



# Ökobilanz für Maßnahmen zur Klimawandel- Anpassung des Ökosystems Donauinsel im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077

Projektbericht:  
Alternative Bewässerungsmaßnahmen mittels Kleinwindkraftanlage

Mai 2022



**Stadt  
Wien**

Wiener  
Gewässer

MAGISTRAT DER STADT WIEN

MAGISTRATSABTEILUNG 45 -  
WIENER GEWÄSSER



## **Titel**

Projektbericht zur Ökobilanz für Maßnahmen zur Klimawandel-Anpassung des Ökosystems Donauinsel: Alternative Bewässerungsmaßnahmen mittels Kleinwindkraftanlage im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077

## **Auftraggeber**

MA 45 – Wiener Gewässer | Am Kaisermühlendamm 132 | 1220 Wien

## **Autor**

Daxner & Merl GmbH | Lindengasse 39/8 | 1070 Wien | Österreich

Anmerkung zum Urheberrecht:

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Alle in diesem Dokument enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erstellt. Dennoch sind inhaltliche Fehler nicht völlig auszuschließen. Daher übernehmen Herausgeber und Autoren keinerlei Verantwortung und Haftung für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten.

© Daxner & Merl GmbH | alle Rechte vorbehalten

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	8
1. Einführung und allgemeine Angaben.....	9
2. Ziel der Studie .....	10
3. Methodischer Rahmen .....	11
3.1. Funktionale Einheit.....	11
3.2. Systemgrenze .....	12
3.2.1. Basis-Szenario .....	13
3.2.2. Alternativ-Szenario .....	14
3.3. Allokation .....	15
3.4. Abschneidekriterien.....	15
3.5. Annahmen & Abschätzungen .....	16
3.6. Behandlung von biogenem Kohlenstoff .....	18
4. Datenaufnahme & Datenqualität.....	18
5. Sachbilanz.....	19
5.1. Basis-Szenario .....	20
5.1.1. Bewässerung mit Diesel-Aggregat .....	20
5.1.2. Bewässerung mit Tankwagen .....	22
5.2. Alternativ-Szenario: Bewässerung mit Windwasserpumpe .....	24
5.2.1. Errichtung von Windwasserpumpe, Brunnen und Leitungen .....	25
5.2.2. Transport der Rohstoffe zur Donauinsel .....	31
5.2.3. Bewässerungsvorgang mit Windwasserpumpe .....	32
5.2.4. Lebensende der Windwasserpumpe .....	32
6. Methode der Wirkungsabschätzung .....	34
7. Ergebnisse & Interpretation .....	37
8. Schlussfolgerung.....	46
9. Literaturverzeichnis .....	47
Anhang .....	49
I. Sachbilanz der Windwasserpumpe, Jahr 1 (2021) .....	49
II. Verwendete Hintergrunddatensätze .....	50
III. Hintergrundinformationen zu den deklarierten Wirkungsindikatoren .....	51
Globales Erwärmungspotenzial (Treibhauseffekt; GWP) .....	51
Versauerungspotenzial (AP).....	52
Überdüngungspotenzial (Eutrophierungspotenzial; EP).....	53
Sommersmog (Photooxidantienbildung; POCP) .....	53

Wasserknappheit (Wassernutzung, WDP).....54  
Primärenergieeinsatz (PE erneuerbar; PE nicht erneuerbar).....54

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Errechneter Wasserbedarf der Teiche pro Extremmonat (Quelle: <i>PCD, 2022a</i> und <i>PCD, 2022c</i> ).....	12
Tabelle 2 Unberücksichtigte Daten (cut-off).....	15
Tabelle 3 Annahmen und Abschätzungen in den Primärdaten .....	17
Tabelle 4 Transportdistanzen Transport Diesel-Aggregat und Pumpe.....	21
Tabelle 5 Dieseleinsatz: Betrieb Diesel-Aggregat und Pumpe .....	21
Tabelle 6 Transportdistanzen Bewässerung Tankwagen.....	23
Tabelle 7 Dieseleinsatz: Betrieb Vakuumfass .....	24
Tabelle 8 Fördermenge Windwasserpumpe Endelteich (Quelle: <i>PCD, 2022a</i> ) .....	27
Tabelle 9 Fördermenge Windwasserpumpe Tritonwasser (Quelle: <i>PCD, 2022c</i> ).....	29
Tabelle 10 Übersicht der Transporte der Rohstoffe zur Donauinsel.....	31
Tabelle 11 Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen gemäß Environmental Footprint Initiative ( <i>JRC, 2019</i> ) .....	35
Tabelle 12 Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes gemäß <i>EN 15804</i> .....	35
Tabelle 13 Umweltwirkungsergebnisse für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung im ersten Jahr .....	37
Tabelle 14 Ressourceneinsatz für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung im ersten Jahr .....	37
Tabelle 15 Umweltwirkungsergebnisse für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung nach 25 Jahren .....	38
Tabelle 16 Ressourceneinsatz für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung nach 25 Jahren .....	38
Tabelle 17 Alternativ-Szenario: Hot-Spot Analyse Globales Erwärmungspotenzial .....	45
Tabelle 18 Fördermenge Windwasserpumpe Endelteich (Quelle: <i>PCD, 2022a, PCD, 2022c</i> ) .....	45

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Basis-Szenario: Diesel-Aggregat.....	13
Abbildung 2 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Basis-Szenario: Tankwagen. .....	13
Abbildung 3 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Alternativ-Szenario: Windwasserpumpe.....	14
Abbildung 4 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Diesel-Aggregat .....	20
Abbildung 5 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Tankwagen .....	22
Abbildung 6 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Windwasserpumpe.....	25
Abbildung 7 Schematische Darstellung Windwasserpumpe (Quelle: <i>PCD, 2022a</i> ).....	26
Abbildung 8 Lageplan Endelteich (Quelle: <i>PCD, 2022b</i> ).....	28
Abbildung 9 Lageplan Tritonwasser (Quelle: <i>PCD, 2022d</i> ).....	30
Abbildung 10 Modell Rohstofftransport.....	32
Abbildung 11 Ökobilanzmodell des Lebensendes von Stahl.....	33
Abbildung 12 Ökobilanzmodell des Lebensendes von Beton.....	33
Abbildung 13 Methodik der Wirkungsabschätzung bei Lebenszyklusanalysen .....	34
Abbildung 14 Globales Erwärmungspotenzial total (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre)	39
Abbildung 15 Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre).....	40
Abbildung 16 Eutrophierungspotenzial Süßwasser (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre)	40
Abbildung 17 Eutrophierungspotenzial Süßwasser (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre)	41
Abbildung 18 Eutrophierungspotenzial Salzwasser (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre)	41
Abbildung 19 Eutrophierungspotenzial Land (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre).....	42
Abbildung 20 Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre).....	42
Abbildung 21 Wassernutzung (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre) .....	43
Abbildung 22 Alternativ-Szenario: Globales Erwärmungspotenzial total (Bewässerte DICCA- Fläche *1 Jahr).....	44
Abbildung 23 Wirkungspfad des Treibhauseffekts .....	51
Abbildung 24 Wirkungspfad der Versauerung .....	52
Abbildung 25 Wirkungspfad der Überdüngung .....	53
Abbildung 26 Wirkungspfad der Bildung von Sommersmog .....	54

## Abkürzungsverzeichnis

AP	Versauerungspotenzial (engl. <i>acidification potential</i> )
C	Kohlenstoff
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DICCA	Anpassung der Donauinsel an den Klimawandel (engl. <i>Danube Island Climate Change Adaptation</i> )
D&M	Daxner & Merl
DN	Nomineller Rohrdurchmesser (engl. <i>diameter nominal</i> )
EoL	End of Life
EP	Eutrophierungspotenzial - Überdüngung (engl. <i>eutrophication potential</i> )
GaBi	Ökobilanz-Software zur ‚ganzheitlichen Bilanzierung‘
GWP	Globales Erwärmungspotenzial (engl. <i>global warming potential</i> )
H <sup>+</sup>	positiv geladenes Wasserstoff-Ion
IPCC	„Weltklimarat“ (engl. <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
LCA	Ökobilanz (engl. <i>life cycle assessment</i> )
LCI	Life Cycle Initiative
LCIA	Umweltwirkungsabschätzung (engl. <i>life cycle impact assessment</i> )
MA	Magistratsabteilung
MJ	Megajoule
N	Stickstoff
NMVOG	Flüchtige Organische Verbindungen ohne Methan (engl. <i>non-methane volatile organic compounds</i> )
NO <sub>3</sub>	Nitrat
P	Phosphor
PE	Polyethylen
PE-HD	Polyethylen mit hoher Dichte (engl. <i>high density polyethylen</i> )
PENRT	Summe des nicht erneuerbaren Primärenergieeinsatzes (engl. <i>total use of non-renewable primary energy resources</i> )
PERT	Summe des erneuerbaren Primärenergieeinsatzes (engl. <i>total use of renewable primary energy resources</i> )
POCP	Photochemische Ozonbildung - Sommersmog (engl. <i>photochemical ozone creation potential</i> )

## **Zusammenfassung**

Die vorliegende Ökobilanzstudie dient der Berechnung der lebenszyklusbezogenen Umweltwirkungen der, im Rahmen des von der MA 45 – Wiener Gewässer durchgeführten Forschungsprojekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077, getroffenen Maßnahmen zur Klimawandelanpassung des Ökosystems Donauinsel. Ziel der Berechnung ist eine fundierte Basis zur Unterstützung der Evaluierung der getätigten Maßnahmen. Die Berechnungen folgen den Anforderungen der *ISO 14044*.

Betrachtet wird das im Projekt umgesetzte alternative Szenario: Bewässerung mit Kleinwindkraftanlagen auf dem Projektgebiet der Donauinsel. Darüber hinaus wird der Ausgangszustand Bewässerung mit Tankwagen bzw. Diesel-Aggregat abgebildet. Die potenziellen Umweltauswirkungen werden über einen Zeitraum von 25 Jahren betrachtet. Die Datensammlung bezieht sich auf das Jahr 2021.

Die Ökobilanz beinhaltet direkte und indirekte Aktivitäten der MA 45 von der Wiege bis zur Bahre (cradle-to-grave). Betrachtet werden die mit den bilanzierten Szenarien verbundenen In- und Outputflüsse (stofflich, energetisch) sowie die vor- und nachgelagerten indirekten Emissionen der Aktivitäten über einen Zeitraum von 25 Jahren. Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Bewässerungsmaßnahmen ist zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Anzahl bewässerter Teiche je Szenario die Ergebnisse von Basis- und Alternativ-Szenario nicht direkt vergleichbar sind, sondern eine Größenordnung darstellen. Nichtsdestotrotz zeigt die Gegenüberstellung der Ergebnisse bei der Betrachtung über einen Zeitraum von 25 Jahren, dass die Auswirkungen des im Rahmen des DICCA-Projekts umgesetzten Alternativ-Szenarios (Bewässerung mit Windwasserpumpe) bei allen betrachteten Wirkungsindikatoren deutlich geringere Umweltauswirkung erzeugen als das Basis-Szenario (Bewässerung mit Diesel-Aggregat und Tankwagen). Bereits nach dem zweiten Jahr verursacht das Alternativ-Szenario bei allen betrachteten Indikatoren, mit Ausnahme des Indikators "Wassernutzung", geringere Auswirkungen als das Basis-Szenario. Die Ausnahme beim Indikator „Wassernutzung“ resultiert aus dem hohen Wasserbedarf in der vorgelagerten Lieferkette der Stahlbauteile der Windräder.

## 1. Einführung und allgemeine Angaben

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag der MA 45 – Wiener Gewässer durch die Daxner & Merl GmbH erstellt und mit Fördermitteln des Projekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077 finanziert. Sie folgt den Anforderungen der *ISO 14044* und bezieht sich auf die Berechnung der Ökobilanz für die im Rahmen des Forschungsprojekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077 getroffenen Maßnahmen zur Klimawandelanpassung des Ökosystems Donauinsel sowie den Status-Quo vor Einführung der alternativen Maßnahmen, über einen Zeitraum von 25 Jahren.

Eine Ökobilanz beinhaltet die Erfassung der eingesetzten stofflichen und energetischen Ressourcen sowie der emittierten Schadstoffe über den gesamten Lebenszyklus (*cradle-to-grave*) bzw. über den gesamten Herstellprozess (*cradle-to-gate*) der abgebildeten Systeme. Die Umrechnung der erzeugten Wirkung in anerkannte Indikatoren wie Treibhauspotenzial, Versauerung, Überdüngung, etc. ermöglicht die Quantifizierung der Umweltleistung von Produkten und Systemen.

Dieser Projektbericht dient zur transparenten Dokumentation der für die Berechnung der Ökobilanz zugrunde gelegten methodischen Grundlagen. Die folgenden Ausführungen enthalten eine ausführliche Dokumentation der durchgeführten Berechnungen. Eine externe Prüfung der Studie durch einen unabhängigen Dritten ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorgesehen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet und das generische Maskulinum verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beide Geschlechter.

## 2. Ziel der Studie

Ziel der vorliegenden Studie für die MA 45 – Wiener Gewässer, ist die Berechnung der Ökobilanz für die im Rahmen des Forschungsprojekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077 getroffenen Maßnahmen zur Klimawandelanpassung des Ökosystems Donauinsel:

- Alternativ Szenario: Bewässerung mittels Kleinwindkraftanlagen
- Basis-Szenario: Bewässerungsmaßnahmen mit Tankwagen und mittels Diesel-Aggregat, Pumpe und Rohrleitungen

Die potenziellen Umweltauswirkungen der verschiedenen Szenarien werden über einen Zeitraum von 25 Jahren betrachtet.

Die Inhalte dieser Studie dienen der MA 45 – Wiener Gewässer als fundierte Basis zur Unterstützung der Evaluierung der im Rahmen des Forschungsprojekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077 getroffenen Maßnahmen zur Klimawandelanpassung des Ökosystems Donauinsel. Sie formt eine Basis für die Identifikation von Hotspots sowie für zukünftige Verbesserungsmaßnahmen und Optimierungs-Projekte. Dabei stehen die potenziellen Umweltauswirkungen der gesetzten Maßnahmen im Fokus der Studie. Die Ergebnisse der Ökobilanz geben eine Orientierung über die potenziellen Umweltwirkungen der betrachteten Szenarien.

Eine externe Prüfung der Studie durch einen unabhängigen Dritten ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorgesehen.

Folgende Berechnungen folgen dem aktuellen Stand der Regelwerke zur Treibhausgasbilanzierung auf Produktebene sowie zur Ökobilanz von Produkten und Services:

-  *ISO 14040/44:2018* – Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

Die Wirkungsabschätzung erfolgt gemäß Environmental Footprint Initiative basierend auf den Charakterisierungsfaktoren des Joint Research Centers der europäischen Kommission (*JRC, 2019*).

### 3. Methodischer Rahmen

Die folgenden Abschnitte umfassen den methodischen Rahmen der Berechnung der Ökobilanzen für die betrachteten Szenarien: Die funktionale Einheit (siehe 3.1), die Systemgrenze der Bewässerungsmaßnahmen (siehe 3.2), Allokation (siehe 3.3), Abschneidekriterien (siehe 3.4), Annahmen und Abschätzungen (siehe 3.5) sowie Behandlung von biogenem Kohlenstoff (siehe 3.6).

#### 3.1. Funktionale Einheit

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich auf eine funktionale Einheit von: über einen Zeitraum von 1 Jahr (2021) bewässerte DICCA-Fläche gemäß Szenario.

Ein durch den Klimawandel bedingter Anstieg von Hitzebelastungen sowie verminderter pflanzenverfügbarer Niederschlag und die damit verbundenen Auswirkungen wie die erhöhte Verdunstung von Oberflächenwasser bzw. vermehrter Stress auf Ökosysteme, bringen die Notwendigkeit der zeitweisen Bewässerung der betrachteten Teiche der Donauinsel mit sich, um ein Trockenfallen der Teichbiotope zu vermeiden (*Stadt Wien, MA 45, 2018*).

Die Funktion der Bewässerung definiert sich über die Deckung des witterungsbedingt notwendigen Wasserbedarfs der folgenden auf der Donauinsel gelegenen Teiche über den Zeitraum von 1 Jahr: Tritonwasser, Endelteich, Wiesenteich, Dicca Teich, Kirschenteich, Krötenlacke sowie die im Rahmen des DICCA Projekts neu geschaffene Teichlandschaft Nord. Im Rahmen der Studie wird das Basis-Szenario der Bewässerung dem Alternativ-Szenario über einen Zeitraum von 25 Jahren gegenübergestellt:

##### **Basis-Szenario**

Das Wasser wird im Basis-Szenario auf zwei verschiedene Arten von der MA 45 gemeinsam mit der MA 49 in die betrachteten Teiche gepumpt:

- Diesel-Aggregat und Pumpe: Bewässerung Endelteich und Tritonwasser
- Tankwagen: Bewässerung Wiesenteich, Dicca Teich, Kirschenteich und Krötenlacke

##### **Alternativ-Szenario**

Im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077 wird an zwei Standorten eine alternative Bewässerung mittels neu errichteter Windwasserpumpenanlagen umgesetzt, die sich auf die Deckung des witterungsbedingten Wasserbedarfs bezieht:

- Windwasserpumpe Standort 1: Bewässerung Standort Endelteich

- Windwasserpumpe Standort 2: Bewässerung Tritonwasser

Aufgrund witterungsbedingter Schwankungen von Temperatur, Versickerung, Verdunstung und Niederschlag unterliegt auch der für die Bewässerung benötigte Wasserbedarf jährlichen Schwankungen.

Im Rahmen der Planung und Dimensionierung der beiden Windwasserpumpen wurde daher vom von der MA 45 beauftragten Unternehmen Planung, Consulting, Design, PCD ZT-GmbH, der Bedarf an benötigtem Wasser pro Extremmonat abgeschätzt. Dazu wurde ein Klimamodell auf den Daten der nächstgelegenen meteorologischen Messstellen aufgestellt. Daraus wurde die vor Ort anfallende Verdunstung errechnet. Zusätzlich wurden die anfallende Versickerung addiert, generelle Verluste und ein Sicherheitsfaktor angenommen (*PCD, 2022a* und *PCD, 2022c*). Der für die beiden Standorte in Tabelle 1 dargestellte errechnete Wasserbedarf, beruht auf der Annahme, dass es im betrachteten Extremmonat nicht regnet. So ergibt sich pro Extremmonat ein konstanter Bedarf von 0,75 l/s für den Standort Endelteich (inkl. Wiesenteich und Teichlandschaft) bzw. von 1 l/s für den Standort Tritonwasser (*PCD, 2022a* und *PCD, 2022c*).

Tabelle 1 Errechneter Wasserbedarf der Teiche pro Extremmonat (Quelle: *PCD, 2022a* und *PCD, 2022c*)

Teich	Wasserfläche [m <sup>2</sup> ]	Wasserbedarf pro Extremmonat (ohne Regen) [l/s]
Endelteich	1 545	-
Wiesenteich	1 250	
Teichlandschaft	2 620	
<b>Summe Standort Endelteich</b>	<b>5 415</b>	<b>0,75</b>
<b>Tritonwasser</b>	<b>12 325</b>	<b>1,08</b>

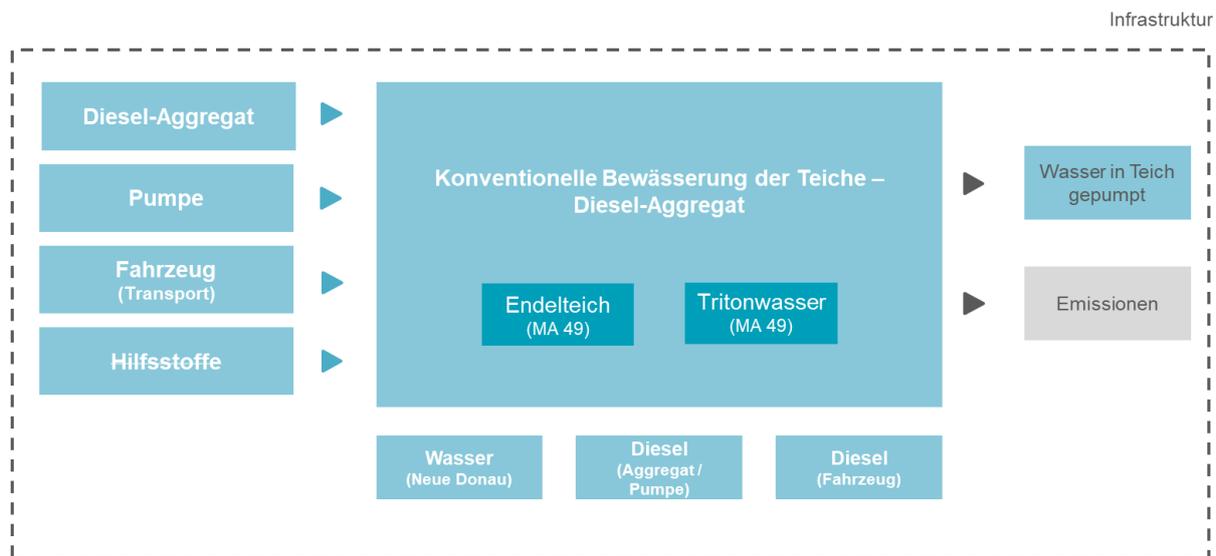
Der Referenzfluss bezieht sich somit auf die funktionale Einheit von über einen Zeitraum von 1 Jahr (2021), zur Deckung des witterungsbedingt notwendigen Wasserbedarfs, bewässerte DICCA-Fläche gemäß Szenario.

### 3.2. Systemgrenze

Die vorliegende Studie beinhaltet direkte und indirekte Aktivitäten von der Wiege bis zur Bahre (*cradle-to-grave*) der folgenden Bewässerungs-Szenarien.

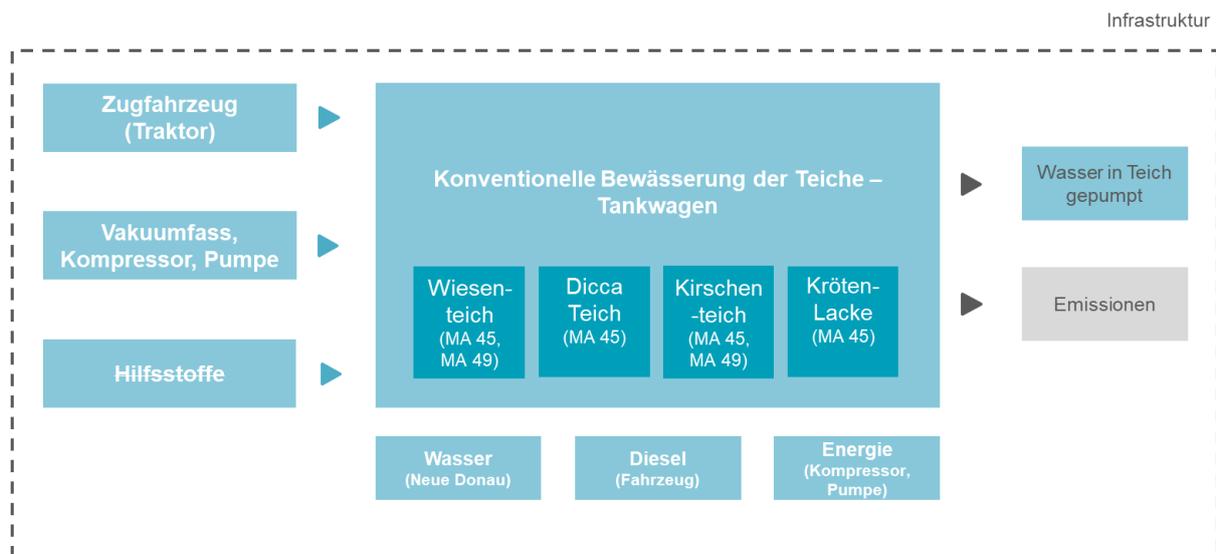
### 3.2.1. Basis-Szenario

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die im Rahmen dieser Studie betrachteten Lebenszyklusphasen der Bewässerungsmaßnahmen im Basis-Szenario mit Diesel-Aggregat sowie Tankwagen (Traktor mit Vakuumfass).



Legende: Durchgestrichene Prozesse = cut-off (Hilfsstoffe)

Abbildung 1 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Basis-Szenario: Diesel-Aggregat.



Legende: Durchgestrichene Prozesse = cut-off (Hilfsstoffe)

Abbildung 2 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Basis-Szenario: Tankwagen.

Die folgenden Lebenszyklusphasen werden in der Analyse über einen Zeitraum von 25 Jahren berücksichtigt:

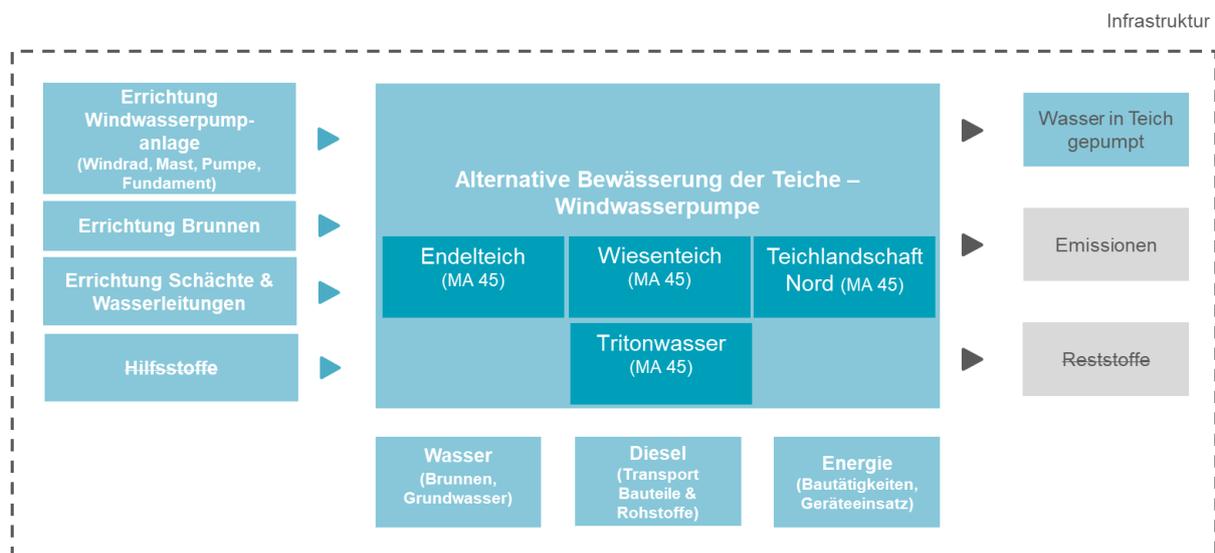
- 🌱 Vorgelagerte Lieferkette
- 🌱 Transporte
- 🌱 Bewässerungsvorgang mit Diesel-Aggregat
- 🌱 Bewässerungsvorgang mit Tankwagen (Traktor und Vakuumfass)

Da die eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen nicht ausschließlich für den Zweck der Bewässerung der Teiche verwendet werden, sondern dies nur einen Bruchteil ihrer Nutzung darstellt, werden Aufwendungen für Maschinen und Infrastruktur inklusive dem Lebensende nicht berücksichtigt.

Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung.

### 3.2.2. Alternativ-Szenario

Abbildung 3 zeigt die im Rahmen dieser Studie betrachteten Lebenszyklusphasen der Bewässerungsmaßnahmen im Alternativ-Szenario mittels Windwasserpumpe.



Legende: Durchgestrichene Prozesse = cut-off (Hilfsstoffe, Reststoffe)

Abbildung 3 Systemgrenzen der Bewässerungsmaßnahmen im Alternativ-Szenario: Windwasserpumpe.

Die folgenden Lebenszyklusphasen werden in der Analyse über einen Zeitraum von 25 Jahren berücksichtigt:

- 🌱 Vorgelagerte Lieferkette
- 🌱 Transport der Rohstoffe zur Donauinsel
- 🌱 Errichtung von Windwasserpumpe, Brunnen und Leitungen

-  Bewässerungsvorgang mit Windwasserpumpe
-  Lebensende

Aufwendungen für Maschinen und Infrastruktur werden nicht berücksichtigt.

Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung.

Die Primärdatensammlung der MA 45 ergänzt um Annahmen mittels generischer Daten für die Bewässerungs-Szenarien bezieht sich auf das Referenzjahr 2021.

### 3.3. Allokation

-  Allokation in der Lieferkette

Die Abbildung vorgelagerter Prozesse in der Lieferkette wie beispielsweise für die genutzten Energieträger, erfolgt zu einem Großteil durch die Nutzung von GaBi-Hintergrunddatensätzen. Allokationsregeln in den Hintergrunddaten sind der jeweiligen Prozessdokumentation unter <http://www.gabi-software.com/support/gabi/> zu entnehmen.

### 3.4. Abschneidekriterien

Es sind alle Inputs und Outputs, für welche Daten vorliegen, im Ökobilanzmodell enthalten. Datenlücken werden bei verfügbarer Datenbasis mit konservativen Annahmen von Durchschnittsdaten bzw. generischen Daten gefüllt und sind entsprechend dokumentiert (siehe Kapitel 3.5).

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der im Modell vernachlässigten Daten. Hierbei wurden lediglich Daten mit einem Beitrag von weniger als 1% abgeschnitten. Das Vernachlässigen dieser Daten ist durch einen Mangel an Hintergrunddatensätzen bzw. die Geringfügigkeit der zu erwartenden Wirkung zu rechtfertigen.

Tabelle 2 Unberücksichtigte Daten (cut-off)

Scope	Material / Aktivität	Begründung
Bewässerung: Diesel Aggregat	Hilfsstoffe für Betrieb und Wartung der Geräte	Vernachlässigbar, geringe Einsatzmengen
Bewässerung: Tankwagen	Hilfsstoffe für Betrieb und Wartung der Geräte	Vernachlässigbar, geringe Einsatzmengen
Bewässerung: Windkraft	Schmiermittel	Vernachlässigbar, geringe Einsatzmengen
Bewässerung: Windkraft	Abfälle aus Bautätigkeit	Vernachlässigbar, geringe Mengen

Es ist davon auszugehen, dass die Gesamtsumme der vernachlässigten Input-Flüsse nicht mehr als 5% des Energie- und Masseeinsatzes beträgt.

Aufwendungen für Maschinen und Infrastruktur wurden nicht berücksichtigt.

### 3.5. Annahmen & Abschätzungen

Wie in Tabelle 3 ersichtlich, werden bei Fehlen eines repräsentativen Hintergrunddatensatzes zur Abbildung der Umweltwirkung gewisser Rohstoffe Annahmen und Abschätzungen verwendet. Alle Annahmen sind durch eine detaillierte Dokumentation belegt und entsprechen einer hinsichtlich der verfügbaren Datenbasis bestmöglichen Abbildung der Realität.

Tabelle 3 Annahmen und Abschätzungen in den Primärdaten

Scope	Material / Aktivität	Annahme / Abschätzung
Bewässerung: Diesel-Aggregat	Transport Diesel-Aggregat	Annahme: Kleintransporter-Transport über 30 km je Füllvorgang (hin- und retour); Abschätzung der Distanz: Haupt-Garagen des Fuhrparks der Stadt Wien (MA 48) befinden sich in den Bezirken 1170 und 1200; Distanz von Garage zu Donauinsel maximal 10 km, Strecke auf Donauinsel zu Nordteil ca. 5 km ( <i>Stadt Wien</i> )
Bewässerung: Diesel-Aggregat	Betrieb Diesel-Aggregat	Abschätzung Diesel-Aggregat und Dieserverbrauch über Literaturdaten: 215 g/kWh ( <i>Hatz, 2021</i> ); Abbildung über Betrieb eines Traktormotors mit dem für das Diesel-Aggregat angenäherten Dieserverbrauch von 21,3 l/h; Annäherung über Ecoinvent Datensatz (machine operation, diesel, >= 74.57 kW, generators)
Bewässerung: Tankwagen	Route Tankwagen	Annahme: Traktor-Transport: Einzelstrecke Anfahrt zu Donauinsel 10 km, Einzelstrecke auf Donauinsel von Ort Wasserbefüllung zu Teich 5 km; Abschätzung der Distanz: Haupt-Garagen des Fuhrparks der Stadt Wien (MA 48) befinden sich in den Bezirken 1170 und 1200 ( <i>Stadt Wien</i> )
Bewässerung: Tankwagen	Befüllte Wassermenge durch MA 49 Füllvorgang 4	Annäherung der Wassermenge über Füllvorgang 1-3; Annahme: 20 000 l
Bewässerung: Tankwagen	Betrieb Tankwagen	Abbildung Vakuumfass auf Basis Herstellerangaben: Förderstrom laut Kennlinie Kombigerät (bei 40 kW) 60 m <sup>3</sup> /h ( <i>Bauer, 2018</i> und <i>Bauer</i> ); Annäherung über Betrieb des Traktormotors
Bewässerung: Windkraft	Stahl für Windrad	Annahme: Organisch beschichteter Stahl; Annahme Rotorblätter ebenfalls aus organisch beschichtetem Stahl
Bewässerung: Windkraft	Betonfundament für Windrad	Annahme: Betongüte C25/30, inkl. Bewehrung
Bewässerung: Windkraft	Brunnenrohr	Abbildung Gewicht auf Basis Herstellerangaben 28,3 kg/m ( <i>Muffenrohr Tiefbauhandel, 2017</i> ); Annäherung über Abwasserleitung aus HDPE
Bewässerung: Windkraft	Wasserleitungen	Annahme: PE-HD Rohre; Abbildung Gewicht auf Basis Herstellerangaben 2,19 kg/m bzw. 1,06 kg/m ( <i>Muffenrohr Tiefbauhandel, 2017</i> ); Annäherung über Abwasserleitung aus HDPE
Bewässerung: Windkraft	Schächte	Annahme: Betonfertigteile; Abschätzung für Betonring, Deckel und Bodenplatte über Herstellerdaten ( <i>Maleiner, 2022</i> ); Annäherung über Betonrohr ohne Bewehrung
Bewässerung: Windkraft	Hubkolbenpumpe	Annäherung über Umlaufpumpe
Bewässerung: Windkraft	Transport Leitungen	Annahme: LKW Transport über 500 km
Bewässerung: Windkraft	Transport Beton	Annahme: LKW Transport über 25 km
Bewässerung: Windkraft	Lebensdauer Windwasserpumpe	Annahme: 30 Jahre ( <i>Green Desert</i> )

Die regionale Anwendbarkeit der für die Ökobilanz eingesetzten Hintergrunddatensätze bezieht sich auf Durchschnittsdaten für Österreich oder ansonsten auf den deutschen bzw. europäischen Raum. Waren keine anderen Hintergrunddatensätze verfügbar, wurden globale Durchschnittsdaten verwendet.

### 3.6. Behandlung von biogenem Kohlenstoff

Nach der von der Environmental Footprint Initiative veröffentlichten Charakterisierungsmethode werden Gutschriften im Zusammenhang mit temporärer und dauerhafter Kohlenstoffspeicherung und/oder verzögerten Emissionen bei der Berechnung des Klimawandelindikators nicht berücksichtigt. Dies bedeutet, dass alle Emissionen und der Entnahmen als "jetzt" emittiert zu betrachten sind und keine Abzinsung der Emissionen im Laufe der Zeit erfolgt. Dieser Ansatz wird in dieser Studie verfolgt.

## 4. Datenaufnahme & Datenqualität

Die Datensammlung der vorliegenden Studie folgt den Empfehlungen der *ISO 14044*.

Im Rahmen der Sammlung der Vordergrunddaten wurden **Primärdaten** für die Bewässerung mit Diesel-Aggregat, die Bewässerung mit Tankwagen und Vakuumpumpe sowie die Bewässerung mit Windwasserpumpe erhoben. Die Daten beruhen auf den 2021 eingesetzten Jahresmengen.

Die Sammlung der Daten folgt einem iterativen Prozess, in welchem Informationen zwischen der MA 45 und Daxner & Merl schriftlich via E-Mail, bzw. persönlich / in Web-Meetings ausgetauscht werden. Durch die Diskussion auftretender Unsicherheiten in der Datensammlung, Plausibilitätschecks und die Abstimmung der angewandten Berechnungswege zur möglichst realitätsnahen Abbildung der Stoff- und Energieflüsse ist von einer zur Beantwortung der Fragestellung ausreichenden Qualität der erhobenen Vordergrunddaten auszugehen. Es wurde ein konsistentes und einheitliches Berechnungsverfahren im Sinne der *ISO 14044* gewählt.

Ein Teil der benötigten Informationen im direkten Einflussbereich von Wiener Gewässer ist im Projektförderantrag des DICCA-Projekts sowie den zugehörigen technischen Einreichprojekten für die Errichtung der Windwasserpumpen, in den Veröffentlichungen von Wiener Gewässer (z.B. Website, etc.) enthalten. Fehlende Informationen wurden ergänzend dazu direkt bei der MA 45 erfragt (z.B. Befüll-Mengen der Teiche mit Tankwagen, Befüll-Dauer der Teiche mit Diesel-Aggregat, etc.).

Darüber hinaus werden für die Abbildung fehlender Daten sowie der vorgelagerten und nachgelagerten Effekte im Ökobilanzmodell **Sekundärdaten** herangezogen. Diese entstammen einerseits der GaBi Datenbank und andererseits anerkannten statistischen Daten bzw. Literaturquellen.

Bei der Auswahl aller Hintergrunddaten wird auf die technologische, geographische und zeitbezogene **Repräsentativität** der Datengrundlage geachtet.

Bei Fehlen spezifischer Daten, wird auf generische Datensätze bzw. einen repräsentativen Durchschnitt zurückgegriffen. Eine Aufstellung der im Modell genutzten Datensätze ist Anhang II zu entnehmen. Die eingesetzten Hintergrunddatensätze sind aus den Referenzjahren 2018-2021. Auf Literaturquellen basierende Abschätzungen orientieren sich an der aktuellsten, verfügbaren Datengrundlage und dem technologiebezogenen Stand der Technik.

Zur Gewährleistung der **Zuverlässigkeit der Daten** werden im Projektverlauf laufend Plausibilitätschecks durch die Daxner & Merl GmbH durchgeführt.

Die **Vollständigkeit der Daten** ist durch die Betrachtung aller relevanten Prozessschritte gegeben. Das Produktsystem wird über den gesamten Lebenszyklus inklusive der direkten Wirkungen aus den Bewässerungsmaßnahmen (*Scope 1*) sowie der indirekten Umwelteffekte der eingesetzten Rohstoffe und Energie (*Scope 2* und *Scope 3*) abgebildet. Die Nichtbetrachtung von Daten wird basierend auf der Relevanz des Beitrags der einzelnen Komponenten entschieden und transparent kommuniziert (siehe Kapitel 3.4). Fehlende Daten werden abhängig von der Wesentlichkeit des Beitrages basierend auf einem *worst-case* Ansatz abgeschätzt. Abschätzungen und Annahmen sind dem Kapitel 3.5 zu entnehmen.

Methodische Grundlagen der Ökobilanzierung wie Allokation, Substitution, etc. sowie der Detaillierungsgrad der Datensammlung werden in der vorliegenden Studie **konsistent** angewandt. Generell wird die Datenqualität als ausreichend zur Beantwortung der Fragestellung beurteilt.

## 5. Sachbilanz

Die vorliegende Studie basiert auf der Primärdatenerhebung ergänzt um generische Daten für die Bewässerung der in der Studie betrachteten Teiche der Donauinsel durch die MA 45 bzw. die MA 49. Dabei werden sowohl die Umweltauswirkung des Basis-Szenarios, die Bewässerung mit einem Diesel-Aggregat und einer Pumpe sowie die Bewässerung mit einem Tankwagen mit Vakuum-Fass, als auch der im Rahmen des DICCA Projekts umgesetzten alternativen Bewässerung durch die Errichtung einer Windwasserpumpe, betrachtet.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Abbildung der Bewässerung im Basis-Szenario mit Diesel-Aggregat (Absatz 5.1.1), die Bewässerung mit Tankwagen (Absatz 5.1.2) sowie bei der

Bewässerung im Alternativ-Szenario die Errichtung des Windwasserpumpe-Systems (Absatz 5.2.1), den Transport der Rohstoffe (Absatz 5.2.2), den Bewässerungsvorgang (Absatz 5.2.3) sowie das Lebensende der Windwasserpumpe (Absatz 5.2.4).

### 5.1. Basis-Szenario

Im Basis-Szenario erfolgt die Bewässerung der Teiche auf zwei verschiedene Arten, einerseits mittels Diesel-Aggregat, Pumpe und Rohrleitungen sowie andererseits mit einem Vakuumentankwagen. In beiden Fällen wird Wasser aus der Neuen Donau bezogen.

#### 5.1.1. Bewässerung mit Diesel-Aggregat

Im betrachteten Projektgebiet werden zwei Teiche, der Endelteich und das Tritonwasser, über Rohrleitungen von der Neuen Donau bewässert. Für die Teich-Befüllung werden ein mobiles Diesel-Aggregat und eine mobile Pumpe mit einem Kleintransporter angeliefert. Diese pumpen für die Dauer der Befüllung Wasser von der Neuen Donau in den jeweiligen Teich. Der Energieeinsatz des Diesel-Aggregats und die Auswirkungen des Transports von Aggregat und Pumpe sind Teil der Betrachtung.

Die Berechnung der Ergebnisse der Ökobilanz basiert auf einem eigens entwickelten Ökobilanzbilanzmodell in der GaBi-Software, Version 10, Datenbank 2022.01.

Abbildung 4 illustriert die Bewässerung mittels Diesel-Aggregat für die dem Szenario entsprechende bewässerte DICCA-Fläche und ein Jahr.

### Irrigation with diesel engine (per DICCA-area\*y)

GaBi Prozess-Plan: Mass [kg]

Es werden die Namen der Basis-Prozesse angezeigt.



Abbildung 4 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Diesel-Aggregat

Die Hauptgaragen des von der MA 48 verwalteten Fuhrparkes der Stadt Wien befinden sich in 17. sowie im 20. Wiener Gemeindebezirk und dadurch in einer maximalen Entfernung von 10 km von der Floridsdorfer Brücke, über welche die Zufahrt auf die Donauinsel erfolgen kann (*Stadt Wien*). Auf Basis dieser Informationen wird ein Transportszenario von 30 km Transportdistanz je Füllvorgang (hin- und retour) angesetzt. Im betrachteten Jahr 2021 werden die beiden Teiche jeweils viermal befüllt. Tabelle 4 bietet eine Übersicht über die Transportdistanzen von Diesel-Aggregat und Pumpe zu den beiden Teichen Endelteich und Tritonwasser sowohl für ein Jahr als auch über den Betrachtungszeitraum von 25 Jahren.

Tabelle 4 Transportdistanzen Transport Diesel-Aggregat und Pumpe

Transport	Endelteich	Tritonwasser	Einheit
Transportdistanz je Füllvorgang (hin- und retour)	30	30	km
Davon Anfahrt zu / Abfahrt von Donauinsel (einfach)	10	10	km
Davon Strecke auf Donauinsel (einfach)	5	5	km
<b>Transportdistanz Summe (1 Jahr)</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>km</b>
<b>Transportdistanz Summe (25 Jahre)</b>	<b>3 000</b>	<b>3 000</b>	<b>km</b>

Auf Basis der Gesamtkilometer und des Treibstoffverbrauchs (Diesel) werden die Ist-Verbräuche des Transportes errechnet.

Im betrachteten Jahr 2021 werden die beiden Teiche viermal befüllt. Die Dauer für die Befüllung des Endelteichs beträgt dabei jeweils 24 Stunden pro Füllvorgang und somit 96 Stunden für das gesamte Jahr 2021. Das Tritonwasser wird ebenfalls viermal befüllt, allerdings mit jeweils unterschiedlich langen Laufzeiten. Die Gesamtdauer beträgt 252 Stunden. Die technischen Spezifikationen des Diesel-Aggregats werden über das Modell 4H50TI der Motorenfabrik Hatz GmbH & Co. KG, mit einer Leistung von 64 kW / 85 PS und einem Kraftstoffverbrauch von 215 g/kWh angenähert (*Hatz, 2021*) (siehe Abschnitt 3.5). Die sich aus dem Betrieb von Diesel-Aggregat und der darüber angetriebenen Pumpe ergebenden Dieselverbräuche für ein Jahr sowie für den Betrachtungszeitraum von 25 Jahren sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5 Dieseleinsatz: Betrieb Diesel-Aggregat und Pumpe

Dieselvebrauch	Endelteich	Tritonwasser	Einheit
Dieselvebrauch Diesel-Aggregat (1 Jahr)	1 096	2 878	l
Dieselvebrauch Diesel-Aggregat (25 Jahre)	27 410	71 951	l

Da keine näheren technischen Spezifikationen zur Förderleistung der eingesetzten Pumpe verfügbar sind, ist ein Rückschluss auf bzw. eine Berechnung der Menge an Liter Wasser, die mit dem Betrieb des Diesel-Aggregats gepumpt werden, nicht möglich.

Da die eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen nicht ausschließlich für den Zweck der Bewässerung der Teiche verwendet werden, sondern dies nur einen Bruchteil ihrer Nutzung darstellt, werden Aufwendungen für Maschinen und Infrastruktur inklusive dem Lebensende nicht berücksichtigt.

Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung.

### 5.1.2. Bewässerung mit Tankwagen

Die Bewässerung mit Tankwagen erfolgt im Rahmen des betrachteten Projekts für die folgenden vier Teiche: Wiesenteich, Dicca Teich, Kirschteich und Krötenlacke. Dafür wird ein Traktor mit Vakuumfass mit einem Fassungsvermögen von 4 000 Liter eingesetzt, welches Wasser von der Neuen Donau aufnimmt, es zu den Teichen transportiert und sie bewässert. Der Energieeinsatz des mit Diesel über den Traktor betriebenen Kompressors und die Auswirkungen des Transports des Wassers mit dem Tankwagen zu den vier Teichen werden betrachtet.

Abbildung 5 zeigt das Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Tankwagen für die dem Szenario entsprechende bewässerte DICCA-Fläche und ein Jahr.

#### Irrigation with tanker (per DICCA-area\*y)

GaBi Prozess-Plan: Mass [kg]  
Es werden die Namen der Basis-Prozesse angezeigt.

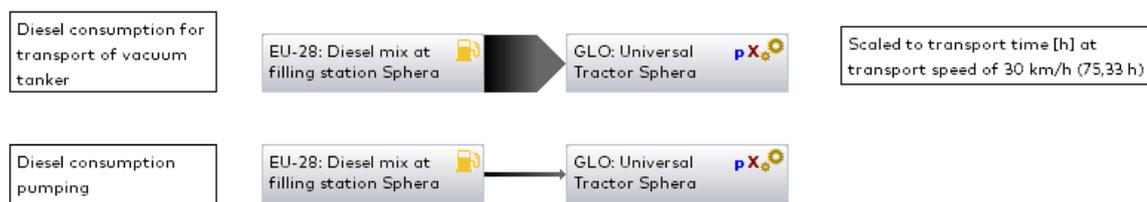


Abbildung 5 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Tankwagen

Analog zur Bewässerung mit Diesel-Aggregat, wird auch bei der Bewässerung mit Tankwagen angenommen, dass sich die Garage des Fahrzeuges in einer maximalen Entfernung von

10 km von der Floridsdorfer Brücke, über welche die Zufahrt auf die Donauinsel erfolgen kann, befindet (*Stadt Wien*), siehe Absatz 5.1.1.

Im Jahr 2021 erfolgt die Bewässerung der Teiche Wiesenteich, Dicca Teich, Kirschenteich und Krötenlacke siebenmal durch die MA 45, mit jeweils 16 000 Liter Wasser. Die Krötenlacke wird ebenfalls siebenmal befüllt, allerdings mit jeweils 20 000 Liter pro Füllvorgang. Zusätzlich bewässert im Jahr 2021 die MA 49 die beiden Teiche Wiesenteich und Kirschenteich jeweils viermal. Dabei unterscheidet sich die bewässerte Wassermenge bei den einzelnen Füllvorgängen und beträgt jeweils zwischen 10 000 und 30 000 Liter. Für den vierten Füllvorgang sind keine Informationen zur befüllten Literanzahl vorhanden, daher wird dieser vierte Füllvorgang auf Basis der Wassermengen der anderen drei Füllvorgänge mit 20 000 Liter abgeschätzt (siehe Abschnitt 3.5).

Aufgrund des Fassungsvermögens des Vakuumfasses von 4 000 Liter muss der Tankwagen pro Füllvorgang entsprechend mehrmals vom Auffüll-Platz auf der Donauinsel zu den einzelnen Teichen hin- und her fahren, um die gesamte Menge an Wasser von der Neuen Donau zu den Teichen zu transportieren. Dementsprechend ergeben sich die in Tabelle 6 dargestellten Transportdistanzen für ein Jahr sowie für den Betrachtungszeitraum von 25 Jahren.

Tabelle 6 Transportdistanzen Bewässerung Tankwagen

<b>Transport</b>	<b>Wiesenteich</b>	<b>Dicca Teich</b>	<b>Kirschenteich</b>	<b>Krötenlacke</b>	<b>Einheit</b>
Transportdistanz gesamtes Jahr (MA 45)	420	420	420	490	km
Davon Anfahrt zu / Abfahrt von Donauinsel (einfach)	10	10	10	10	km
Davon Strecke auf Donauinsel (einfach)	5	5	5	5	km
Transportdistanz gesamtes Jahr (MA 49)	255	-	255	-	km
Davon Anfahrt zu / Abfahrt von Donauinsel (einfach)	10	-	10	-	km
Davon Strecke auf Donauinsel (einfach)	5	-	5	-	km
<b>Transportdistanz Summe (1 Jahr)</b>	<b>675</b>	<b>420</b>	<b>675</b>	<b>490</b>	<b>km</b>
<b>Transportdistanz Summe (25 Jahre)</b>	<b>16 875</b>	<b>10 500</b>	<b>16 875</b>	<b>12 250</b>	<b>km</b>

Auf Basis der gefahrenen Gesamtkilometer und des Treibstoffverbrauchs (Diesel) werden die Ist-Verbräuche des Transportes errechnet.

Für den Betrieb des Vakuumfasses wird während des Ansaugvorgangs über einen Kompressor im Fassbehälter ein Unterdruck erzeugt und durch das entstandene Vakuum das Wasser in das Fass gesaugt. Während des Ausbringvorgangs strömt durch die „Druckstellung“

des Kompressors Luft in den Fassbehälter und durch den entstehenden Überdruck wird die Flüssigkeit über einen Verteiler aus dem Behälter gepresst (*Fliegl Agrartechnik, 2020*).

In der vorliegenden Studie wird ein Vakuumfass mit 4 000 Liter Fassungsvermögen eingesetzt, dieses wird über Herstellerangaben der BAUER GmbH abgebildet (*Bauer, 2018*) (siehe Abschnitt 3.5). Das Fass wird von einem Kombi-Aggregat, bestehend aus einem Kompressor (540 U/min) sowie einer Pumpe (Luftleistung 5 300 l/min), direkt über den Traktor betrieben. Laut Herstellerangaben beträgt der Förderstrom laut Kennlinie für das Kombi-Gerät bei einer Leistung von 40 kW, 60 m<sup>3</sup>/h (*Bauer, 2018* und *Bauer*). Aus der benötigten Füllzeit des Fasses sowie dem dafür notwendigen Einsatz des Kombi-Aggregats, ergeben sich die in Tabelle 7 abgebildeten Energieeinsätze für den Betrieb des Vakuumfasses.

Tabelle 7 Dieseleinsatz: Betrieb Vakuumfass

Dieselvebrauch	Wiesenteich	Dicca Teich	Kirschenteich	Krötenlacke	Einheit
Dieselvebrauch Vakuumfass (1 Jahr)	17	11	17	13	l
Dieselvebrauch Vakuumfass (25 Jahre)	432	266	432	332	l

Da die eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen nicht ausschließlich für den Zweck der Bewässerung der Teiche verwendet werden, sondern dies nur einen Bruchteil ihrer Nutzung darstellt, werden Aufwendungen für Maschinen und Infrastruktur inklusive dem Lebensende nicht berücksichtigt. Ein direkter Vergleich zwischen Bewässerung mit Tankwagen und Bewässerung mit Dieselaggregat ist nicht möglich, da die Mengen große Unterschiede aufweisen und die mittels Aggregat gepumpte Menge an Wasser unbekannt ist.

Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung.

## 5.2. Alternativ-Szenario: Bewässerung mit Windwasserpumpe

Im Rahmen des DICCA Projektes wird eine alternative Bewässerung mittels Windwasserpumpenanlage umgesetzt. Es werden insgesamt zwei Windwasserpumpenanlagen desselben Typs an zwei unterschiedlichen Projektstandorten neu errichtet:

- Windwasserpumpe Standort 1, Endelteich: Wasser wird mittels einer Windwasserpumpe aus einem im Rahmen des Projekts gebohrten Brunnen und über einen neu errichteten Verteilungsschacht sowie Rohrleitungen in die Teiche Endelteich, Wiesenteich und die im Rahmen des Projekts angelegte Teichlandschaft Nord, gepumpt.
- Windwasserpumpe Standort 2, Tritonwasser: An einem zweiten Projektstandort wird mittels einer ebenfalls neu errichteten Windwasserpumpe aus einem im Projekt

gebohrten Brunnen über zum Teil bereits bestehende und zum Teil neu verlegte Rohrleitungen, Wasser in das Tritonwasser gepumpt.

Abbildung 6 zeigt das Ökobilanzmodell des Alternativ-Szenarios Bewässerung mittels Windwasserpumpe für die bewässerte DICCA-Fläche des Alternativ-Szenarios und ein Jahr.

Irrigation wind-water-pump (per DICCA-area\*y)  
Gabi Prozess-PlanReferenzgrößen  
Es werdende Namender Basis-Prozesse angezeigt.

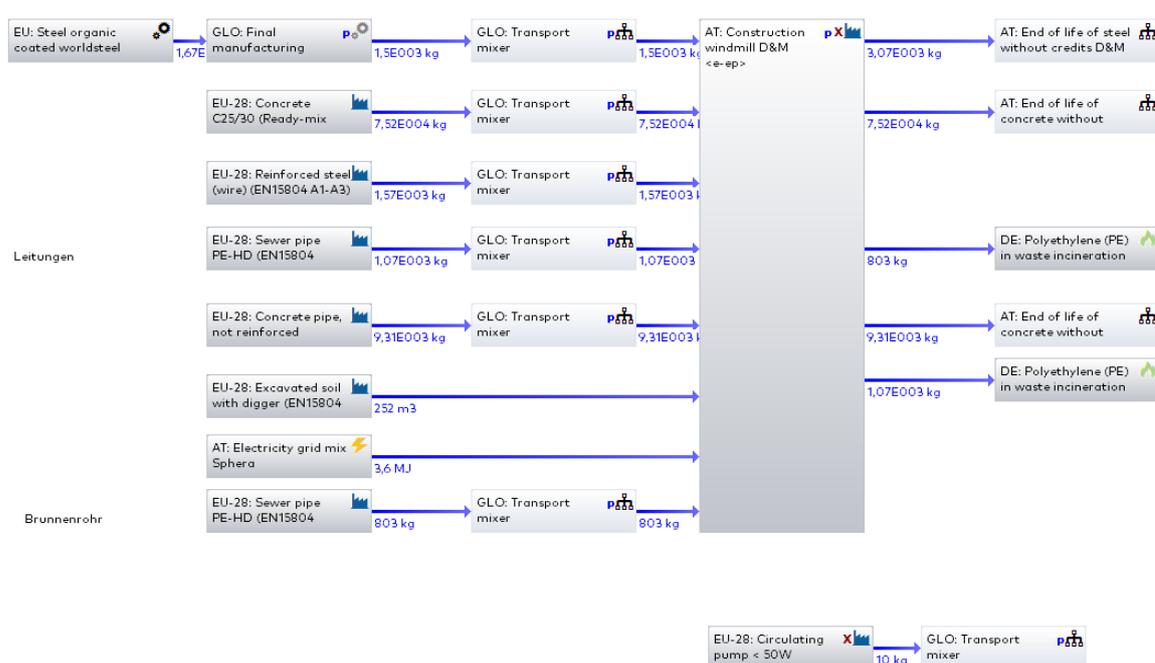


Abbildung 6 Ökobilanzmodell der Bewässerung mittels Windwasserpumpe

### 5.2.1. Errichtung von Windwasserpumpe, Brunnen und Leitungen

An beiden Projektstandorten wird eine Windwasserpumpe des Typs „W 3009“ vom Hersteller PE Windwasserpumpe errichtet (*PE Windwasserpumpe*). Eine Windwasserpumpe besteht aus einem Windrad, das mithilfe von Wind eine Pumpe antreibt und dadurch Wasser pumpen und befördern kann. Die Windwasserpumpe kommt ohne jegliche Elektronik aus und hat eine Leistung von 2 250 Watt sowie eine, auf Basis einer vergleichbaren Windwasserpumpe angenommene Lebensdauer von über 30 Jahren (*Green Desert*). Sie besteht aus einem 9 m hohen Gittermast, einem Windrad mit 3 m Durchmesser und einem Gestänge (Annahme alle Komponenten aus organisch beschichtetem Stahl, siehe Abschnitt 3.5), welches die im Brunnen befindliche Hubkolbenpumpe (Typ: „B-12022“) betreibt. Das Windrad wird über ein Betonfundament und eine Beton-Bodenplatte (Annahme inklusive Bewehrung, siehe Abschnitt

3.5) im Boden verankert. Eine schematische Darstellung ist in Abbildung 7 dargestellt. Details zur Planung, Errichtung und der Funktion der beiden Windwasserpumpen sind den beiden Technischen Berichten zur Wasserrechtlichen Einreichung für beide Projektstandorte (*PCD, 2022a* und *PCD, 2022c*) sowie den dazugehörigen Lageplänen zu entnehmen (*PCD, 2022b* und *PCD, 2022d*).

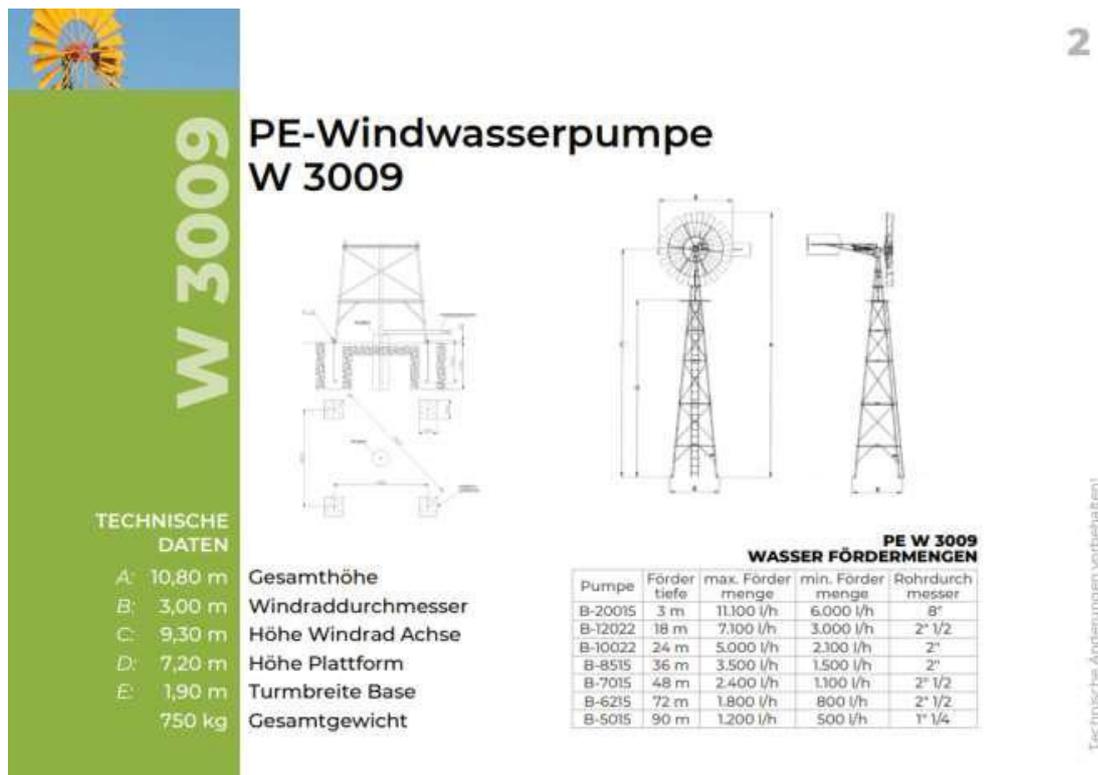


Abbildung 7 Schematische Darstellung Windwasserpumpe (Quelle: *PCD, 2022a*)

Die Hubkolbenpumpe wird über eine Kurbelwelle angetrieben, welche die Rotationsbewegung des Windrads in eine Hubbewegung umgesetzt. Am Getriebe befindet sich eine Hubstange, die die Bewegungsenergie an die Hubkolbenpumpe weitergibt. Zwischen Windrad und Pumpe liegt die Stange zum Schutz vor Umwelteinflüssen in einem Stahlrohr (*PCD, 2022a* und *PCD, 2022c*).

### Windwasserpumpe Standort 1, Endelteich

Der Standort der Windwasserpumpe für die Bewässerung von Endelteich, Wiesenteich und der neu geschaffenen Teichlandschaft befindet sich am Kamm des Donauinseldamms nördlich vom Endelteich, wie im Lageplan in Abbildung 8 ersichtlich (*PCD, 2022b*).

Die Kombination aus dem „W 3009“ Windrad und der „B12022“-Pumpe ist laut dem Technischen Bericht zur Wasserrechtlichen Einreichung (PCD, 2022a) in der Lage am Standort für die tatsächliche Förderhöhe von 12 m folgende Mengen an Wasser zu fördern:

Tabelle 8 Fördermenge Windwasserpumpe Endelteich (Quelle: PCD, 2022a)

<b>Förderhöhe [m]</b>	<b>Max. Fördermenge [l/h]</b>	<b>Min. Fördermenge [l/h]</b>	<b>Max. Fördermenge [l/s]</b>	<b>Min. Fördermenge [l/s]</b>
12	8 700	4 200	2,42	1,17

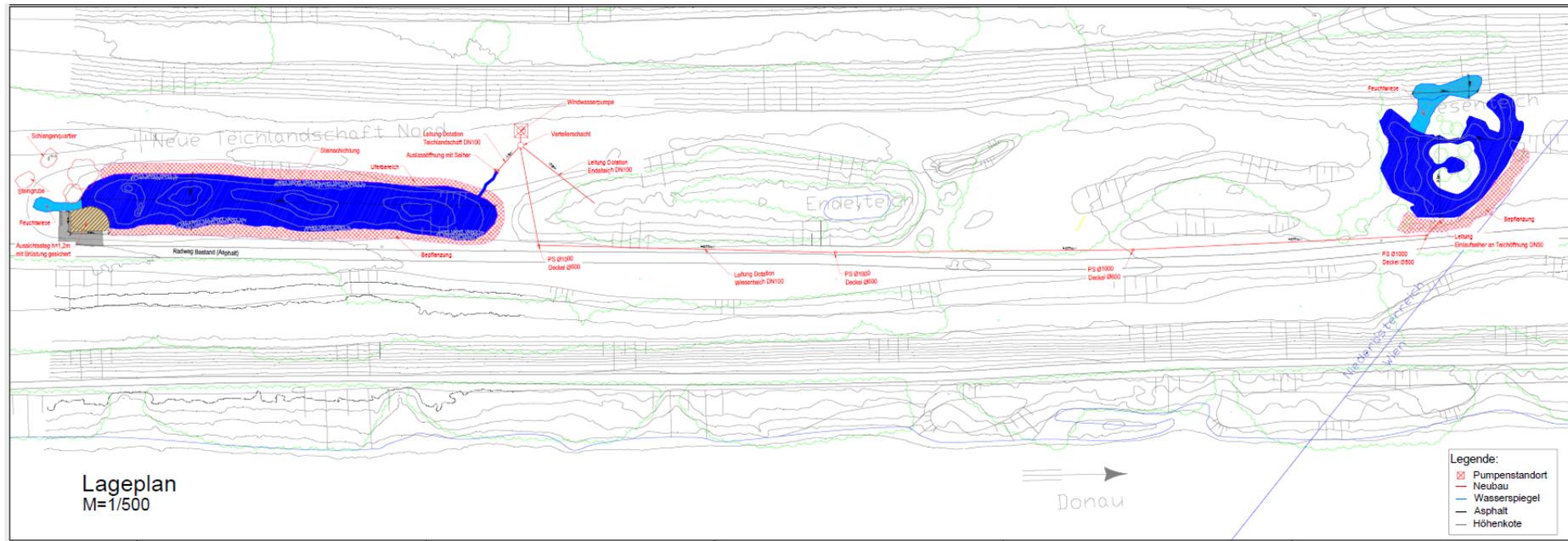


Abbildung 8 Lageplan Endelsteich (Quelle: PCD, 2022b)

Am Standort Endelteich wird ein Brunnen mit einer Tiefe von 13 m und einem Bohrloch-Durchmesser von 0,6 m gegraben. Das Brunnenrohr besteht aus PE (DN400) und ist teilweise als Vollwandrohr und teilweise als Filterrohr ausgeführt. Das Bewässerungssystem verfügt über einen Verteilschacht (Annahme Betonfertigteile, *Maleiner, 2022*) von welchem die Wasserleitungen zu den drei Teichen (Endelteich, Wiesenteich und Teichlandschaft) führen. Diese werden in einer Tiefe von 1,5 m verlegt. Es wird angenommen, dass die Wasserleitungen aus PE-HD (DN100) bestehen (*Muffenrohr Tiefbauhandel, 2017*). Die Leitung zum Wiesenteich besitzt aufgrund ihrer Länge vier Putzschächte mit Deckel (Annahme Betonfertigteile, *Maleiner, 2022*). Im Rahmen der Bauarbeiten fällt Erdaushub (berechnet) für die Errichtung von Fundament, Brunnen sowie Leitungen an. Nach dem Verlegen der Leitungen werden die Gräben mit der Erde wieder zugeschüttet. Der benötigte Energieeinsatz für die Bautätigkeiten ist zum Überwiegenden Teil in den verwendeten Datensätzen enthalten (Transportbeton samt Transport, Erdarbeiten mittels Bagger). Die Sachbilanz der Errichtung der Windwasserpumpe am Standort Endelteich ist in Appendix I enthalten.

### **Windwasserpumpe Standort 2, Tritonwasser**

Der Standort der Windwasserpumpe für die Bewässerung des Tritonwassers befindet sich am Nordöstlichen Rand des Tritonwassers, wie im Lageplan in Abbildung 9 ersichtlich (*PCD, 2022d*).

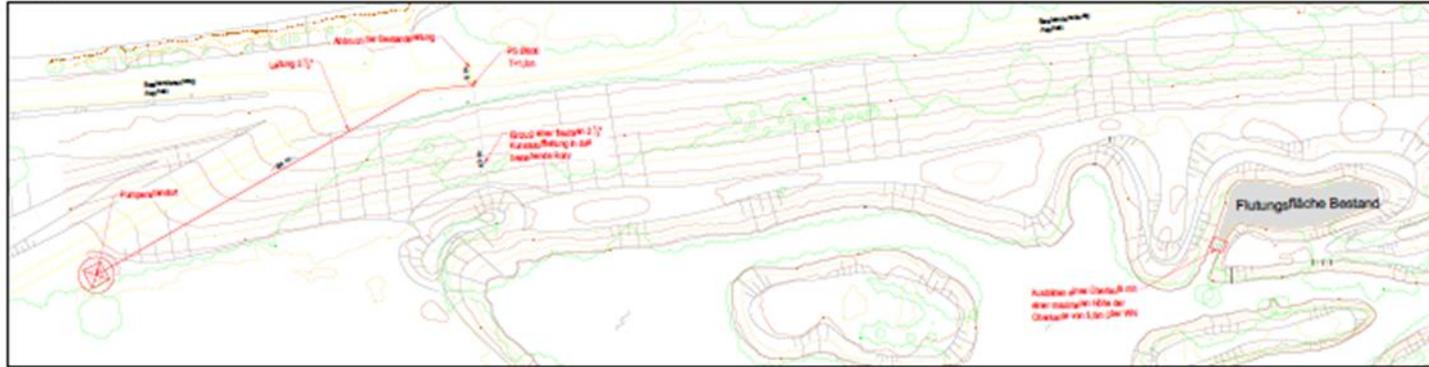
Die Kombination aus dem „W 3009“ Windrad und der „B12022“-Pumpe ist laut dem Technischen Bericht zur Wasserrechtlichen Einreichung (*PCD, 2022c*) in der Lage am Standort Tritonwasser für die tatsächliche Förderhöhe von 18 m folgende Mengen an Wasser zu fördern:

Tabelle 9 Fördermenge Windwasserpumpe Tritonwasser (Quelle: *PCD, 2022c*)

Förderhöhe [m]	Max. Fördermenge [l/h]	Min. Fördermenge [l/h]	Max. Fördermenge [l/s] *	Min. Fördermenge [l/s] *
18	7 100	3 000	1,97	0,83

\* rechnerisch ergänzt

Lageplan  
M=1:500



Übersichtslageplan  
M=1:1000



- Legende:
- X Pumpenstandort
  - Leitung Neubau
  - Leitung Bestand
  - Wasserspiegel
  - Gelände

Abbildung 9 Lageplan Tritonwasser (Quelle: PCD, 2022d)

Am Standort Tritonwasser wird ein Brunnen mit einer Tiefe von 15,4 m und einem Bohrloch-Durchmesser von 0,6 m gegraben. Das Brunnenrohr besteht aus PE (DN400) und ist teilweise als Vollwandrohr und teilweise als Filterrohr ausgeführt. Eine neue Wasserleitung führt vom Brunnen zur Bestandsleitung, die im Basis-Szenario für die Bewässerung mit Diesel-Aggregat benutzt wird. In die Bestandsleitung, die zum Tritonwasser führt, wird eine flexible Kunststoffleitung (2,5 Zoll) eingezogen. Es wird angenommen, dass die Wasserleitungen aus PE-HD (2,5 Zoll) bestehen (*Muffenrohr Tiefbauhandel, 2017*). Die neue Leitung wird in einer Tiefe von 0,8 m verlegt. An der Verbindungsstelle zwischen neuer und alter Leitung gibt es einen Putzschacht mit Deckel (Annahme Betonfertigteile, *Maleiner, 2022*). Analog zum Standort Endelteich fällt im Rahmen der Bauarbeiten Erdaushub an (siehe oben). Die Sachbilanz der Errichtung der Windwasserpumpe am Standort Tritonwasser ist in Appendix I enthalten.

Abbildung 6 enthält die Modellierung der Errichtung des Systems Windwasserpumpe für die Ökobilanz.

#### 5.2.2. Transport der Rohstoffe zur Donauinsel

Tabelle 10 bietet eine Übersicht über die Transportdistanzen der Rohstoffe zu den beiden Standorten der Donauinsel.

Tabelle 10 Übersicht der Transporte der Rohstoffe zur Donauinsel

Rohstoff	Transportdistanz	Transportmittel
Windwasserpumpe: Windrad (Stahl)	500	LKW
Windwasserpumpe: Hubkolbenpumpe (Edelstahl)	500	LKW
Fundament (Beton inkl. Bewehrung)	25*	LKW
Brunnenrohr (PE)	500**	LKW
Schächte (Betonfertigteile)	25*	LKW
Wasserleitungen (PE-HD)	500**	LKW

\* Es handelt sich um eine Abschätzung der Transportdistanz in der Region Wien mit einem dichten Netz an Betonwerken

\*\* Es handelt sich um eine Abschätzung der Transportdistanz

Die Rohstoffe werden via LKWs geliefert. Hierfür wird ein Durchschnittsdatensatz (GLO: Truck; 34-40 t Gesamtgewicht; 27 t Ladekapazität; Euro 5) angenommen. Dabei wurde die leere Rückfahrt entsprechend berücksichtigt. Die Berücksichtigung des Transports der Rohstoffe zur Donauinsel im Ökobilanzmodell ist in Abbildung 10 dargestellt.

Transport mixer (truck-rail-river-containership-bulk) p  
GaB-Prozess: Pflanz-Mass(fg)  
 Es werden die Namen der Basis-Prozesse angezeigt.



Abbildung 10 Modell Rohstofftransport

### 5.2.3. Bewässerungsvorgang mit Windwasserpumpe

Da die Windwasserpumpe rein mechanisch mit Wind betrieben wird, hat die Nutzung der Windwasserpumpe selbst keine direkten Auswirkungen auf die Umwelt.

### 5.2.4. Lebensende der Windwasserpumpe

Durch die Verwertung ausgebaute Materialien als Sekundärmaterialien oder -brennstoffe wird der Status des Endes der Abfalleigenschaft nach der Nutzung erreicht und diese überschreiten gemäß *EN 15804* die Systemgrenze und verlassen das betrachtete System.

Das Lebensende der Anlage wird anhand eines repräsentativen Szenarios abgebildet. Für den Beton wird angenommen, dass dieser in einem Betonbrecher verarbeitet und anschließend einem Recycling zugeführt wird (Recycling von 95% des Produktes, Deponierung von 5% Verluste). Für Stahl wird ebenfalls Recycling von 95% des Produktes sowie Deponierung von 5% der Verluste angenommen. Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen sind nicht Teil der Betrachtung. Daher ist jener Produktfluss der dem Recycling zugeführt wird nicht Teil der Betrachtung, da dieser die Systemgrenze verlässt. Die durch die Deponierung der Verluste entstehenden Umweltwirkungen sind in der Analyse enthalten. Die PE-Leitungen werden in einer Müllverbrennungsanlage verbrannt, daraus entstehende Potenziale sind nicht Teil der Betrachtung.

Das Lebensende des Stahles und des Betons ist in Abbildung 11 bzw. Abbildung 12 abgebildet.

## End of life of steel without credits

GaBi Prozess-Plan: Mass [kg]

Es werden die Namen der Basis-Prozesse angezeigt.



Share 1 = landfill (5%)

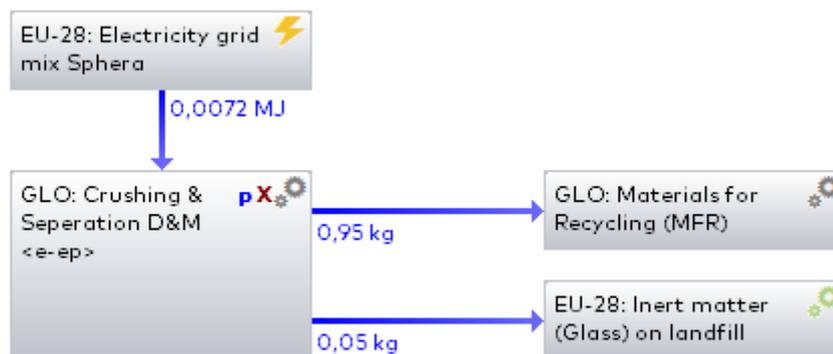
Share 2 = recycling (95%)

Abbildung 11 Ökobilanzmodell des Lebensendes von Stahl

## End of life of concrete without credits

GaBi Prozess-Plan: Referenzgrößen

Es werden die Namen der Basis-Prozesse angezeigt.



Share 1 = landfill (5%)

Share 2 = recycling (95%)

Abbildung 12 Ökobilanzmodell des Lebensendes von Beton

## 6. Methode der Wirkungsabschätzung

Wie in Abbildung 13 ersichtlich, basiert die Wirkungsabschätzung eines Produktsystems auf einer Reihe von Schritten wie der Erstellung einer Sachbilanz, welche in einem Ökobilanzmodell abgebildet wird, und der Berechnung der mit dem Produktlebenszyklus verbundenen Umweltwirkungen durch die Wirkungsabschätzung.

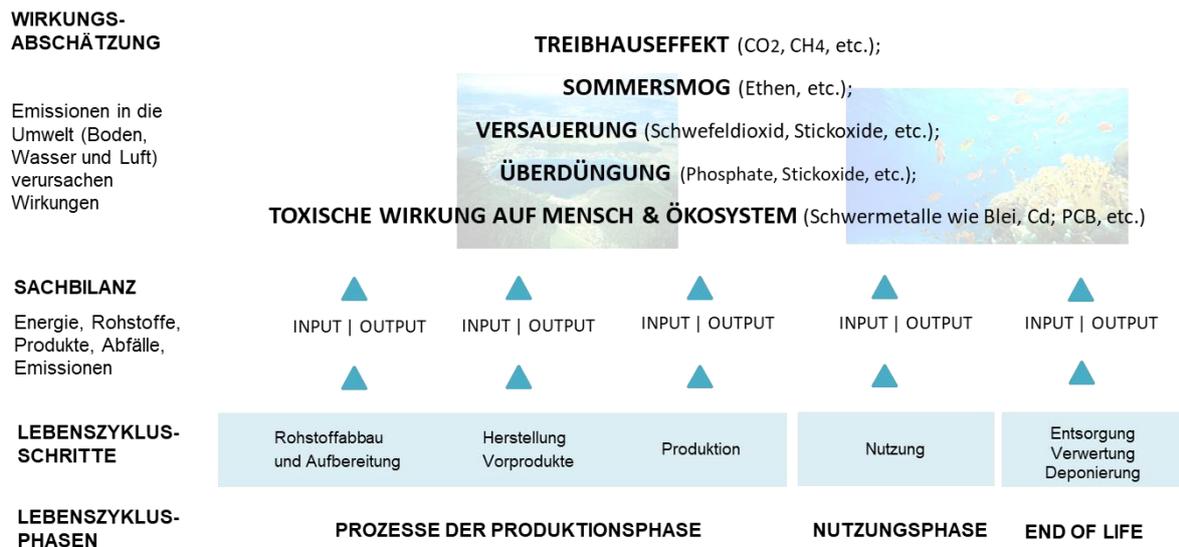


Abbildung 13 Methodik der Wirkungsabschätzung bei Lebenszyklusanalysen

Basierend auf der bisher beschriebenen Datensammlung wurde eine Sachbilanz für einzelne Lebenszyklusschritte erstellt und in einem Ökobilanzmodell abgebildet (siehe Kapitel 5). Das entwickelte Modell ermöglicht die Wirkungsabschätzung, also die Berechnung der Umweltwirkungen des darin abgebildeten Produktmodells mit der Hilfe von Charakterisierungsfaktoren.

Die Umweltleistung über den Lebenszyklus eines Produktes oder Produktsystems wird durch Indikatoren zur Beschreibung der potenziell entstehenden Wirkung auf das Ökosystem ausgedrückt.

Diese Studie analysiert die Wirkungsindikatoren gemäß Environmental Footprint Initiative basierend auf den Charakterisierungsfaktoren des Joint Research Centers der europäischen Kommission (JRC, 2019). Darüber hinaus werden die gemäß EN 15804 geforderten zusätzlichen Sachbilanzgrößen wie der Primärenergiebedarf zusätzlich ausgewertet.

Tabelle 11 Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen gemäß Environmental Footprint Initiative (JRC, 2019)

Abkürzung	Umweltwirkung	Einheit
GWP-total	Globales Erwärmungspotenzial total	kg CO <sub>2</sub> Äq.
AP	Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	Mol H <sup>+</sup> Äq.
EP-freshwater	Eutrophierungspotenzial Süßwasser	kg P Äq.
EP-marine	Eutrophierungspotenzial Salzwasser	kg N Äq.
EP terrestrial	Eutrophierungspotenzial Land	Mol N Äq.
POCP	Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	kg NMVOC Äq.
WDP	Wassernutzung	m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen

Das JRC der europäischen Kommission (JRC, 2019) gibt Charakterisierungsfaktoren für *Elementarflüsse*, also Stoffe oder Energie, die dem untersuchten Produktsystem zugeführt werden und der Umwelt ohne vorherigen anthropogenen Eingriff entnommen wurden, zur Berechnung von Umweltwirkungspotenzialen (Treibhauseffekt, Versauerung, Überdüngung, etc.) vor. Basierend darauf, werden die Elementarflüsse je Umweltkategorie zu einem Summenwert addiert und in *Äquivalenten* ausgedrückt. Durch die Charakterisierung auftretender Emissionen, werden unterschiedliche Wirkungsintensitäten einzelner Substanzen abgebildet.

Tabelle 12 Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes gemäß EN 15804

Abkürzung	Indikator	Einheit
PERT	Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten erneuerbaren Primärenergieträger - energetische & stoffliche Nutzung)	MJ, unterer Heizwert [Hi]
PENRT	Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger - energetische & stoffliche Nutzung)	MJ, unterer Heizwert [Hi]

Die berechneten Umweltwirkungen stehen für potenzielle Auswirkungen auf das Ökosystem. Sie stellen begründet durch die naturgemäße Unsicherheit der angewandten Methodik keine Maßzahlen zur Bewertung der absolut erzeugten Effekte, sondern relative Angaben dar. Die Ergebnisse geben Auskunft über maßgebliche Treiber in der Umweltwirkung eines Produktsystems und deren potenzieller Wirkungsmechanismen. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder Risiken.

Wie bei der Abbildung komplexer physikalischer Zusammenhänge in Form von Modellen gemeinhin bekannt, beinhaltet die Methodik der Ökobilanzierung eine gewisse Unsicherheit, welche von einer Reihe von Faktoren abhängt:

-  Qualität der erhobenen Primärdaten
-  Qualität der genutzten Hintergrunddaten
-  Güte des Berechnungsmodells
-  Güte der getroffenen Abschätzungen

## 7. Ergebnisse & Interpretation

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ökobilanz für die Gegenüberstellung des Basis-Szenarios (Summe der Auswirkungen der Bewässerung mit Diesel-Aggregat und der Bewässerung mit Tankwagen) sowie des Alternativ-Szenarios (Bewässerung mit Windwasserpumpe) im ersten Jahr (Tabelle 13 und Tabelle 14) sowie nach 25 Jahren (Tabelle 15 und Tabelle 16). Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Anzahl bewässerter Teiche je Szenario, die Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar sind, sondern lediglich zur Indikation einer Größenordnung dienen.

Tabelle 13 Umweltwirkungsergebnisse für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung im ersten Jahr

Ergebnisse der Ökobilanz (Bewässerte DICCA-Fläche * 1 Jahr) (cradle to grave)*					
Indikatoren	Einheit	Basis-Szenario	Alternativ-Szenario		
		Summe Diesel-Aggregat & Tankwagen	Windrad, Brunnen	Leitungsarbeiten	Summe Windwasserpumpe
Globales Erwärmungspotenzial total	kg CO <sub>2</sub> Äq.	14 475	16 594	6 847	23 442
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	Mol H <sup>+</sup> Äq.	163	31	11	42
Eutrophierungspotenzial Süßwasser	kg P Äq.	5,17E-02	9,93E-03	4,70E-03	1,46E-02
Eutrophierungspotenzial Salzwasser	kg N Äq.	83	9	4	12
Eutrophierungspotenzial Land	Mol N Äq.	909	96	40	136
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	kg NMVOC Äq.	231	28	13	41
Wassernutzung	m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen	162	2 730	820	3 550

\*Achtung: Aufgrund unterschiedlicher Anzahl bewässerter Teiche je Szenario sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar!

Tabelle 14 Ressourceneinsatz für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung im ersten Jahr

Ergebnisse der Ökobilanz (Bewässerte DICCA-Fläche * 1 Jahr) (cradle to grave)*					
Indikatoren	Einheit	Basis-Szenario	Alternativ-Szenario		
		Summe Diesel-Aggregat & Tankwagen	Windrad, Brunnen	Leitungsarbeiten	Summe Windwasserpumpe
Total erneuerbare Primärenergie	MJ	13 178	15 615	6 375	21 990
Total nicht erneuerbare Primärenergie	MJ	190 892	157 061	91 526	248 587

\*Achtung: Aufgrund unterschiedlicher Anzahl bewässerter Teiche je Szenario sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar!

Tabelle 15 Umweltwirkungsergebnisse für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung nach 25 Jahren

Ergebnisse der Ökobilanz (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre) (cradle to grave)*					
Indikatoren	Einheit	Basis-Szenario	Alternativ-Szenario		
		Summe Diesel-Aggregat & Tankwagen	Windrad, Brunnen	Leitungsarbeiten	Summe Windwasserpumpe
Globales Erwärmungspotenzial total	kg CO <sub>2</sub> Äq.	361 880	16 594	6 847	23 442
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	Mol H <sup>+</sup> Äq.	4 084	31	11	42
Eutrophierungspotenzial Süßwasser	kg P Äq.	1	9,93E-03	4,70E-03	1,46E-02
Eutrophierungspotenzial Salzwasser	kg N Äq.	2 064	9	4	12
Eutrophierungspotenzial Land	Mol N Äq.	22 724	96	40	136
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	kg NMVOC Äq.	5 785	28	13	41
Wassernutzung	m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen	4 051	2 730	820	3 550

\*Achtung: Aufgrund unterschiedlicher Anzahl bewässerter Teiche je Szenario sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar!

Tabelle 16 Ressourceneinsatz für die Gegenüberstellung von Basis- und Alternativ-Szenario der Bewässerung nach 25 Jahren

Ergebnisse der Ökobilanz (Bewässerte DICCA-Fläche * 25 Jahre) (cradle to grave)*					
Indikatoren	Einheit	Basis-Szenario	Alternativ-Szenario		
		Summe Diesel-Aggregat & Tankwagen	Windrad, Brunnen	Leitungsarbeiten	Summe Windwasserpumpe
Total erneuerbare Primärenergie	MJ	329 461	15 615	6 375	21 990
Total nicht erneuerbare Primärenergie	MJ	4 772 303	157 061	91 526	248 587

\*Achtung: Aufgrund unterschiedlicher Anzahl bewässerter Teiche je Szenario sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar!

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Anzahl bewässerter Teiche je Szenario die Ergebnisse von Basis- und Alternativ-Szenario nicht direkt vergleichbar sind, sondern eine Tendenz darstellen. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits nach dem zweiten Jahr das im Rahmen des DICCA-Projekts umgesetzte Alternativ-Szenario (Bewässerung mit Windwasserpumpe) bei allen betrachteten Indikatoren, mit Ausnahme des Indikators "Wassernutzung", geringere Auswirkungen als das Basis-Szenario (Bewässerung mit Diesel-Aggregat und Tankwagen) verursacht. Die Ausnahme beim Indikator

„Wassernutzung“ resultiert aus dem hohen Wasserbedarf in der vorgelagerten Lieferkette der Stahlbauteile.

Nach der gesamten Betrachtungszeit von 25 Jahren ist die deutlich geringere Umweltauswirkung des Alternativ-Szenarios in allen Kategorien sichtbar. Dies resultiert daraus, dass zwar die Produktion und Errichtung des Systems Windwasserpumpe im ersten Jahr der Errichtung Umweltwirkungen verursacht, die Nutzung selbst verursacht dadurch, dass die Windräder rein mechanisch mit Wind betrieben werden keine weiteren Auswirkungen. Aufgrund der Lebensdauer von über 30 Jahren müssen die Windwasserpumpen im Betrachtungszeitraum nicht ersetzt werden. Demgegenüber fallen im Basis-Szenario die Auswirkungen von der Bewässerung mit Diesel-Aggregat und Tankwagen über die Laufzeit von 25 Jahren, in jedem betrachteten Jahr an.

Auch die folgenden Abbildungen zeigen die Tendenz, dass bei einer Gegenüberstellung von Basis- und Alternativszenario, nach 25 Jahren bei allen betrachteten Umweltwirkungs-Indikatoren (Globales Erwärmungspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial (Süßwasser, Salzwasser, Land), Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon und Wassernutzung) deutlich geringere Umweltwirkungen aus dem Alternativ-Szenario resultieren (siehe Abbildung 14 bis Abbildung 21).

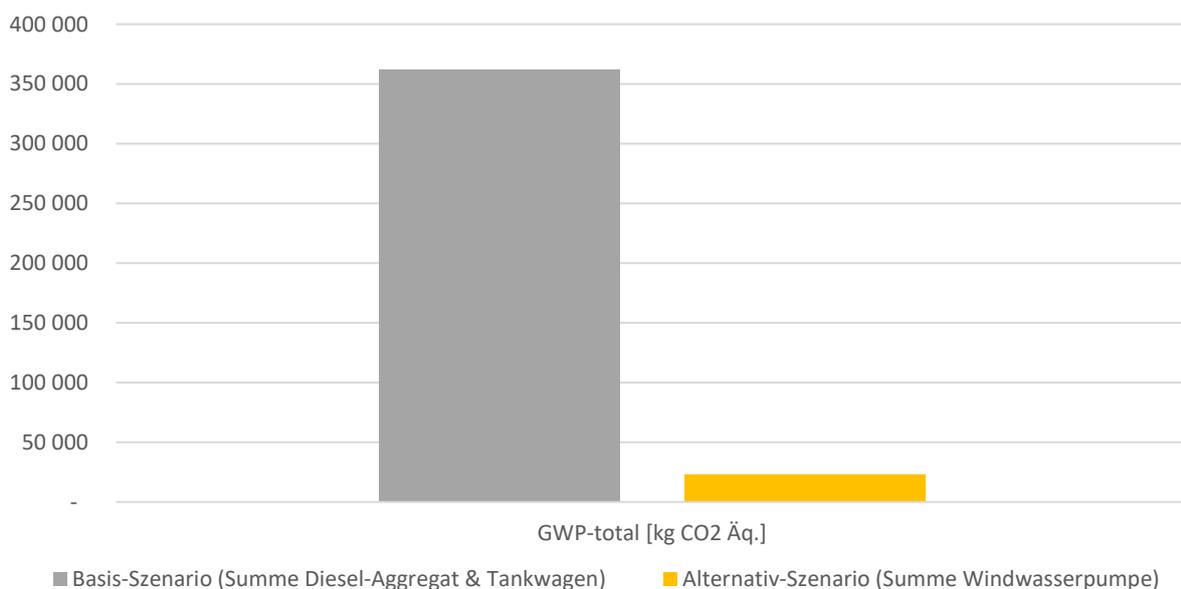


Abbildung 14 Globales Erwärmungspotenzial total (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

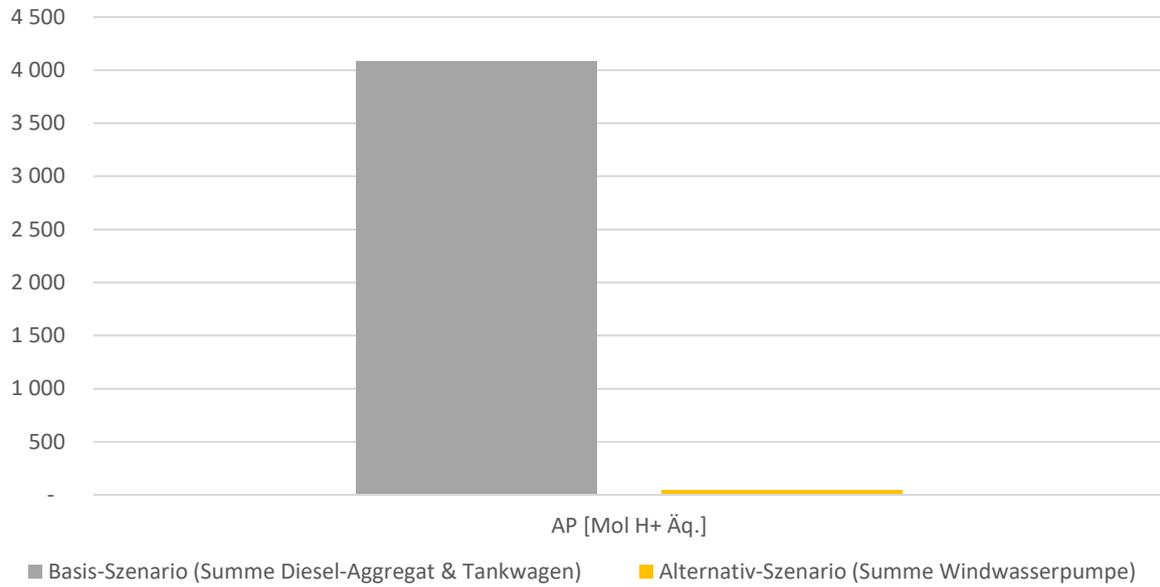


Abbildung 15 Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

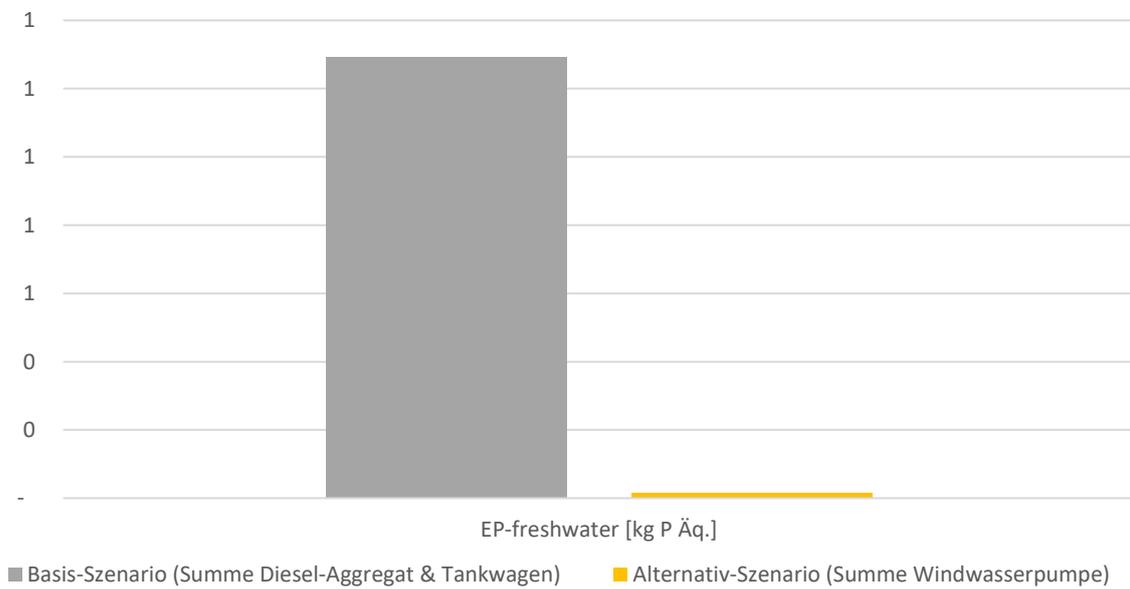


Abbildung 16 Eutrophierungspotenzial Süßwasser (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

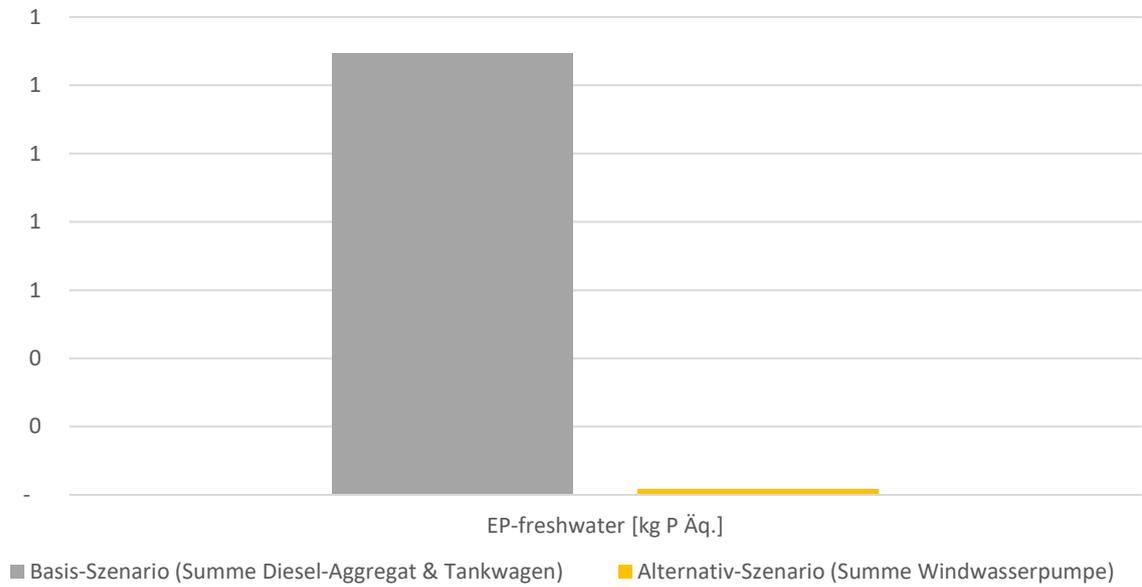


Abbildung 17 Eutrophierungspotenzial Süßwasser (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

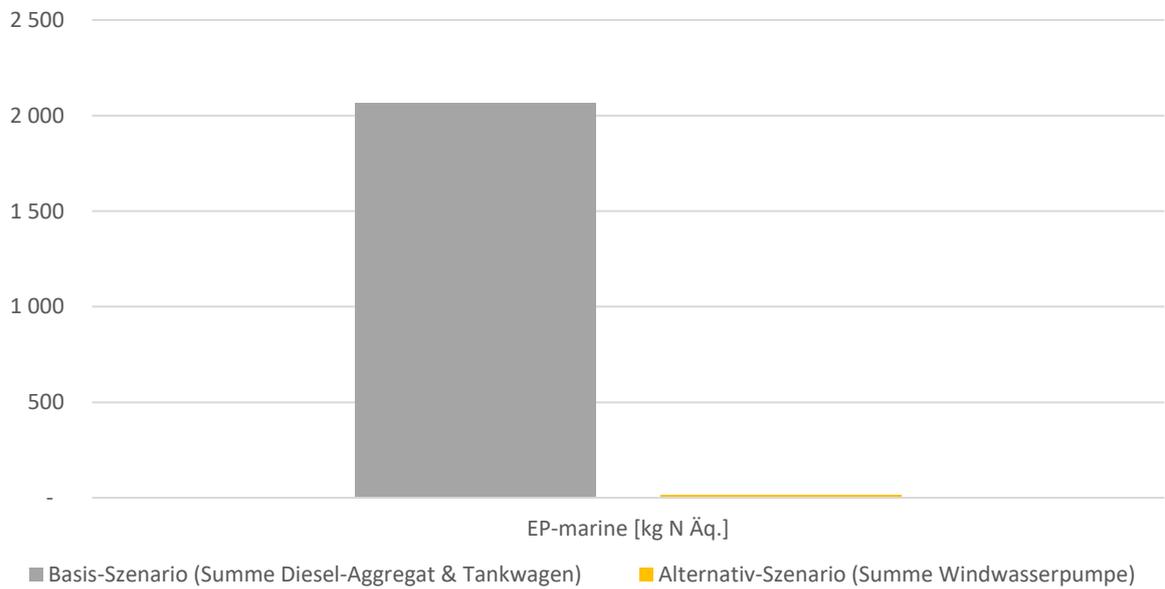


Abbildung 18 Eutrophierungspotenzial Salzwasser (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

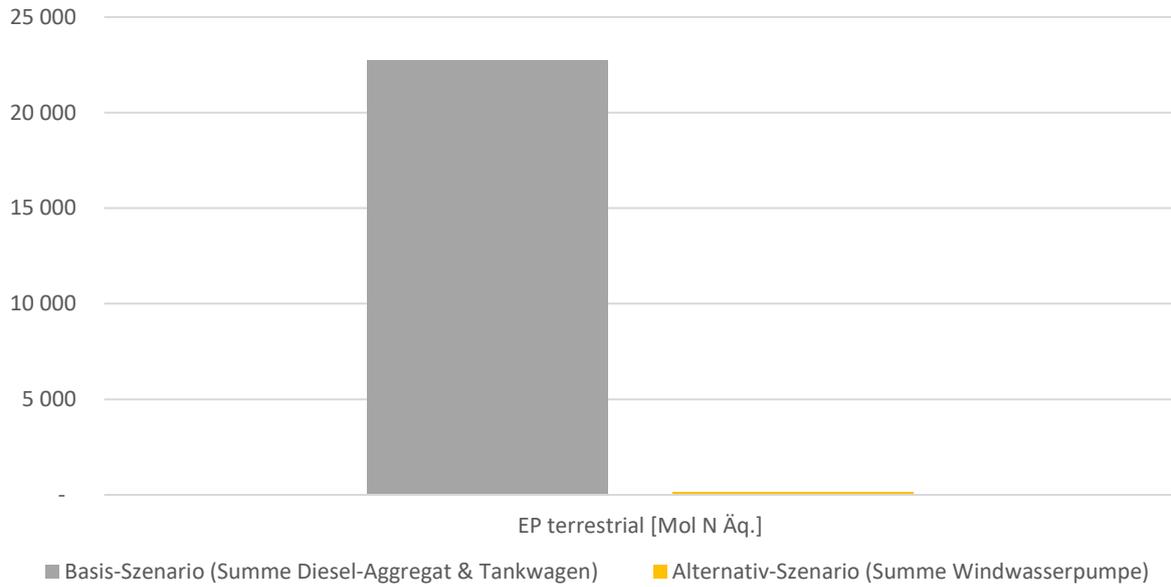


Abbildung 19 Eutrophierungspotenzial Land (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

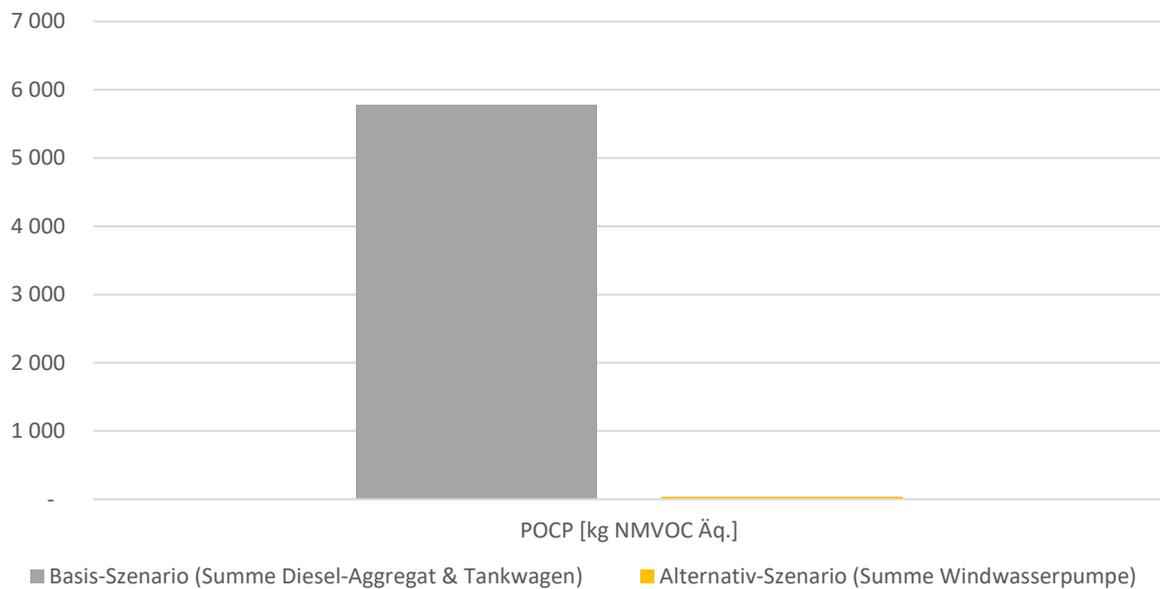


Abbildung 20 Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

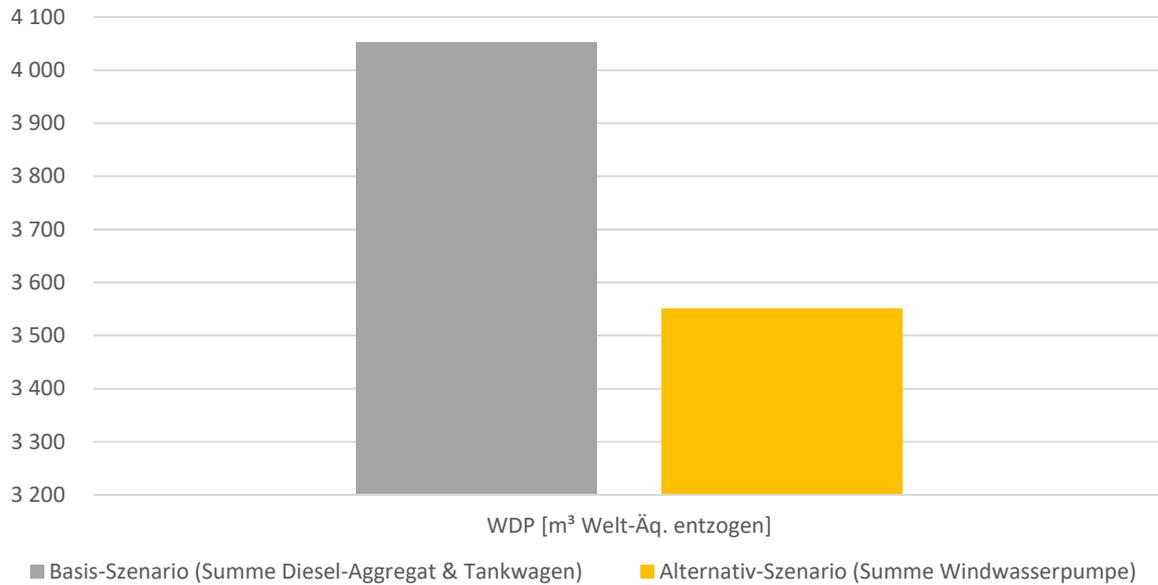


Abbildung 21 Wassernutzung (Bewässerte DICCA-Fläche \* 25 Jahre)

Abbildung 22 und Tabelle 17 zeigen den Beitrag zum Klimawandel des im Rahmen des DICCA-Projekts umgesetzten Alternativ-Szenarios im ersten Jahr, dem Jahr der Errichtung der Windwasserpumpen.

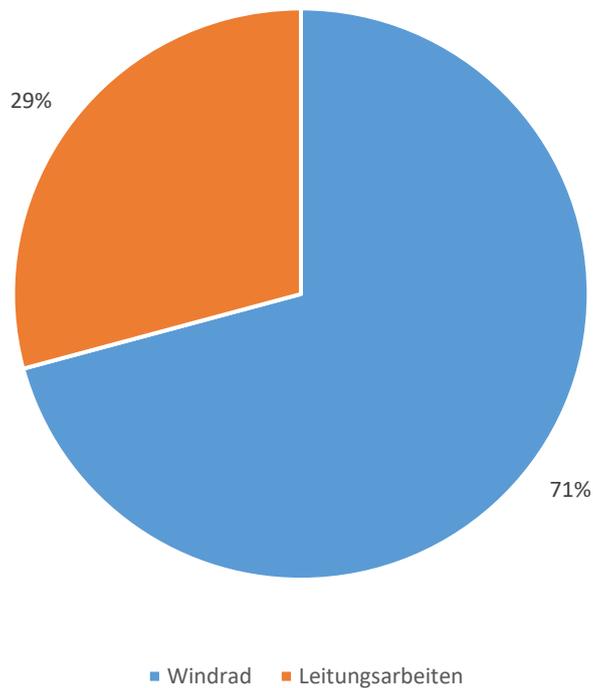


Abbildung 22 Alternativ-Szenario: Globales Erwärmungspotenzial total (Bewässerte DICCA-Fläche \*1 Jahr)

Dabei sind die Treibhausgasemissionen aus der Vorkette der Produktion und Errichtung der beiden Windräder an den Standorten Endelteich und Tritonwasser mit ca. 70% als wesentlichste Größe zu identifizieren.

Wie in Tabelle 17 ersichtlich umfasst die Position Windrad die vorgelagerte Lieferkette der Rohstoffe der beiden Brunnen inkl. Brunnenrohre, die Stahl-Komponenten des Windrades sowie das bewehrte Beton-Fundament, wobei die Umweltwirkungen der bewehrten Betonfundamente mit 33% als wesentlichster Klimafaktor zu identifizieren sind. Die Position Leitungsarbeiten trägt zu knapp 30% zum globalen Erwärmungspotenzial des Systems Windwasserpumpe bei und enthält Auswirkungen aus der vorgelagerten Lieferkette der Leitungsrohre und der Schächte (Putzschächte und Verteilungsschacht) sowie Auswirkungen aus dem Erdaushub. Dabei sind die Umweltwirkungen aus der Vorkette der PE-Wasserleitungen mit 24% als wesentlichster Treiber zu identifizieren. Die Position des Erdaushubes ist für den Leitungsbau etwas überschätzt, da diese Gesamt-Position auch den geringer ausfallenden Erdaushub für die beiden Brunnen sowie die Fundamente beinhaltet. Die Transporte der Rohmaterialien zur Donauinsel stellen bei beiden Positionen Windrad und Leitungsarbeiten einen untergeordneten Klimafaktor dar.

Auch bei allen übrigen betrachteten Indikatoren zeigt die Schwankungsbreite zwischen den Positionen Windrad (63% - 77%) und Leitungsarbeiten (23% - 37%) einen vergleichbaren Trend.

Tabelle 17 Alternativ-Szenario: Hot-Spot Analyse Globales Erwärmungspotenzial

Indikatoren	Einheit	Leitungsarbeiten			Windrad			Transporte + Sonstiges
		Leitungen (PE)	Schächte (Betonfertigteile)	Erd-aushub	Brunnen-rohr (PE)	Windrad (Stahl)	Fundament (Beton + Bewehrung)	
Globales Erwärmungspotenzial total	kg CO2 Äq.	24%	4%	1%	18%	19%	33%	1%

Bei der Gegenüberstellung von dem berechneten konstanten Wasserbedarf pro Extremmonat für den Standort Endelteich sowie Tritonwasser (siehe Absatz 3.1) und den minimalen und maximalen Fördermengen laut der Bemessung der Windwasserpumpen der beiden Standorte (siehe Absatz 5.2.1) wird deutlich, dass vor allem für den Standort Endelteich die Kapazität der Windwasserpumpe nicht ausgeschöpft ist. Aufgrund der vorhandenen Dimensionierung der Windräder und den vergleichbar geringen Auswirkungen der Leitungsarbeiten (ca. 30% des GWP) bestehen vor allem beim Standort Endelteich, Potenziale noch weitere Teiche an die Windwasserpumpe anzuschließen (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18 Fördermenge Windwasserpumpe Endelteich (Quelle: PCD, 2022a, PCD, 2022c)

Standort Windwasserpumpe	Max. Fördermenge [l/s]	Min. Fördermenge [l/s]	Wasserbedarf pro Extremmonat (ohne Regen) [l/s]
Endelteich	2,42	1,17	0,75
Tritonwasser	1,97	0,83	1,17

Abschließend ist anzumerken, dass die verwendeten Daten und methodischen Annahmen zur Berechnung der Ökobilanz den aktuellen Stand des Wissens widerspiegeln. Die generierten Ergebnisse stellen somit trotz der damit verbundenen Unsicherheit die bestmögliche Abbildung der Realität dar.

## 8. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie dienen als fundierte Basis zur Unterstützung der Evaluierung der getätigten Maßnahmen zur Klimawandelanpassung des Ökosystems Donauinsel im Rahmen des von der MA 45 – Wiener Gewässer durchgeführten Forschungsprojekts DICCA LIFE17 CCA/AT/000077.

### **Bewässerungsmaßnahmen:**

Bereits nach dem zweiten Jahr verursacht das im Rahmen des DICCA-Projekts umgesetzte Alternativ-Szenario (Bewässerung mit Windwasserpumpe) bei allen betrachteten Indikatoren, mit Ausnahme des Indikators "Wassernutzung", geringere Auswirkungen als das Basis-Szenario (Bewässerung mit Diesel-Aggregat und Tankwagen). Die Ausnahme beim Indikator „Wassernutzung“ resultiert aus dem hohen Wasserbedarf in der vorgelagerten Lieferkette der Stahlbauteile. Nach der gesamten Betrachtungszeit von 25 Jahren ist die deutlich geringere Umweltauswirkung des Alternativ-Szenarios in allen Kategorien sichtbar.

Vor allem für den Standort Endelteich ist die Kapazität der Windwasserpumpe nicht ausgeschöpft. Aufgrund der vorhandenen Dimensionierung der Windwasserpumpe und den vergleichbar geringen Auswirkungen der Leitungsarbeiten (ca. 30% des GWP) bestehen Potenziale noch weitere Teiche an die Windwasserpumpe anzuschließen.

Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl bewässerter Teiche je Szenario, sind die Ergebnisse nicht direkt miteinander vergleichbar, sondern dienen lediglich zur Indikation einer Größenordnung. Um genauere Aussagen treffen zu können und einen direkten Vergleich der Bewässerungs-Szenarien anstellen zu können sind für die Bewässerung mit Diesel-Aggregat im Basis-Szenario nähere Informationen zu den technischen Spezifikationen der Pumpe notwendig (z.B. Förderleistung [l Wasser/h]).

Es kann aber die Aussage getroffen werden, dass sich die Maßnahme „Bewässerung mittels Windrad“ nach weniger als 2 Jahren amortisiert und über einen Zeitraum von 25 Jahren nur einen Bruchteil der umweltwirksamen Emissionen verursacht und somit eine sehr effektive Maßnahme darstellt.

## 9. Literaturverzeichnis

- Bauer, 2018 BAUER GmbH, Röhren- und Pumpenwerk BAUER, 2018. Waste Water Treatment. Güllefässer. Lange Lebensdauer – hohe Wertbeständigkeit. Verfügbar unter: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjXnp2A4aT3AhUeSfEDHSVhApAQFnoECDsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bauer-at.com%2Fupload%2Ffile%2FBAU\\_018\\_04\\_FD\\_Guellefaesser\\_DE\\_preview\\_A4Ansicht.pdf&usg=AOvVaw16O9bQ7gGSPYfvoXBh7BHy](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjXnp2A4aT3AhUeSfEDHSVhApAQFnoECDsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bauer-at.com%2Fupload%2Ffile%2FBAU_018_04_FD_Guellefaesser_DE_preview_A4Ansicht.pdf&usg=AOvVaw16O9bQ7gGSPYfvoXBh7BHy)
- Bauer BAUER GmbH, Röhren- und Pumpenwerk BAUER. Abwassertechnik. Pumpentechnik. Original BAUER Kombi-Aggregat - MADE in AUSTRIA. Verfügbar unter (2022): <https://www.bauer-at.com/de/produkte/abwassertechnik/premium-guellefaesser/vakuumfass-einachser#cmsTabs-288812>
- EN 15804 DIN EN 15804:2012+A2:2019. Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.
- Fliegl Agrartechnik, 2020 Fliegl Agrartechnik GmbH, 2020. Bedienungsanleitung Vakuumfasswagen VFW. Verfügbar unter: [https://fliegl-agrartechnik.de/fileadmin/datenblaetter\\_user/DE/Produktlinie%20-%20G%C3%BClletechnik/Fasswagen/Anleitung%20Vakuumfasswagen%20VFW\\_DE\\_1.0.pdf](https://fliegl-agrartechnik.de/fileadmin/datenblaetter_user/DE/Produktlinie%20-%20G%C3%BClletechnik/Fasswagen/Anleitung%20Vakuumfasswagen%20VFW_DE_1.0.pdf)
- GaBi 10 GaBi 10, DB 2022.1. Dataset documentation for the software-system and databases, LBP, University of Stuttgart and Sphera AG, Leinfelden-Echterdingen, 1992-2022 (<http://documentation.gabi-software.com/>)
- Green Desert Green Desert e.V. / OPEN WINDMILL, gemein. Wissenschafts- & Forschungsverein. Konstruktion einer windkraftbetriebenen Wasserpumpe. Verfügbar unter (2022): <https://open-windmill.org/>
- Hatz, 2021 Motorenfabrik Hatz GmbH & Co. KG, 2021. Datenblatt H-Serie. Hatz Industriedieselmotoren. Verfügbar unter: [https://www.hatz-diesel.com/fileadmin/user\\_upload/Hatz\\_data\\_sheet\\_H-series\\_2019-04\\_de\\_70252830.pdf](https://www.hatz-diesel.com/fileadmin/user_upload/Hatz_data_sheet_H-series_2019-04_de_70252830.pdf)
- IPCC, 2019 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.
- ISO 14044 DIN EN ISO 14044:2006-10. Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.
- JRC, 2019 European Commission-Joint Research Centre, 2019. Environmental Footprint reference package, EF reference package 3.0.
- Maleiner, 2022 Maleiner GmbH, 2022. Preisliste 2022 für Schachtringe, Betonrohre und Zubehör. Verfügbar unter: <https://www.maleiner.at/wp-content/uploads/2022/03/Preisliste-Schachtprogramm-2022.pdf>
- Muffenrohr Tiefbauhandel, 2017 Muffenrohr Tiefbauhandel GmbH, 2017. PE-Rohre und Formstücke. Verfügbar unter: [https://www.muffenrohr.de/fileadmin/content/muffenrohr/downloads/preisliste-versorgung/Muffenrohr\\_Preisliste\\_Versorgung\\_04-PE-Rohre-und-Formstuecke.pdf](https://www.muffenrohr.de/fileadmin/content/muffenrohr/downloads/preisliste-versorgung/Muffenrohr_Preisliste_Versorgung_04-PE-Rohre-und-Formstuecke.pdf)
- PCD, 2022a Planung, Consulting, Design, PCD ZT-GmbH, 2022. Dotation Teiche Donauinsel. Schaffung neue Teichlandschaften und Dotation Endelteich im

	Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077. Technischer Bericht zur Wasserrechtlichen Einreichung.
PCD, 2022b	Planung, Consulting, Design, PCD ZT-GmbH, 2022. Dotation Teiche Donauinsel. Schaffung neue Teichlandschaften und Dotation Endelteich im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077. Lageplan, Schema Wasserspiegellage und Bodenschichten, Detail Wasserbrunnen.
PCD, 2022c	Planung, Consulting, Design, PCD ZT-GmbH, 2022. Dotation Teiche Donauinsel. Dotation Tritonwasser im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077. Technischer Bericht zur Wasserrechtlichen Einreichung.
PCD, 2022d	Planung, Consulting, Design, PCD ZT-GmbH, 2022. Dotation Teiche Donauinsel. Dotation Tritonwasser im Rahmen des Projektes DICCA LIFE17 CCA/AT/000077. Übersichtslageplan, Lageplan, Schema Wasserspiegellage, Detail Wasserbrunnen.
PE Windwasserpumpe Stadt Wien, a	PE Windwasserpumpe. Windpumpe Modell PE W 3009. Verfügbar unter (2022): <a href="https://windwasserpumpe.de/modelle/w-3009/">https://windwasserpumpe.de/modelle/w-3009/</a> Stadt Wien. Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark. Verfügbar unter (2022): <a href="https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/fuhrpark/ma48.html">https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/fuhrpark/ma48.html</a>
Stadt Wien, MA 45, 2018	Stadt Wien, Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer, 2018. LIFE Climate Change Adaptation. TECHNICAL APPLICATION FORMS. Part A – administrative information. LIFE17 CCA/AT/000077.

## Anhang

### I. Sachbilanz der Windwasserpumpe, Jahr 1 (2021)

<b>Input</b>	<b>Endeteich</b>	<b>Tritonwasser</b>	<b>Einheit</b>
Stahl (organisch beschichtet)	750	750	kg
Beton Fundament	37 608	37 608	kg
Bewehrung Fundament	784	784	kg
Leitungen (HDPE)	924	142	kg
Betonschächte	8 400	910	kg
Aushub Erdreich	209	43	m <sup>3</sup>
Brunnenrohr (PE)	368	436	kg
Hubkolbenpumpe	5	5	kg
Strom	1	1	kWh

## II. Verwendete Hintergrunddatensätze

Region	Datensatz Name	Quelle	Referenzjahr
EU	Steel organic coated	worldsteel	2020
EU-28	Concrete C25/30 (Ready-mix concrete) (EN15804 A1-A3)	Sphera	2021
EU-28	Reinforced steel (wire) (EN15804 A1-A3)	Sphera	2021
EU-28	Sewer pipe PE-HD (EN15804 A1-A3)	Sphera	2021
EU-28	Concrete pipe, not reinforced (EN15804 A1-A3)	Sphera	2021
EU-28	Excavated soil with digger (EN15804 A5)	Sphera	2021
EU-28	Circulating pump < 50W (EN15804 A1-A3)	Sphera	2021
GLO	Universal Tractor	Sphera	2021
GLO	Light duty vehicle, Euro 5, up to 3.5t gross weight / up to 1.5 t payload capacity	Sphear	2021
GLO	Truck-trailer, Euro 5, 34 - 40t gross weight / 27t payload capacity	Sphera	2021
EU-28	Diesel mix at filling station	Sphera	2018
AT	Electricity grid mix	Sphera	2018
EU-28	Electricity grid mix	Sphera	2018
EU-28	Ferro metals on landfill	Sphera	2021
EU-28	Inert matter (Glass) on landfill	Sphera	2021
DE	Polyethylene (PE) in waste incineration plant	Sphera	2021

### III. Hintergrundinformationen zu den deklarierten Wirkungsindikatoren

#### Globales Erwärmungspotenzial (Treibhauseffekt; GWP)

Die Temperatur der Erde ist das Ergebnis eines Strahlungsgleichgewichts zwischen eintretender, kurzwelliger Strahlung und abgestrahlter, langwelliger Infrarotstrahlung. Durch den natürlichen Treibhauseffekt, welcher durch die in der Atmosphäre vorkommenden Treibhausgase hervorgerufen wird, wird abgestrahlte Strahlung zu einem gewissen Teil zurückgestrahlt. Es ergibt sich somit eine mittlere Temperatur von +15°C im Gegensatz zu lebensfeindlichen -18°C, die ohne die schützende Atmosphäre herrschen würden.

Durch den anthropogenen Treibhauseffekt findet eine Anreicherung von klimawirksamen Gasen in der Atmosphäre statt. Diese führt zu einer Störung der Strahlungsbilanz und in weiterer Folge zu einer Erwärmung der Erdoberfläche. Die wichtigsten Treibhausgase stellen Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid und FCKWs dar.

Abbildung 23 illustriert den Wirkungspfad des Treibhauseffekts inklusive der Hauptemissionsquellen von Treibgasen.

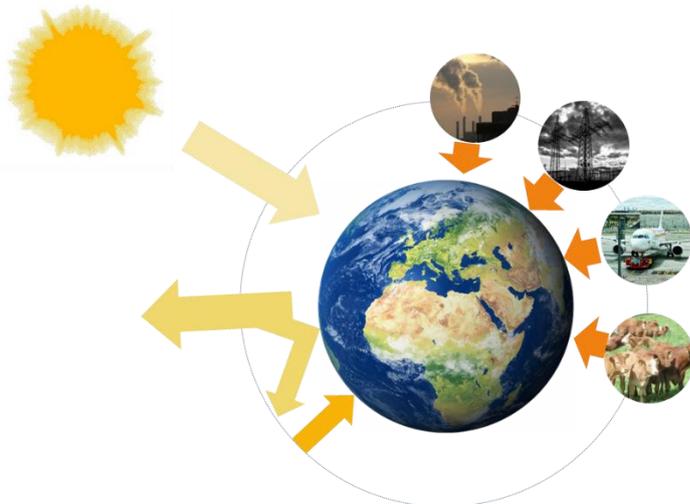


Abbildung 23 Wirkungspfad des Treibhauseffekts

Durch die Industrialisierung und das darauffolgende, rapide Wirtschaftswachstum setzte ein zunehmender Maschineneinsatz, welcher mit einem direkt proportionalen Anstieg des Energieverbrauchs einherging, ein. Die Energiebereitstellung erfolgt derzeit zu einem Großteil durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Kohle), wodurch erhebliche Mengen an **Kohlendioxid** und anderer Emissionen an die Luft freigesetzt werden. Darüber hinaus werden durch die Nutzung von Verbrennungskraftmaschinen für den Individualverkehr erhebliche Mengen an Luftschadstoffen in die Atmosphäre emittiert.

Neben Kohlendioxid stellt **Methan** ein prominentes Treibhausgas dar. Methan entsteht auf Reisfeldern, Mülldeponien, bei der Kohlgewinnung und bei Verdauungsprozessen in Rindermägen durch biologische Zersetzungsprozesse unter Luftabschluss. Darüber hinaus entlässt das durch eine Erwärmung der Erdoberfläche induzierte Auftauen von Permafrost-Gebieten große Mengen an Methan.

**Distickstoffoxid** (Lachgas) entsteht hauptsächlich aufgrund landwirtschaftlicher Düngemittel und durch die Verbrennung von Biomasse.

### Versauerungspotenzial (AP)

Die Versauerung von Boden und Gewässern ist auf die Umwandlung von Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid und Stickoxiden in ihre Säuren, welche in einer Senkung des pH-Wertes von Niederschlägen („saurer Regen“, „saurer Nebel“, etc.) resultiert, zurückzuführen. Durch die Senkung des pH-Wertes von Böden und Gewässern kommt es zu Schäden an Ökosystemen sowie auch an Gebäuden. Nährstoffe werden schneller ausgewaschen, Metalle sind leichter löslich und es kommt zu Schäden an Wurzelsystemen, Pflanzen („Waldsterben“) oder Organismen. Darüber hinaus kann eine Senkung des pH-Wertes der Niederschläge zu Schäden an Gebäuden und Korrosion von Baustoffen führen.

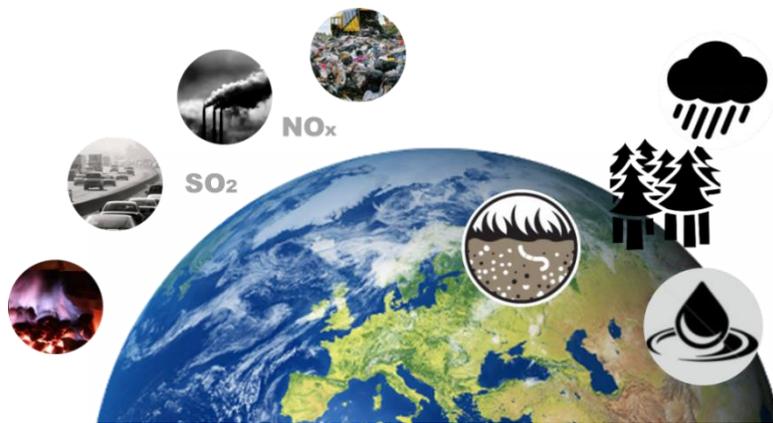


Abbildung 24 Wirkungspfad der Versauerung

Wie in Abbildung 24 ersichtlich, stellen Verbrennungsprozesse aller Art und industrielle Fertigungsprozesse Quellen für die oben angeführten Luftschadstoffe dar. Düngeraustrag in der Landwirtschaft, Erzabbau und Sickerwasser aus Deponien tragen ebenfalls zur Versauerung von Boden und Gewässern bei.

## Überdüngungspotenzial (Eutrophierungspotenzial; EP)

Überdüngung von Böden und Gewässern ist die Folge eines erhöhten Nährstoffeintrags durch zu hohe Düngungsintensität in der Landwirtschaft, von Luftschadstoffen aus industriellen Prozessen oder Abwässern. Abbildung 25 illustriert diese potenzielle Nährstoffquellen sowie die Auswirkungen der Eutrophierung.



Abbildung 25 Wirkungspfad der Überdüngung

Eine erhöhte Nährstoffkonzentration in **Böden** kann bei Pflanzen zu einer verstärkten Sensibilität gegenüber Schädlingen und Krankheiten sowie zu einer Schwächung der Gewebestruktur führen. Durch die Überdüngung von Böden kommt es zur Auswaschung von Nährstoffen, wodurch eine erhöhte Nitratkonzentration im Grundwasser beobachtet werden kann. Nitrit, ein Entstehungsprodukt der Reduktion von Nitrat, zeigt beim Menschen toxische Wirkung.

In **Gewässern** führt eine erhöhte Nährstoffkonzentration zu verstärktem Algenwachstum, wodurch wiederum die Sonnenlichtzufuhr in tiefere Schichten eingeschränkt wird. Dies resultiert in einer drastischen Abnahme der Sauerstoffkonzentration durch verringerte Photosynthese-Raten und einen erhöhten Sauerstoffbedarf für den Abbau abgestorbener Biomasse. Bekannt ist dieser Effekt als ‚Kippen des Gewässers‘. Dies geht mit Fischsterben, Zersetzungsprozessen unter Sauerstoffabschluss und der Entstehung von Schwefelwasserstoff und Methan einher.

## Sommersmog (Photooxidantienbildung; POCP)

Sommersmog beschreibt die Belastung der bodennahen Luft durch eine hohe Konzentration von Ozon und Photooxidantien. Stickstoffdioxid- und Kohlenwasserstoffemissionen bilden durch komplexe chemische Umwandlungsprozesse unter Sonneneinstrahlung Ozon und weitere Reaktionsprodukte. Das durch diese Wirkungskette gebildete **bodennahe Ozon** ist

ein schädliches Spurengas, welches die Atmungsorgane angreift und Pflanzen und Tiere schädigt. Die Bildung von Sommersmog ist stark von den herrschenden lokalen Witterungsverhältnissen abhängig.



Abbildung 26 Wirkungspfad der Bildung von Sommersmog

Wie in Abbildung 26 ersichtlich, stellen industrielle Verbrennungsprozesse, private Feuerungsanlagen und der Individualverkehr die Hauptquellen von Stickstoffoxid- und Kohlenwasserstoffemissionen dar.

### Wasserknappheit (Wassernutzung, WDP)

Wasser stellt eine wesentliche natürliche Ressource dar, von der alle wirtschaftlichen und sozialen Aktivitäten sowie die Funktionen des Ökosystems abhängen. Steigender Wasserbedarf sowie zunehmende Wasserknappheit führen in Verbindung mit einer Verschlechterung der Wasserqualität zu der dringenden Notwendigkeit, sich mit lebenszyklusbedingten Auswirkungen von Produkten und Organisationen auf das Wasser auseinanderzusetzen. Wasserknappheit analysiert die Wassermenge, die an einem bestimmten Standort verbraucht wird, und multipliziert diese Menge mit einem regionalisierten Charakterisierungsfaktor, der die Wasserknappheit am betreffenden Standort ausdrückt. Dieser Ansatz ermöglicht es Entscheidungsträgern, bei Analysen nicht nur die quantitativen Auswirkungen des Wasserverbrauchs zu berücksichtigen, sondern auch den Wasserverbrauch in Beziehung zur Wasserverfügbarkeit zu setzen.

### Primärenergieeinsatz (PE erneuerbar; PE nicht erneuerbar)

Der Primärenergieeinsatz ist der Summenwert des gesamten aus der Atmosphäre, Hydrosphäre oder Geosphäre entnommenen Energieaufwandes für die Herstellung eines

Produktes oder Produktsystems. Primärenergie ist die ursprünglich vorhandene Energiemenge, welche noch keinen anthropogenen Umwandlungsprozessen unterworfen wurde. Eingesetzte Primärenergie und genutzte Endenergie sind durch die Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Energieerzeugung inklusive möglichen Verlusten zu unterscheiden.

Der **nicht erneuerbare Primärenergieeinsatz** steht für die stoffliche und energetische Nutzung von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Braunkohle, Steinkohle, Erdgas und Uran und bezieht sich auf den Energiegehalt der eingesetzten Rohstoffe.

**Primärenergie aus erneuerbaren Quellen** umfasst Biomasse, Solarenergie sowie Wind- und Wasserkraft.

Der Primärenergieeinsatz von fossilen und nachwachsenden Energieträgern wird durch den Energieinhalt der energetisch genutzten Rohstoffe charakterisiert. Bei der Nutzung erneuerbarer Energieformen wie Wasser- oder Windkraft, wird der Primärenergieeinsatz durch die aus der Änderung der potenziellen Energie gewonnene Energiemenge beschrieben.