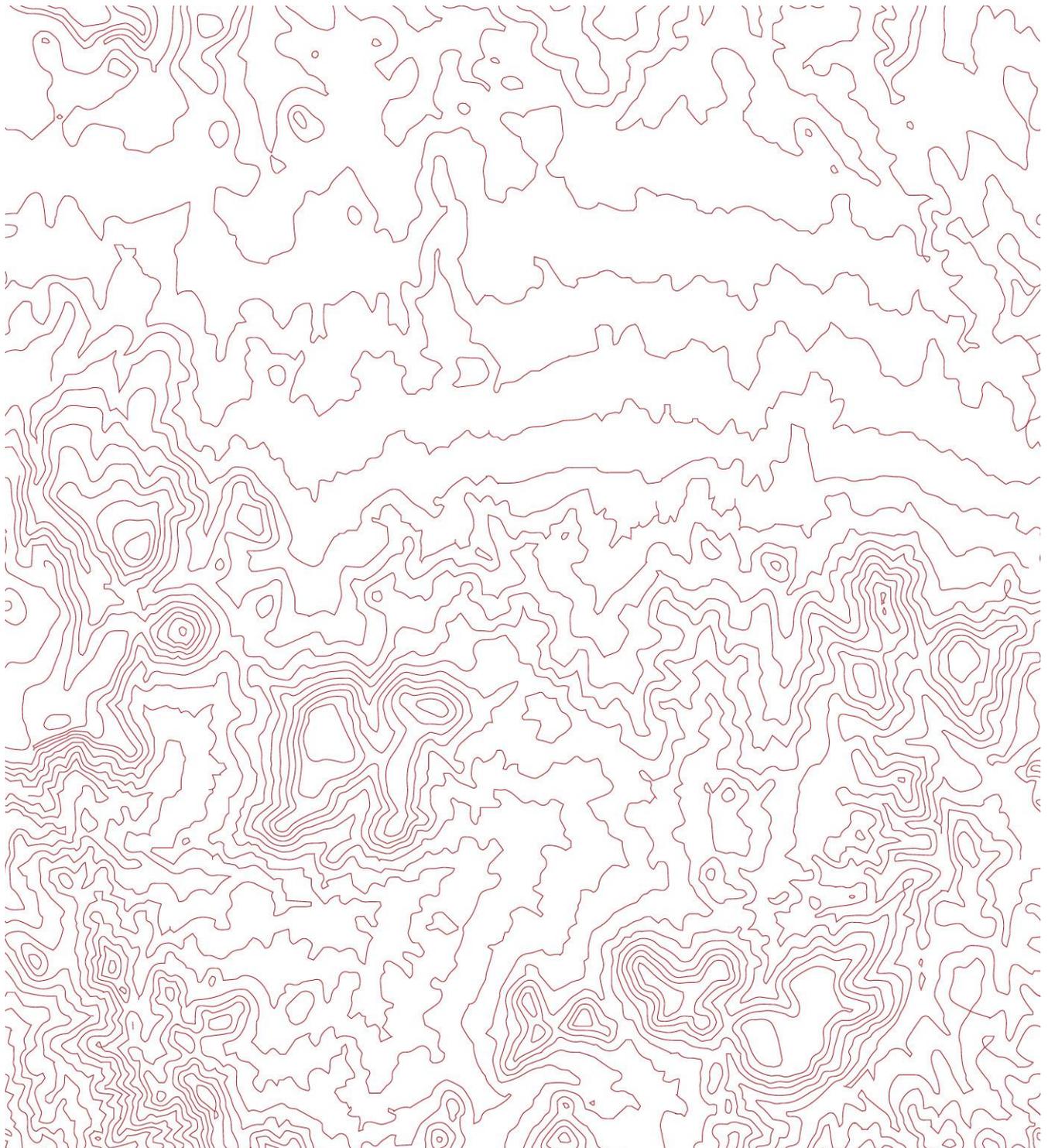


Energie- und Treibhausgasbilanz Werbeanlagen

Aktualisierung und Erweiterung der Studie von 2017
15.01.2024



Projektteam

Lucien Schriber, EBP Schweiz
+41 44 395 13 47
lucien.schriber@ebp.ch

Andy Spörri, EBP Schweiz
Livia Ramseier, EBP Schweiz

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Begleitgruppe

Sandra Glättli, UGZ
Bernard Liechti, AfS
David Janczak, AfS
Martin Suter, VBZ

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
1.1	Ausgangslage und Zielsetzung	4
1.2	Struktur des Berichts	4
1.3	Vergleich und Unterschiede zur ursprünglichen Studie	5
2.	Datenlage	6
2.1	Übersicht Werbeanlagen	6
2.2	Werbbeeinflüsse und Werbewirksamkeit	8
3.	Ökobilanz	9
3.1	Ökobilanz-Methode	9
3.2	Daten und Methodik	10
3.3	Sachbilanz	12
3.4	Resultate Wirkungsabschätzung	16
4.	Einordnung und Diskussion	21
4.1	Graue Energie	21
4.2	Energieverbrauch Betrieb	22
4.3	Wirkung und weitere Funktionen	23
5.	Massnahmen	24
6.	Fazit	26
7.	Literatur	28

Anhang

A1	Detaillierte Sachbilanzen	29
----	---------------------------	----

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

In der Stadt Zürich werden vermehrt digitale Werbeflächen auf öffentlichem Grund eingesetzt, sowohl bei Haltestellen als auch freistehend. Im Jahr 2017 wurde durch Treeze Ltd. eine vergleichende Ökobilanz erstellt, welche eine freistehende digitale Werbeanlage (LCD-72 Zoll Screen) mit einem eingebauten, beleuchteten Plakat-Scroller im Format F200, hinsichtlich des Gesamtenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen über die gesamte Lebensdauer verglichen (treeze Ltd. 2017). In dieser Studie wurden zudem Wirkungsabschätzungen möglicher Optimierungsmassnahmen an den Anlagen erstellt. Die Resultate aus dieser Studie waren wichtig für die Beantwortung von politischen Fragestellungen, sind jedoch inzwischen veraltet.

Aufgrund des technologischen Fortschritts und dem Einsatz von neuen Werbeformaten sowie dem Zuwachs von LCD-Screens auf öffentlichem Grund, wird eine Aktualisierung und Erweiterung der Treeze-Studie von 2017 benötigt. Hierzu soll die Ökobilanz mit neuen Daten aktualisiert werden. Zusätzlich sollen die Datengrundlagen für die unterschiedlichen Werbeanlagen diskutiert werden, um die Resultate der Ökobilanz einzuordnen.

Die Studie verfolgt folgende Ziele:

1. Die Sammlung und Diskussion der Datenlage zu verschiedenen Typen von Werbeanlagen auf öffentlichem Grund, mit dem Fokus auf:
 - Digitale Werbeanlagen (DWA) in den Formaten 55 Zoll und 75 Zoll
 - Analoge Werbeanlagen im Format F200L (beleuchtete Plakatflächen)
 - Plakat-Scroller (beleuchtete Werbeflächen mit mehreren Plakaten)
 - Leuchtdrehsäulen (mit sechs F200L)
2. Die Aktualisierung der Ökobilanz von 2017 und der Vergleich der Resultate
3. Die Einordnung der Resultate aus der Ökobilanz
4. Das Formulieren von Massnahmen für die ökologische Optimierung der Werbeanlagen auf öffentlichem Grund

Werbeanlagen bestehen aus einem Plakat oder Screen und einem Gehäuse, sowie der dazugehörigen Technik. Die Anlage wird entweder auf bestehender Infrastruktur montiert («integriert»; z.B. an einer Wand oder an einer VBZ-Haltestelle) oder benötigt zusätzlich einen Sockel und allenfalls eine Stehle («freistehend»; in der Ökobilanz nicht enthalten).

1.2 Struktur des Berichts

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 gibt eine Übersicht über eine Auswahl von Werbeanlagen in der Stadt Zürich und die verfügbaren Stromverbrauchsdaten. Für zwei dieser Werbeanlagen, die 75-Zoll DWA und die F200L, wird im Kapitel 3 eine vergleichende Ökobilanz durchgeführt. Die Resultate der Ökobilanz werden mit den Resultaten der Treeze-Studie von 2017 verglichen und die Prognosen der Optimierungsszenarien überprüft. Kapitel 4 dient der Einordnung und Diskussion der Resultate aus der Ökobilanz. In die Diskussion eingebunden werden auch die Werbeanlagen, für welche keine Bilanzierungen durchgeführt wurden. Diese

Diskussion bildet die Grundlage für die Formulierung von Optimierungsmassnahmen im Kapitel 5. Zuletzt liefert Kapitel 6 Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

1.3 Vergleich und Unterschiede zur ursprünglichen Studie

Die aktualisierte Ökobilanz orientiert sich, wo möglich, an der ursprünglichen Ökobilanz-Studie durch Treeze Ltd. von 2017, um den Vergleich der Resultate zu vereinfachen. Im Folgenden werden die wichtigsten Unterschiede der heutigen vs. der damaligen Studie zusammengefasst:

- Die Daten zu den DWA für diesen Bericht wurden von zwei ehemals eigenständigen Firmen erhoben, welche unterdessen fusioniert haben (siehe Box «Konzessionen und Anlagenbetreiber» im Kapitel 2). Die Screens beider Lieferanten werden direkt miteinander verglichen.
- Um neben der Treibhausgasbilanz die Gesamtumweltbelastung besser abzubilden, wurde in dieser Studie die Methode der ökologischen Knappheit als Umweltindikator in der Ökobilanz ergänzt (siehe Kapitel 3).
- Heute werden in der Stadt Zürich auf öffentlichem Grund keine Plakatscroller mehr eingesetzt und somit stellen sie, Stand heute, keinen adäquaten Vergleich zu DWA mehr dar. Für den Vergleich mit einer analogen Alternative wurden beleuchtete Werbeanlagen mit dem Plakatformat F200 gewählt. Die unterschiedlichen Werbeanlagen werden im Kapitel 2 genauer beschrieben.
- Aufgrund der besseren Verträglichkeit im Stadtbild sind auf dem öffentlichen Grund nebst den 75 Zoll Bildschirmen auch kleinere digitale Werbeanlagen mit 55 Zoll Screens im Einsatz. Sie werden ebenfalls in die Betrachtung mit einbezogen, jedoch ohne umfassende Ökobilanz.
- Aufgrund der direkten Erwähnung in den Postulaten werden zusätzlich analoge Leuchtdreh-säulen der Stadt Zürich mitdiskutiert, jedoch ohne umfassende Ökobilanz.

2. Datenlage

Stand heute sind in der Stadt Zürich auf öffentlichem Grund unterschiedliche digitale und analoge Werbeanlagen mit unterschiedlichen Betriebsmodalitäten im Einsatz. Der Anlagentyp und die Art, wie die Anlagen betrieben werden haben einen grossen Einfluss auf den Energieverbrauch und die Umweltbelastung der Anlagen in der Betriebsphase. Bevor in der Ökobilanz Daten von zwei spezifischen Anlagentypen verglichen werden, soll dieses Kapitel einen Überblick über eine Auswahl von Werbeanlagen in der Stadt Zürich geben.

Konzessionen und Anlagenbetreiber

Die Stadt Zürich vergibt im Rahmen des Plakatregals auf öffentlichem Grund Konzessionen an private Anlagenbetreiber. Die Konzessionsverträge werden periodisch öffentlich ausgeschrieben. Die Konzessionsnehmer nutzen die von der Stadt zur Verfügung gestellte bauliche Infrastruktur, um Plakate oder Bildschirme zu betreiben. Die DWA inkl. Gehäuse sind im Besitz der Werbefirmen. Um ein durchgängiges Erscheinungsbild zu wahren, wird das Design der Anlagen von der Stadt vorgegeben.

Bisher waren die wichtigsten Anlagenbetreiber für DWA in der Stadt Zürich Clear Channel und NeoAdvertising. Die beiden Firmen haben vor kurzem fusioniert und sind nun als Goldbach Neo bekannt.

2.1 Übersicht Werbeanlagen

Auf öffentlichem Grund in der Stadt Zürich vergeben sowohl die Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ) als auch das Amt für Städtebau (AfS) Konzessionen für die Benützung des öffentlichen Grundes zu Werbezwecken an private Betreiberfirmen. Die Rahmenbedingungen für den Bau und den Betrieb der Anlagen sind in der Baubewilligung definiert. Die Grundsätze und Kriterien, die im Baubewilligungsverfahren für analoge und digitale Plakatwerbeanlagen zur Anwendung kommen, sind im Konzept Plakatierung der Stadt Zürich¹ festgehalten.

F200(L): Analoge (beleuchtete) Plakatflächen

Grösse / Anlagentypen	F200 bezeichnet Plakatflächen im Cityformat (120 cm x 170 cm). Anlagen mit Beleuchtung tragen die Bezeichnung F200L.
Herstellung, Unterhalt, Entsorgung	Leuchtplakate bestehen grösstenteils aus Metall und Glas. Beide Materialien sind energieintensiv in der Herstellung, können jedoch sehr lange genutzt werden und werden am Ende recycelt. Für die F200L wird ein Stromanschluss und eine Beleuchtung benötigt. Der Unterhalt der Beleuchtung führt zu einem kleinem Wartungsaufwand.
Betrieb und Plakate	Die Plakate müssen regelmässig ausgewechselt werden. Die Herstellung der Plakate (Druck) sowie die Bewirtschaftung der Anlagen (Wechsel alle 14 Tage) führt zu Aufwänden. Für die F200L kommt der Stromverbrauch für die Beleuchtung hinzu. Die mittlere Leuchtdichte ist auf max. 300 cd/m ² begrenzt.
Verbreitung Stadt Zürich	Das Format F200 (120 x 170 cm) ist das häufigste Werbeformat in der Stadt. Der Typ F200L (Leuchtkasten) dient daher als Referenz.

1 [Webseite Stadt Zürich Hochbaudepartement: Konzept Reklamearten](#)

LDS: Leuchtdrehsäulen

Grösse / Anlagentypen	Leuchtdrehsäulen (LDS) bestehen aus sechs Plakaten im Format F200; Die Plakate sind beleuchtet und die Säule dreht sich langsam mithilfe eines eingebauten Motors um die eigene Achse.
Herstellung, Unterhalt, Entsorgung	Die LDS bestehen grösstenteils aus Metall und Acrylglas. Beide Materialien sind energieintensiv in der Herstellung, können jedoch sehr lange genutzt werden und werden am Ende recycelt. Es wird ein Stromanschluss und eine Beleuchtung benötigt. Der Unterhalt der Beleuchtung und der Motoren führt zu einem kleinem Wartungsaufwand.
Betrieb und Plakate	Die Anlage ist rund 19.5 Stunden am Tag in Betrieb. Sie verfügt über einen Motor sowie über 8 LED-Röhren à 23 Watt (184 Watt total) für die Beleuchtung, welche über einen Dämmerungssensor gesteuert wird. Die Plakate müssen regelmässig ausgewechselt werden. Die Herstellung der Plakate sowie die Bewirtschaftung der Anlagen für den Wechsel führt zu Aufwänden.
Verbreitung Stadt Zürich	Auf öffentlichem Grund sind in der Stadt Zürich aktuell 23 LDS im Betrieb. Sie werden an Orten mit hoher Passantenfrequenz aufgestellt.

Plakat-Scroller: Analoge, beleuchtete Plakatflächen

Grösse / Anlagentypen	Plakat-Scroller enthalten zwei bis drei Plakate im Cityformat (F200; 119 cm x 170 cm) und sind ähnlich gross wie F200 oder F200L. Die Plakate sind beleuchtet und wechseln periodisch, angetrieben durch einen Motor. Es wird immer nur ein Plakat gleichzeitig gezeigt.
Herstellung, Unterhalt, Entsorgung	Die Plakat-Scroller bestehen grösstenteils aus Metall und Glas. Beide Materialien sind energieintensiv in der Herstellung, können jedoch sehr lange genutzt werden und werden am Ende recycelt. Es wird ein Stromanschluss und eine Beleuchtung benötigt. Der Unterhalt der Beleuchtung und des Motors führt zu einem kleinem Wartungsaufwand.
Betrieb und Plakate	Für die Beleuchtung (LED-Dioden, 50 Watt) und die Motoren wird Strom benötigt. Die Helligkeit ist durch einen Aussenlichtsensor gesteuert. Die Plakate müssen regelmässig ausgewechselt werden. Die Erstellung der Plakate sowie das Anfahren der Anlagen für den Wechsel führt zu Aufwänden.
Verbreitung Stadt Zürich	Plakat-Scroller standen an hoch frequentierten Standorten. Es existieren jedoch keine Plakat-Scroller mehr auf öffentlichem Grund in der Stadt Zürich und der Bau von neuen Anlagen ist nicht geplant.

DWA: LCD-Screens

Grösse / Anlagentypen	Digitale Werbescreens in den Formaten 55-Zoll (ca. 0.8 m ²) und 75-Zoll (ca. 1.5 m ²) werden in entsprechenden Gehäusen aus Metall und Glas installiert. Sowohl bei den Screens als auch bei den Gehäusen kommen verschiedene Modelle zum Einsatz. Das benötigte Gehäuse ist abhängig davon, ob die Anlagen in eine bestehende Infrastruktur (Haltestelle, Wand, etc.) befestigt oder freistehend aufgestellt wird. Freistehende Anlagen benötigen massivere Gehäuse. Die Screens werden in die Gehäuse montiert und sind grundsätzlich auswechselbar.
Herstellung, Unterhalt, Entsorgung	Die Anlagen bestehen aus einem Gehäuse aus Metall und Glas, einem LCD-Screen, Elektronik für die Steuerung und Ventilatoren sowie teilweise einer Heizung zur Temperierung. Bei der Herstellung der LCD-Screens fällt ein deutlich höherer Energieaufwand und eine grössere Umweltbelastung an als bei analogen Anlagen. Es wird ein Stromanschluss benötigt und im Unterhalt fallen Aufwände für die Wartung der Elektronik an.
Betrieb	Die Screens werden 16 h pro Tag (06:00 h – 22:00 h) betrieben und die mittlere Leuchtdichte von weissem Licht ist tagsüber auf max. 1500 cd/m ² begrenzt (300 bei

	Dämmerung/Nacht). Mit einem Aussenlichtsensor wird die Helligkeit über den Tag gesteuert.
Verbreitung Stadt Zürich	Aktuell existieren 303 Werbebildschirme auf öffentlichem Grund (Stand Herbst 2023).

LED-Screens

Zum aktuellen Zeitpunkt ist der Einsatz der LED-Technologie in der Fremdwerbung in Zürich noch nicht weit verbreitet. Bei der Haltestelle Bahnhofplatz sind acht grosse Anlagen in Planung. Aus diesem Grund wird hier auf die vertiefte Betrachtung verzichtet. Eine Folgestudie mit Vertiefung der LED-Technologie in möglichen zukünftigen Anwendungen ist vorgesehen.

2.2 Werbeeinnahmen und Werbewirksamkeit

Die Werbewirksamkeit unterscheidet sich zwischen verschiedenen Anlagentypen. Im Rahmen dieser Studie sollte untersucht werden, ob die Werbeeinnahmen als Indikator genutzt werden können, um die Werbewirksamkeit von analogen und digitalen Werbeanlagen zu vergleichen.

Die Wirksamkeit einer Werbeanlage hängt von verschiedenen Faktoren wie der Personenfrequenz, der Bedeutung des Ortes, der Grösse, der Position und der Art der Anlage ab. Die Anlagenbetreiber verkaufen aufgrund dieser und weiterer Faktoren auf den Anlagen Werbeslots. Je hochwertiger der Standort und je spezifischer und hochwertiger die Programmation ist, umso höhere Werbeumsätze können realisiert werden. DWA haben aufgrund ihrer Flexibilität eine höhere Werbewirksamkeit. Werbebotschaften können örtlich und zeitlich spezifisch ausgespielt und Zielgruppen gezielt beworben werden. Dazu kommt, dass DWA hellere, lebendigere Farben darstellen können als analoge Plakatwerbeanlagen. Um diese Unterschiede zu quantifizieren, wurde deshalb versucht, die Werbewirksamkeit verschiedener Typen von Werbeanlagen mittels Daten zu Werbeeinnahmen miteinander zu vergleichen.

Auf den mittleren Stromverbrauch pro Jahr gerechnet, erzeugen die DWA ca. 40 - 80% mehr Werbeeinnahmen. Die Variation zwischen verschiedenen Standorten eines Anlagentyps (digital oder analog) ist jedoch deutlich grösser als der Unterschied zwischen den Anlagentypen. Sowohl bei den digitalen als auch bei den analogen Anlagen ist die Differenz zwischen tiefsten und höchsten Einnahmen pro Jahr grösser als Faktor zehn. Diese grossen Differenzen ergeben sich aus der Qualität des Standortes. Somit ist also der Standort um ein Vielfaches relevanter als die Art der Anlage. DWA werden jedoch aufgrund der relativ hohen Investitionskosten öfters an stark frequentierten Orten aufgestellt.

Die Untersuchung zeigte also, dass mit den verfügbaren Daten zu Werbeeinnahmen ein direkter Vergleich der Wirksamkeit von analogen und digitalen Werbeanlagen nicht möglich ist. Ein solcher Vergleich bedürfte detaillierten Untersuchungen von verschiedenen Anlagentypen an vergleichbaren Standorten und eine genauere Betrachtung weiterer möglicher Einflussfaktoren.

Aus den oben genannten Gründen wurden die Werbeeinnahmen als Proxy für die Wirksamkeit nicht in der Ökobilanz als Bezugsgrösse weiterverfolgt.

3. Ökobilanz

Ein Hauptziel dieser Studie ist die Aktualisierung der Ökobilanz von Treeze Ltd. aus dem Jahr 2017 mit neuen Daten und die Überprüfung der Optimierungsszenarien. Zu diesem Zweck wurden erneut eine digitale und eine analoge Werbeanlage bilanziert und miteinander, sowie mit den Resultaten von 2017 verglichen:

- **Digital:** Für die DWA wurde der 75-Zoll LCD-Bildschirm am Max Frisch Platz gewählt, welcher vergleichbar ist mit den Daten der Treeze-Studie.
- **Analog:** Für die analoge Werbeanlage wurde festgestellt, dass in der Stadt Zürich keine Plakat-Scroller mehr zum Einsatz kommen. Deshalb wurde hier ein Leuchtkasten F200L bilanziert, welcher am nächsten mit dem Plakat-Scroller vergleichbar ist.

Die Ökobilanz ist als eine Momentaufnahme zu verstehen und ist stark abhängig von den verwendeten Daten.

3.1 Ökobilanz-Methode

Die Ökobilanzierung (bzw. Life Cycle Assessment, LCA) ist eine Methode zur quantitativen Abschätzung von Umweltauswirkung, die mit einem beliebigen Produkt bzw. Dienstleistung verbunden sind. Die Methode basiert auf einem Lebenszyklus-Ansatz, was die Berücksichtigung und Bewertung von Umweltauswirkungen von der „Wiege“ bis zur „Bahre“ („cradle-to-grave“) ermöglicht. Die Ökobilanz gliedert sich in vier Phasen:

Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen: Die Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen ist der einsteigende Schritt in eine Ökobilanz und umfasst neben der klaren Beschreibung der Zielsetzungen und der Verwendung bzw. Zielgruppe der Studie die Festlegung der folgenden Elemente:

- **Bezugsgrösse:** Bezugs- bzw. Referenzgrösse, auf welche sich die Bewertung der Umweltauswirkung bezieht bzw. zu welcher die umweltrelevanten Inputs und Outputs des untersuchten Produktsystems in Bezug gesetzt werden.
- **Systemumfang:** Präzise Beschreibung des zu bewertenden Produktsystems sowie des zeitlichen, geographischen und technologischen Geltungsbereichs.
- **Wesentliche Annahmen:** Angaben zu den Datengrundlagen sowie der berücksichtigten Umweltindikatoren.

Sachbilanz: Die Sachbilanz ist laut ISO der „Bestandteil der Ökobilanz, der die Zusammenstellung und Quantifizierung von Inputs und Outputs eines gegebenen Produktes im Verlauf seines Lebensweges umfasst“. Dies beinhaltet sowohl die Inputs und Outputs aus der „Technosphäre“ (Produkte, Hilfsstoffe, Materialien, Elektrizität, Wärme) wie auch aus der „Biosphäre“ (Ressourcen und Emissionen). Alle diese Daten werden zur eingangs definierten funktionellen Einheit in Bezug gesetzt.

Wirkungsabschätzung: In der Wirkungsabschätzung findet der eigentliche Bewertungsschritt innerhalb einer Ökobilanz statt. Dazu werden die kumulierten Ressourcenverbräuche und Emissionen aus der Sachbilanz bezüglich ihrer Umweltwirkungen geordnet (Klassifizierung) und anschliessend innerhalb der Wirkungskategorien untereinander vergleichbar gemacht (Charakterisierung). Hierdurch werden die Informationen auf wenige Indikatoren verdichtet. Optional kann zusätzlich eine Normalisierung und Gewichtung zwischen den Wirkungskategorien vorgenommen werden, um ein eindimensionales Ergebnis zu erhalten. Dies ist

insbesondere hilfreich, wenn es darum geht, verschiedene Produktalternativen hinsichtlich ihres Umweltfussabdrucks gesamtheitlich zu vergleichen. Es gibt eine Vielzahl von Methoden zur Wirkungsabschätzung, die sich im Umfang der bewerteten Inventarflüsse und Umweltwirkungen sowie in ihren Wirkungsmodellen und Gewichtungsansätzen (falls eine Gewichtung vorgenommen wird) unterscheiden.

Interpretation: Zur Interpretation werden die Erkenntnisse aus der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung kombiniert, um die wesentlichen Schlussfolgerungen und Empfehlungen abzuleiten. Die Interpretation besteht grundsätzlich aus zwei Teilen:

- Identifikation von signifikanten Faktoren. Solche 'Hotspots' können z.B. Prozessstufen, Emissionen/Ressourcenverbräuche oder Wirkungen sein, die sich als besonders relevant herausgestellt haben.
- Evaluation bezüglich Vollständigkeit, Sensitivitäten bzw. Datenunsicherheiten und Konsistenz.

Die Einordnung und Diskussion der Resultate aus der Ökobilanz werden im Kapitel 4 weitergeführt.

3.2 Daten und Methodik

3.2.1 Bezugsgrösse

Im Rahmen dieser Ökobilanz wurden folgende Werbeanlagen untersucht:

- LCD-Bildschirm 75 Zoll, Max-Frisch-Platz
- Analoge, beleuchtete Plakatanlage F200L

Diese Werbeanlage ersetzt den Plakatscroller aus der Treeze Studie (siehe Kapitel 1.3)

Die funktionelle Einheit der vergleichenden, vereinfachten Ökobilanz bezieht sich auf den Betrieb einer Werbeanlage in der Stadt Zürich während eines Betriebsjahres. Die Bilanz umfasst die Herstellung der Anlagen², deren Betrieb, Unterhalt und Entsorgung (siehe nächstes Kapitel 3.2.2). Alle Plakate bei analogen Anlagen sind im Cityformat (F200L; 119 cm x 170 cm).

Ausschluss

Die Werbeeinnahmen pro Jahr wurden nicht als zusätzliche Bezugsgrösse verwendet (siehe Kapitel 2.3).

Die Leuchtdrehsäulen werden nicht in die Ökobilanz integriert. Für eine Quantifizierung des ökologischen Impacts in Form einer Ökobilanz wäre eine separate Datenerhebung bei den Betreibern und Lieferanten notwendig. Beim Vergleich der Energieverbräuche (Kapitel 2.2) und in der Einordnung und Diskussion (Kapitel 4) werden die Leuchtdrehsäulen mitbetrachtet.

Die 55-Zoll Bildschirme werden ebenfalls nicht in die Ökobilanz integriert und bedürften einer weiteren Datenerhebung für eine genaue Modellierung. Aufgrund der Resultate aus der Ökobilanz der 75-Zoll Bildschirme werden im Kapitel 4 die Implikationen auf unterschiedliche Bildschirmgrössen diskutiert.

3.2.2 Systemumfang

Folgende Prozessschritte sind Teil der Ökobilanz und wurden separat modelliert:

- Herstellung der Werbeanlagen

2 «Anlagen» werden im Kapitel 1.1 definiert.

- Herstellung der Plakate für analoge Werbeanlagen
- Betrieb der Werbeanlagen (Stromverbrauch für den Betrieb und Aufwand für das Auswechseln der Plakate)
- Unterhalt der Anlagen (Wartungsaufwand und Ersatzteile)
- Entsorgung/Recycling der Anlagen und der Plakate

Die Fundationen und Stromzuleitungen für die Werbeanlagen sind nicht Teil des analysierten Systems, da diese je nach Standort sehr unterschiedlich ausfallen können. Auch das Herstellen und, im Fall der digitalen Anlagen die Übermittlung, der Werbeinhalte sind nicht in der Ökobilanz enthalten.

Gemäss den Erkenntnissen aus der Treeze-Studie unterscheidet sich der Aufwand für das Zusammenbauen der verschiedenen Anlagen kaum und wurde daher vernachlässigt.

3.2.3 Datengrundlage

Zur Herstellung der LCD-Werbescreens wurden aktuelle Daten bei NeoAdvertising (neu Goldbach Neo, siehe Box «Konzessionen und Anlagenbetreiber» im Kapitel 2) und der Kilchenmann AG erhoben. Aufgrund der repräsentativeren Daten wurden nur Daten von NeoAdvertising für die Bilanz verwendet. Für die analogen F200L-Anlagen wurden Daten aus der Treeze-Studie von 2017 genutzt (leichte Anpassung der Plakat-Scroller). Die einzelnen Komponenten der Anlagen wurden mit Standard-Datensätzen der UVEK DQRv2:2022 Datenbank modelliert.

Die Angaben zum Stromverbrauch der digitalen Werbeanlagen stammen aus verschiedenen Messungen des ewz, beauftragt durch die VBZ und das Amt für Städtebau. Die Stromverbrauchsdaten der unterschiedlichen digitalen Werbeanlagen variieren stark und die Datengrundlagen wurden im Kapitel 2.2 aufgezeigt. Für die Ökobilanz wurden die weitestgehend vollständigen Messdaten (Jahresreihe) vom 75-Zoll Bildschirm am Max-Frisch-Platz verwendet und Messlücken ergänzt durch saisonale Mittelwerte am Standort. Die Implikationen des Stromverbrauchs auf die Umweltbelastung der Werbeanlagen wird im Kapitel 4 weiter diskutiert, auch für Anlagen, welche nicht Teil der Ökobilanz sind.

Stromdaten für die analogen Werbeanlagen stammen aus dem ursprünglichen Bericht von 2017. Es wird angenommen, dass sich der Stromverbrauch dieser Anlagen nicht massgeblich verändert hat. Für die Beleuchtung wurden LED-Dioden für die Bilanzierung verwendet (siehe Kapitel 2.2.2).

Die Modellierung erfolgte mit der Software SimaPro 9.4.0 (Pré Consultants 2016).

3.2.4 Umweltindikatoren

Die Umweltauswirkungen werden mit den folgenden Methoden zur Wirkungsabschätzung (Umweltindikatoren) quantifiziert und ausgewiesen:

— **Methode der ökologischen Knappheit 2021³**

Diese Methode wurde mit dem Ziel entwickelt, möglichst alle verschiedenen Umweltauswirkungen in einer Kenngrösse (Umweltbelastungspunkte, UBP) zusammenzufassen. Es handelt sich um eine Stoffflussmethode, bei der neben den bereits bestehenden Belastungen die umweltpolitischen Ziele der Schweiz in die Gewichtung einfließen.

— **CO₂-Fussabdruck nach IPCC 2021 GWP 100a**

Diese Methode betrachtet ausschliesslich die Wirkung der Treibhausgasemissionen. Es

3 Methode entwickelt im Auftrag des [Schweizerischen Bundesamtes für Umwelt](#).

wurde die aktuelle Version der Methode gemäss Vorschriften des IPCC verwendet (IPCC 2021 GWP 100a). Es handelt sich somit um die aktuelle, international anerkannte Methode zur Wirkungsabschätzung von Treibhausgasemissionen über einen Zeitraum von 100 Jahren.

— Primärenergiebedarf

Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs in den berücksichtigten Phasen des Lebenszyklus erforderlich ist. Ausgewiesen wird der Primärenergiebedarf in GJ Öl-Äquivalenten⁴. Dabei wird der Energiebedarf in vorlagerten Prozessketten (Gewinnung, Umwandlung, Verteilung) berücksichtigt. Es wird unterschieden zwischen nicht-erneuerbarer und erneuerbarer Energie sowie zwischen stofflich und energetisch genutztem Anteil (Frischknecht, et al. 2015).

3.3 Sachbilanz

Im folgenden Unterkapitel 3.3.1 werden die Prozesse (Herstellung, Betrieb, Unterhalt, Entsorgung) beschrieben. Darauf werden im Kapitel 3.3.2 die verwendeten Hintergrunddaten aufgeführt.

3.3.1 Prozesse

Prozess	Beschreibung
Herstellung	<p>Digitale Werbeanlage: LCD-Werbescreen</p> <p>Der 75-Zoll LCD-Werbescreen besteht aus einem Gehäuse aus Aluminium und Glas, einem Bildschirm, mehreren Elektronikteilen zur Steuerung, einem Router, einem Netzteil, Ventilatoren und Kabeln. Diese Teile werden von NeoAdvertising zusammengebaut und die fertigen Werbeanlagen nach Zürich transportiert. Dort werden sie in die Haltestelleinfrastruktur integriert. Für den Zusammenbau werden ausser Strom, Beleuchtung, einigen Geräten und einer Heizung für das Fabrikationsgebäude keine besonderen Aufwendungen benötigt. Deshalb werden diese Aufwände für den Zusammenbau analog der Treeze-Studie vernachlässigt.</p> <p>Im Anhang A1 ist die detaillierte Sachbilanz in Tabelle 3 aufgeführt, inklusive Transportdistanzen und Herkunft der Komponenten.</p> <p>Die geplante Anzahl Betriebsstunden des LCD-Werbescreens beträgt 50'000 Stunden. Mit einer durchschnittlichen Betriebszeit von 16 h pro Tag (06:00 h – 22:00 h) ergibt dies eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 8.3 Jahren. Da die Konzessionen der Werbeanlagen nach 8 Jahren auslaufen fällt dies ziemlich genau zusammen mit dem allfälligen Auswechseln der Anlagen beim Wechsel der Betreiber.</p> <p>Analoge Werbeanlage: F200L</p> <p>Für die analoge Werbeanlage wurde in der TreezeStudie ein Plakat-Scroller betrachtet. Für diese Studie wird eine beleuchtete Werbeanlage im Format F200L als Vergleich verwendet (siehe Kapitel 1.3). Für die F200L wurden keine neuen Daten erhoben, sondern Daten aus der Treeze-Studie für den Plakatscroller leicht angepasst. Namentlich wurde der Motor aus der Sachbilanz entfernt. Die restlichen Komponenten werden gemäss Treeze-Studie montagefertig zur Firma Clear Channel geliefert und dort zusammengebaut. Auch hier werden die Aufwendungen für den Zusammenbau vernachlässigt.</p> <p>Das Gehäuse besteht aus pulverbeschichtetem Aluminium und Glas. Das Aluminiumgehäuse weist eine Oberfläche von 3.05 m² auf. Tabelle 4 im Anhang A1 listet alle Komponenten sowie Mengen und Herkunftsregionen für eine F200L Anlage, wie sie für die Ökobilanz modelliert wurde.</p> <p>Die zusammengebaute Werbeanlage wird anschliessend mit dem LKW zur Installation nach Zürich gefahren.</p> <p>Die Anlagen weisen eine Nutzungsdauer von 10 Jahren auf. Einzelne Komponenten haben jedoch kürzere Nutzungsdauern und müssen daher während der</p>

4 Öl-Äquivalent: Masseinheit für den Primärenergiebedarf; entspricht der Energiemenge, die bei der Verbrennung der entsprechenden Menge Erdöl freigesetzt wird.

	Lebensdauer der Anlage ersetzt werden. Dies betrifft die LED-Dioden und den Trafo, von welchen jeweils zwei Stück pro Werbeanlage angerechnet wurden.
Betrieb	<p>Der Betrieb der Werbeanlagen beinhaltet die Versorgung der Screens oder der Beleuchtung mit Strom und den Fahrtaufwand für den Plakatwechsel bei den F200L. Für den Strom wird das Produkt ewz-Ökopower bezogen, welches aus Strom aus zertifizierter Wasserkraft mit einem Anteil an Solarstrom sowie Wind- oder Biomassenanlagen besteht.</p> <p>Die Werbeanlagen (Screens und Beleuchtung) sind von 6:00 bis 22:00 Uhr in Betrieb. Die mittlere Leuchtdichte von weissem Licht darf tagsüber den Wert von 1500 cd/m² nicht überschreiten. Während der Abenddämmerung sowie nachts ist die Leuchtdichte bei weissem Licht auf 300 cd/m² limitiert. Der Betrieb inkl. Übergang von Tag zu Nacht ist mit einem Tageslichtsensor zu steuern.</p> <p>Für die Ökobilanz wurde ein mittlerer Stromverbrauch von 1945 kWh pro Jahr für DWA (75-Zoll Bildschirm am Max-Frisch-Platz) und 791 kWh pro Jahr für F200L verwendet. Der Stromverbrauch wird im Kapitel 2.2 genauer diskutiert.</p> <p>Für den Wechsel der Plakate wird jeder F200 wöchentlich mit einem Lieferwagen angefahren, was im Durchschnitt eine Strecke von 45 km pro Werbeanlage und Jahr ergibt.</p>
Unterhalt	Für den Unterhalt der DWA und der F200L werden regelmässige Kontrollen und Putzarbeiten an der Scheibe durchgeführt. Die LCD-Werbescreeens werden elektronisch überwacht und werden deshalb für die Kontrollen nicht angefahren, das Putzen der Scheiben findet dennoch statt. Einmal im Jahr findet eine Wartung statt, wobei der Fahrtweg mit einem Lieferwagen im Schnitt 30 km pro Plakatstelle beträgt. Zweimal im Jahr werden die Anlagen für Unterhaltsarbeiten extra angefahren. Insgesamt wird also pro Anlage eine Strecke von 60 km zurückgelegt.
Entsorgung	Die Komponenten der Screens und der F200 werden am Ende ihrer Nutzung recycelt, die restlichen Komponenten werden als Elektroschrott entsorgt.
Herstellung & Entsorgung der Plakate	Im F200L können Plakate der Grösse 119 x 170 cm eingesetzt werden. Für die Plakate wurden die Annahmen der Treeze-Studie übernommen: Plakate bestehen aus Leuchtplakatpapier und weisen ein Flächengewicht von 130 g/m ² auf. Von der Druckerei müssen die Plakate 25 km mit dem LKW zur Firma Clear Channel gebracht werden, von wo sie zu den Plakatflächen transportiert werden. Pro F200L wird jeweils ein Plakat eingesetzt, was pro Jahr in 40 Plakaten pro F200L resultiert. Nach der Nutzung werden die Plakate recycelt.

3.3.2 Hintergrunddaten

Die Daten zu den Komponenten, dem Betrieb und der Entsorgung der Werbeanlagen stammen aus erster Hand, von den Herstellern sowie den Betreibern der Werbeanlagen. Für die Hintergrunddaten wurden vorhandene Ökobilanzdaten verwendet. Für die LCD-Bildschirme wurden als Hintergrunddaten 17-Zoll Computerbildschirme gemäss ihrem Gewicht skaliert (vgl. untenstehende Auflistung).

Komponente	Beschreibung
LCD-Bildschirm	<p>Für 75-Zoll (resp. 55-Zoll) LCD-Werbebildschirme standen keine Daten zur Verfügung. Für die Herstellung des Screens wurde ein 17-Zoll Computerbildschirm verwendet und anhand des Gewichts auf einen 75-Zoll Bildschirm skaliert. Die Datengrundlage ist bereits etwas älter. Angaben zum Gewicht der Bildschirme waren vorhanden. Es wird angenommen, dass der Herstellungsaufwand mit dieser Skalierung relativ genau abgeschätzt werden kann. Ohne die Verfügbarkeit genauerer Daten kann die Unsicherheit nicht eruiert werden.</p> <p>Der Werbebildschirm ist die Komponente mit dem grössten Einfluss auf die Umweltbelastung und die schlechte Datenlage kann somit bedeutende Auswirkungen auf das Endresultat haben.</p>
Elektronik (Steuerung, Rechner)	Die weiteren elektronischen Komponenten wurden ebenfalls mit Computerteilen angenähert. Da diese Bauteile einen geringeren Einfluss auf die Resultate der Studie haben, sind hier die Unsicherheiten weniger problematisch. Zudem sind diese

	Bauteile (Leiterplatten, Kontrollcomputer) standardisiert und mit Durchschnittswerten adäquat abgedeckt.
Plakatpapier	Für die Herstellung des Plakatpapiers standen keine Herstellerdaten zur Verfügung, weshalb generischen Ökobilanzdaten (Papier, holzfrei, gestrichen) zur Annäherung verwendet wurden. Je nach Papier können die Treibhausgasemissionen um 20% schwanken. Die Herstellung der Plakate hat einen kleinen Einfluss auf die Gesamtbilanz des F200L und somit werden die Aussagen der Studie durch diese Unsicherheiten nicht beeinflusst.
LED-Dioden	Für die LED-Dioden in den F200L Plakatanlagen wurden Ökobilanzdaten von LEDs zur Durchsteckmontage verwendet. Es war nicht bekannt, welche Montagetechnologie für die LEDs in den F200L verwendet wurde. Die LED-Dioden verursachen über die Hälfte der Umweltbelastung bei der Herstellung der F200L und somit sind diese Annahmen kritisch für die genaue Ökobilanz der Screens. Im Vergleich zwischen digitalen und analogen Werbeanlagen sind aufgrund der Unsicherheiten in der Herstellung der LED-Dioden keine Veränderungen in den Resultaten dieser Studie zu erwarten.

3.3.3 Stromverbrauch

Aus der Treeze-Studie von 2017 ist bereits bekannt, dass die DWA einen deutlich höheren Stromverbrauch haben als analoge Werbeanlagen und dass dieser Stromverbrauch stark von der Art des Betriebs, der Grösse, dem Standort bzw. der Ausrichtung und dem Wetter abhängig ist. Für die Aktualisierung und Erweiterung der Studie wurden die Stromverbrauchsdaten verschiedener Anlagentypen und -Standorte weitergehend untersucht.

Als Grundlage für diese Studie wurden Anfang 2023 Messungen mittels «Smartmeter» an mehreren Standorten in Zürich gestartet. Eine Auswertung der Messdaten und das Erstellen der Ökobilanz waren auf Sommer 2023 geplant. Beim Vergleich der Messdaten von unterschiedlichen Anlagen und Standorten wurde jedoch entschieden, weitere Daten zu sammeln, da grosse Differenzen zwischen Standorten und Anlagen festgestellt wurden, die sich nicht einfach erklären liessen. Die Ökobilanz wurde mit dem Datenstand vom Sommer 2023 durchgeführt (siehe Kapitel 3.2.3). **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt den Stromverbrauch pro Jahr von verschiedenen Anlagen mit verschiedenen Formaten, basierend auf Messungen, Jahresrechnungen und Hochrechnungen (Approximation aufgrund bestehender Daten).

Die analogen F200L und LDS benötigen zwei- bis sechsmal weniger Strom als die digitalen Werbebildschirme. Es wird auch ersichtlich, dass bei den Werbebildschirmen sehr grosse Unterschiede zwischen ähnlichen Anlagen existieren. Die freistehenden DWA weisen einen deutlich höheren Stromverbrauch auf als die integrierten DWA in den Wartehallen. Daraus lässt sich ableiten, dass höchstwahrscheinlich die Standortwahl und damit verbundene Betriebsmodalität (v.a. unterschiedliche Leuchtdichte) einen grossen Einfluss auf den Stromverbrauch hat. Dies ist in der Abbildung mit «integriert» und «freistehend» gekennzeichnet. Vermutlich lässt sich dadurch erklären, warum die kleineren Anlagen mehr verbrauchen als die grösseren Anlagen. Dies, obwohl die kleineren Anlagen eine um 40% geringere Fläche aufweisen.

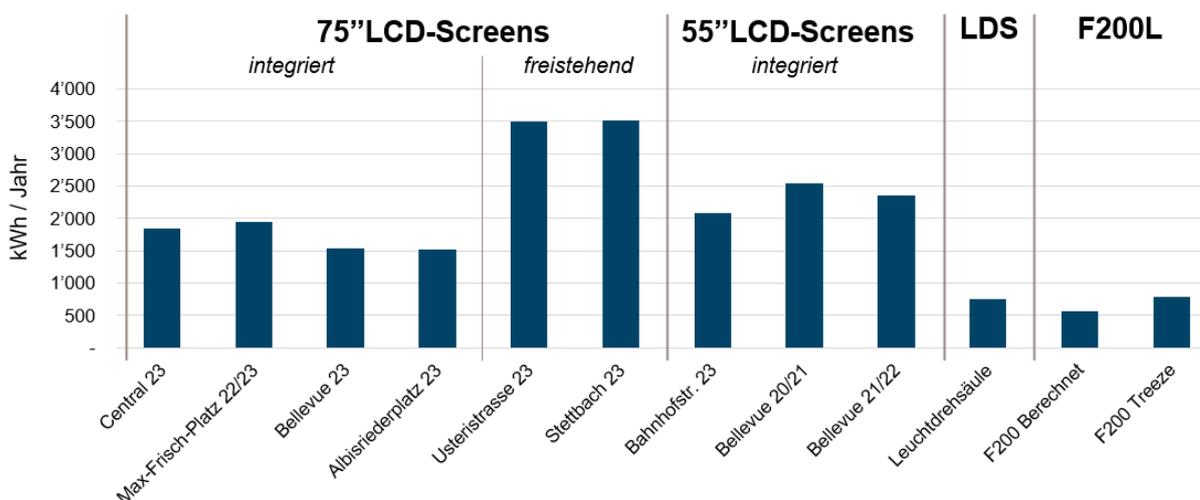


Abbildung 1: Durchschnittlicher Stromverbrauch in kWh pro Jahr für verschiedene Werbeanlagen an verschiedenen Standorten. Der Jahresverbrauch basiert auf Jahresrechnungen, Messungen und Hochrechnungen (Approximation durch Mittelwerte der bestehenden Messdaten). Die Jahre der Messungen sind jeweils angegeben. Die unterschiedlichen Betriebsmodalitäten sind mit «integriert» und «freistehend» gekennzeichnet.

DWA

Aktuell liegen, mit einer Ausnahme, keine vollständige Messreihen von einem Werbescreen über ein ganzes Jahr vor (vgl. auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dies macht den direkten Vergleich der Anlagen schwierig. Die Betriebszeiten sind zwar für alle DWA in der Stadt Zürich einheitlich festgelegt (06:00 bis 22:00) und die maximale Leuchtdichte ist tagsüber auf 1'500 cd/m² limitiert, doch Messungen zeigen, dass der effektive Verbrauch variieren kann. Die Steuerung der Leuchtdichte hat mit einem Tageslichtsensor zu erfolgen.

Aus Gesprächen mit Experten wurde ermittelt, dass die Leuchtdichte (ugs. Helligkeit) der Screens, gemessen in cd/m² für den Stromverbrauch der Anlagen am entscheidendsten ist. Zusätzliche Faktoren sind die Kühlung im Sommer resp. Lüftung und die Heizung der Anlagen im Winter. Weiter relevant sind Zusatzbetriebe (WLAN), Standortbedingungen sowie der Stand-By-Betrieb. Diese Unterschiede erschweren die Berechnung eines durchschnittlichen Stromverbrauchs für eine DWA in der Stadt Zürich. In Tabelle 1 werden die existierenden Messdaten verschiedener Anlagen miteinander verglichen und die Unterschiede in den Daten kurz erklärt. Die Unterschiede in den Messdaten gewisser Anlagen werden im Kapitel 4 wieder aufgenommen und die Implikationen diskutiert.

Tabelle 1: Zusammenfassung der verfügbaren Messdaten zu DWA an unterschiedlichen Standorten und mit unterschiedlichen Betreibern (Stand Oktober 2023). Der Stromverbrauch wurde aus den verfügbaren Messperioden auf ein Jahr hochgerechnet. Bei den 55-Zoll Bildschirmen am Bellevue liegen nur jeweils eine Zahl mit dem Jahresverbrauch vor (keine tägliche/stündliche Messungen).

Werbeanlagen (pro Screen)	Standort	Messperioden	Jahresverbrauch berechnet [kWh / Jahr]	Unterschiede in den Daten
LCD 75-Zoll	Central	April – Sept. 23	1'853	-
LCD 75-Zoll	Max-Frisch-Platz	Jan. 22 – Jan. 23 & März – Juni 23	1'945	-
LCD 75-Zoll	Bellevueplatz	Feb. 23 – Sept. 23	1'546	-
LCD 75-Zoll	Albisriederplatz	Feb. 23 – Sept. 23	1'515	-

LCD 75-Zoll	Usterstrasse	Sept. 23	3'505	Stand-By-Betrieb & Leuchtdichte
LCD 75-Zoll	Bahnhof Stettbach	März 23	3'510	Heizung (& Leuchtdichte)
LCD 55-Zoll	Bahnhofstrasse	März/April 23 & Sept. 23	2'091	Heizung (& Leuchtdichte)
LCD 55-Zoll	Bellevue	20/21 (nur Jahresverbrauch)	2'546	Unbekannt
LCD 55-Zoll	Bellevue	21/22 (nur Jahresverbrauch)	2'355	Unbekannt

Für die Anlage am Max-Frisch-Platz liegt die längste Messreihe vor. Nach einer Korrektur für die zum Zeitpunkt der Berechnung (Sommer 2023) noch fehlenden Messdaten wurde ein Stromverbrauch von **1'945 kWh pro Jahr** für die einseitige DWA im Format 75-Zoll am Max-Frisch-Platz ermittelt (Messwert für einen Screen).

Analoge Werbeanlagen

Zu den analogen Werbeanlagen wurden keine neuen Daten erhoben. Die Stromdaten für die Beleuchtung und den Motor variieren hier weniger stark. Die noch bestehenden Leuchtstoffröhren werden fortlaufend mit LED ersetzt. Aus diesem Grund wurden Verbräuche von Leuchtstoffröhren mit höherem Stromverbrauch nicht berücksichtigt.

3.4 Resultate Wirkungsabschätzung

Die Umweltauswirkungen des LCD-Werbescreens und der F200L Anlagen werden mit den Indikatoren Umweltbelastungspunkte, Treibhausgasemissionen und Primärenergiebedarf quantifiziert. Die drei Indikatoren ermöglichen dank unterschiedlicher Perspektiven ein gesamtheitlicheres Bild der Umweltbelastung. Wo Vergleichswerte aus der Treeze Studie von 2017 vorhanden sind (Treibhausgasemissionen und Primärenergie), werden diese ebenfalls dargestellt, um die Veränderungen in den LCD-Werbescreens seit der letzten Ökobilanz aufzuzeigen.

3.4.1 Gesamtumweltbelastung

Die Methode der ökologischen Knappheit 2021 berücksichtigt ein breites Spektrum von Umweltbelastungen und fasst diese in einer Zahl, den Umweltbelastungspunkten, zusammen. Für die Aggregation der verschiedenen Umweltbelastungen werden die einzelnen Charakterisierungen gewichtet. Hier fliessen auch die politischen Ziele und Umweltgrenzwerte der Schweiz ein. Abbildung 2 zeigt die Umweltbelastungspunkte, welche verursacht werden bei Herstellung, Betrieb, Unterhalt und Entsorgung eines 75 Zoll LCD-Werbescreens und einer F200L Plakatfläche. Da in der Treeze-Studie keine UBP berechnet wurden, werden keine Vergleichswerte angegeben.

Die meisten UBP entstehen bei digitalen und analogen Werbeanlagen bei der Herstellung. Bei den LCD-Werbescreens trägt diese 75%, bei F200L Plakatflächen 48% bei. An zweiter Stelle kommt beim LCD-Werbescreen der Betrieb, also der Stromverbrauch, mit 17%. Bei den F200L macht der Betrieb, welcher neben dem Strom auch die Installation der Plakate beinhaltet, 28% der UBP aus, der Unterhalt 14%, die Plakatherstellung 9% und die Entsorgung der Anlage und der Plakate machen gemeinsam weniger als 1% aus. Unterhalt und Entsorgung machen 5% (Werbescreens) respektive 3% (F200L) der Gesamtumweltbelastung aus.

Trotz deutlich niedrigerem Stromverbrauch haben F200L eine vergleichsmässig hohe Gesamtumweltbelastung im Betrieb. Dies hängt damit zusammen, dass analoge Anlagen regelmässig angefahren werden müssen, um Plakate zu wechseln. Von den UBP im Betrieb stammen 68% vom verbrauchten Strom und 32% aus dem Transport der Plakate. Insgesamt haben DWA im

Betrieb eine höhere Umweltbelastung, obwohl die Plakate und der Transport der Plakate eingespart werden.

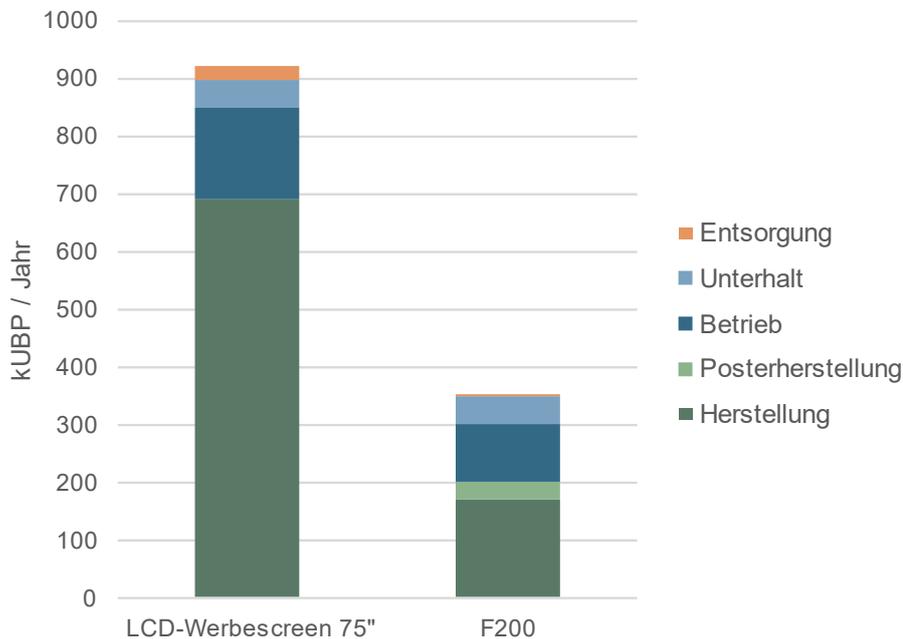


Abbildung 2: Gesamtumweltbelastung, in tausend Umweltbelastungspunkten, für den Betrieb eines LCD-Werbescreens und einer F200L Plakatfläche während eines Jahres

Abbildung 3 zeigt die Anteile verschiedener Komponenten an der Gesamtumweltbelastung einer digitalen und einer analogen Werbeanlage. Allein der LCD-Screen macht 45% der UBP der digitalen Anlage aus (über alle Produktlebensphasen). Sowohl bei der digitalen als auch bei der analogen Werbeanlage macht die verbaute Elektronik einen wichtigen Anteil der Gesamtumweltbelastung aus, mit 22% und 34% respektive. Das Metall der Stehle, der Transport der Anlage, das Glas und weitere Teile machen beim LCD-Screen vergleichsmässig wenig aus, sind jedoch beim F200 für ca. 25% des Herstellungsaufwandes verantwortlich.

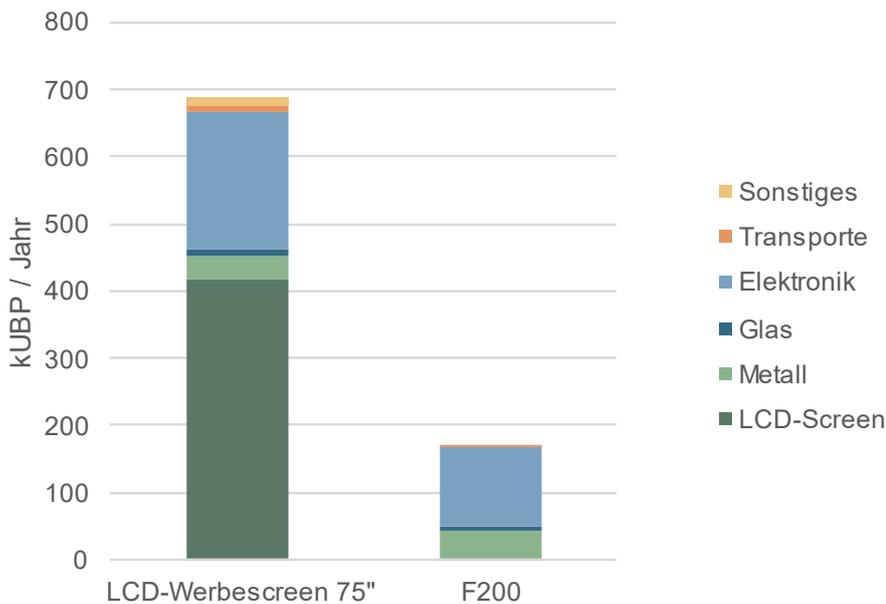


Abbildung 3: Gesamtumweltbelastung aus der Herstellung, in tausend Umweltbelastungspunkten, für den Betrieb eines LCD-Werbescreens und einer F200L Plakatfläche während eines Jahres.

3.4.2 Treibhausgasemissionen

Zur Bestimmung der Treibhausgasemissionen werden die aktuellen Treibhausgaspotenziale gemäss IPCC (2021) verwendet. Die Emissionen der unter dem Kyoto-Protokoll regulierten Treibhausgase werden mit dem Treibhausgaspotenzial (global warming potential, GWP) über einen Zeitraum von 100 Jahren gewichtet und summiert. Abbildung 4 zeigt die Treibhausgasemissionen für Herstellung, Betrieb, Unterhalt sowie Entsorgung verschiedener Werbeanlagen bezogen auf ein Betriebsjahr. Zum Vergleich sind die Resultate der Treeze-Studie von 2017 ebenfalls dargestellt.

Die meisten Treibhausgasemissionen entstehen sowohl bei digitalen als auch bei analogen Werbeanlagen bei der Herstellung. Bei den LCD-Werbescreens trägt diese 75%, bei F200L Plakatanlagen 53% bei. Der Betrieb, also der Stromverbrauch, und der Unterhalt machen beim LCD-Werbescreen je 9% aus, die Entsorgung trägt mit 7% am wenigsten bei. Bei den F200L macht der Betrieb, also der Strom und die Plakattransporte, 20% der Emissionen aus, der Unterhalt 17%, die Posterherstellung 9% und die Entsorgung der Anlage und der Plakate machen gemeinsam 1% aus.

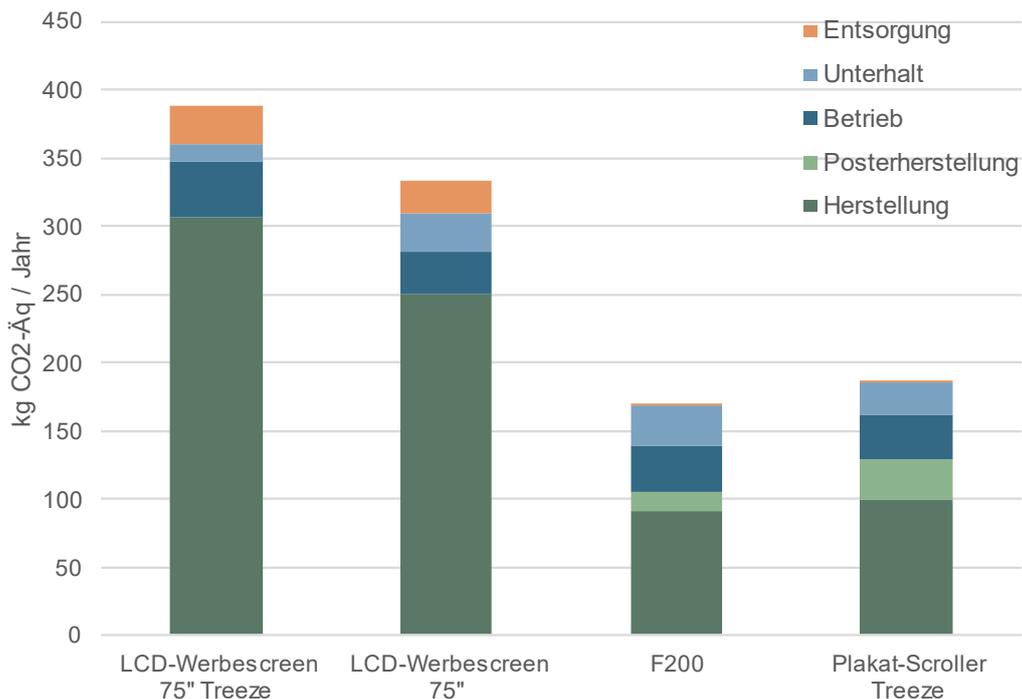


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen für den Betrieb verschiedener Werbeanlagen während eines Jahres.

In der Betriebsphase haben die analogen Anlagen insgesamt leicht höhere Treibhausgasemissionen als die digitalen. 65% der Emissionen im Betrieb stammen aus dem Plakattransport und 35% aus dem Stromverbrauch. Durch die regelmässigen Fahrten mit Verbrennungsmotoren entstehen also bedeutende Treibhausgasemissionen. Es ist anzunehmen, dass diese Fahrten in absehbarer Zukunft mit Elektrofahrzeugen durchgeführt werden, was die Gesamtemissionen der F200 um ca. 6% reduzieren könnte.

Vergleich zur Treeze Studie von 2017

Bei den LCD-Screens zeigen sich in den Treibhausgasemissionen Verbesserungen zur Treeze-Studie. Die Gesamtemissionen sind 14% tiefer. In der Herstellung fallen 18% weniger Treibhausgasemissionen an, was auf Materialreduktion und die Verwendung anderer Materialien zurückzuführen ist. Im Betrieb fallen 27% tiefere Emissionen an, was durch den tieferen Energieverbrauch begründet werden kann. Im Unterhalt fallen deutlich höhere Emissionen an. Dies lässt sich durch Veränderungen in den verwendeten Hintergrunddatensätzen für die Wartungsfahrten begründen. Ohne die oben erwähnte Veränderung im Hintergrunddatensatz der Transporte für Wartungsarbeiten betragen die Verbesserungen insgesamt 18%. Mit der künftigen Verwendung von Elektrofahrzeugen für die Wartung sind auch hier künftig tiefere Emissionen zu erwarten.

Im Optimierungsszenario der Treeze-Studie wurden 28% tiefere Treibhausgasemissionen geschätzt. Die aktualisierte Ökobilanz zeigt, dass die Optimierung hinsichtlich der Wirkung auf Treibhausgasemissionen etwa zur Hälfte erreicht werden konnten.

3.4.3 Kumulierter Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf (kumulierter Energieaufwand) wird nach der Methode von Frischknecht et al. (2007) bestimmt. Abbildung 5 zeigt den kumulierten Energieaufwand für unterschiedliche Werbeanlagen bezogen auf ein Betriebsjahr.

Am meisten trägt bei analogen und digitalen Anlagen der Betrieb zum Gesamtenergieaufwand bei, mit 66% beim LCD-Screen und 52% beim Plakatscroller. Die Herstellung der Poster macht bei der F200L Plakatanlagen 9% des Energieaufwands aus. Dieser Aufwand entfällt beim LCD-Werbescreen. Der Beitrag durch Unterhalt und Entsorgung ist bei beiden Werbeanlagen vernachlässigbar.

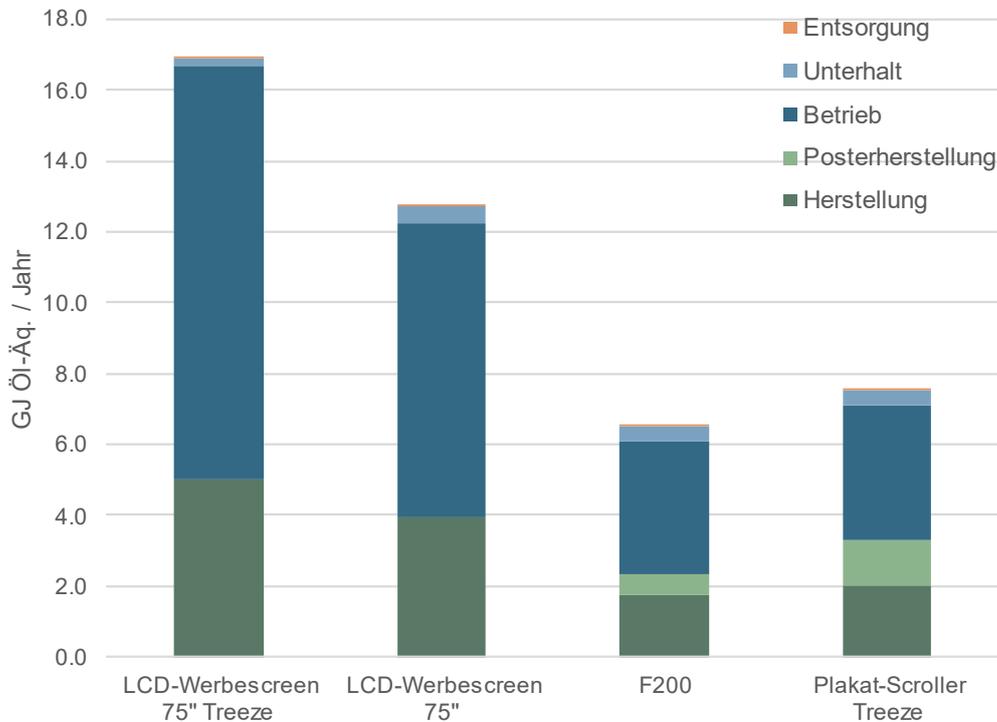


Abbildung 5: Kumulierter Energieaufwand für den Betrieb eines Plakat-Scrollers und eines LCD-Werbescreens während eines Jahres

Der Betrieb eines LCD-Werbescreens verursacht einen 2.2-mal höheren Energieaufwand als der Betrieb einer analogen, beleuchteten Plakatanlagen. Der Energieaufwand des LCD-Werbescreens in der Betriebsphase ist 2.2-mal höher. Dabei gilt zudem zu beachten, dass die Stromverbrauchsdaten des Plakatscrollers für die F200L übernommen wurden. Es ist anzunehmen, dass der effektive Stromverbrauch der F200L noch leicht tiefer ist, was zu einer noch grösseren Diskrepanz führen würde. Der Energieaufwand für die Herstellung ist für die digitale Anlage ebenfalls 2.2-mal höher. Die Posterherstellung spielt in diesem Vergleich eine untergeordnete Rolle.

Vergleich zur Treeze Studie

Auch im Energieaufwand zeigen sich im Vergleich zu den Resultaten der Treeze Studie Verbesserungen. Über alle Phasen ist der Energieaufwand um 25% gesunken. Der Energieaufwand in der Herstellung ist um 18% gesunken, im Betrieb um 27%. Trotz deutlichen Einsparungen können auch hier die Verbesserungen des Optimierungsszenarios der Treeze Studie (34% weniger Energieaufwand) nicht ganz erreicht werden.

4. Einordnung und Diskussion

Die Ökobilanz zeigt, dass ein direkter Ersatz von analogen Werbeanlagen mit DWA zu mehr Umweltbelastung, Treibhausgasemissionen und einem höheren Stromverbrauch führt. In diesem Kapitel werden die Resultate aus der vergleichenden Ökobilanz zwischen einem 75-Zoll LCD-Screen und einem F200L mithilfe der Daten aus Kapitel 2 zu weiteren Werbeanlagen ergänzt und eingeordnet. In einem ersten Schritt werden die Einflussfaktoren auf die ökologisch weitaus relevantere, graue Energie (Herstellung, Unterhalt, Entsorgung) erläutert und die Anlagentypen werden diesbezüglich verglichen. Darauf werden die Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch beschrieben. Gemeinsam bildet dies die Grundlage für die Massnahmen im Kapitel 5.

4.1 Graue Energie

Die Relevanz der grauen Energie (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung) der Werbeanlagen für das Resultat der Ökobilanz unterscheidet sich zwischen analogen und digitalen Werbeanlagen. Wichtig ist dabei anzumerken, dass jeweils einseitige Werbeanlagen miteinander verglichen werden.

Digitale Werbeanlagen

Die Ökobilanz zeigt, dass die graue Energie mit Abstand den grössten Anteil der Umweltbelastung und der Treibhausgasemissionen ausmacht. Die wichtigste Komponente hierbei ist der LCD-Screen, welcher ins Gehäuse eingebaut wird. Die Umweltbelastung dieses Screens skaliert mit dem Gewicht und somit mit der Fläche des Screens. Wird die Umweltbelastung eines 75-Zoll Bildschirms linear auf die Grösse eines 55-Zoll Bildschirms skaliert, würde sich die Gesamtumweltbelastung der DWA fast halbieren.

Verschiedene DWA unterscheiden sich in Realität jedoch nicht nur in der Grösse des Screens:

- **Freistehend / Integriert:** Die 75-Zoll Bildschirme der VBZ sind in die Wartehalleninfrastruktur integriert, während die Anlagen des AfS frei im Raum aufgestellt sind. Die freistehende Infrastruktur bedeutet einen grösseren Bedarf an beschichtetem Aluminium. Somit fällt bei der freistehenden Variante der Energieaufwand für Sockel sowie das Gehäuse deutlich höher aus als bei der in die Wartehalleninfrastruktur integrierten Variante. Aufgrund des soliden Gehäuses beim Bau werden die freistehenden Bildschirme immer mit etwas höherem Materialaufwand verbunden sein. Es wurden keine Materialdaten für freistehende Screens erhoben, weshalb in der Ökobilanz keine Aussagen zu freistehenden DWA gemacht werden.
- **Ein- / zweiseitig:** In den Gehäusen der DWA können wahlweise ein oder zwei LCD-Screens (Rücken an Rücken) installiert werden. Die Ökobilanz (Kapitel 3) betrachtet nur einseitige Werbeanlagen.
- **Elektronik:** Die Elektronik in den Gehäusen skaliert sich nicht linear mit der Grösse des Screens. Gemäss Angaben eines Anbieters wird für 55-Zoll Bildschirme dieselbe Menge an Elektronik im Gehäuse verbaut wie für 75-Zoll Bildschirme.

Eine lineare Skalierung der Resultate von 75-Zoll Anlagen auf 55-Zoll Anlagen oder andere denkbare DWA ist nicht ohne weiteres möglich und die genaue Analyse der Umweltbelastung, der Treibhausgasemissionen und des Primärenergiebedarfs der 55-Zoll Bildschirme bedürfte einer ergänzenden Datenerhebung. Auch ohne genauere Analysen kann davon ausgegangen werden, dass die ökologischen Impacts von kleineren Anlagen signifikant kleiner sind. Da 55-Zoll Anlagen einen ca. halb so schweren Screen benötigen, halbiert sich auch der Umweltimpact des wichtigsten Bestandteils.

Analoge Werbeanlagen

In der Ökobilanz der analogen Werbeanlagen spielt die graue Energie ebenfalls eine wichtige Rolle. Die Unterschiede zwischen den analogen Anlagen sind jedoch kleiner als bei den DWA. Die F200L und Plakat-Scroller unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl Plakate und den eingebauten Motoren. LDS haben eine grössere Plakatfläche und verwenden teilweise andere Materialien. Somit werden in dieser Studie keine quantitativen Aussagen zum Umweltimpact solcher Anlagen gemacht.

4.2 Energieverbrauch Betrieb

Der in der Ökobilanz betrachtete Werbescreen (Max-Frisch-Platz) verbraucht 2,2-mal mehr Strom im Betrieb als analoge Werbeanlagen derselben Grösse. Diese Tatsache äussert sich negativ in der Ökobilanz der DWA, selbst unter Berücksichtigung der eingesparten Plakate (im Vergleich zum F200L). So entsteht im Betrieb der Anlagen eine höhere Gesamtumweltbelastung durch den Stromverbrauch der DWA an als bei den analogen Anlagen durch Stromverbrauch, Plakatherstellung und Plakattransport kombiniert.

Obwohl in der Ökobilanz andere analoge Werbeanlagen wie LDS nicht untersucht wurden, lässt sich aus den Resultaten ableiten, dass auch andere analoge Werbeanlagen, wie zum Beispiel LDS, hinsichtlich der Umweltbelastung und dem Energieverbrauch bezogen auf die gleiche Werbefläche deutlich besser abschneiden als digitale. Dies lässt sich durch den hohen Stromverbrauch pro Fläche von Bildschirmen im Vergleich zur Beleuchtung von analogen Anlagen zusammenfassen.

Stromverbrauch DWA

Die Differenzen im gemessenen Stromverbrauch verschiedener DWA zeigen, dass gewisse Werbescreens einen deutlich höheren Stromverbrauch aufweisen. Die identifizierten Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch von DWA werden in der nachfolgenden Box erläutert.

Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch von DWA

Aus der Interpretation der Messdaten und aus Gesprächen mit Experten wurden die voraussichtlich wichtigsten Einflussfaktoren ermittelt, von welchen der Stromverbrauch der digitalen Werbeanlagen (LCD-Bildschirme) abhängt:

- **Leuchtdichte:** Der wohl wichtigste Faktor für den Energieverbrauch ist die Helligkeit oder Leuchtdichte (gemessen in cd/m^2). Nicht zuletzt, weil dieser Faktor während der ganzen Betriebszeit zum Tragen kommt. Die genaue Relation zwischen Leuchtdichte und Energieverbrauch müsste weiter vertieft werden. Die notwendige Leuchtdichte ist abhängig vom gewählten Standort und der Ausrichtung. Mit einer geringeren Leuchtdichte entsteht auch weniger Abwärme, womit ein direkter Zusammenhang mit dem Kühlbedarf entsteht.
- **Betriebszeiten:** Die Screens verbrauchen hauptsächlich Strom während den Betriebszeiten von 06:00 bis 22:00. Der Stromverbrauch innerhalb (und ausserhalb) der Betriebszeiten ist abhängig von den anderen Einflussfaktoren.
- **Stand-by-Betrieb:** Der Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb variiert je nach Anlage und ist auch von der Witterung abhängig (Heizbedarf bei Temperaturen tiefer $5\text{ }^\circ\text{C}$) sowie bei allfälligen Systemupdates.
- **Heizung / Kühlung:** Die LCD-Screens benötigen im Betrieb einen bestimmten Temperaturbereich. Durch den Betrieb entsteht Abwärme, welche mittels Ventilatoren abgeführt werden muss. Bei höherer Leuchtdichte und/oder höherer Umgebungstemperatur

(Sonnenexposition) wird mehr Energie zur Kühlung benötigt. Im Winter müssen die Anlagen zudem geheizt werden.

- **Betriebstemperatur:** Der Stromverbrauch von LCD-Screens hängt von der Betriebstemperatur ab. Neben dem Stromverbrauch für die Kühlung braucht auch der Screen selbst bei höheren Temperaturen tendenziell mehr Strom. Der genaue Zusammenhang von Stromverbrauch und Betriebstemperatur ist unbekannt.

Die beschriebenen Faktoren sind von der Art des Betriebs (Betriebsmodalitäten) abhängig und der Betrieb ist wiederum stark abhängig von der Sonneneinstrahlung (Helligkeit und Wärme) am Standort. Somit ist die Standortwahl für den Stromverbrauch entscheidend.

Die Messdaten machen deutlich, dass die Sonnenexposition und Beschattung einen Einfluss auf den Betrieb und den Stromverbrauch haben. Zum einen ist es die Sonneneinstrahlung, die das Gehäuse direkt aufwärmt. Zum anderen ist es der maximale Kontrast und die hohe Leuchtdichte, die der Bildschirm bei direkter Sonneneinstrahlung leisten muss. Bei Tag sind in der Stadt Zürich max. 1'500 cd/m² zulässig. Bei diesem Betrieb ist der Energieverbrauch deutlich höher als bei 300 cd/m² in der Dämmerung und bei Nacht. Mit einer sorgfältigen Wahl von Standort/Ausrichtung der Anlagen beim Bau kann die Effizienz der Anlagen im Betrieb deutlich gesteigert werden.

4.3 Wirkung und weitere Funktionen

DWA sind aufgrund der technischen Möglichkeiten und ihrer Flexibilität werbetechnisch effizienter als analoge Werbeanlagen, wobei dies bei beiden Werbetypen stark vom Standort abhängt. Insbesondere digitale Werbeanlagen sind, aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten, auf Standorte mit guter Werbewirkung und hohen Personenfrequenzen angewiesen. Allgemein gilt, dass, wie in Kapitel 2.3 besprochen, die Einnahmen pro Energie ca. 40% effizienter sind als Leuchtplakate. Hier wird nicht berücksichtigt, dass in gewissen Fällen durch den Neubau einer DWA, drei analoge Plakatstellen rückgebaut werden (Massnahme gemäss Treeze Studie 2017). Ebenfalls nicht berücksichtigt ist in dieser Berechnung, dass DWA im Schnitt an stärker frequentierten Standorten stehen und somit aufgrund ihres Standorts höhere Werbeeinnahmen pro Werbefläche haben.

Digitale Werbescreens können neben ihrer Funktion als Werbeträger vielfältige Zusatznutzen bringen (z.B. interaktive City-Map, Alarmierungssysteme, WIFI-Hotspot etc). Diesen potenziellen Mehrwert können weder die ursprüngliche funktionelle Einheit, noch die zusätzliche Bezugsgrösse der Werbeeinnahmen pro Fläche abbilden.

5. Massnahmen

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Studie wurden mögliche Ansatzpunkte, deren Verbesserungspotenzial und damit verbundene Handlungsfelder abgeleitet, um den Umweltfussabdruck und den Energieverbrauch der Werbeanlagen auf öffentlichem Grund in der Stadt Zürich in Zukunft weiter zu senken. Tabelle 2 fasst diese übersichtlich zusammen.

Tabelle 2: Übersicht über Ansatzpunkte, deren Potenzial und Handlungsfelder zur Verbesserung des ökologischen Fussabdrucks von Werbeanlagen auf öffentlichem Grund in der Stadt Zürich.

Ansatzpunkt	Relevanz		Handlungsfelder für Verbesserungen
	Umwelt	Energie	
Herstellung	hoch	mittel	<p>Nachhaltigkeitskriterien bei der Beschaffung: Materialreduktion, Recycling-Materialien, kürzere Transportwege und Reparierbarkeit können zu bedeutenden Verbesserungen führen. Von den Anlagenbetreibern könnten beispielsweise Produktökobilanzen und Optimierungsmassnahmen verlangt werden.</p> <p>Nutzungsverlängerung: Der ökologische Fussabdruck und Energieaufwand für Werbeanlagen sind dominiert von der Herstellung. Je länger Anlagen und ihre Bestandteile (Screens, Komponenten, Gehäuse) genutzt werden, desto kleiner ist der langfristige Gesamtaufwand. Hier sollten vor allem die Konzessionsbedingungen überarbeitet werden, dass Anlagen und ihre Einzelteile wie z.B. Screens erst am Ende ihrer Lebensdauer ersetzt werden. Dies ist heute nicht für alle Einzelteile der Fall.</p>
Produktwahl	hoch	hoch	<p>Anlagezahl reduzieren: Der überproportionale Abbau von Leuchtplakaten zu DWA, wie von der letzten Studie empfohlen, hat sich etabliert und wird weiterhin gestützt. Mit der höheren Wirksamkeit von DWA kann die gleiche Werbewirksamkeit und die gleichen Werbeeinnahmen mit insgesamt weniger Anlagen erzielt werden.</p> <p>Energieeffiziente Anlagen bevorzugen: Die Studie zeigt, dass der Energieverbrauch von analogen Anlagen weiterhin deutlich kleiner ist als derjenige von digitalen Screens mit derselben Grösse. Die Relation von Werbeeinnahmen zu Energieverbrauch wird noch nicht genügend gut verstanden.</p>
Betrieb DWA	tief	hoch	<p>Helligkeit reduzieren: Die Helligkeit der Screens (Leuchtdichte) ist entscheidend für den</p>

Energieverbrauch. Wo immer möglich, sollte die Helligkeit im Betrieb reduziert werden.

Energiemonitoring: Der Verbrauch verschiedener Screens sollte gemessen und laufend optimiert werden. Unnötige Energieverbräuche können dadurch vermieden werden.

Standortwahl & Beschattung: Die Sonnenexposition (Helligkeit und Wärme) beeinflusst den Energieverbrauch der DWA. Die Standorte/Ausrichtung sollten so gewählt werden, dass die Werbescreens nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind.

Stand-By-Betrieb: Gewisse Screens weisen über Nacht einen hohen Stand-By-Energieverbrauch auf.

Indirekte Wirkung

indi-
rekt

Indi-
rekt

Werbeinhalte: Die Werbeinhalte haben eine deutlich grössere Wirkung auf den Umweltfussabdruck und Energieverbrauch als die Werbeanlagen selbst. Die Wahl der Inhalte hat somit ein sehr grosses Potenzial zur Reduktion des Umweltfussabdrucks und des Energieverbrauchs der Bevölkerung. Zurzeit existiert keine gesetzliche Grundlage, um Werbeinhalte aufgrund ihrer Umweltwirkung zu beschränken.

Verwendung Werbeeinnahmen: Die Einnahmen aus den Konzessionen der Werbebildschirme können genutzt werden, um Massnahmen im Umwelt- und Klimaschutz oder für Energiesparmassnahmen zu finanzieren.

Kompensation

mittel

hoch

Stromverbrauch: Für den Betrieb der DWA soll nur Öko-Strom verwendet werden. Zudem soll der durch die DWA zusätzlich verbrauchte Strom mit entsprechenden Massnahmen kompensiert werden. Jegliche Kompensation muss stets das Ziel verfolgen, langfristig die Emissionen zu reduzieren.

Umweltbelastung: Die durch die DWA verursachte erhöhte Umweltbelastung soll mit Massnahmen, zumindest teilweise, kompensiert werden. Dazu kann z.B. mit der Förderung von städtischen oder nationalen Umweltprojekten ein Beitrag geleistet werden. Auch hier gilt Reduktion immer als erstes Ziel.

6. Fazit

Wie bereits die Treeze-Studie von 2017, zeigt auch diese Studie, dass DWA, spezifisch LCD-Werbescreens einen höheren Umweltfussabdruck und einen höheren Energieverbrauch haben als vergleichbare analoge Werbeanlagen (F200L). Für andere digitale und analoge Anlagen wurden keine Daten für eine separate Ökobilanz erhoben, es kann jedoch darauf geschlossen werden, dass digitale Werbeanlagen bezogen auf die Werbefläche generell schlechter abschneiden als analoge. Die prognostizierten Verbesserungen in der Umweltperformance und dem Energieverbrauch der Werbescreens von 2017 sind teilweise eingetroffen.

Herstellung als wichtigster Faktor

Bei der Ökobilanz fällt die Herstellung der Screens besonders stark ins Gewicht, weshalb in Zukunft der Hauptfokus für Massnahmen einerseits auf die Langlebigkeit der Anlagen, insbesondere der Screens, und andererseits auf Nachhaltigkeitskriterien in der Vergabe von Konzessionen an Anlagebetreiber gelegt werden sollte. Es ist zu erwarten, dass mit diesen Massnahmen der Fussabdruck in Zukunft weiter gesenkt werden kann.

Optimierungspotenzial im Betrieb

Gleichzeitig besteht Optimierungspotenzial im Betrieb der Screens. Aus den erhobenen Stromverbrauchsdaten wurde ersichtlich, dass gewisse Werbescreens mehr als doppelt so viel Strom verbrauchen als andere. Als Ursache wurden mehrere Faktoren identifiziert:

- Unterschiedliche Leuchtdichte
- Heizung und Kühlung der Anlagen
- Beschattung und Ausrichtung der Anlagen (Sonneneinstrahlung)
- Stand-by-Betrieb

Diese Faktoren sollten weiter untersucht und der Verbrauch dieser Anlagen gesenkt werden. Die Optimierung im Betrieb hängt stark mit der Standortwahl der Screens zusammen (Beschattung und Ausrichtung).

Digitale Technologien in der Werbebranche sind im Vormarsch und werden sich weiterentwickeln und verbreiten. Neue Technologien wie LED-Screens bringen Potenzial für weitere Energieeinsparungen im Betrieb und diese Verbesserungen sollten weiterhin beobachtet und zur Optimierung genutzt werden.

Indirekte Wirkung der Werbung

Neben der Quantität, der Art und dem Betrieb der Werbeanlagen könnten auch die gezeigten Inhalte und die Verwendung der Werbeeinnahmen diskutiert werden. Mit den Werbeinhalten, welche gezeigt werden, wird das Verhalten der Bevölkerung beeinflusst, was potenziell einen deutlich grösseren Effekt hat als die Werbeanlage. Aktuell existiert keine gesetzliche Grundlage für die Beeinflussung der Werbeinhalte aufgrund ökologischer Faktoren und somit handelt es sich hierbei um eine politische Debatte.

Ausblick und Einordnung

Selbst in Anbetracht aller Massnahmen und technologischen Fortschritte werden Digitale Werbeanlagen voraussichtlich auch in Zukunft einen höheren Umweltfussabdruck pro Fläche aufweisen als analoge Anlagen, vor allem aufgrund der intensiven Herstellung der Bestandteile. Dort wo digitale Anlagen eingesetzt werden, sollte deshalb speziell auf die Reduktion des

Umweltfussabdrucks geachtet werden. Hierzu müssen klare Ziele zur Verbesserung der Umweltperformance gesetzt und mit den Anlagebetreibern kommuniziert werden.

Abschliessend gilt es noch, die Relevanz des Umweltfussabdrucks der untersuchten Werbeanlagen korrekt einzuordnen. Diese Anlagen machen nur einen sehr kleinen Teil des Umweltfussabdrucks und des Energieverbrauchs der Infrastruktur der Stadt aus und Veränderungen im Betrieb dieser Anlagen bergen für das Erreichen der Nachhaltigkeitszielen der Stadt relativ wenig Potenzial, befinden sich jedoch stark im Fokus der Wahrnehmung der Bevölkerung.

7. Literatur

- Frischknecht, R., F. Wyss, S. Büsser Knöpfel, T. Lützkendorf, und M. Balouktsi. 2015. *Cumulative energy demand in LCA: the energy harvested approach*. The International Journal of Life Cycle Assessment Vol. 20 (7): 957-969.
- treeze Ltd. 2017. *Vergleichende, vereinfachte Energie- und Treibhausgasbilanz eines LCD-Werbescreens mit einem Plakat-Scroller*. Uster, 19. Juni.

A1 Detaillierte Sachbilanzen

LCD-Werbescreens

Tabelle 3: Auflistung der Komponenten des LCD-Werbescreens inklusive Gewicht und Herkunftsregion. Zudem sind die Transportdistanzen aufgeführt. Für Materialien von Ostasien wurden durchschnittliche Distanzen via Frachtschiff und LKW angenommen. Nur für den 75-Zoll Bildschirm wurden Daten erhoben. Eine Schätzung für eine 55-Zoll Anlage wurde mittels linearer Skalierung des Bildschirms mit einem Faktor von 46.3% (analog für das Gehäuse) vorgenommen (andere Komponenten bleiben gleich).

Komponenten		Menge pro Anlage, 75" Screen	Schätzung pro Anlage, 55" Screen	Herkunftsregion	Transportdistanz
Gehäuse – Aluminium	<i>kg</i>	20.0	9.3	Europa	300 km
Gehäuse – Stahl	<i>kg</i>	52.0	24.1	Europa	300 km
Gehäuse – Glas	<i>kg</i>	56.0	25.9	Europa	415 km
LCD-Bildschirm	<i>kg</i>	27.6	14.8	Ostasien	8000 km Schiff + 1000 km LKW
Leiterplatten (Steuerung)	<i>kg</i>	1.1	1.1	Ostasien	
Router	<i>kg</i>	0.2	0.2	Ostasien	
Netzteil	<i>kg</i>	1.5	1.5	Ostasien	
Ventilator	<i>kg</i>	3.6	3.6	Ostasien	
Kabel	<i>m</i>	60	60	Ostasien	

F200L

Tabelle 4: Auflistung der Komponenten der F200L Werbeanlage inklusive Gewicht und Herkunftsregion. Die Daten wurden aus den Daten zum Plakat-Scroller aus der Treeze-Studie abgeleitet.

Komponenten		Menge pro Anlage	Herkunftsregion
Gehäuse – Aluminium	<i>kg</i>	20.0	Europa
Gehäuse – Glas	<i>kg</i>	56.0	Europa
Alu-Rohr	<i>kg</i>	8.0	Ostasien
Steuerung	<i>kg</i>	1.0	Ostasien
LED-Dioden	<i>kg</i>	2.7	Ostasien
Trafo	<i>kg</i>	3.0	Ostasien
Netzteil	<i>kg</i>	0.7	Ostasien
Kabel	<i>m</i>	4	Ostasien