

MLS - Architekten

Vorprojekt Photovoltaikanlage

BKP 231.51 Photovoltaikanlage

IMWIL Alters- und Spitexzentrum
Fällandenstrasse 22
8600 Dübendorf



Abbildung 1: Alters- und Spitexzentrum Dübendorf - Quelle: <https://imwil.ch/ueber-uns>

Projektverfasser:
MLS-Architekten GmbH
Brüttenerstrasse 1
8315 Lindau

Datum: 22.03.2024

MLS - Architekten

Inhalt

1.	Adressliste.....	3
2.	Einleitung.....	4
3.	Ausgangslage.....	4
4.	Übersicht Areal - Alters- und Spitexzentrum Dübendorf.....	5
5.	Auslegung Photovoltaikanlage.....	6
5.1.	Modullayout.....	6
5.2.	Leistungskennwerte Photovoltaikanlage.....	7
5.3.	Photovoltaikmodule.....	7
5.4.	Unterkonstruktion.....	8
5.5.	Leistungsoptimierer.....	10
5.6.	Wechselrichter.....	10
5.7.	Notstromlösung.....	11
6.	Analyse der Kosten und Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage.....	12
6.1.	Kostenabschätzung und Förderbeiträge.....	12
6.2.	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	13
7.	Empfehlung.....	14
8.	Abbildungsverzeichnis.....	15
9.	Tabellenverzeichnis.....	15

MLS - Architekten

1. Adressliste

Objekt: IMWIL Alters- und Spitexzentrum
Fällandenstrasse 22
8600 Dübendorf

Bauherrschaft: Stadt Dübendorf
Usterstrasse 2
8600 Dübendorf

Alters- und Spitexzentrum: IMWIL Alters- und Spitexzentrum
Fällandenstrasse 22
8600 Dübendorf

Michael Oldani
T: +41 44 802 83 00
michael.oldani@imwil.ch

Bauherrschaftsvertretung: MLS-Architekten GmbH
Brüttenerstrasse 1
8315 Lindau

René Meier
T: +41 52 355 00 05
rm@mls-arch.com

MLS - Architekten

2. Einleitung

Auf den Gebäuden des Alters- und Spitexzentrum in Dübendorf wird die Erweiterung der bestehenden Photovoltaikanlage geprüft. Die neue Photovoltaikanlage soll auf den Gebäuden A, B, C und E installiert werden. In diesem Bericht wird eine mögliche Systemauslegung vorgestellt. Zusätzlich zum Konzept der Photovoltaikanlage werden die zu erwartenden Kosten für die Photovoltaikanlage angegeben. Dieser Bericht soll die Entscheidungsgrundlage für die Bauherrschaft bilden, wie und in welchem Umfang die geplante Photovoltaikanlage projektiert werden soll.

3. Ausgangslage

Auf den Dächern des Alters- und Spitexzentrum sind neue Photovoltaikanlagen geplant. Es handelt sich jeweils um Flachdächer, zwei davon mit extensiver Begrünung und zwei mit Kieseindeckung. Die verschiedenen Gebäude sind aufgrund der unterschiedlichen Gebäudehöhen ausserdem auch als Verschattungsobjekte für die Solaranlage zu betrachten. Das in diesem Bericht vorgestellte Konzept soll hierbei sowohl auf die Dacharten (Kies oder Substrat) als auch auf die Verschattungssituationen abgestimmt werden, um eine möglichst realitätsnahe Photovoltaikanlage simulieren zu können.

Auf den Dächern sind verschiedene Aufbauten vorhanden. Für die Simulation der Photovoltaikanlage sollen die bezüglich Verschattungsverhalten relevanten Aufbauten in der Simulation berücksichtigt werden. Um sämtliche Aufbauten in das PV-Konzept zu integrieren ist eine umfassende Vermessung der Dachflächen notwendig. Dies würde im Zuge der Projektierung durchgeführt werden, um darauf aufbauend die Detailplanunterlagen erstellen zu können.

Im Zuge der Installation der Photovoltaikanlagen ist auf sämtlichen Dachflächen eine permanente Absturzsicherung in Form einer Seilsicherung zu installieren. Auf den Gebäude C, B und E sind neue Seilsicherungen vorzusehen. Auf den Gebäuden A und D sind Seilsicherungen bereits vorhanden. Es ist unerlässlich, dass permanente Absturzsicherungen installiert werden, um die Sicherheit von Dachdeckern, Solarteuren, Spengler und anderen Fachkräften während Wartungs- und Unterhaltsarbeiten zu gewährleisten. Die Bauherrschaft trägt die Verantwortung für die Sicherheit der Arbeiten auf den Dächern und haftet im Falle von Unfällen ebenfalls mit. Es ist zudem erforderlich, dass die Absturzsicherungen jährlich einer Prüfung unterzogen und die Ergebnisse protokolliert werden.

Bei dieser Photovoltaikanlage empfiehlt sich, die Wechselrichter auf den jeweiligen Dachflächen in einem Witterungsschutz zu installieren. Die Wechselrichter würden auf die jeweiligen Unterverteilungen der verschiedenen Gebäude angeschlossen.

Ein Energiespeicher für eine allfällige Notstromlösung würde an einem zentralen Ort, vorzugsweise in der Nähe der Hauptverteilung installiert werden.

Als Betriebsmodell der Photovoltaikanlage kommt das Modell «Eigenverbrauch» zur Anwendung. Es ist noch zu prüfen, wie die bestehende Photovoltaikanlage von Gebäude D in das Gesamtkonzept eingebunden werden kann.

MLS - Architekten

4. Übersicht Areal - Alters- und Spitexzentrum Dübendorf

Das Alters- und Spitexzentrum an der Fällandenstrasse 22 in 8600 Dübendorf erstreckt sich über insgesamt 5 Gebäude. Die Übersicht über die einzelnen Gebäude ist in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich:

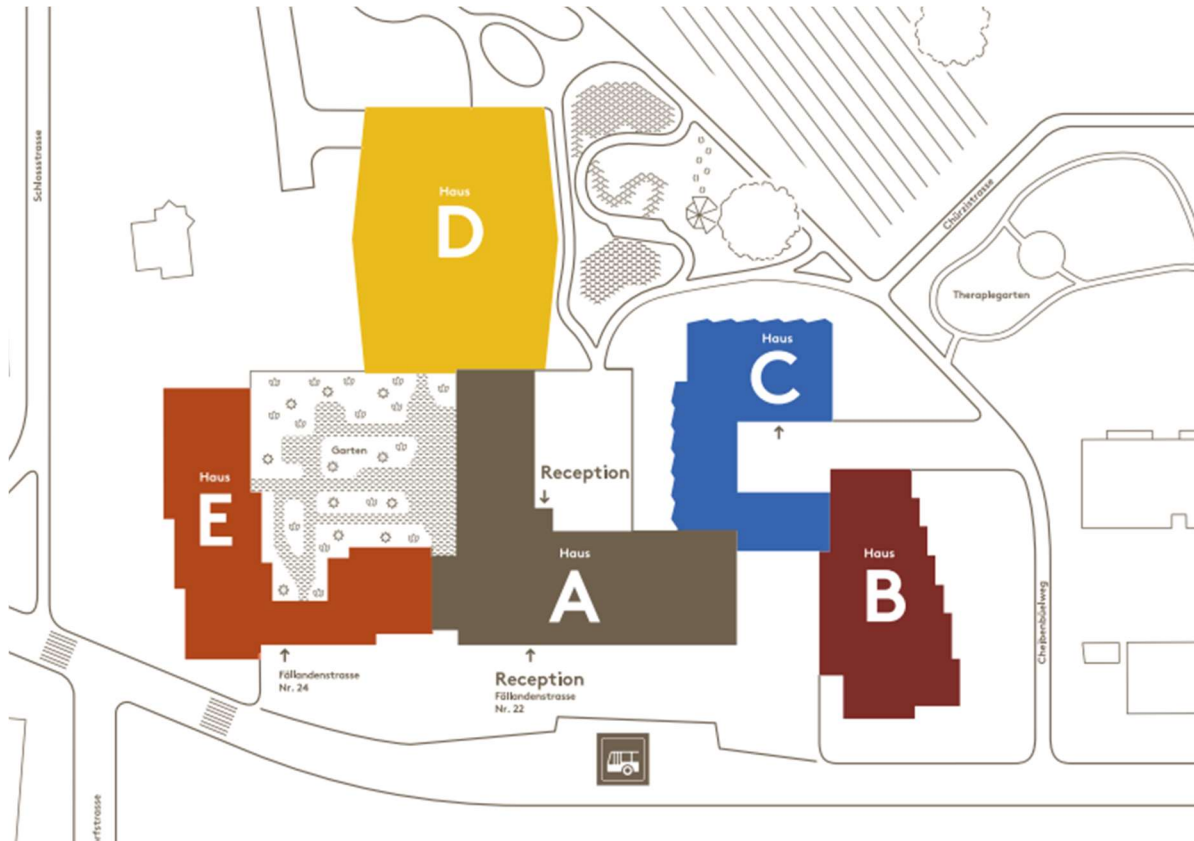


Abbildung 2: Übersicht Alters- und Spitexzentrum Dübendorf - Quelle: https://imwil.ch/files/content/downloads_ueberuns/imwil_haeuser_plan.pdf

Auf dem Gebäude D befindet sich bereits eine bestehende Photovoltaikanlage (Baujahr 2017), diese soll so belassen werden. Es soll hierbei geprüft werden, wie diese Photovoltaikanlage in das neue Gesamtsystem eingebunden werden kann.

Auf den Gebäuden A, B, C und E sind, unabhängig vom jeweiligen Sanierungsstand der Dächer, neue Photovoltaikanlagen geplant. Die Angaben bezüglich geplanten Dachsanierungen wurden vorab bekannt gegeben, entsprechend werden diese in diesem Bericht nicht behandelt. Der generierte Solarstrom soll durch das Alters- und Spitexzentrum direkt vor Ort verbraucht werden.

MLS - Architekten

5. Auslegung Photovoltaikanlage

Die Auslegung der Photovoltaikanlage wurde mit dem Simulationsprogramm PV-Sol premium 2024 (R4) von Valentin Software simuliert. Diese Software ist anerkannt und wird beispielsweise auch für Minergie-Nachweise angewendet.

Die Basis bilden hierbei die Onlinekarten von Google Earth sowie der standortbedingte Meteodatenatz (Meteonorm 8.2) mit dem Horizont.

5.1. Modullayout

Die Photovoltaikanlage wurde mit dem unten abgebildeten Modullayout simuliert:



Abbildung 3: Modullayout Photovoltaikanlage Alters- und Spitexzentrum Dübendorf

Für das Modullayout wurden die Dächer A, B, C und E berücksichtigt. Die bestehende Photovoltaikanlage auf Gebäude D wurde in der Simulation nicht berücksichtigt. Im dargelegten Modullayout wurden die stärker verschatteten Dachflächen nicht mit Modulen belegt, daher sind teilweise grössere Sperrflächen ersichtlich.

Die verwendete Modulordnung zeigt ausserdem eine gute Zugänglichkeit der Dachaufbauten für Wartungs- und Servicearbeiten. Für die permanente Absturzsicherungen sind Platzreserven vorgesehen, diese sind in der Detailplanung durch eine Fachfirma zu planen und umzusetzen. Teilweise ist bereits eine permanente Absturzsicherung vorhanden, ob und wie weit diese weitergenutzt werden kann ist auch durch die Fachfirma zu prüfen und darzulegen.

MLS - Architekten

5.2. Leistungskennwerte Photovoltaikanlage

Die angegebenen Kennwerte basieren hierbei auf der Simulation mit PV-Sol über ein gesamtes Jahr. Im realen Betrieb der Photovoltaikanlage sind Abweichungen im Vergleich zu den simulierten Werten zu erwarten. Gründe für diese Abweichungen können unter anderem folgende sein: Witterung, Verschmutzung Photovoltaikmodule, Moduldegradation, etc.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Kennzahlen aus der Simulation der Photovoltaikanlage auf:

Tabelle 1: Leistungskennwerte Photovoltaikanlage Alters- und Spitexzentrum Dübendorf

Modulanzahl	503Stk.
Installierte Leistung	226.35kWp
AC-Leistung (Wechselrichter)	207.00kVA
Ertragsminderung durch Abschattung	9.7%
Anlagennutzungsgrad (PR)	83.11%
Spezifischer Jahresertrag	951.46kWh/kWp
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	215'520kWh/a
Stromverbrauch des Gebäudes	941'530kWh/a
Eigenverbrauchsanteil Solarstrom	95.6%
Autarkiegrad	21.9%

Die Simulation wurde unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs der Liegenschaft durchgeführt. Als Stromverbrauch wurde eine Lastgangmessung der Liegenschaft durchgeführt. Die Lastgangmessung erstreckt sich hierbei über 12 Monate und kann daher der Stromverbrauch detailliert abbilden.

Der Lastgang kann in das PV-Sol premium 2024 (R4) eingelesen werden und entsprechend für die Simulation genutzt werden. Mit der simulierten Photovoltaikanlage können rund 95.6% des generierten Solarstromes im Gebäude direkt verbraucht werden. Der überschüssige Solarstrom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist und vom Elektrizitätswerk der Stadt Dübendorf (Glattweg AG) rückvergütet.

5.3. Photovoltaikmodule

Die Photovoltaikanlage wurde mit einem Solarmodul von Trina Solar simuliert. Trina Solar ist ein chinesischer Modulhersteller (Tier 1 Modulhersteller) und ist eines der weltweit führenden Unternehmen in der Solarindustrie.

Das eingesetzte Photovoltaikmodul weist den aktuell höchsten Stand der Technik auf und hat eine Modulleistung von 450Wp. Das Solarmodul ist ein Glas-Glas Modul und ist in der Ausführung mit schwarzem Modulrahmen und weisser Rückseitenfolie eingerechnet. Die Module weisen eine Produktgarantie von 25 Jahren auf und eine Leistungsgarantie von 30 Jahren. Dabei garantiert der Modulhersteller, dass die Photovoltaikmodule nach 30 Jahren Betriebsdauer noch mindestens 87.4% der ursprünglichen Modulleistung generieren können.

Aktuell ist ein Antrag beim Schweizer Hagelregister hängig, um diesen Modultyp mit der Hagelwiderstandsklasse 3 (HW3) zu zertifizieren. Der Test wurde bereits durchgeführt und die Hagelwiderstandsklasse 3 wurde erreicht. Das entsprechende Zertifikat wird in Kürze im Hagelregister hinterlegt.

MLS - Architekten

Das untenstehende Bild zeigt ein Beispielbild des eingesetzten Photovoltaikmoduls.

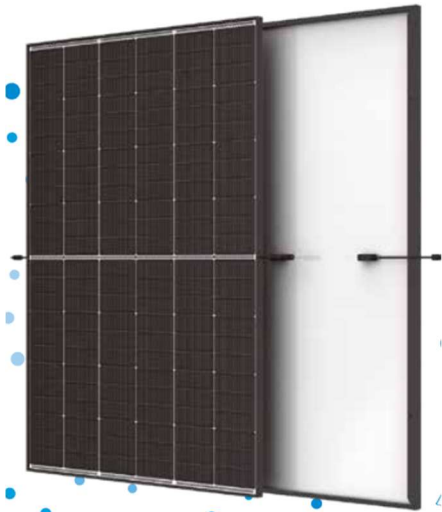


Abbildung 4: Beispielbild Trina Solar Doppelpack 450Wp - Quelle: Datenblatt Trina Solar

Auf Wunsch der Bauherrschaft können auch alternative Produkte eingesetzt werden, welche beispielsweise in den USA (SunPower) oder in Deutschland (Soluxtec, Solarwatt, etc.) hergestellt werden.

5.4. Unterkonstruktion

Die Auswahl der Unterkonstruktion muss entsprechend des jeweiligen Dachtyps differenziert werden. Die Gebäude B und E sind als Kiesdächer ausgeführt, wodurch die Unterkonstruktion in der tiefen Ausführung installiert werden kann. Bei den Gebäuden A und C sind extensiv begrünte Flachdächer ausgeführt, hier sind erhöhte Unterkonstruktionen einzusetzen. Bei extensiv begrünten Flachdächern sind erhöhte Unterkonstruktionen wichtig, um einerseits die Dachwartung (Pflege von extensiv begrünten Flachdächern) zu gewährleisten und andererseits, um zu verhindern, dass die Photovoltaikmodule von Pflanzen überwuchert werden und dadurch erhebliche Ertragsverluste entstehen könnten.

Für die Unterkonstruktion auf dem Gebäude B und E könnte die nachfolgend aufgezeigte Unterkonstruktion eingesetzt werden:



K2 Dome 6 Classic

- Für die Montage von PV-Modulen in Standardgröße und flexible Reihenabstände
- Montage bei vielen Hindernissen für vollständiges Ausnutzen der Dachfläche

Abbildung 5: Detail Unterkonstruktion bekiestes Flachdach - Quelle: Produktbroschüre von K2 Systems GmbH

Das Detail zeigt die Unterkonstruktion «Dome 6 Classic» von K2 Systems für bekieste Flachdächer. Diese Unterkonstruktion wird auf Fundamentsteinen installiert. Die Fundamentsteine bilden die Ballastierung der Photovoltaikanlage und werden auf Bautenschutz-Matten auf dem Flachdach verlegt.

MLS - Architekten

Für die Unterkonstruktion auf dem Gebäude A und C können die nachfolgenden aufgezeigten Unterkonstruktion eingesetzt werden:

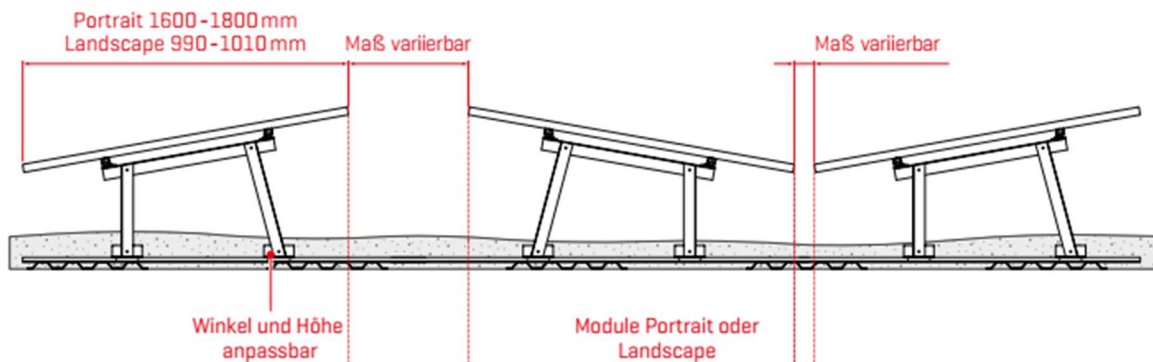


Abbildung 6: Detail Unterkonstruktion extensiv begrüntes Flachdach - Quelle: Datenblatt Gründachstütze von K2 Systems GmbH

Das Detail zeigt die Unterkonstruktion «Gründachstütze Flex» von K2 Systems für extensiv begrünte Flachdächer. Die Unterkonstruktion wird durch das Substrat ballastiert. Um diese Lösung zu gewährleisten, ist es erforderlich, das vorhandene Substrat abzutragen, die Unterkonstruktion zu installieren und anschließend das Substrat wieder aufzubringen.

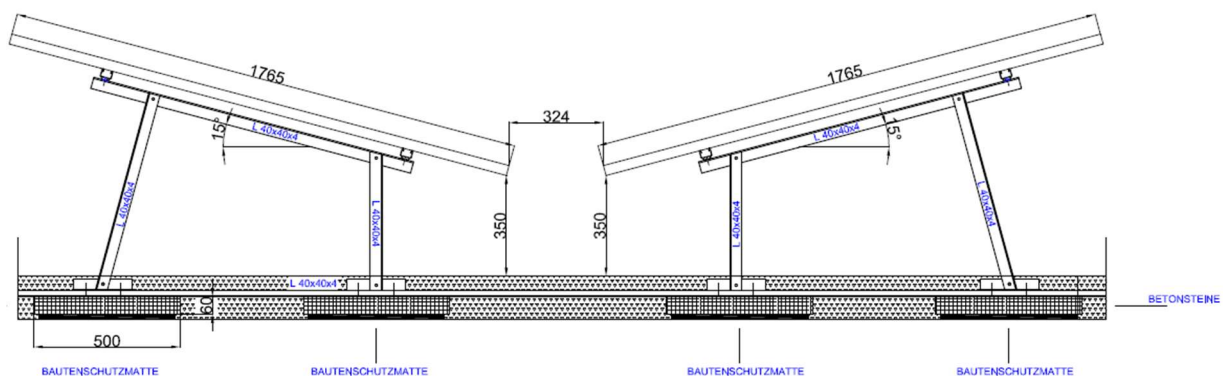


Abbildung 7: Detail...

Das Detail zeigt die Unterkonstruktion «Gründachstütze Flex» von K2 Systems für extensiv begrünte Flachdächer. Die Unterkonstruktion wird mittels Ballaststeinen ballastiert. Um diese Lösung zu gewährleisten, ist es erforderlich, das bestehende Substrat im Bereich der Ballastesteine zu entfernen und die Ballaste dann unter Verwendung eines Bautenschutz-Mattes anzubringen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Ballaststeine direkt auf dem Substrat zu platzieren. Jedoch bedarf es hierbei einer Überprüfung durch einen Fachmann im Bereich Dachdeckerei.

Für beide Unterkonstruktionen ist es sinnvoll, neben den Berechnungen durch den Hersteller (z.B. K2 Systems), auch eine zusätzliche statische Berechnung (für Solaranlage und Dach) durch einen externen Baustatiker durchführen zu lassen.

MLS - Architekten

5.5. Leistungsoptimierer

Da die geplante Photovoltaikanlage durch andere Gebäudeteile oder Aufbauten teilweise verschattet wird, wurden für die Simulation Leistungsoptimierer berücksichtigt. Es ist pro Modul jeweils ein einzelner Leistungsoptimierer eingeplant, das untenstehende Bild zeigt ein Beispielbild des eingeplanten Leistungsoptimierers:



Abbildung 8: Beispielbild Leistungsoptimierer Huawei - Quelle: Datenblatt Huawei

Die Leistungsoptimierer werden direkt hinter dem jeweiligen Photovoltaikmodul installiert. Für die Simulation der Solaranlage wurde das System (Leistungsoptimierer und Wechselrichter) von Huawei berücksichtigt. Es sind auch alternative Hersteller wie beispielsweise SolarEdge möglich. Es wird empfohlen, dass sowohl Leistungsoptimierer als auch Wechselrichter vom gleichen Hersteller stammen. Zusätzlich wird eine herstellerinterne Kompatibilität zwischen dem Wechselrichter und den Leistungsoptimierern vorausgesetzt.

5.6. Wechselrichter

In der Simulation der Photovoltaikanlagen wurden Wechselrichter vom chinesischen Hersteller Huawei eingesetzt. Die gesamte Leistung der eingesetzten Strangwechselrichter beträgt 207 kVA. Das untenstehende Bild zeigt ein Beispielbild des eingesetzten Wechselrichters:



Abbildung 9: Beispielbild Wechselrichter Huawei 30kVA - Quelle: Datenblatt von Huawei

Es bietet sich an, die Wechselrichter direkt auf den jeweiligen Flachdächern zu installieren. Um die Wechselrichter gegenüber Witterungseinflüssen zu schützen, sind entsprechende Witterungsschutz-Gestelle vorzusehen. Da die Dachflächen über einen Blitzschutz verfügen, muss zusätzlich ein DC-Überspannungsschutz Typ 1+2 installiert werden.

MLS - Architekten

5.7. Notstromlösung

Im Zuge des Vorgesprüches wurde auch eine Notstromlösung angesprochen. Für ein bestehender Gebäudekomplex in diesem Umfang, bedarf eine Notstromlösung detaillierte Abklärungen der Situation vor Ort.

Zu einer Notstromlösung im Zusammenhang mit einer Photovoltaikanlage ist ein Energiespeicher notwendig. Es gibt aktuell am Markt Energiespeicher, welche sich für dieses Projekt eignen könnten. Um ein detailliertes Konzept erstellen zu können ist eine Aufnahme der örtlichen Gegebenheiten zusammen mit dem PV-Unternehmer, Elektriker, Brandschutzbehörden und Lieferant Energiespeicher notwendig.

In diesem Bericht wird die Notstromlösung nicht weiter behandelt. Diese Lösung ist auch nicht in den im Kapitel 6.1 aufgeführten Kostenabschätzung und die im Kapitel 6.2 beschriebene Wirtschaftlichkeitsberechnung enthalten.

Das untenstehende Bild zeigt ein Beispielbild eines möglichen Energiespeichersystems:

Kosten ohne Montage und elektrischer Anschluss für 200kWh / 100kVA: CHF 145'000.- exkl. MwSt.



Abbildung 10: AC- gekoppelter Huawei Grossspeicher mit 200kWh Speicherkapazität und Lade/Entladeleistung von 100 kVA.

Kosten ohne Montage und elektrischer Anschluss für 200kWh / 100kVA: CHF 145'000.- exkl. MwSt.

MLS - Architekten

6. Analyse der Kosten und Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage

Die voraussichtlichen Kosten dieser Photovoltaikanlage wurden mit Richtwerten ermittelt. Je nach endgültigem Leistungsumfang der Photovoltaikanlage ist mit Abweichungen der Kostenabschätzung zu rechnen.

6.1. Kostenabschätzung und Förderbeiträge

Für die beschriebene Photovoltaikanlage kann mit dem folgenden Richtpreis gerechnet werden:

Tabelle 2: Kostenschätzung PVA Alters- und Spitexzentrum Dübendorf

Alters- und Spitexzentrum Dübendorf	Investitionskosten
Photovoltaikanlage (gemäss Simulation)	452'000.00.-
Elektrische Installationen (AC)	50'000.00.-
Permanente Absturzsicherung	50'000.00.-

Die angegebenen Preise verstehen sich in CHF und inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer

In der Stadt Dübendorf werden Photovoltaikanlage durch die nationale Förderstelle Pronovo gefördert. Für die beschriebene Photovoltaikanlage kann voraussichtlich mit folgendem Förderbeitrag gerechnet werden:

Tabelle 3: Förderbeitrag PVA Alters- und Spitexzentrum Dübendorf

Anteil Förderbeitrag Pronovo	66'514.35.-
------------------------------	-------------

Einmalvergütungen (kleine und grosse Einmalvergütungen für Photovoltaikanlagen) qualifizieren sich mehrwertsteuerlich als Kostenausgleichszahlung (Art. 18 Abs. 2 Bst. g MWSTG). Deshalb erfolgt die Auszahlung komplett ohne Mehrwertsteuer.

Für die Kostenabschätzung wurden die folgenden Leistungen als bauherrenseitige Leistungen definiert:

- Bauprovisorium (230V)
- Steigzone / Leerrohre für AC-Leitungen zwischen Dach und Technikraum
- Notstromlösung Photovoltaikanlage
- Ladeinfrastruktur für Elektroautos
- Gebäudestatik
- Gutachten Dachzustand
- Allfällige Dachsanierungen
- Allfällige Dachdeckerarbeiten
- Allfällige Spenglerarbeiten
- Allfällige Metallbauarbeiten
- Allfällige Dach- und Gebäudeeintritte
- Allfällige Kernbohrungen, Abdichtungen und Brandabschottungen

MLS - Architekten

6.2. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs und der aktuellen Strom- und Rückliefertarife des Elektrizitätswerkes (Glattwerk AG) kann mit dem PV-Sol Programm auch die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlage simuliert werden.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung basiert hierbei auf den nachfolgenden Grundlagen:

Tabelle 4: Kennwerte für Wirtschaftlichkeitsberechnung

Eckdaten	Werte
Installierte Leistung	226.35 kW _p
Jahresertrag Produktion	215'520kWh/a
Stromverbrauch Liegenschaft	941'530kWh/a
Eigenverbrauchsanteil	95.6%
Autarkiegrad	21.9%
Rückliefertarif (gewichtet)	18.37Rp/kWh
Stromtarif (gewichtet)	19.13Rp/kWh
Nutzungsdauer	25 Jahre
Kapitalzins	2%
* Investitionskosten abzüglich Förderbeitrag	435'485.65
Jährliche Betriebskosten (ca. 4Rp/kWh)	4'700.00.-

Die angegebenen Preise verstehen sich in CHF und inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer

**abzüglich Förderbeitrag und permanente Absturzsicherung*

Laut der Wirtschaftlichkeitsberechnung lässt sich mit den oben genannten Angaben die Photovoltaikanlage in 14.8 Jahren amortisieren.

Die Gesamtkapitalrendite beläuft sich auf 5.82%, während die Stromgestehungskosten bei CHF 0.125 pro kWh liegen.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Photovoltaikanlage mit den Strom- und Rückliefertarifen von 2024 gerechnet. Diese Tarife verhalten sich jedoch sehr volatil und werden üblicherweise jedes Jahr vom Elektrizitätswerk neu berechnet und angegeben. Aus diesem Grund ist die Wirtschaftlichkeitsberechnung als Momentaufnahme zu verstehen und wird sich unter Berücksichtigung der Tarife ab 01. Oktober 2024 wieder verändern.

Eine weitere Ursache für gewisse Abweichungen stellt die Abschätzung des Stromverbrauchs und der entsprechenden Lastgankurven dar, da diese mit Richtwerten berechnet wurden.

7. Empfehlung

Dieser Machbarkeitsbericht stützt sich auf die simulierte Photovoltaikanlage, welche als schlüsselfertiges System berechnet wurde. In Anbetracht der **Amortisationsdauer von etwa 14.8 Jahren** ist eine wirtschaftlich rentable Nutzung der Solaranlage möglich. Im folgenden Schritt erfolgt die Projektierung der Photovoltaikanlage, welche die Erstellung detaillierter Planunterlagen sowie eine Kostenkalkulation mit einer Genauigkeit von etwa +/- 10% beinhaltet.

Die Empfehlung an die Bauherrschaft lautet, die Photovoltaikanlage weiterzuverfolgen und die Projektierung der Solaranlage ausführen zu lassen.

MLS - Architekten

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Alters- und Spitexzentrum Dübendorf - Quelle: https://imwil.ch/ueber-uns	1
Abbildung 2: Übersicht Alters- und Spitexzentrum Dübendorf - Quelle: https://imwil.ch/files/content/downloads_ueberuns/imwil_haeuser_plan.pdf	5
Abbildung 3: Modullayout Photovoltaikanlage Alters- und Spitexzentrum Dübendorf.....	6
Abbildung 4: Beispielbild Trina Solar Doppelglas 450Wp - Quelle: Datenblatt Trina Solar	8
Abbildung 5: Detail Unterkonstruktion bekiestes Flachdach - Quelle: Produktbroschüre von K2 Systems GmbH.....	8
Abbildung 6: Detail Unterkonstruktion extensiv begrüntes Flachdach - Quelle: Datenblatt Gründachstütze von K2 Systems GmbH	9
Abbildung 7: Detail.....	9
Abbildung 8: Beispielbild Leistungsoptimierer Huawei - Quelle: Datenblatt Huawei	10
Abbildung 9: Beispielbild Wechselrichter Huawei 30kVA - Quelle: Datenblatt von Huawei.....	10
Abbildung 10: AC- gekoppelter Huawei Grossspeicher mit 200kWh Speicherkapazität und Lade/Entladeleistung von 100 kVA.....	11

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leistungskennwerte Photovoltaikanlage Alters- und Spitexzentrum Dübendorf	7
Tabelle 2: Kostenschätzung PVA Alters- und Spitexzentrum Dübendorf.....	12
Tabelle 3: Förderbeitrag PVA Alters- und Spitexzentrum Dübendorf.....	12
Tabelle 4: Kennwerte für Wirtschaftlichkeitsberechnung	13