von Bescheinigungen unabhängiger Stellen über die **Erfüllung bestimmter Systeme oder Normen für das Umweltmanagement** verlangen. Beispiele sind etwa eine EMAS-Zertifizierung, die Zertifizierung nach ISO 14001, das DGNB-Basiszertifikat „Nachhaltige Baustelle“³⁷ oder gleichwertige Bescheinigungen. Im Rahmen des Nachweises der technischen Leistungsfähigkeit kann der öffentliche Auftraggeber auch **spezielles Wissen** (z.B. Nachhaltigkeitsbeauftragte/r im Unternehmen) oder **spezielle technische Ausstattung** (z.B. Verfügung über Elektrobagger oder Materialaufbereitungsanlage vor Ort auf der Baustelle) von den Bewerbern/Bietern verlangen.³⁸

³⁴ Vgl. § 20 Abs. 5 BVergG 2018.

³⁵ Vgl. ErlRV 69 BlgNR XXVI. GP (ErlRV zum BVergG 2018), S. 53.

³⁶ Vgl. ANKÖ, ANKÖ-Nachhaltigkeit: Die grüne Vergabe in der Bauwirtschaft. Umwelt- und Vergaberechtsexperte Dr. Stephan Heid im großen ANKÖ-Interview, Online-Bericht vom 29.09.2021. Online abrufbar unter: www.ankoe.at/nachrichten-liste/nachrichten-detail/ankoe-nachhaltigkeit-die-gruene-vergabe-in-der-bauwirtschaft-umwelt-und-vergaberechtsexperte-dr-stephan-heid-im-grossen-ankoe-interview.html (abgerufen am 13.01.2023).

³⁷ Achtung: Da Unternehmen das Basiszertifikat „Nachhaltige Baustelle“ erst seit 2024 beantragen können, könnte es bei Verlangen dieses Zertifikats im Rahmen der Eignung zu einer Einschränkung des Bewerber-/Bieterkreises kommen.

³⁸ Vgl. dazu die taxativ angeführten Nachweise der technischen Leistungsfähigkeit in Anhang XI Abs. 2 BVergG 2018.

Weiters können ökologische Nachhaltigkeitsanforderungen von den Unternehmern in Form von **Umweltgütezeichen** (z.B. Österreichisches Umweltzeichen) erfüllt werden. Gemäß § 108 Abs. 1 bzw. § 276 Abs. 1 BVergG können Gütezeichen vom öffentlichen Auftraggeber für die zu erbringende Leistung im Rahmen der

- technischen Spezifikationen,
- Zuschlagskriterien oder
- Bedingungen im Leistungsvertrag

verlangt werden.

Zur bereits mehrfach genannten Möglichkeit der Berücksichtigung **ökologischer Aspekte im Rahmen der technischen Spezifikationen** können nachfolgende Beispiele genannt werden:

- Einsatz eines Mindestanteils an Baustoffen mit einem bestimmten oder dazu gleichwertigen Umweltgütesiegel (siehe auch Thema Gütesiegel zuvor)
- Einsatz eines Mindestanteils an Recyclingbeton, Recyclingstahl oder Recyclingkunststoff
- Einsatz von Baugeräten (z.B. Fahrzeuge, Baumaschinen, Kompressoren), die bestimmten ökologischen Anforderungen erfüllen (z.B. hinsichtlich Euro-Abgasklasse/CO₂-Emissionen)
- Mindestanteil des verwendeten Stroms auf der Baustelle aus erneuerbaren Energiequellen (Ökostrom)

Mit Inkrafttreten der BVergG-Novelle 2015/16 wurde die Regelung schlagend, dass bei der Vergabe von Bauaufträgen ab einem geschätzten Auftragswert von 1 Mio. Euro bei klassischen öffentlichen Aufträgen sowie Aufträgen im Sektorenbereich neben dem Zuschlagskriterium des Preises zumindest ein weiteres Zuschlagskriterium vom öffentlichen Auftraggeber heranzuziehen ist (verpflichtend anzuwendendes Bestbieterprinzip).³⁹ Für Sektorenauftraggeber wurde diese Grenze mit dem BVergG 2018 auf 10 Mio. Euro angehoben.⁴⁰ Sofern die allgemeinen Anforderungen an Zuschlagskriterien – wie z.B. die Verbindung mit dem Auftragsgegenstand⁴¹, die Festlegung nach objektiven Gesichtspunkten, die Ermöglichung eines wirksamen Wettbewerbs und die Überprüfungsmöglichkeit der Bieterangaben auf Richtigkeit – erfüllt werden,⁴² können auch **ökologische Aspekte als Zuschlagskriterien** herangezogen werden. Dem Auftraggeber bleibt es überlassen, wie er die Kriterien zueinander gewichtet.

Mögliche Zuschlagskriterien in öffentlichen Bauausschreibungen mit Fokus auf Klima- und Umweltschutz bzw. CO₂-Reduktion sind z.B.:

- Verringerung von LKW-Transport-km auf die Baustelle
- Verwendung von Ökostrom auf der Baustelle
- Technische Ausstattung der einzusetzenden Baugeräte (z.B. bestimmte Euro-Abgasklasse/CO₂-Emission, Baugeräte mit alternativen Antrieben)

³⁹ Vgl. § 79 Abs. 3 Z 8 und § 236 Abs. 3 Z 8 BVergG-Novelle 2015/16.

⁴⁰ Vgl. § 262 Abs 4 Z 1 BVergG 2018.

⁴¹ Zuschlagskriterien stehen dann mit dem Auftragsgegenstand in Verbindung, „wenn sie sich in irgendeiner Hinsicht und in irgendeinem Stadium des Lebenszyklus auf die gemäß dem Auftrag zu erbringenden Leistungen beziehen.“ § 2 Z 22 lit. d BVergG 2018.

⁴² Vgl. z.B. § 2 Z 22 lit. d sublit. aa BVergG 2018, ErlRV 69 BlgNR XXVI. GP (ErlRV zum BVergG 2018), S. 12 und Schramm/Pesendorfer in Schramm/Aicher/Fruhmann (Hrsg.), Bundesvergabegesetz 2018: Kommentar³, § 2 Z 22 lit. d Rz 17.

- Verwendung von klinkerreduziertem Zement für die Betonherstellung
- Umweltkonzepte, z.B. Konzept zur Reduktion von CO₂ während der Ausführung der Bauleistung, Konzept für die Verwertung von Abbruchmaterial

Wie anhand der Beispiele ersichtlich ist, dürfen Zuschlagskriterien herangezogen werden, deren Erfüllung erst im Zuge der Leistungserbringung vom Auftraggeber überprüft werden kann. Um Bieter davon abzuhalten, Falschangaben in ihren Angeboten zu machen und sie zur Einhaltung der im Vergabeverfahren gemachten Zusagen bei der Auftragsausführung zu bewegen, muss der Auftraggeber **vertragliche Sanktionen bzw. Pönalen**⁴³ im Leistungsvertrag vorsehen. Der Auftraggeber oder dessen Vertreter (z.B. ÖBA) muss die Einhaltung dieser Zusagen während der Ausführung kontrollieren und bei Verstoß die Vertragsstrafe durchsetzen (Ausgleich von Wettbewerbsverzerrungen).⁴⁴

In Pönalregelungen für etwaige Verstöße werden meist die im Vergabeverfahren lukrierten Punkte des Auftragnehmers (Angebotsbewertung) einbezogen, wie anhand des folgenden Beispiels ersichtlich ist:⁴⁵

$$\text{Pönale [€]} = \text{Angebotspreis [€]} \times \text{Angebotsbewertung Kriterium [\%]} \times \text{Nichterfüllung [\%]} \times \text{Faktor}$$

Um das Angebot mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis zu ermitteln, darf der öffentliche Auftraggeber gem. § 92 Abs.1 bzw. § 263 Abs.1 BVergG 2018 eine **Lebenszykluskostenrechnung** heranziehen.

Nicht unerwähnt in diesem Positionspapier soll der österreichische **naBe-Aktionsplan**⁴⁶ bleiben, der der öffentliche Auftraggeber bei der nachhaltigen Beschaffung unterstützt und unter anderem für die Bereiche Hoch- und Tiefbau technische Spezifikationen und mögliche Zuschlagskriterien enthält, die ökologische Aspekte berücksichtigen.

⁴³ Die Festlegung von vertraglichen Sanktionen bzw. Pönalen gilt nicht nur in Bezug auf die Erfüllung von Zuschlagskriterien, sondern für sämtliche Zusagen eines Bieters, die erst zu einem späteren Zeitpunkt nachgewiesen werden können.

⁴⁴ Raab, Auswirkungen personenbezogener Vergabekriterien für öffentliche Bauaufträge und öffentliche baunahe Dienstleistungsaufträge auf den österreichischen Bauarbeits- und Bietermarkt, Dissertation, 10/2022, S. 152.

⁴⁵ Vgl. ebd., S. 179f.

⁴⁶ Vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.), Aktionsplan & Kernkriterien für die Beschaffung nachhaltiger Produkte und Leistungen, 07/2021. Online abrufbar unter: www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/naBe-Aktionsplan_barrierefrei.pdf (abgerufen am 18.08.2023).

Interne Kommunikation

Um eine Sensibilisierung für die Thematik „Nachhaltige Baustelle“ zu erreichen, erhält die interne Kommunikation sowohl innerhalb der am Bauprozess beteiligten Unternehmen als auch unmittelbar auf den Baustellen einen besonderen Stellenwert. Die Bewusstseinsbildung von Projektleitung und Auftraggebendem für das Thema ist ein wichtiger Schritt, um das Verständnis und die Aufmerksamkeit für Nachhaltigkeit zu fördern.

Folgende Werkzeuge stehen dabei unter anderem zur Verfügung:

- **Aktivieren der Führungskräfte:** Eine Verankerung des Themas Nachhaltigkeit in der Unternehmensstrategie zeigt ein übergeordnetes Bekenntnis zu dem Thema. Die Erweiterung der Ernennung von Nachhaltigkeitsbeauftragten/-spezialisten ermöglicht eine interne, abteilungsübergreifende Wissensverteilung.
- **Unternehmensinterne Richtlinien und Regelwerke:** Eine Adaption von unternehmensinternen Richtlinien und Regelwerken schafft eine formale Voraussetzung für die Umsetzung von nachhaltigen Baustellen. Die Richtlinien und Regelwerke sollten leicht zugänglich und verständlich sein.
- **Kommunikation und Information:** Eine regelmäßige Information kann durch Meetings und Kommunikationskanäle wie z.B. unternehmensinterne Chats, das Intranet, die Unternehmens-Website, Informationsveranstaltungen/-kampagnen oder eine Mitarbeiterzeitschrift erfolgen. Die Informationen sollten prägnant, klar und verständlich sein.
- **Schulungen und Workshops:** Interaktive Workshops bieten die Möglichkeit, das Thema praktisch zu erkunden und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.
- **Erfahrungsberichte und Best Practice:** Durch Begehungen von Baustellen, Dokumentation etc. werden Best Practice Beispiele kommuniziert.
- **Anerkennung und Anreizsysteme:** Motivation durch Lob und wertschätzende Gesten durch Führungskräfte sowie die Einführung von Boni-Systemen und/oder Preisverleihungen.

- **Feedback:** Dem Beteiligten wird die Möglichkeit gewährt, konstruktives Feedback zu Handlungsempfehlungen zu geben. Das Feedback wird in Folge bearbeitet, beantwortet und Handlungsempfehlungen dementsprechend adaptiert.



Lean Management

Lean Construction Management ist eine Methodik, die darauf abzielt, Prozesse zu optimieren und Verschwendung zu vermeiden. Durch das Eliminieren unnötiger Schritte in Prozessen und das Minimieren des Ressourceneinsatzes können Umweltauswirkungen reduziert und nachhaltiger gebaut werden. Im Mittelpunkt der Methode stehen dabei folgende Elemente: Teamgeist, Zusammenarbeit und Kommunikation. Eine gemeinsame Sprache, ein respektvoller Umgang und transparente Kommunikation sind die Basis der reibungslosen Zusammenarbeit, die zum Erfolg führt. Dabei wird folgendem Schema gefolgt:

Kernziele des Lean Construction Management:

1. Vermeidung von Verschwendung (Muda)
Verbrauch von Ressourcen (Arbeitskräfte, Betriebsmittel, Material, etc.), ohne Wert zu erzeugen
2. Vermeidung von Unausgeglichenheit (Mura)
Verschwendungen, die durch eine unzureichende Abstimmung der Kapazitäten (Mitarbeiter, Produktionsmittel) entstehen
3. Vermeidung Überlastung (Muri)
Verschwendungen, die durch Überlastung der Kapazitäten (Mitarbeiter, Produktionsmittel) entstehen

In der Praxis werden folgende Mehrwerte erkannt:

- Gemeinsame Sprache durch Visualisierung
- Partnerschaftliche Atmosphäre im Projekt-Team
- Offene und wertschätzende Kommunikation
- Höhere Projektstabilität
- Transparente Visualisierung des Energieverbrauchs
- Steuern anstatt auf Probleme reagieren
- Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
- Optimierung der Liefermengen und Lieferzeiten
- Schonender Umgang und effiziente Verwendung von Ressourcen
- Agieren / Steuern anstatt auf Probleme reagieren
- Optimierung der Bauzeit



Erfahrungen aus Projekten zeigen, dass durch die vorrausschauende Planung und dessen Visualisierung mögliche Störungen bereits 4-5 Wochen in Vorhinein erkennbar sind und entsprechende Aktionen frühzeitig gesetzt werden können. Kommt es dennoch zu Verzögerungen, werden die Ursachen erhoben und bewertet, um zukünftig Fehler bestmöglich zu vermeiden. Als Resultat kann die Prozessstabilität über die Gesamtprojektdauer auf bis zu 85% (Anteil eingehaltener Zusagen) gehoben und Verschwendungen erheblich minimiert werden, wodurch ein unmittelbarer Beitrag zur CO₂ Reduktion geleistet wird. Im Vergleich dazu liegt der Branchenschnitt für die Prozessstabilität bei lediglich 54%.

Durch die Darstellung des aktuellen Stromverbrauchs können Spitzen leicht erkannt und möglich Ursachen eruiert werden. Das Setzen eines Tagesgrenzwerts und die Erhebung

möglicher Ursachen bei Überschreitung erleichtern eine zukünftige Reduktion des Verbrauchs und die damit verbundenen Reduktion des CO₂-Ausstoßes.

Zufriedene Mitarbeiter & fließende Prozesse

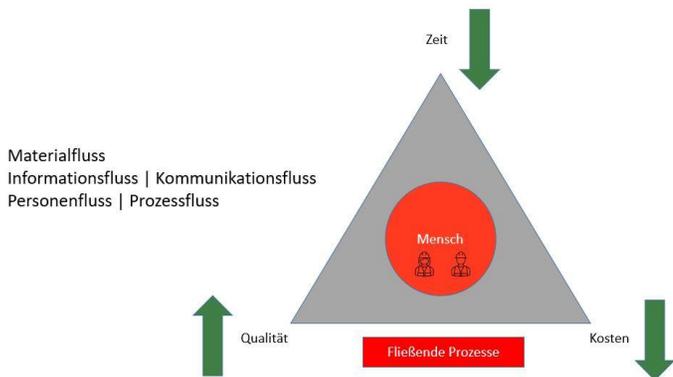


Abbildung 6: Spannungsdreieck Qualität - Kosten - Zeit

In Abb. 6 ist das Spannungsdreieck Qualität - Kosten - Zeit dargestellt. In das Zentrum wird der „Mensch“ verortet und fließende Prozesse als Voraussetzung gesetzt, welche weder Verschwendungen, Überlastungen noch Unausgeglichheiten enthalten. Materialfluss, Informationsfluss, Kommunikationsfluss, Personenfluss und Prozessfluss sind gegeben. Somit können zufriedene und damit motivierte Mitarbeiter Wert-schöpfung in höherer Qualität, mit geringerer Durchlaufzeit und damit auch zu geringeren Kosten generieren.

Zur besseren Veranschaulichung für das komplexe Zusammenwirken innerhalb eines Projektes werden die Hauptflüsse visuell in einer Wertstromgrafik dargestellt (Abb. 7). Der tatsächliche Anteil der Wertschöpfung macht je nach Hauptprozess nur einen Teil aller durchgeführten Tätigkeiten aus. Alle nicht notwendigen Tätigkeiten sind Verschwendung, welche zusätzliche Emissionen verursachen. Über gezieltes Wertstrommanagement können die nicht wertschöpfenden Tätigkeiten identifiziert, eliminiert und somit Emissionen reduziert werden.

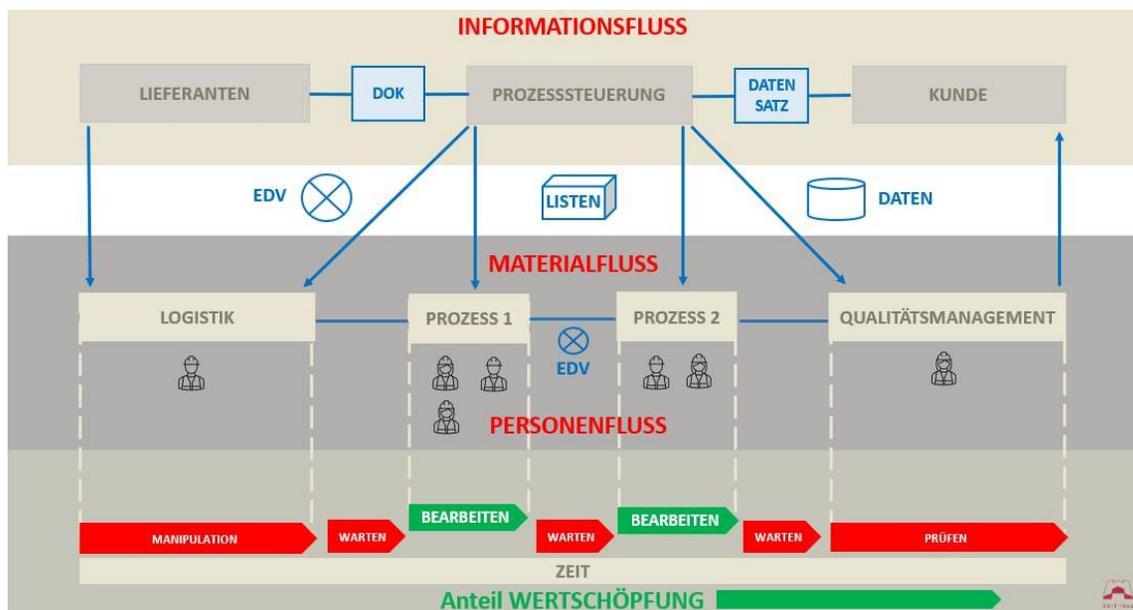


Abbildung 7: Wertstrom (Quelle HANDLER)

Mit Hilfe von Tools für Projekt- und Prozessdiagnose, Projektorganisation und -steuerung sowie Tools für die kontinuierliche Verbesserung, soll eine Durchgängigkeit im Prozess und im Projekt gewährleistet werden.

Digitalisierung – Mehrwert durch BIM

Dekarbonisierung funktioniert nur, wenn die Emittenten ermittelt und mit Zahlen erfasst werden. Es gilt das Prinzip: Vermeiden – Verlagern – Verbessern.

Digitale Tools bieten die Möglichkeit, den Bauprozess zu beschleunigen und Fehler (Kollisionen in der Leitungsführung) frühzeitig zu erkennen, wodurch eine effizientere Nutzung von Ressourcen ermöglicht wird. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Möglichkeit der Visualisierung anhand Building Information Modeling (BIM).

BIM ist eine kooperative Arbeitsmethodik, bei der digitale Modelle eines Bauwerks erstellt werden, um alle relevanten Informationen und Daten für den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes konsistent zu erfassen, zu verwalten und transparent zwischen den beteiligten Parteien auszutauschen. Dieser Ansatz fördert eine integrierte Projektentwicklung und trägt zur Steigerung der Ressourceneffizienz bei. Durch die im digitalen Modell gespeicherten Produktzeichnungen kann der Informationsfluss über den gesamten Lebenszyklus sichergestellt und ein hochwertiges Recycling bei Um- und Rückbaumaßnahmen positiv beeinflusst werden.

Zudem leisten mobile Endgeräte und verschiedene Applikationen auf der Baustelle einen wichtigen Beitrag für durchgängige Informationsflüsse und baubegleitende Dokumentation, als Grundlage für die spätere Betriebsführung und etwaige Nachnutzungsszenarien.

Durch den Einsatz von Sensortechnik im Baubetrieb können semantische Informationen gesammelt werden, die zur Erfassung und Optimierung des Ressourcenverbrauchs (beispielsweise Baustrom) genutzt werden können.

In naher Zukunft werden Simulationen für die Feinjustierung des Baubetriebs, insbesondere der Baulogistik zunehmend an Bedeutung gewinnen. Durch die Erstellung eines digitalen Logistikmodells und damit verbundene Simulationen können Transportprozesse visualisiert und kritische Situationen (z.B. fehlende Kapazitäten) identifiziert werden. Die BIM-basierte Mengenermittlung bietet zudem Vorteile für die Logistikplanung, insbesondere bei der Planung von Lagerflächen und Liefermengen.⁴⁷ Dies ist besonders für beengte Baustellenverhältnisse in Innenstadtlagen von Vorteil, da sich hier über den Baufortschritt die Einrichtungsverhältnisse dynamisch verändern können.

Quelle Unsplash

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Umweltdaten (wie z.B. Wetterdaten) und Terminpläne mit dem digitalen Gebäudemodell zu verknüpfen, um verschiedene Bauabläufe unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs zu simulieren und zu vergleichen. Dadurch kann die Effizienz des Bauablaufs gesteigert werden.

⁴⁷ Stolipin, J., Jessen, U., Weber, J., Wenzel, S., König, M. (2020). Simulation als Bestandteil eines BIM-basierten Vorgehens zur Planung der Baustellenlogistik im Großanlagenbau. 365-372. 10.1128/arep.59.a59051.



Materialwahl

Zu Beginn eines jeden Projektes ist immer die Frage zu stellen: Muss unbedingt neu gebaut werden oder kann die vorhandene Bausubstanz erhalten bleiben und instandgesetzt oder ertüchtigt werden. Durch den Erhalt von Bausubstanz können Ressourcen gespart und CO₂-Emissionen reduziert werden.

Laut einer Studie verursacht eine energetische Ertüchtigung unter Betrachtung des gesamten Gebäudelebenszyklus nur 50% des CO₂-Fußabdrucks eines gleichwertigen Neubaus.⁴⁸

Beim Bau von Gebäuden werden in der Regel verschiedene Hauptmaterialien verwendet. Diese können je nach Region, Verfügbarkeit, technischen Anforderungen und wirtschaftlichen Überlegungen variieren. Es kommt auf das Bauvorhaben, die Nutzung und die Nutzungsdauer an welche Materialien die richtigen sind. Letztendlich gibt es kein eindeutiges "richtiges" Baumaterial.

Materialwahl betrifft hauptsächlich die Planungsphase eines Gebäudes, aber auch bei der Spezifikation können Unterschiede erfolgen. Z.B. durch eine bedarfsgerechte Materialwahl.

Im Bewusstsein dessen, dass die Herstellung von Zement, einem Hauptbestandteil von Beton, sehr energieintensiv ist und zu einem erheblichen CO₂-Ausstoß führt, kann dieser Baustoff seine Stärken vor allem über seine Langlebigkeit und nahezu 100%-ige Wiederverwendbarkeit ausspielen. Moderne Bauweisen können auch eine Kombination aus Holz und Beton oder anderen Materialien beinhalten, um die Vorteile beider Materialien gezielt zu nutzen. Hier spricht man von einer sogenannten Hybridbauweise.

In Bezug auf Nachhaltigkeit gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Materialien. Nachhaltige Baumaterialien beziehen folgende Aspekte mit ein:

- Ressourcenschonung: Materialien werden ressourcenschonend hergestellt und haben einen geringeren ökologischen Fußabdruck. Sie sollten vorzugsweise aus nachwachsenden oder recycelten Rohstoffen bestehen.
- Energieeffizienz: Materialien, die dazu beitragen, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu reduzieren, gelten als nachhaltiger. Dazu gehören gute Dämmsysteme, z.B. eine thermische Bauteilaktivierung, die den Heiz- und Kühlbedarf reduzieren.
- Langlebigkeit: Langlebige Materialien müssen seltener ausgetauscht oder erneuert werden, was den Gesamtressourcenverbrauch und die CO₂-Emissionen reduziert.
- Wiederverwendbarkeit und Recycling: Materialien, die am Ende ihrer Lebensdauer recycelt oder wiederverwendet werden können, sind nachhaltiger.

Quelle Unsplash

- 
- Gesundheitsaspekte: Nachhaltige Materialien sollten keine schädlichen Emissionen oder Ausdünstungen abgeben, die die Raumluftqualität beeinträchtigen.

⁴⁸ <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docid/7989> - zuletzt besucht 18.01.2024

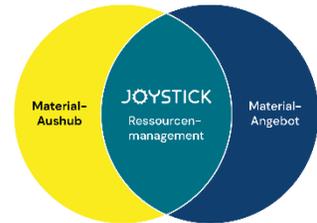
Kreislaufwirtschaft

Um die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben, ist die Nutzung von Materialbörsen sinnvoll und notwendig. Was im privaten Umfeld oft schon gut funktioniert, erweist sich in der Bauindustrie als schwierig. Folgenden Herausforderungen treten dabei in Erscheinung:

- Kunden finden - Damit eine Plattform wirtschaftlich betrieben werden kann, bedarf es vieler Kunden, die ihre Materialien regelmäßig über die Materialbörse beziehen.
- Faktor Mensch - Wie bei vielen Transformationen bedarf es auch hier einer Verhaltensänderung durch den jeweiligen Baustellenleiter. Der Erwerb von Materialien über eine Plattform muss eine bewusste Entscheidung sein, die möglicherweise mit Mehraufwand einhergeht. Incentives können die Entscheidungsfindung positiv beeinflussen.
- Entsorgung auf der Baustelle - Die Art der Abfallentsorgung hängt meist von Entsorgungspreisen ab. Sofern es Verwertungswege gibt oder solche in Entwicklung sind, muss es regulatorische Anpassungen geben. Deponieverbote (wie z.B. für Gipsabfälle) für bestimmte Materialien oder Anhebung von Deponiekosten sind hier zu nennende Hebel.
- Lagerung - Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist das Lagerkonzept, vor allem innerstädtisch. Entscheidet man sich für ein zentrales Lager, benötigt man genügend Platz, was mit entsprechenden Kosten einhergeht. Wählt man ein dezentrales System - lagert die Materialien also auf der Baustelle - bedarf es Platz.
- Qualität der Materialien - Bei der Sammlung der Materialien sollten, soweit technisch und wirtschaftlich sinnvoll, keine Vermischungen oder Verunreinigungen zugelassen werden. Nur wenn die Materialien in einer bestimmten Qualität und Quantität vorliegen, wird ein Weiterverkauf möglich sein.



Aufbereitung und Verbringung vor Ort



Auf der einen Baustelle fällt Aushubmaterial an, das nicht verwendet werden kann. Auf der anderen Baustelle benötigt man genau diesen Ausschuss. Um der Entsorgung von wiederverwendbarem Aushub entgegenzuwirken, wurde beispielsweise von der Firma PORR unter dem Ansatz einer „Partnervermittlung“ im Sinne der Nachhaltigkeit ein neues Ressourcenmanagement entwickelt.

Die auf das Unternehmen maßgeschneiderte Softwarelösung bringt überschüssiges Materialangebot rasch und schnell mit der entsprechenden Nachfrage zusammen. Als schnittstellenübergreifende Gesamtlösung vernetzt die Software intelligent Informationen miteinander und kann so Arbeitsschritte signifikant erleichtern. Zudem agiert die Software auf höchster Datensicherheits-Ebene und gewährleistet eine nachvollziehbare Protokollierung sowie eine automatisierte, revisionssichere Ablage.

Mit Hilfe dieser Plattform wird der Materialüberschuss und Materialbedarf innerhalb des PORR-Konzerns unter Berücksichtigung der Transportwege und zeitlicher Übereinstimmung ausgetauscht und so ein möglichst hoher Wiederverwertungsgrad erzielt.

Derzeit befindet sich die neue Plattform in der Pilotphase in einzelnen Bundesländern von Österreich und soll unter stetiger Weiterentwicklung im ganzen Land ausgerollt werden.

Verantwortliche sind in der Lage, Materialien effizient zu suchen oder anzubieten, je mehr Daten von Baustellen eingepflegt werden, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, ein benötigtes Material zu finden oder ein nicht brauchbares abgeben zu können, ohne dies auf der Deponie ablagern zu müssen.

The screenshot shows the JOYSTICK web application interface. At the top, there is a navigation bar with the PORR logo, user information ('1 Benutzer:innen waren heute bereits auf JOYSTICK'), and utility links (PORR, Hilfe, Einstellungen, Abmelden). Below the navigation bar, there are tabs for 'Ich suche', 'Ich biete', 'Bauprojekte', 'Depot', and 'Administration'. The main content area is titled 'Materialien (35)' and features a search bar with the text 'Suchbegriff eingeben' and a 'Suchen' button. There are also options for 'Schnellfilter', 'Filter', and 'Sortierung nach: Name'. The results are displayed in a grid of cards, each representing a material entry. Each card includes the material name, creation and last update dates, material category, group, key number, material number, unit, and quantity. For example, the first card is 'Asphaltbruch/Straßenaufbruch recyclingfähig' with a quantity of 1.8 t/m3. The interface also includes a sidebar with filters for 'Status', 'Materialkategorie', and 'Warengruppen', and a 'Filter anwenden' button at the bottom.

Abbildung 8: Auszug aus der Plattform JOYSTICK für die Suche nach Materialien.

Durch eine Vielzahl an Nutzern soll auch verhindert werden, dass zu große Transportwege zurückgelegt werden und somit ein höherer CO₂-Ausstoß entsteht.

Die Aufbereitung der Materialien kann sowohl in stationären als auch womöglich in mobilen Aufbereitungsanlagen erfolgen. Für die Qualitätssicherung sind beispielsweise die einzelnen Recyclinganlagen selbst zuständig. Interne Recyclinganlagen produzieren hochwertige Recyclingprodukte, wobei die Qualitätssicherung durch laufende Eigen- und Fremdkontrollen erfolgt. Gesetzliche Bestimmungen sowie strenge Eigen- und Fremdkontrollen ermöglichen die Produktion von CE-zertifizierten Baustoffen.

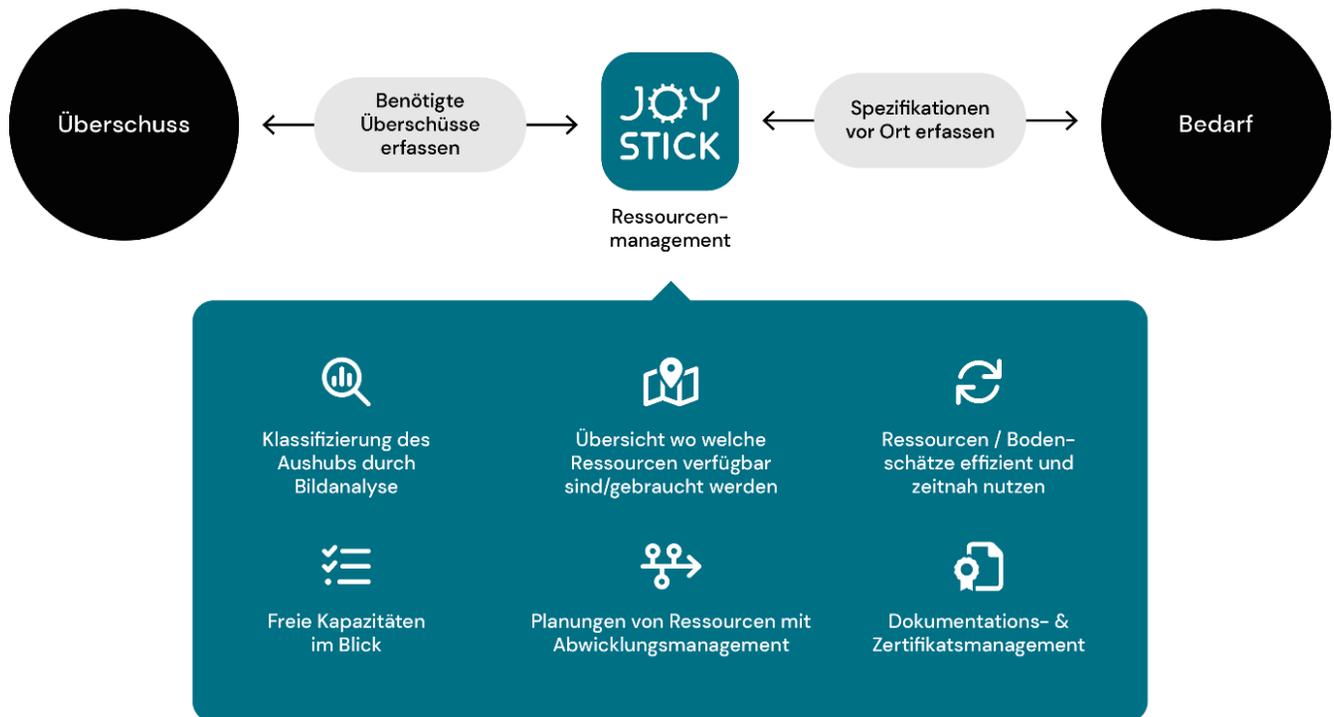


Abbildung 9: Ablaufs Diagramm JOYSTICK.

den kompletten Satz historischer Daten, der für die Auswertung, das Monitoring und das Training von Machine-Learning Modellen benötigt wird. Eine spezielle Komponente für den Daten-Import importiert Daten aus unterschiedlichen externen Quellen, eine weitere Komponente ist für den Export der Sollwerte verantwortlich. Die Architektur umfasst darüber hinaus KI-basierte Prognosemodule zur präzisen Vorhersage und Charakterisierung von PV-, Last- und EV-Zuständen.

Ein Betriebsplaner soll den Betrieb über mittelfristige Horizonte optimieren und Echtzeitsteuerungen sind vorgesehen, um Schwankungen schnell auszugleichen. Zur detaillierten Überwachung und Fehlersuche werden Module zur Aufzeichnung einer Vielzahl von Betriebskennzahlen wie Datenraten und Ressourcenauslastung sowie mehrere Dashboards konfiguriert. Eine strikte Trennung von öffentlichen und internen Dashboards, einschließlich dedizierter virtueller Netzwerke, separater Web-Endpunkte und einer feinkörnigen Datenzugriffskontrolle, wird implementiert, um das Risiko eines unbefugten Datenzugriffs aktiv zu begrenzen.

Eine weitere Anwendung findet sich im **Energiemanagement von Baustellen** auf Autobahnen und Autostraßen. Hierbei werden Simulationsmodelle zum Stromverbrauch und -erzeugung berechnet. Es wird von dem eingesetzten Energiemanagementsystem sowie von allen für die Energieflüsse relevanten Anlagen ein digitaler Zwilling erstellt. Dieser zielt auf eine Verwendung in der Planung sowie im Betrieb der Anlage ab und erlaubt es, vorab diverse Szenarien zu simulieren. Neben der baustellenspezifischen Vorabbeurteilung von Equipment-Konfigurationen unterstützt der digitale Zwilling den vorausschauenden Betrieb der Anlagen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Energiemanagementsystemen, bei denen eine Strommangellage lediglich erkannt wird, erlaubt der digitale Zwilling die Prognose von geringen Stromspeicherständen. Somit können proaktive Betriebsstrategien wie vorausschauender Batteriewechsel und manuelles Nachladen implementiert werden.

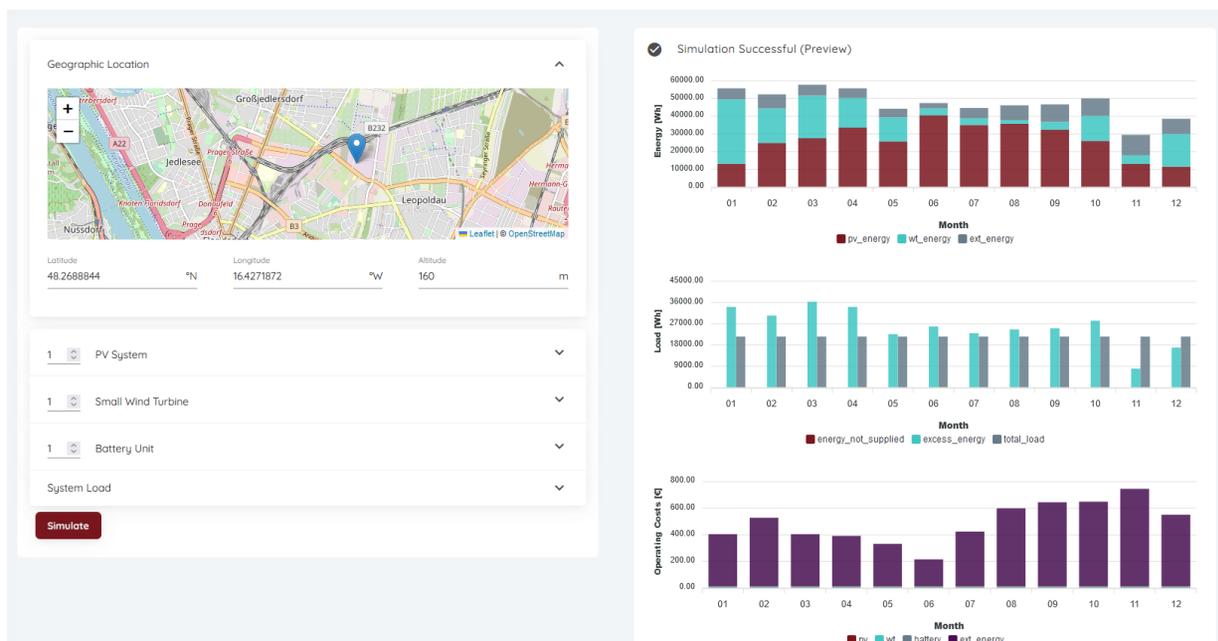


Abbildung 11: Web-Interface des digitalen Zwillings zur Konfiguration der Baustelle sowie zur Darstellung von Energiemengen und Betriebskosten. Quelle: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Abbildung 11 zeigt das Web-Interface des digitalen Zwillings, das zur Konfiguration der Baustellen sowie zur Darstellung von Energiemengen und Betriebskosten (z.B. für das externe Aufladen oder Tauschen des Batteriespeichers) angewendet wird.

Feldmessinfrastruktur

Sowohl in Forschungs- als auch in Kundenprojekten steht man immer wieder vor der Hürde: Woher bekommt man Leistungs- und Energie-Messdaten? Oft sind keine Messstellen vorhanden, oder sie liefern Daten in nicht ausreichender Qualität (Genauigkeit, zeitliche Auflösung, nicht „live“, etc.). Um dies zu lösen, hat das AIT eine flexible Feldmessinfrastruktur entwickelt. Diese besteht aus einem oder mehreren Feldeinheiten sowie einem Backend (vgl. Abbildung 12).

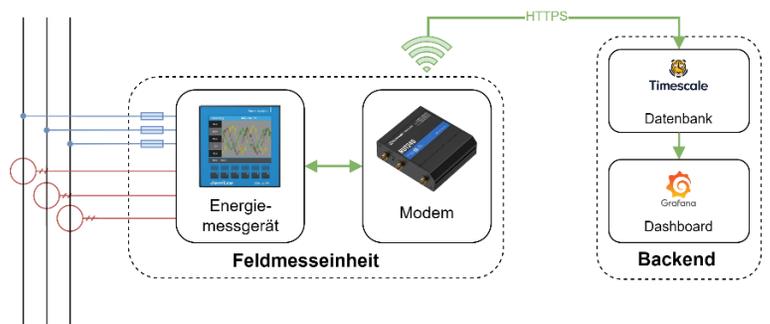


Abbildung 12: Schematischer Aufbau der Feldmessinfrastruktur. Quelle: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Die Feldeinheit besteht typischerweise aus einem Energiemessgerät, Stromwandlern und einem intelligenten Modem, das selbstständig Daten von den Messgeräten abfragt und an einen Server sendet.

Die Energiemessgeräte erreichen eine Genauigkeit von $\pm 0.2\%$ bei Strom und Spannungsmessung und bieten neben Wirk-, Blind- und Scheinleistung eine Analyse der Oberschwingungen sowie Energiewerte getrennt nach Einspeisung und Bezug.

Als Stromwandler sind klassische Aufsteckstromwandler, Kabelumbau- und Klappstromwandler sowie Rogowski Spulen möglich. Die Verwendung von teilbaren Stromwandlern erlaubt die Installation im laufenden Betrieb.

Das Gehäuse in dem Energiemessgerät und Router verbaut sind, sowie die Anschlussbuchsen für Stromwandler bzw. Spannungsmessungen sind wasser- und staubdicht. Dadurch sind die Feldmesseinheiten für den Einsatz in rauen Umgebungen wie z.B. auf Baustellen geeignet.

Abseits eines Stand-alone-Betriebs ist eine nahtlose Integration in die AIT Rapid Deployment Platform und einem dazugehörigen Energiemanagementsystem (EMS) möglich. Echtzeit-Leistungswerte des Netzanschlusses, von Verbrauchern, Photovoltaikanlagen, etc. dienen hier als Input für das EMS. Durch die hohe Flexibilität des Systems kann die konkrete Messhardware von Fall zu Fall nach den jeweiligen Anforderungen gewählt werden, um das Optimum zwischen notwendiger Genauigkeit und möglichst geringen Kosten zu finden.

Emission-optimierte Baustellenlogistik

Zur Emissionsoptimierung von Baustellenlogistikprozessen werden nachfolgend einige Handlungsprämissen angegeben:

Transport ist die Disziplin der Logistik mit dem größten Anteil an umweltrelevanten Emissionen. CO₂ bzw. CO₂-Äquivalente ist eine relevante Kenngröße zur Quantifizierung von Transportemissionen.

Der Fokus liegt auf drei logistischen Kernprozessen einer Baustelle, die > 80% der Emissionen in CO₂-Äquivalenten an einer Baustelle verursachen:

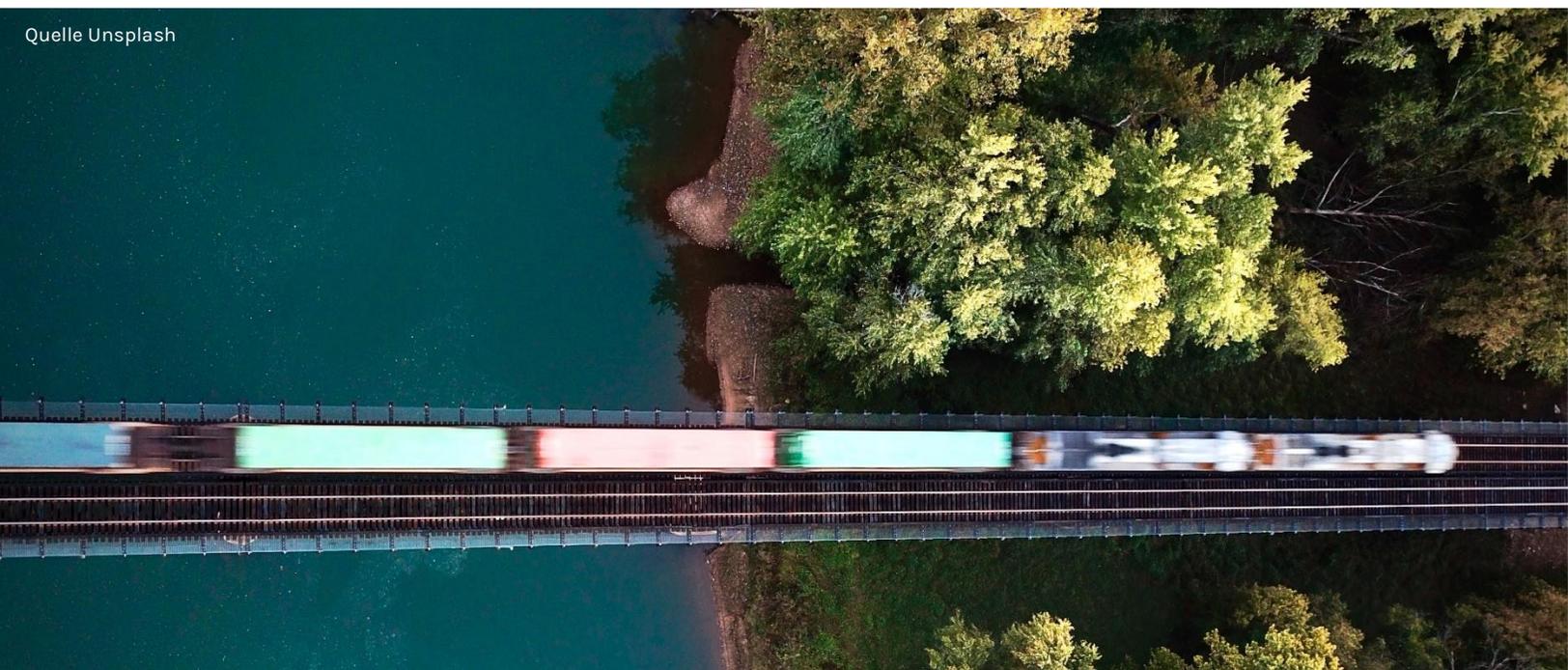
- Antransport von Baumaterialien und -produkten
- Abtransport und Abfallmanagement von Produkten und Materialien
- Transport-Umschlag-Lagerprozesse am Standort (innerhalb des Bauzauns) wie z.B. Erdarbeiten, Umlagerungen, maschinelle Materialmanipulationen etc.

Es gibt drei zentrale Stellhebel zur Vermeidung transportbedingter Emissionen im Straßengüterverkehr:

- Verkehre grundsätzlich **vermeiden**
- Verkehre von der Straße auf umweltverträglichere Verkehrsträger **verlagern** (Schiene, Schiff)
- Verbleibende Straßentransporte mit Fokus auf umweltfreundliche Antriebe **verbessern**

Eine baustellenübergreifende Betrachtung ist der Optimierung einer einzelnen Baustelle vorzuziehen:

- Durch Bereitstellung erneuerbarer Energie können Maschinen, Geräte und Fahrzeuge im Baustellenbetrieb emissionsarm eingesetzt werden.
- Intelligente Datennutzung ist ein zentraler Hebel zur Optimierung in der Logistik.
- Durch Anwendung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft gilt es, Verschwendung und damit auch vermeidbare Transporte zu vermeiden!



SCOPE und PROZESSKETTE der datenbasierten Emissionsoptimierung der Baustellenlogistik

Als Kernelement des Innovationsansatzes wird ein übergeordneter Datenraum zur datenbasierten Optimierung der Transportlogistikprozesse von Baustellen eingerichtet. In einem Data Space wirken Stakeholder und Daten in einem organisatorischen sowie technischen Raum. Aufgrund der dezentrale Datenarchitektur können Daten zur gemeinsamen Verwendung für unterschiedlichste Anwendungsfälle bereitgestellt werden. Die zentrale Datenhaltung wird somit umgangen und die Daten sowie deren Souveränität bleiben beim Ersteller und können bedarfsgerecht ausgetauscht werden.

Analog zu den 4 Hauptdimensionen der Logistik, Beschaffung – Produktion – Distribution und Entsorgung sowie in Anlehnung an die identifizierten Hauptemittenten wird die betrachtete Prozesskette der Baustellen in Anliefertransporte, Vor-Ort Prozesse an den Baustellen, Entsorgungs- und Wiederverwertungsprozesse gegliedert.

Baustellenübergreifende Optimierung

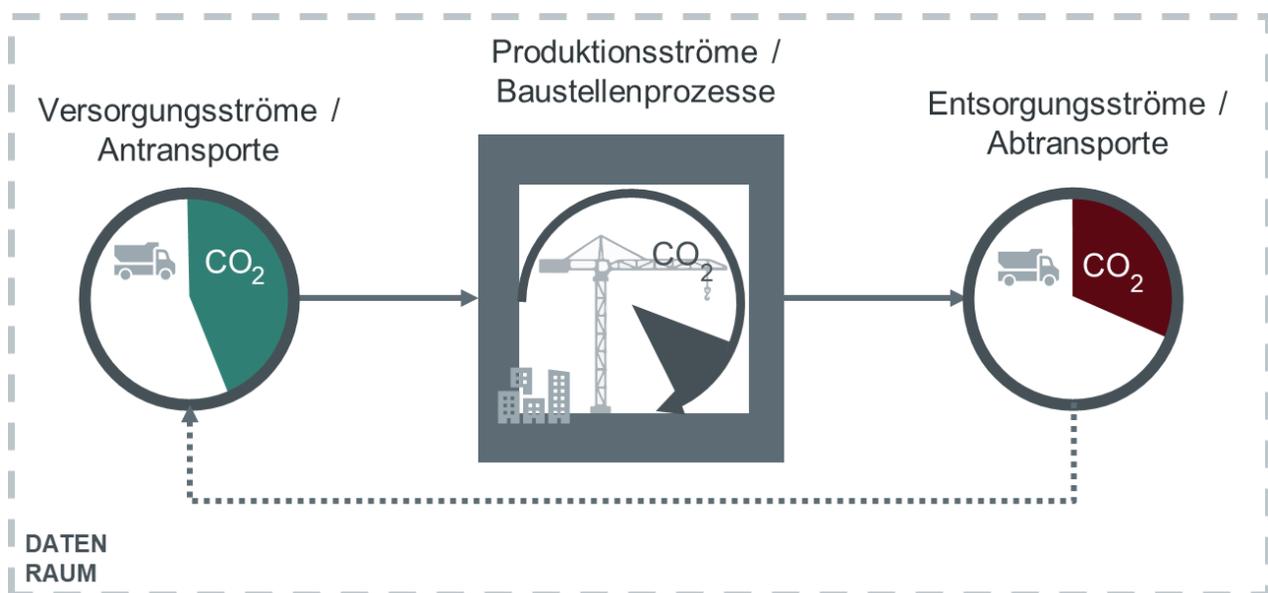


Abbildung 13: CO₂-Optimierungsansätze auf der Baustelle, Quelle: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Ein wesentliches Merkmal dieses innovativen Optimierungsansatzes stellt die **Baustellenübergreifende Betrachtung und Optimierung** dar, die erst durch Bereitstellung der relevanten Daten ermöglicht wird.

Anliefertransporte, aber auch Entsorgungsfahrten können über mehrere Baustellen hinweg zeitlich koordiniert und nach Routen und Wegstrecken optimiert werden.

Diese übergreifende Optimierung erfordert allerdings auch entsprechende Rahmenbedingungen und Spielregeln involvierter Akteure, die z.B. auch als Bedingungen an Ausschreibungen geknüpft werden können.

Da jedoch gleichzeitig mehrere Baustellen von unterschiedlicher Typologie und durch unterschiedliche Baufirmen betrieben werden, liegt der Optimierungsansatz die Hypothese zugrunde, dass in der ganzheitlichen übergreifenden Betrachtung dieses Systems noch enormes Optimierungspotential liegt.

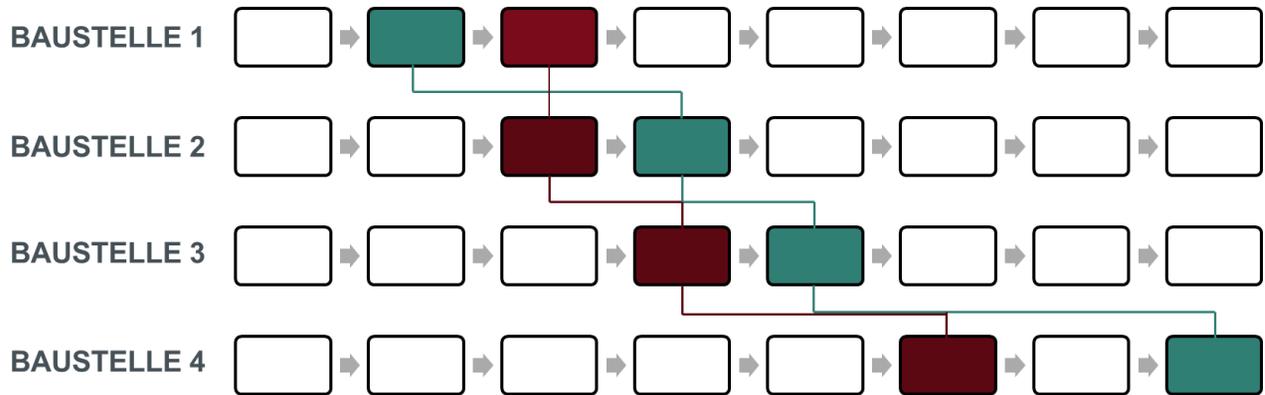
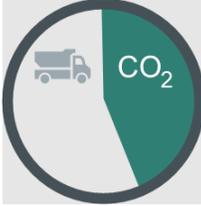


Abbildung 14: Schematische Darstellung einer Gesamtsystemoptimierung, Quelle: AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Die Optimierung des Gesamtsystems ist der singulären Betrachtung und Optimierung einzelner Baustellen durch deren leitende Baufirmen vorzuziehen!

Logistikprozesse und Use Cases

Antransporte



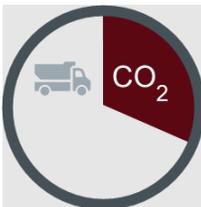
- Gebündelte Antransporte, optimiert nach Routen, Stopps und Verarbeitungszeitpunkten zur Vermeidung von Transporten und Lager- und Umschichtungsvorgängen vor Ort
- Entflechtung von Güter- und Personentransporten zu den Baustellen, um Güter Bündelungsprozessen zuzuführen und Personen die Nutzung des ÖV zu ermöglichen
- Wettbewerbsübergreifende Transportplanung und -durchführung („White Label“) zur Ermöglichung von Bündelungseffekten und Vermeidung von Leerfahrten

Baustellenprozesse



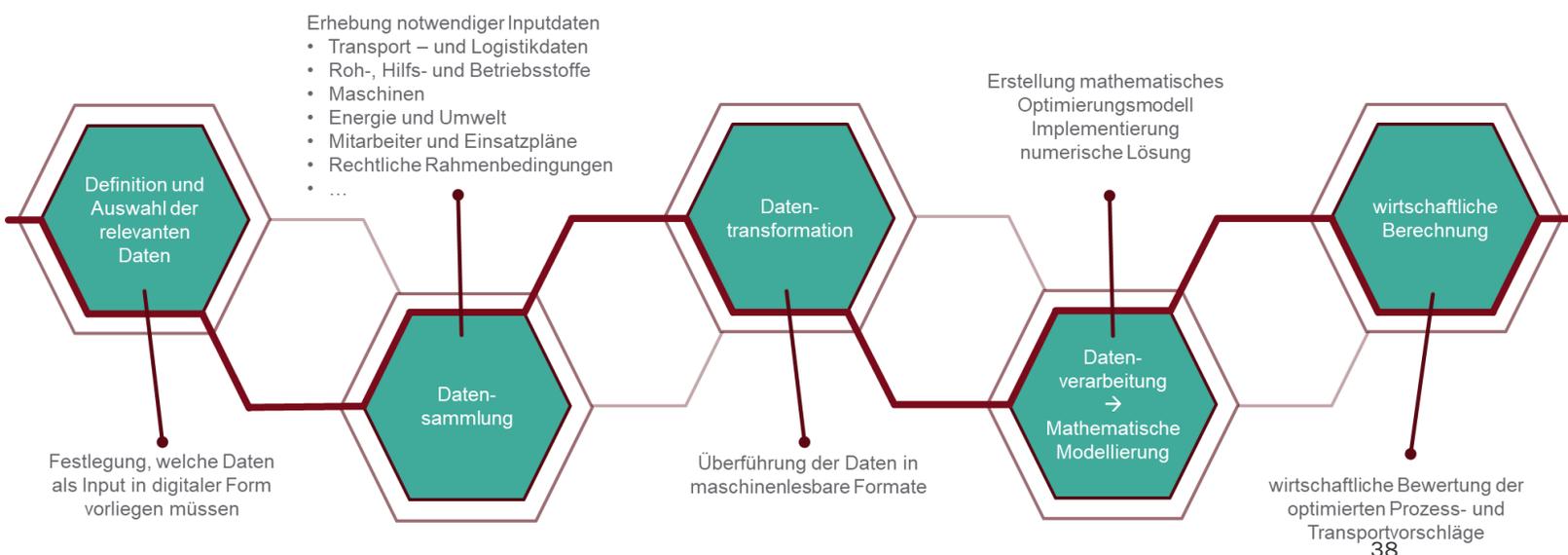
- Verwertung und Veredelung von Abbaumaterialien vor Ort oder an anderen Baustellen
- Bereitstellung erneuerbarer Energiequellen an den Baustellen
- Elektromobilität auf der Baustelle
- Energieoptimierter Betrieb der Baustelle (Heizung, Kühlung, Belüftung, Betrieb der Maschinen, etc.)
- Übergreifende Baustellenplanung durch Koordination mit akkordierten Güterströmen
- Vermeidung von Lager- und Umschichtungsprozessen

Entsorgungsströme



- Abfallmanagement
- Optimierter Abtransport Abfallstoffe
- Optimierter Abtransport Wertstoffe
- Akkordierte Sammel- und Recyclingprozesse

Prozesskette datengestützter Optimierung



Bauweise mit vorgefertigten Komponenten, Vor- u. Nachteile im Hochbau

Die Wahl der geeigneten Bauweise hängt von verschiedenen Faktoren ab. Ob vorgefertigte Module/ Elemente für das Bauvorhaben eingesetzt werden können, hängt von Projektanforderungen, Budget, Zeitrahmen, regionalen Gegebenheiten als auch Baustellenlage- und -zufahrt ab. Manchmal ist der Verbau der Einzelmaterialien auf der Baustelle sinnvoll, manchmal können Module/ Elemente vorgefertigt und auf der Baustelle nur noch verhooben und montieren werden.

Bei der Vorfertigung gibt es folgende Arten:

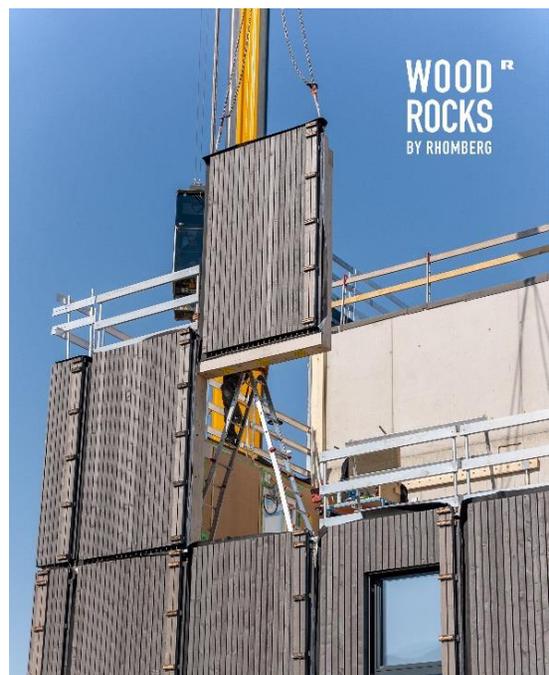
Modulbau:

Beim Modulbau werden Gebäude aus vorgefertigten Raummodulen zusammengesetzt, die in einer kontrollierten Umgebung hergestellt werden. Die Module werden vor Ort platziert. Je nach Modulgröße, machen beengte Baustellenzufahrten diese Variante manchmal unmöglich. Außerdem wird beim Transport von ganzen Raummodulen viel „Luft“ transportiert. Hier gilt es, ggf. zu prüfen, ob dieser Raum während des Transports zwischengenutzt werden kann. Aufgrund der Größe der ganzen Module ist hierfür manchmal ein Sondertransport nötig.



Elementbau bzw. Großtafelbauweise (je nach Größe der vorgefertigten Elemente):

Beim Elementbau werden Bauelemente wie Wände, Decken, Dach oder Fassadenelemente in vorgefertigten Einheiten hergestellt und vor Ort montiert. In der Regel werden die Elemente seriell produziert und folgen von der Größe her einem System. Aus wirtschaftlichen Gründen und um Material zu sparen, wird heute sehr oft in Großtafelbauweise produziert. Das geht allerdings zu Lasten der Flexibilität und Vielseitigkeit. Ideal ist es kleinere Elemente vorzuproduzieren, ggf. im Werk noch zu größeren Modulen zusammensetzen und anschließend auf die Baustelle zu transportieren und zu montieren.



Bei beiden Varianten gilt, je besser das Equipment der Produktionsstätte, desto besser ist in der Regel der Vorfertigungsgrad und die Qualität. An sich kann Vorfertigung mit unterschiedlichen Materialien durchgeführt werden, wobei es manche Materialien gibt mit denen ein hoher Vorfertigungsgrad leichter erreicht werden kann. Ziegelemente beispielsweise können zwar zum Teil vorgefertigt werden, werden in der Regel aber ohne Fenster vorgefertigt und auf die Baustelle geliefert. Der Aufwand auf der Baustelle ist demnach höher als bei einem kompletten Wandelement mit Fenstern, Fassade, etc. Wichtig ist deshalb die Differenzierung zwischen dem Grad der Vorfertigung und Auswirkungen auf den weiteren Verlauf der Baustelle.

Abstufung mittels Punktesystem:

Für zukünftige, weitere/genauere Betrachtungen (mit mehr Verbindlichkeit) müssen mehr Details einfließen. Produktion, Logistik und Bauzeit muss mitberücksichtigt und anhand von Beispielberechnungen genauer evaluiert werden.

1.	Modulbau (höchste Stufe), geschlossene, bezugsfertige Einheit	90
2.	Modulbau (höchste Stufe), Transportstützen, teilweise schlüsselfertig auf Baustelle, Zusammensetzen/ fertigstellen vor Ort	80
3.	Fertigbau Großtafelbauweise, Wand-, Decken- Dachelemente, Fenster und sonstige Bauteile bereits eingebaut	70
4.	Fertigbau Großtafelbauweise, Wand-, Deckenelemente, Fenster, keine höchste Stufe Vorfertigung	60
5.	Fertigbau, teilweise Montagebau auf Baustelle, Zimmermannkonstruktion	50
6.	Fertigbau, Betondoppelwand, Betonfertigteil, Ziegelementbau mit Einbauteilen, Fenster etc. (sehr Hersteller abhängig)	40
7.	Fertigbau Betondoppelwand, Betonfertigteil, Ziegelementbau ohne Einbauteile, Fenster etc.	30
8.	Ziegel, Leichtbeton-Wandbaustein, Kalksandstein	20

Die Verbindung der Elemente vor Ort erfolgt in der Regel durch Schrauben, Schweißen oder andere mechanische Verbindungen. Hier gilt: Schraube ersetzt Nagel, Steckverbindung ersetzt Leim. Im Sinne der Nachhaltigkeit im besten Fall so, dass die Demontage der Elemente machbar und somit eine Trennung und Wiederverwendung oder das Recycling der Baumaterialien möglich ist.

Der Liefer- und Logistikaufwand von vorgefertigten Modulen/Elementen im Vergleich zur Produktion direkt auf der Baustelle kann je nach Projektumfang, Standort, Bauweise und anderen Faktoren variieren. Wenn die Lieferungen aber entsprechend gut geplant und getaktet

sind (Lean Management), kann der Logistikaufwand und die Anzahl der Fahrten zur Baustelle reduziert und der CO₂-Ausstoß gesenkt werden.

Vor- und Nachteile der Vorfertigung:

Vorteile der Vorfertigung:

- **Effizienz und Zeitersparnis:** Die Herstellung erfolgt in einer kontrollierten Fabrikumgebung, unabhängig von den Wetterbedingungen auf der Baustelle. Dadurch können die Module/Elemente parallel zur Baustellenvorbereitung produziert werden, was die Bauzeit deutlich verkürzen kann.
- **Qualitätskontrolle:** In der Fabrik können strenge Qualitätskontrollen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Module den erforderlichen Standards entsprechen. Dies führt oft zu einer höheren Bauqualität und reduziert die Wahrscheinlichkeit von Baumängeln.
- **Geringere Umweltauswirkungen:** Der Fertigung in der Fabrik ermöglicht eine effizientere Materialnutzung und reduziert den Abfall auf der Baustelle. Die logistischen Prozesse können ebenfalls optimiert werden, was den CO₂-Fußabdruck reduziert.
- **Planbarkeit und Kostenkontrolle:** Da viele Komponenten bereits vorproduziert sind, kann der Bauablauf besser geplant und die Kosten genauer kalkuliert werden.
- **Überbauung von Gewerbebauten mit Modulen** → keine weitere Flächenversiegelung

Nachteile der Vorfertigung:

- **Logistische Herausforderungen:** Der Transport der vorgefertigten Module zur Baustelle erfordert eine sorgfältige Planung und kann aufgrund von Transportbeschränkungen, Straßenverhältnissen oder Standortfaktoren komplex sein. Beim Elementbau erfolgt die Beladung des Transports im besten Fall nach dem Verbauungsplans, sodass jeweils just in time das richtige Element ankommt.
- **Größere Baustellenvorbereitung:** Die Baustelle muss möglicherweise speziell für die Montage der Module vorbereitet werden, was zusätzliche Planungs- und Vorbereitungsarbeit erfordern kann.
- **Flexibilität und Anpassungsfähigkeit:** Bei Änderungen oder Anpassungen im Bauablauf kann es schwieriger sein, vorgefertigte Module anzupassen als bei der herkömmlichen Produktion auf der Baustelle.

Baugeräte, Maschinen & Baustelleneinrichtung

Baumaschinen und Baugeräte haben einen erheblichen Einfluss auf den Ressourcenverbrauch der Bauindustrie. Sie benötigen Energie und verursachen Schadstoffemissionen, die sich negativ auf die Luftqualität, die Gesundheit und die Ökosystemleistungen auswirken. Insbesondere der Ausstoß von Treibhausgasen trägt zum Klimawandel bei.

Die Antriebsart und Leistung der Baumaschinen variieren je nach Einsatzgebiet. Die meisten Maschinen (vor allem im Erdbau, Spezialtiefbau und Verkehrswegebau) sind mit Dieselmotoren ausgestattet, während nur wenige mit Benzin betrieben werden. Einige Geräte wie Kräne, Pumpen, Schweißgeräte und Kühleinheiten werden in der Regel elektrisch betrieben.

Es gibt bereits elektrisch betriebene Alternativen zu einigen dieselbetriebenen Baumaschinen und -geräten wie Baggern, Radladern und Kompressoren, was zu Ressourcen- und CO₂-Einsparungen führen kann. Weitere Alternativen zu fossilen Kraftstoffen sind E-Fuels, grüner Wasserstoff, Biodiesel oder hydriertes Pflanzenöl. Obwohl die Anschaffungskosten für elektrische Baumaschinen derzeit in der Regel höher sind als die für dieselbetriebene Maschinen, können sich die Investitionen aufgrund der niedrigeren Wartungs- und Betriebskosten lohnen. Alternativ zur Anschaffung können elektrische Baumaschinen auch gemietet und gemeinsam mit anderen Unternehmen genutzt werden, was zusätzliche Ressourceneinsparungen ermöglicht.

In Oslo wurde die erste nahezu emissionsneutrale Baustelle realisiert. Elektrische Baumaschinen, darunter ein E-Radlader und E-Bagger mit Lithium-Ionen-Batteriespeicher sowie ein mit hydriertem Pflanzenöl betriebener Radlader, wurden eingesetzt. Die Stadt Oslo plant, ab 2025 alle öffentlichen Bauvorhaben emissionsfrei umzusetzen.⁴⁹

Stromspeicherlösungen auf Baustellen

Für den forcierten Einsatz von Elektrogeräten bedarf es auch die notwendigen Speicherlösungen, um einen zuverlässigen Betrieb zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang sind mobiler Energiespeicher in den unterschiedlichsten Größen und für die verschiedensten Verwendungszwecke (beispielsweise VOLTstation®, Instagrid, MobilHybrid) bereits am Markt verfügbar.

Photovoltaik auf Baustellen

Photovoltaikanlagen auf Baustellen sind ein wichtiger Faktor für eine unabhängige, kostengünstige und dezentrale Energieversorgung. Durch die Umwandlung von Sonnenlicht in Strom mittels Solarzellen bieten sie eine ressourcenschonende Alternative zu konventionellen Energiegewinnungsmethoden. In Österreich hat die innovative Photovoltaik-Technologie ein enormes Potenzial für eine flächendeckende Energieversorgung. Der Einsatz von PV-Anlagen auf Containern auf Baustellen erfordert besondere Anforderungen. Derzeit gibt es nur wenige Anbieter, die standardisierte Lösungen für diese Anwendung bereitstellen. Dabei ist es wichtig, den Nutzen in Bezug auf die Stromerzeugung im Verhältnis zu den Kosten zu quantifizieren.

Windturbinen auf Baustellen

Auch der Einsatz von Kleinwindkraft in Form von Windturbinen wird bereits erprobt und eingesetzt. So gibt es bereits Baustellen, die ihre Kräne mit Windturbinen betreiben. Sie finden dazu weitere Informationen im nachfolgenden Abschnitt Beispiele aus der Praxis.

⁴⁹ <https://www.c40.org/de/news/mayors-of-copenhagen-oslo-and-stockholm-commit-to-clean-construction/> - zuletzt besucht am 12.01.2024

BEISPIELE AUS DER PRAXIS

Dieses Positionspapier soll zeigen, dass die zuvor beschriebenen Möglichkeiten teilweise auch bereits in der Praxis umgesetzt werden. Es wurde versucht, die Einsparungs- und Optimierungsmöglichkeiten innerhalb der Systemgrenze Baustelle anhand von echten Beispielen aufzuzeigen.

Viele dieser Lösungen stehen erst am Beginn und werden sich in den nächsten Jahren weiterentwickeln und verbessern. Neue Technologien werden entstehen und die bestehenden Geräte und Maschinen werden sich stark verbessern (müssen). Wichtig ist, dass hier weitergeforscht wird, die Wirtschaft nach diesen Technologien fragt und Anreizsystem geschaffen werden, hier Investitionen zu tätigen.

Um eine Baustelle vollständig nachhaltig und möglichst emissions-frei zu betreiben, bedarf es vieler Stellschrauben und nur eine Mischung unterschiedlicher Ansätze wird zum Erfolg führen.

Und es gilt zu bedenken, die Baustelle ist nur ein Teil, es geht um den Abbau der Ressourcen, die Herstellung der Baumaterialien, den Gebäudebetrieb sowie die Kreislauffähigkeit der Materialien. Es gibt also viel zu tun.

Quelle Unsplash



RCC-Beton im Wohnungsbau

Beim Wohnbauprojekt Taborama am Nordbahnhof wurde im Zuge eines Forschungsprojekts CO₂-reduzierter Beton getestet. Das Forschungsziel war der Vergleich von „Performance-Beton“ als CO₂-reduzierter Beton (RCC – „reduced carbon concrete“⁵⁰) mit geringerem Zementgehalt mit herkömmlichen Betonmischungen. Für Performance-Beton erfolgt, anders als bei konventionellem Beton, der Nachweis technischer Gleichwertigkeit nicht über die Zusammensetzung, sondern über die technischen Eigenschaften („Performance“). Grundlage ist, neben der ÖNORM B 4710-1, die ONR 23339. Dieses Regelwerk setzt Rahmenbedingungen, welche mitunter die verzögerte Frühfestigkeitsentwicklung eines Performance-Betons durch geeignete Nachbehandlungsmaßnahmen auf der Baustelle kompensieren.

Bei dem Forschungsprojekt wurden auch wichtige Erkenntnisse über die Einsatzfähigkeit von RCC-Beton gemacht⁵¹:

- RCC-Betone lassen sich genauso gut zu Wand- und Deckenelementen verarbeiten wie konventioneller Beton, wie Versuche für den Sommer- und Winterfall gezeigt haben.
- Das Fließverhalten in der Schalung war grundsätzlich gleich, wenn auch im Fertigteil der Beton aufgrund der Anlieferzeit nicht das gewünschte Fließverhalten hatte.
- Die Festigkeitskennwerte (Druckfestigkeit, E-Modul etc.) des Betons entsprachen nach 28 Tagen jenen konventioneller Betonrezepturen.
- Ein rasches Ausschalen und Abdecken von RCC-Wänden sind besser für ein schnelles Aushärten, als eine längere Schalzeit.

Auswirkungen auf die Umwelt



In den untersuchten Szenarien am Wohnbauprojekt Taborama liegt das Potenzial einer CO₂-Reduktion durch RCC-Anwendung zwischen 13 % und 20 % – für das gesamte Gebäude mit ca. 200 Wohnungen.

Das entspricht einer **Einsparung von ca. 500 t CO₂-Äquivalente für das Objekt oder 2,5 t CO₂ pro Wohnung.**

© bauXund

Die Fallstudie zeigt, dass RCC-Betone für 50 % der Betonanwendungen gut geeignet sind. Die CO₂-Reduktion von 25 % bei der Hälfte des eingesetzten Betons würde die zementbedingten CO₂-Emissionen in Österreich um 12,5 % senken.

⁵⁰ <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/reduced-carbon-concrete.php> - zuletzt besucht 15.01.2024

⁵¹ <https://bauXund.at/co2-rucksack-von-beton-deutlich-reduzierbar/> - zuletzt besucht 15.01.2024

Hybride Stromspeicher statt Dieselaggregate

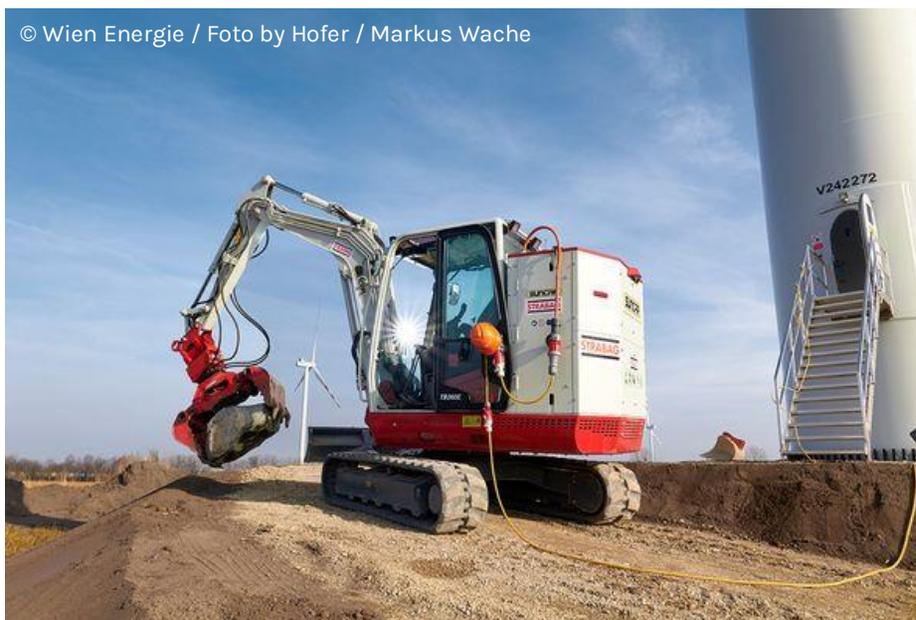
Beim Bauvorhaben „Wohnen am Schlosspark“ in Steinhaus bei Wels war das STRABAG-Baustellen-team zu Beginn des 2. Bauabschnittes mit der Herausforderung konfrontiert, dass das örtliche Stromnetz nicht die benötigten Strommengen, insbesondere bei Spannungsspitzen abdecken konnte. Früher wurde diese Problematik über dieselbetriebene Notstrom-Aggregatoren gelöst, wo-durch viel CO₂ ausgestoßen wurde. Doch dieses Mal wurde „Mobil-Hybrid“ inkl. Solarzellen erworben – ein eigener Stromspeicher für die Baustelle, der mögliche Spannungsspitzen abdeckt und die Baustelle daher unabhängig mit Strom versorgt wird.

	Dieselaggregat (QAS 125)	Stromspeicher (MobilHybrid)
Verbrauch pro Monat	1714 kWh	1714 kWh
Tagesverbrauch 1	85,7 kWh	85,7 kWh
PV-Leistung (3x0,7kWhp) - 2,1 kWhp x 10 Stunden	0 kWh	21 kWh
Tagesverbrauch kWh	85,7 kWh	64,7 kWh
Durchschnittlicher Dieselverbrauch pro Tag	55 l	-
Strom/Diesel Preis	€ 1,30	€ 0,24
Betriebskosten/Tag	€ 71,50	€ 15,53
Betriebskosten/Monat (20 Tage)	€ 1.430,00	€ 310,56
Monatsmiete	€ 689,89	€ 990,00
Kosten pro Monat	€ 2.119,89	€ 1.300,56
Ersparnis		€ 819,33

Wie aus der Tabelle sichtbar, werden nicht nur ca. € 800 pro Monat gespart, sondern es erspart auch den Verbrauch von ca. 1000 l Diesel pro Monat!

Einsatz von E-Bagger

Bei STRABAG-Arbeiten auf einer Windpark-Baustelle wurde ein Elektro-Bagger der Firma Vestas eingesetzt, der zu 100 % elektrisch betrieben wurde. Das Besondere an dieser Baustelle: der E-Bagger wurde direkt von den Windkraftanlagen geladen, wodurch ein nachhaltiger Energiekreislauf geschlossen wurde.



Batteriespeicher und PV-Module in der grabenlosen Kanalsanierung



Bereits die Entscheidung, die Sanierung der Abwasserinfrastruktur grabenlos durchzuführen, leistet einen erheblichen Beitrag für die CO₂-freie Baustelle.

Im Vergleich zur offenen Bauweise wendet die grabenlose Kanalsanierung eine vollständige Auswechslung der Kanäle ab und kann dadurch einen bis zu 80 % verringerten Ausstoß von treibhauswirksamen Gasen aufweisen.

Die grabenlose Kanalsanierung bringt als zusätzlichen Mehrwert eine verkürzte Bauzeit, geringere Lärm- und Staubbelastung, einen Erhalt der Oberflächengestaltung und Bepflanzung, eine Reduzierung der Verkehrsbeeinträchtigung und eine geringere Beeinträchtigung von umgebender Industrie und Gewerbe mit sich.

Für den Einsatz der diversen Gerätschaften wie z. B. Schlauchliner-Anlagen für vollflächige oder Roboter für punktuelle Sanierungen wird ein breites Spektrum an unterschiedlich dimensionierten Aggregaten von 5 kVA bis 40 kVA benötigt. Im Jahr 2021 wurde ein solches Aggregat zur Speisung einer GFK-Schlauchliner-Anlage mit rund 11.200 l Diesel betankt. Das entspricht einem Ausstoß von 35.134 kg CO₂-Äquivalent. Durch den Einsatz einer Batteriespeicherlösung seit Jahresbeginn 2022 wurde bei einer GFK-Schlauchliner-Anlage ein empirisch ermittelter Jahresverbrauch von 4.400 l Diesel prognostiziert.

Dies entspricht einer **Einsparung von 6.800 l Diesel bzw. 21.331 kg CO₂-Äquivalent** – also einen um **60 % reduzierten Treibstoffbedarf**.

Diese beeindruckenden Ersparnisse brachte die STRABAG AG Kanaltechnik auf die Idee, diesen Ansatz auch auf andere Gewerke in der Kanalsanierung umzulegen. Die Ergebnisse waren erfreulich positiv. Ob GKF-Anlage, Roboter-, oder händische Sanierungseinheit: Durch den Einsatz von Batteriespeichern konnte im Jahr 2022 durchwegs eine Einsparung von ca. 60 % erzielt werden. Die Nutzung von Photovoltaik-Modulen als zusätzliche Ladequelle für die Batterie ergab eine Steigerung der Effizienz im einstelligen Prozent-Bereich. Zusätzlicher Mehrwert: Beim Einsatz von Batteriespeichern und Photovoltaik-Modulen muss lediglich einmal in der Woche die Tankstelle aufgesucht werden. Nach der alten Methode war ein tägliches Auftanken notwendig gewesen.⁵²



⁵² <https://work-on-progress.strabag.com/de/co2-emissionen/solarbetriebene-baustelle> - zuletzt besucht 16.01.2024

Ein Schritt in Richtung CO₂-Neutralität



Die SÜBA AG setzt als einer der ersten heimischen Bauträger Wasserstoff-Generator auf der Baustelle ein. Die innovative Energielösung für die Baubranche wurde von der Firma TEST-FUCHS entwickelt und gemeinsam mit der SÜBA AG, einer 100%-igen Tochtergesellschaft der HALLMANN Holding, auf der Baustelle in der Mailergasse 21 in Wien-Simmering erfolgreich getestet.

„Wir wollen unseren Baustellenbetrieb nachhaltiger, innovativer und im Hinblick auf ESG-Kriterien noch klimaschonender gestalten. Ich freue mich, dass wir bei der SÜBA AG gemeinsam mit TEST-FUCHS diese zukunftsorientierte Innovation als erster heimischer Bauträger erfolgreich testen und einsetzen können. Mit dem Einsatz von Wasserstoff wollen wir auch im Hinblick auf die Energiespeicherung in Gebäuden eine zusätzliche Vorreiterrolle in der Bau- und Immobilienbranche einnehmen“, sagt Manfred Wachtler, Vorstand der SÜBA AG.

Im Lebenszyklus einer Immobilie stellt der CO₂-Ausstoß während der Gebäudeerrichtung einen wesentlichen Anteil dar. Um den CO₂-Fußabdruck bereits während der Bauarbeiten deutlich zu reduzieren und so die Umwelt zu entlasten, setzt die SÜBA AG auf ihrer Baustelle in Wien-Simmering in Kooperation mit TEST-FUCHS erstmals einen wasserstoffbetriebenen Generator zur Stromerzeugung ein – den H₂Genset. In der Mailergasse 21 werden aktuell 155 Mietwohnungen nach höchsten Nachhaltigkeitskriterien errichtet, die voraussichtlich im dritten Quartal 2023 fertiggestellt und nach ÖGNI Standard Gold zertifiziert werden. Der H₂Genset soll nach dem erfolgreichen Pilotprojekt künftig auch auf weiteren Baustellen der SÜBA zu ausgeweiteten Testreihen zum Einsatz kommen.

Wasserstoff: Die Energielösung der Zukunft



Wasserstoff-Brennstoffzellen, die beim neuen Generator zum Einsatz kommen, sind die Aggregate der Zukunft: Sie erzeugen Strom aus Wasserstoff, wodurch die einzigen dabei entstehenden Emissionen Wasserdampf und warme Luft sind.

„Durch die Umstellung auf Wasserstoff-Brennstoffzellen können schwere Baustellengeräte, die derzeit noch mit Dieselmotoren betrieben werden, statt fossiler Brennstoffe klimafreundlichen Wasserstoff nutzen und sind dadurch völlig emissionsfrei im Betrieb“, erklärt Manfred Wachtler. Außerdem benötigen Wasserstoff-Brennstoffzellen keine Anbindung an das Stromnetz und sind ebenso mobil und flexibel einsetzbar wie herkömmliche Dieselgeneratoren.

„Der H₂Genset ist die perfekte Lösung für die aktuellen Herausforderungen in der Bauindustrie hinsichtlich nachhaltiger Baustellenstromversorgung: Kaum Wartungsarbeiten, keine CO₂-Emissionen und der geräuschfreie Betrieb passen perfekt zur Grünen Baustelle der Zukunft“, so Volker Fuchs, CEO von TEST-FUCHS.

Windturbinen versorgen Baustelle mit Strom

Bei einer Ihrer anderen Baustellen nutzt die SÜBA AG Windkraft um ihre Baustelle autonom mit grünem Strom zu versorgen und so den CO₂-Ausstoß bereits während der Bauarbeiten zu minimieren⁵³.



Die innovativen modularen Windkraftanlagen stammen vom Berliner Climate Tech Unternehmen MOWEA, einem Spin-off der Technischen Universität Berlin, und wurden gemeinsam mit der SÜBA AG, einer 100%igen Tochtergesellschaft der HALLMANN Holding, erstmals beim Wohnbauprojekt „Das Koloman“ in Stockerau in Betrieb genommen. In Zukunft ist geplant, das innovative Energiekonzept konsequent auch auf weiteren SÜBA-Baustellen in Österreich und Deutschland einzusetzen.

Montiert wurden die 16 Mikrowindturbinen mit einem Durchmesser von je 1,7 Meter in 30 Meter Höhe auf einem Baukran. Die Turbinen nutzen den Wind und erzeugen damit Strom, der direkt für den Baustellenbetrieb verwendet wird. Der Kran und auch das Baubüro versorgen sich somit während der Bauarbeiten zu einem Gutteil selbst mit Energie.

Strommenge wie für vier Haushalte

Die Leistung der 16 Windturbinen liegt bei bis zu 16.000 Kilowattstunden pro Jahr. Damit wird der Baukran teils unabhängig von herkömmlichen Energiequellen betrieben. Zum Vergleich: Mit 16.000 Kilowattstunden können im Jahr bis zu vier Haushalte mit Strom versorgt werden. Für die Windturbinen wird zudem keine zusätzliche Fläche versiegelt, oder ein neuer Mast benötigt, denn sie werden flexibel auf bestehender Infrastruktur installiert. Darüber hinaus können die Mikro-windturbinen einfach und bequem aus der Ferne gewartet und gesteuert werden.



„Der laufende Einsatz neuer, innovativer Technologien und die konsequente Umsetzung unserer ESG-Strategie machen es möglich, dass während des gesamten Lebenszyklus‘ unserer Immobilien und auch innerhalb unseres eigenen Unternehmens sowohl der CO₂-Fußabdruck als auch der Energiebedarf signifikant reduziert werden.“, hält Manfred Wachtler, Vorstand der SÜBA AG, der neben dem operativen Geschäft auch für die ESG-Transformation und Nachhaltigkeitsstrategie im Unternehmen verantwortlich ist, fest.

⁵³ https://www.oekonews.at/?mdoc_id=1180151 - zuletzt besucht 18.01.2024

Einsparpotential – Vergleich zweier Bauweisen



Je weiter der energetische Standard der Neubauten steigt, umso relevanter für den CO₂-Fußabdruck eines Gebäudes werden die in der Konstruktion verbauten sogenannten grauen Emissionen. Rhomberg Bau wollte wissen, wie der Holz- gegenüber dem Massivbau in einem ihrer Projekte emissionstechnisch abschneidet.

Daraufhin wurden 2 Baukörper 3D-modelliert, woraus sich über die Planungssoftware sowohl das Gewicht der verbauten Materialien (Beton, Stahl etc.) als auch die bei der Rohstoffbeschaffung, dem Transport und der Produktion der Baumaterialien entstandenen Emissionen ergaben. In Summe kamen im Massivbau 3.360 Tonnen an Emissionen zusammen, im Holzbau 2.268 Tonnen. Letzterer schnitt also um 32 % besser ab.

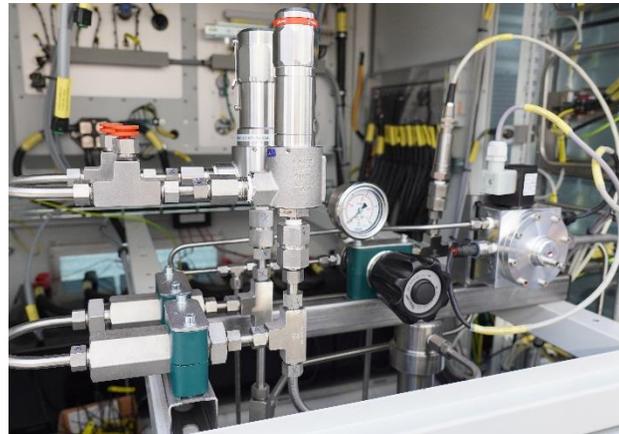


Holz bietet mehrere Vorteile im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Umweltauswirkungen im Bauwesen:

- Nachhaltiger Rohstoff: Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der durch eine nachhaltige Forstwirtschaft gewonnen werden kann. Bei verantwortungsvoller Bewirtschaftung der Wälder kann die Holzernte kontinuierlich erfolgen, ohne die Ökosysteme zu gefährden.
- Während der Wachstumsphase binden Bäume CO₂ aus der Atmosphäre, das im Holz gespeichert bleibt, solange das Holz nicht verrottet oder verbrennt. Dies trägt zur Reduzierung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre bei und hilft im Kampf gegen den Klimawandel.
- Geringerer Energieverbrauch: Die Verarbeitung von Holz zu Baustoffen erfordert im Allgemeinen wenig Energie. Dies führt zu einer insgesamt geringeren Energiebilanz für Holzgebäude.
- Schnellere Bauzeiten: Holzkonstruktionen können in der Regel schneller errichtet werden. Vorgefertigte Holzelemente ermöglichen eine einfachere Montage vor Ort und können dazu beitragen, Bauzeiten zu verkürzen und somit CO₂-Emissionen, die im Baustellenbetrieb entstehen zu reduzieren.
- Gute Wärmedämmung: Holz hat eine natürliche Wärmedämmung. Holzkonstruktionen können dazu beitragen, den Energiebedarf für Heizung und Kühlung zu reduzieren und somit die Energieeffizienz eines Gebäudes zu verbessern.
- Recyclbarkeit: Holz kann am Ende seiner Lebensdauer (wenn unbehandelt) recycelt oder in vielen Fällen biologisch abgebaut werden.
- Ästhetik und Wohlbefinden (individuelle Wahrnehmung): Holz vermittelt eine warme und angenehme Atmosphäre in Innenräumen, was das Wohlbefinden der Bewohner positiv beeinflussen kann. Es wird oft als ästhetisch ansprechend und naturnah wahrgenommen.

Baustellenbetrieb mit Wasserstoffgenerator (H₂Genset)

Der H₂Genset - Der weltweit erste mobile und emissionsfreie H₂-Generator mit integrierten Tanks



Das Innovationsprojekt von TEST-FUCHS, SFC Energy AG und Auto AG Truck, liefert grüne Energie aus Wasserstoff und ist flexibel für viele Anwendungsbereiche abseits des konventionellen Stromnetzes einsetzbar. Mit Hilfe von modernster hydrogen Brennstoffzellen Technologie wird aus Wasserstoff und Sauerstoff aus der Umgebungsluft elektrischer Strom produziert, und das emissionsfrei.

Eine herausstechende Besonderheit, die den H₂Genset von ähnlichen Geräten deutlich abhebt, sind die integrierten Wasserstofftanks, durch welche er besonders flexibel einsetzbar ist.

Mit dem H₂Genset kann ein Teil des Energiebedarfs einer Baustelle sicher und auf besonders umweltfreundliche Weise gedeckt werden.

Verglichen mit einem konventionellen Dieselgenerator, könnte mit dem H₂Genset bis zu 45 T CO₂, bei einem angenommenen jährlichen Bedarf von 43.800 kWh, eingespart und ein deutlicher Beitrag zur Dekarbonisierung des Bau- und Gebäudesektors geleistet werden.⁵⁴

Projektumsetzung: „H₂ LIVE am Bau“

Im Rahmen des, vom [ecoplus Bau.Energie.Umweltcluster NÖ](https://www.ecoplus.at/) initiierten, Kooperationsprojekts „H₂ LIVE am Bau“ kommt der H₂Genset bei 5 österreichischen Unternehmen für je 2-wöchige Testbetriebe zum Einsatz.

Den Anfang machte die Firma Gebrüder Haider & Co. Nach umfassender Einschulung durch das TEST-FUCHS Projektteam ging der H₂Genset sofort in Betrieb und kam zuerst für einen Teil, später für die gesamte Energieversorgung einer Containerburg (12 Container) zum Einsatz. Die projektbeteiligten Mitarbeiter der Firma Gebrüder Haider & Co. standen im engen Kontakt mit TEST-FUCHS, um allfällige Fragen zu klären, sinnvolles Lastmanagement zu besprechen und um Leerläufe in der Wasserstoff Versorgungskette zu vermeiden. Via Cloud Plattform konnten die relevanten Leistungs- und Gerätewerte jederzeit auch abseits der Baustelle überwacht werden.

⁵⁴ <https://www.h2-genset.com/> - zuletzt besucht 12.11.2023

In den zwei Wochen des Betriebs wurden rund 22 kg Wasserstoff verbraucht. Das Gerät war dabei knapp 9 Tage durchgängig ohne Ausfälle in Betrieb. Die gesamte abgegebene Leistung betrug rund 118 kWh, das entspricht ca. 0,19 kg Wasserstoff pro kWh bzw. 5,6 kWh pro Kilo Wasserstoff. Der Wirkungsgrad lag damit bei rund 16,1 %.

Verglichen mit den CO₂-Emissionen der regulären Stromaufbringung in Österreich konnte während des emissionsfreien Betriebes des H₂Genset rund 40 kg und im Vergleich zu einem Dieselgenerator mit gleicher Leistung rund 60 kg CO₂ eingespart werden.⁵⁵

Fazit

Die sichere und benutzerfreundliche Handhabung, seine Flexibilität und der geräuscharme Betrieb machen den H₂Genset zu einer chancenreichen und CO₂-neutralen Alternative zur konventionellen Stromversorgung auf Baustellen.

Nach aktuellem Stand der Wasserstofftankstellen Infrastruktur in Österreich, ist der H₂Genset verglichen mit anderen Energieformen (konventionelles Stromnetz, fossile Brennstoffe etc.) derzeit leider noch nicht kostengünstig einsetzbar. Dafür ist ein umfangreicher Ausbau der Wasserstofftankstellen Infrastruktur und eine stabile Produktion von grünem Wasserstoff erforderlich. Dann steht einem flächendeckenden Einsatz und einem vollständig CO₂-neutralen Betrieb des H₂Genset nichts mehr im Weg.

Die Projektteilnahme wurde auch dazu genutzt, sich mit dieser neuen Technologie auseinander zu setzen und die Handhabung von Wasserstoff kennenzulernen. Der H₂Genset bietet dafür eine ideale Lernplattform.

Projekt-Webseite: <https://www.ecoplus.at/newsroom/co2-neutral-live-projekt-geplant>



⁵⁵ Berechnung mittels CO₂ Rechner des Umweltbundesamtes:
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/umweltmanagement/thg-emissionsrechner>

Nutzung saisonaler Energiespeicher für den Baustellenbetrieb



Die Möglichkeiten von Bauunternehmungen – im Zuge der Bauführung – THG einzusparen sind limitiert. Baumaschinen werden noch immer weitestgehend mit fossilen Treibstoffen betrieben und die Verfügbarkeit von Strom aus regenerativen Quellen ist oft nicht gegeben, oder kann aufgrund des Terminablaufes der Baustelle nicht (rechtzeitig) ermöglicht werden.

Baustelleneinrichtung/Infrastrukturbereitstellung:

Die Bereitstellung von Energie für Subunternehmer (Strom, Wärme) erfolgt üblicherweise durch den Generalunternehmer. Ebenso die Bereitstellung von Besprechungs-, Mannschafts- und Sanitärcontainern.

Die Konzeption der Baustelleneinrichtung determiniert somit auch die Art der Energieversorgung derselben. Üblicherweise werden die Büro-, Mannschafts-, und Sanitärcontainer elektrisch beheizt und gekühlt. Sofern dies nicht mit Strom aus regenerativen Quellen geschieht, ist von einem entsprechenden THG-Ausstoß auszugehen. Verschärft wird diese Situation durch die schlechte Dämmung der Baucontainer!

Üblicherweise ist die Baustelleneinrichtung bei Neubauten sowohl 2 Sommer- als auch 2 Wintersaisonen in Betrieb, bei Großbauvorhaben entsprechend länger.

Winterbauheizung / Estrich ausheizen:

Grundsätzlich sind Bauausführende bemüht den Rohbau vor dem Winter dicht zu haben, um rasch die Ausbauleistungen vorantreiben zu können. Abhängig von der jeweiligen Wettersituation werden aber dadurch Winterbauheizungsmaßnahmen notwendig. Zwar muss diese Heizung nur eine „Temperierung“ der jeweiligen Arbeitsbereiche sicherstellen, aber da zu diesem Zeitpunkt meist die Fassadendämmung (noch) nicht angebracht ist, ist der Energiebedarf sehr hoch. Die Winterbauheizung wird in der Regel durch mobile Gas- oder Ölverbrennungsanlagen geleistet – mit entsprechendem THG-Ausstoß.

Im Zuge der Ausbaumaßnahmen ist das Ausheizen des Estrichs üblich, um die Gesamtbauzeit zu reduzieren. Auch diese Heizung erfolgt in vielen Fällen durch Gas- und/oder Ölgeräte, in seltenen Fällen durch Fernwärme (das erfordert aber, dass der Fernwärmeanschluss bereits betriebsbereit ist – Terminproblem) – ebenfalls also mit hohem THG-Ausstoß.

Lösungsansatz:

Beyond carbon energy stellt eine CO₂-freie Wärme- und Kälteversorgung für die Immobilie sicher. Die Firma errichtet im Zuge des Baubeginns ein Erdsondenfeld in Abstimmung mit den Grab- und Erdarbeiten des Projektes. Sobald diese abgeschlossen sind, können jederzeit eine „Containerlösung“ mit einem Haustechnikraum auf die Baustelle gebracht werden, der – unter Ausnützung des saisonalen Energiespeichers – via Sole-Wasser-Wärmepumpen die erforderliche Energie für

- Ausheizen des Estrichs
- Winterheizung der Baustelle
- Heizen und Kühlen der Baustelleneinrichtung

Bereitstellt, und zwar CO₂-frei, sofern auch der bereitgestellte Strom hierfür dementsprechend ist. Selbst wenn der „Baustrom“ für diese Anlagen nicht CO₂-frei bereitgestellt werden kann, ergibt sich aufgrund des deutlich reduzierten Strombedarfes eine substantielle Reduktion der THG.

Ein weiterer Vorteil dieser Lösung ist, dass bereits bei Nutzungsbeginn der saisonale Energiespeicher „auf Betriebstemperatur“ ist und somit eine optimale Versorgung der Liegenschaft mit Wärme und Kälte gewährleistet werden kann.

Problem:

Für die CO₂-freie Wärme- und Kälteverteilung in der Baustelleneinrichtung sind die Baucontainer entsprechend umzurüsten, da diese üblicherweise ausschließlich mit elektrischen Heiz- und Kühlaggregaten ausgestattet sind.

Die Umrüstung ist (einmalig) aufwändig, aber es ist davon auszugehen, dass diese Energieverteilanlagen langlebig sind.

FORDERUNGEN

Die rasante Entwicklung von Technologien und Prozessen ist von entscheidender Bedeutung, insbesondere angesichts des ambitionierten europäischen Ziels, bis 2050 emissionsfrei zu sein.

Diese dynamische Weiterentwicklung ist nicht nur positiv, sondern auch unerlässlich, um ökonomischen Erfolg und Kreislauffähigkeit zu gewährleisten, auch auf Baustellen. Das Streben nach wirtschaftlicher Effizienz und ökologischer Nachhaltigkeit rückt somit in beeindruckender Geschwindigkeit näher, da innovative Ansätze und Fortschritte in der Technologie die Realisierung dieser Ziele unterstützen.

Im Zuge dieser Transformation der europäischen Wirtschaft kann es nicht sein, dass Normen, Verordnungen, Gesetze in einem äußerst trägen Zeitlauf verändert werden.

Wir fordern daher Politik und Beamtenschaft auf, den Transformationsprozess nicht wie bisher zu behindern, sondern zu ermöglichen. Um Überforderungen zu vermeiden, kann das z.B. durch eine technologieoffene Ermöglichungs-Gesetzgebung erfolgen, die die bisherige geübte Praxis der Verbots-Gesetzgebung ablöst.

Die gesamte Immobilienwirtschaft in ihrer gesamten Wertschöpfungskette befindet sich im Umbruch und auf der Suche nach gangbaren Lösungen, um 2050 bzw. 2040 in Österreich weiter erfolgreich wirtschaften zu können.

Viele Techniken, Prozesse werden experimentell ausprobiert und es braucht Mut und finanzielle Stabilität, um diese Experimente, die nicht alle zu hundert Prozent erfolgreich sind, zu realisieren.

Wir fordern für die Immobilienwirtschaft in ihrer gesamten Lieferkette ein Fördersystem, dass die erfolgreichen Bemühungen zur Dekarbonisierung entsprechend honoriert.

Jede beweisbar eingesparte Tonne CO₂ hat einen positiven volkswirtschaftlichen Effekt für die Republik Österreich. Daher ist es kein Bittgesuch, wenn wir berechtigt fordern, dass dieser Effekt zu einem Teil auch dem zugutekommt, der etwaige Mehrkosten in Kauf genommen hat, um den Effekt zu realisieren.

Den Beweis für die Richtigkeit der Angaben liefern z.B. die Zertifikate der ÖGNI, die rechtlich als Gutachten zu betrachten sind.

CONCLUSIO

Durch die engagierte Mitarbeit von Kolleginnen und Kollegen aus unterschiedlichen Unternehmen der Immobilienbranche haben die ÖGNI und die ÖBV in sechs Sitzungen seit 2022 das vorliegende Positionspapier entwickelt. Wir sind stolz darauf. Gleichzeitig sind wir uns bewusst, dass dies lediglich der Anfang ist und nur einen Schritt darstellt, um die Immobilienwirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit zu transformieren.

Es werden noch viele Diskussionen und Arbeitsgruppen notwendig sein, es wird viel neue Produkte der Industrie geben, die heute noch utopisch anmuten, Prozesse auf Baustellen werden neu gedacht werden müssen und die Art, wie gebaut und saniert wird, wird sich verändern. Wichtig ist, dass wir aufgrund des Zeitdrucks Diskussionen rasch abschließen und Erkenntnisse praktisch umsetzen können, denn nur Realitäten bringen uns unserem Ziel für Europa näher. Mit dem vorliegenden Positionspapier wollen die ÖGNI und der ÖBV eine Unterlage anbieten, die als Grundlage für die eigenen Strategien bei der Erstellung der ESG-Berichte interessierter Unternehmen dienen kann. Wir wollen hier Beispiele und Ideen liefern, wie eine Baustelle nachhaltiger gelingen kann. Vor jedem Bauprojekt ist sich jedoch die Frage zu stellen – Ist der Neubau nötig, können wir Bestehendes nutzen, Brachflächen verbauen, verdichten, etc.

Viel muss sich ändern, Althergebrachtes muss neu gedacht werden. Die gute Nachricht: Wir sitzen alle im selben Boot und rudern in dieselbe Richtung. Gegenseitige Unterstützung hilft uns daher. Uns allen.

Quelle Unsplash



TEILNEHMER DER ARBEITSGRUPPE

- Auinger Markus – IC Consulenten
- Banozic Matej – AIT
- Belazzi Thomas – bauxund
- Benischek Erich – Blaue Lagune
- Bergmeister Konrad – BOKU Wien (AG Leiter)
- Ceplecha Nicole – Rhomberg Bau Wien
- Denk James – Drees & Sommer
- Ecker Christian – AIT
- Engert Peter – ÖGNI
- Gruber Thomas – SIGNA
- Harbusch Rebecca – Wiener Linien GmbH & Co KG
- Hauer-Karl Irene – HABAU Group
- Hetzel Herbert – Beyond Carbon Energy
- Hofer Dieter – Handler Bau GmbH
- Huber Martin – ecoplus
- Kasper Thomas – PORR Bau GmbH
- Kneidinger Peter – materialnomaden
- Knoflach Sebastian – MM-Holz
- Knust Björn – 6B47
- Koselsky Roman – Wien 3420 Aspern Development AG
- Medl Alexandra – ASFINAG Bau Management GmbH
- Pauser Michael – ÖBV
- Raab Jacqueline – TU Wien / Bau Betrieb Digital Unternehmensberatung GmbH
- Ressler Christoph – Güteverband Transportbeton
- Richter Nicole – HABAU Group
- Rott David – Leyrer + Grad Baugesellschaft m.b.H.
- Schmid Sebastian – Strabag AG
- Schneider Karin – BAI
- Seebacher Sabrina – PORR-Umwelttechnik GmbH
- Silberknoll Jürgen – ÖBV
- Stopfer Martin – Lean Construction Management GmbH
- Wall Johannes – ZÜBLIN AG
- Weber Gundula – AIT
- Wehrberger Florian – ÖGNI (AG Leiter)
- Weigert Maximilian – TU Wien
- Wögerer Karin – Swietelsky AG

Herausgeber: ÖGNI – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
Schlussredaktion & Layout: Florian Wehrberger – ÖGNI

FOLGENDE UNTERNEHMEN UND ORGANISATIONEN HABEN MIT EINEM INHALTLICHEN BEITRAG AN DER ERSTELLUNG DER BROSCHÜRE MITGEWIRKT





österreichische
bautechnik
vereinigung

Österreichische Bautechnik Vereinigung - ÖBV

Austrian Society for Construction Technology

Karlgasse 5 | 2 Stock

1040 Wien

Austria

+ 43 (1) 504 15 95 | office@bautechnik.pro | www.bautechnik.pro



Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft – ÖGNI

Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
Austrian Sustainable Building Council
Mayerhofgasse 1 | Top 22
1040 Wien
Austria

+ 43 664 15 63 507 | office@ogni.at | www.ogni.at
© ÖGNI GmbH Dezember 2023



Alle Rechte vorbehalten. Alle Angaben wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts übernimmt die ÖGNI keine Gewähr

Mitglied von:



Partner von:

