

# Analysen des Fallbeispiels- Floridsdorfer Markt

Andreas Dallinger

Erik Sehnal

<http://www.nikko-pv.at/>

## 1.1 Allgemeines

An drei Standorten der Projektpartner wurden Photovoltaikanlagen als Fallbeispiele detailliert geplant und kalkuliert. Während die architektonische Planung von der Universität für Bodenkultur durchgeführt wurde, lieferte Nikko-PV gemeinsam mit dem AIT die Detailplanung und wirtschaftlichen Kalkulationen sowie die Simulationsberichte.

Die Simulationsberichte berücksichtigen neben den Anlagendaten wie Komponenten, Verschaltung, Verkabelung auch die Verschattung durch umliegende Gebäude, sowie die Einstrahlung am geografisch korrekten Standort.

Da es sich hier um eine technische Beschreibung der Fallbeispiele handelt, werden branchenübliche Fachbegriffe verwendet. Eine Auflistung und Erklärung ist in der „Photovoltaik-Fibel“ des Klima- und Energiefonds zu finden (Klima- und Energiefonds, 2016, Reininger et.al).

Bei der Wechselrichterauslegung größerer Anlagen gibt es im Allgemeinen drei Konzepte:

- Zentralwechselrichter: Hier werden wenige, leistungsstarke Wechselrichter eingesetzt, und die Gleichstromleitungen der Module damit an einem Punkt zusammengefasst. Vorteil dieser Methode ist ein simpler Aufbau und eine einfache Wartung. Nachteilig wirken sich die langen Gleichstrom-Kabelwege aus, die zu großen Kabelverlusten führen. Außerdem steht bei einem Ausfall des Wechselrichters die gesamte Anlage still.
- Modulwechselrichter: Dabei handelt es sich um Mini-Wechselrichter die direkt bei den Modulen installiert werden. Vorteil: Es gibt keine DC-Verkabelung, was zu geringeren Verlusten führt. Außerdem wird im Fehlerfall jedes Modul direkt abgeschaltet und es bleibt keine Spannung an Verbindungsleitungen stehen. Dadurch ist für Wartungsteams, Einsatzkräfte oder Passanten die maximale Sicherheit gegeben. Nachteil ist ein komplexer Anlagenaufbau mit elektronischen Komponenten die über das Feld verteilt sind. Außerdem sind die Anlagen teurer im Vergleich zu einem Zentralwechselrichterkonzept.
- Strangwechselrichter: Bei diesem Konzept handelt es sich um eine Mischung der beiden vorgehenden Konzepte. Es werden mehrere Module auf einen Wechselrichter verschalten. Dadurch ergeben sich Vorteile aus beiden anderen Konzepten: die Gleichstromleitungen werden in einer akzeptablen Länge gehalten, die Anlage lässt sich in Teilen abschalten und auch eine gewisse Risikostreuung bei Wechselrichterausfällen ist gegeben.

Die vorliegenden Beispiele wurden mit Strangwechselrichtern geplant.

## 1.2 Fallbeispiel Floridsdorfer Markt

### 1.2.1 Eckdaten & Anlagenbeschreibung

Die Photovoltaik-Anlage am Floridsdorfer Markt wird auf einer Überdachung des freien Marktbereiches geplant. Es kommen semitransparente Module zum Einsatz, die teilweise direkte Einstrahlung auf die darunterliegende Marktfläche erlauben. Die Module werden maßgefertigt.

Die Überdachung besteht aus zwei abgesetzten Teilen, die auf jeweils extra verschalten werden. Die 4 Wechselrichter werden gesammelt in Einhausungen unter der Überdachung errichtet.

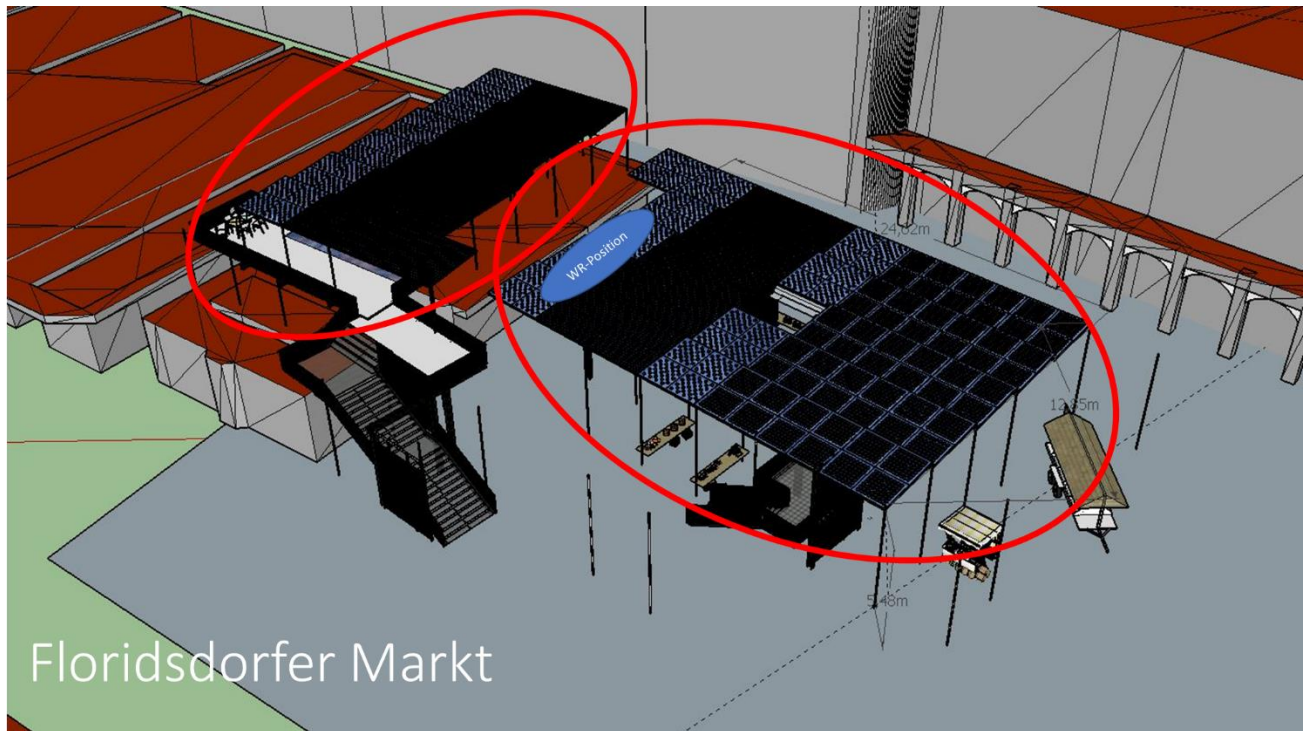


Abbildung 1: Übersicht Floridsdorfer Markt

Die Überdachung ermöglicht eine vielfältige Nutzung der darunterliegenden Marktfläche. So kann beispielsweise hier der wöchentliche Bauernmarkt stattfinden und es können Gastgärten eingerichtet werden. Die nachfolgenden Grafiken zeigen die Überdachung im Detail.

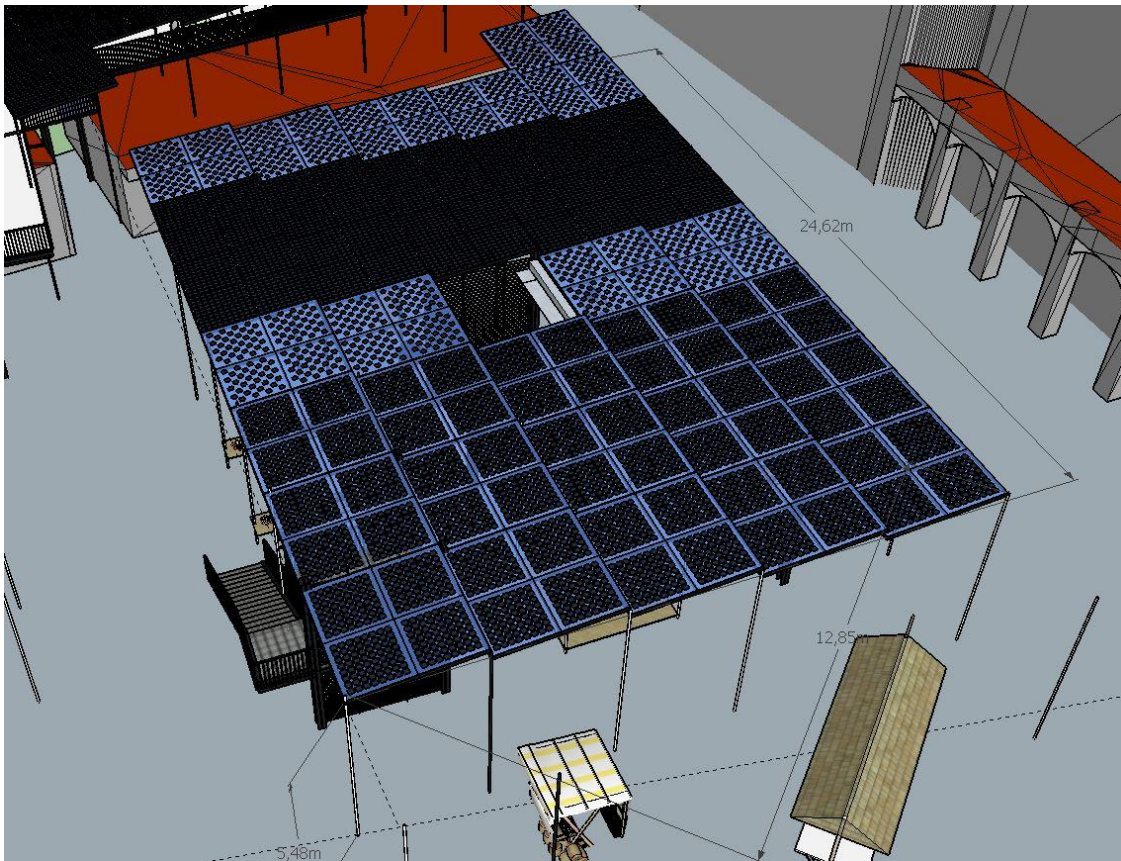


Abbildung 2: Ansicht Floridsdorfer Markt – Überdachung Groß

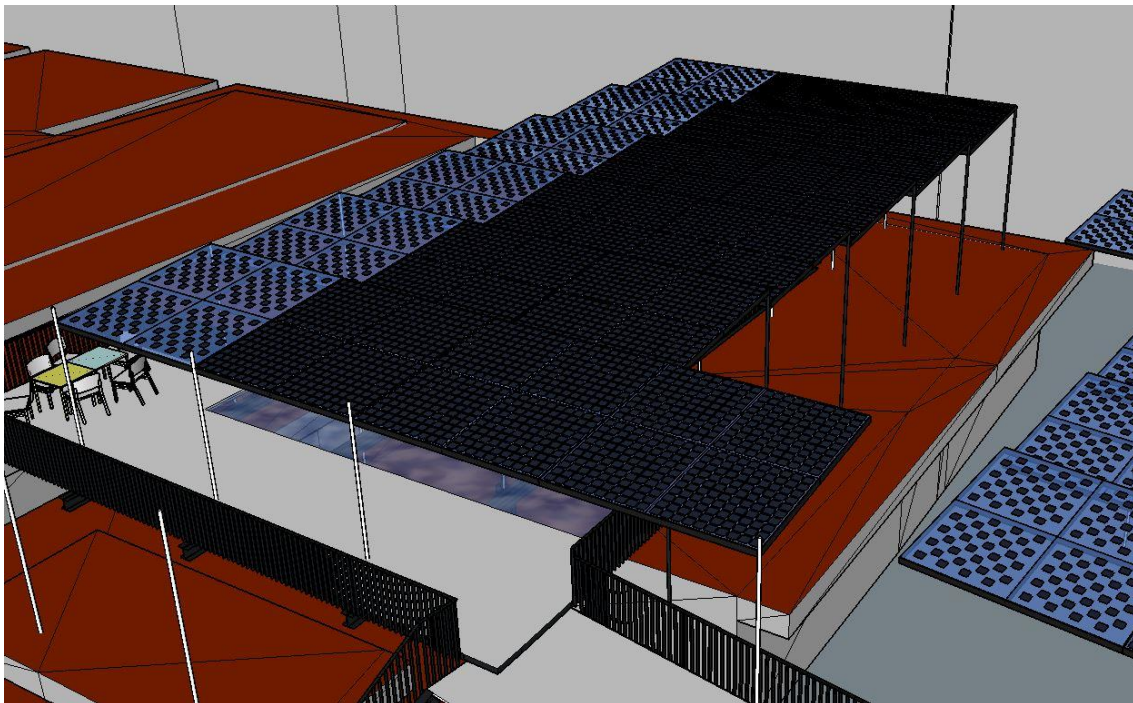


Abbildung 3: Ansicht Floridsdorfer Markt - Überdachung Klein



Abbildung 4: Ansicht Floridsdorfer Markt - Einrichtung

Nach Kalkulation und technischer Auslegung wurde eine Ertragssimulation der Anlage mittels der Software PV-Sol durchgeführt. Da es sich bei den geplanten Modulen um Sonderanfertigungen handelt, wurde die Simulation mit technologiegleichen Modulen durchgeführt.

Die technischen Eckdaten und Berechnungsergebnisse zeigt die folgende Tabelle.

Anlagenstandort	A-1210 Floridsdorfer Markt
Anlagenart	Netzgekoppelte Photovoltaikanlage
Betriebsart	Überschusseinspeisung (Eigenversorgung)
AC-Anschlussleistung	50 kW
PV-Generatorleistung	60,4 kW <sub>peak</sub>
Erwartete Jahresproduktion	Ca. 60520 kWh/a
Spezifischer Jahresertrag	1002 kWh/kW <sub>p</sub>
Anlagennutzungsgrad	80,8%

## 1.2.2 Technische Anlagendetails

Im Anschluss werden die technischen Details der eingesetzten Komponenten beschrieben.

### 1.2.2.1 Solarmodule

Bei den eingesetzten PV-Modulen handelt es sich um Sonderanfertigungen, die genauen Moduldaten werden im Zuge der Fertigung fixiert. Die angegebenen Kennwerte sind daher als vorläufig zu betrachten, sicherheitsrelevante Angaben beschreiben Mindestanforderungen.

Monokristalline Silizium Solarzellen - rahmenlos  
 Fabrikat: ERTEX 400W / 256W / 128W  
 Geprüft nach IEC 61215, IEC 61730 (TÜV Rheinland)  
 Leistungstoleranz: max. 0 bis +4,99 W  
 Vorderseite: TVG-Glas  
 Rückseite: TVG-Glas  
 Zulassung als Überkopfverglasung  
 Schutzklasse II, 1000V  
 Max. zulässige Flächenbelastung: 5.400 Pa

### 1.2.2.2 Befestigung der Module

Die Module werden mittels Alu-Schienen und Klemmensystem an der Stahlkonstruktion befestigt.

### 1.2.2.3 Wechselrichter – Details

#### **2 Stk. FRONIUS SYMO 15.0-3M**

Wechselrichter für Netzeinspeisung auf 3 Phasen.

Max. Eingangsspannung DC: 1000 V

MPP-Spannungsbereich: 200-800 V

AC-Leistung: 15 kW, dreiphasig

Max. Ausgangsstrom: 21,7 A

Ausgangsspannung: 400 V / 230 V

Max. Wirkungsgrad: 98,1 %

Euro Wirkungsgrad: 97,8 %

Frequenz: 50 Hz

Schutzart: IP66

Gewicht: 43,4 kg

Umgebungstemperaturbereich: -40°C bis +60°C

#### **2 Stk. FRONIUS SYMO 20.0-3M**

Wechselrichter für Netzeinspeisung auf 3 Phasen.

Max. Eingangsspannung DC: 1000 V

MPP-Spannungsbereich: 200-800 V

AC-Leistung: 20 kW, dreiphasig

Max. Ausgangsstrom: 28,9 A

Ausgangsspannung: 400 V / 230 V

Max. Wirkungsgrad: 98,1 %

Euro Wirkungsgrad: 97,9 %

Frequenz: 50 Hz

Schutzart: IP66

Gewicht: 43,4 kg

Umgebungstemperaturbereich: -40°C bis +60°C

### 1.2.2.4 Elektrische Schutzeinrichtungen

Die Anlage wird gemäß den geltenden Normen und Sicherheitsvorschriften errichtet. Dazu werden folgende Maßnahmen getroffen:

Durch die Anbringung der Wechselrichter im Außenbereich gibt es keine Gleichstromleitungen innerhalb von Gebäuden.

Automatische Netztrennung bei Abschaltung des Stromnetzes gemäß ÖVE/ÖN E 8001-4-712. Die Netztrennung ist im Wechselrichter integriert und wird zusätzlich extern ausgeführt.

Allstromsensitive Fehlerstromüberwachung auf DC- und AC-Seite (im Wechselrichter integriert)

Erdschlussüberwachung (im Wechselrichter integriert)

DC-Trennschalter zur Trennung von Wechselrichter und Photovoltaikmodulen (im Wechselrichter integriert)

Überspannungsableiter Typ I / II auf DC-Seite (ÖVE/ÖN E 8001-4-712)

Installation einer Funktionserdung und dadurch einer leitenden Verbindung aller metallischen Teile der Anlage.

Leitungsschutzschalter zur Absicherung der AC-Leitung

Errichtung und Inbetriebnahme der PV-Anlage inklusive aller benötigten Schutzeinrichtungen gemäß ÖVE/ÖN E 8001-4-712.

### 1.2.2.5 Verkabelung

Die Kabeldimensionierung erfolgt AC und DC seitig auf jeweils unter 1% Kabelverluste bei Nennleistung. Daraus ergeben sich folgende Querschnitte:

Abschnitt	Querschnitt
DC-Kabel	6mm <sup>2</sup> Kupfer
AC-Kabel von WR zu Sammelpunkt	25mm <sup>2</sup> Kupfer

Für die Verkabelung der Module werden Solarkabel eingesetzt die über eine doppelte Isolierung verfügen und UV beständig sind. Die Kabel zwischen Wechselrichter und Anschlusspunkt werden in Kabelgräben geführt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Aufstellung der Kosten der Anlage.

### 1.2.3 Kosten und Erträge

			Modulleistung [W]	Stück [-]	Stückpreis [EUR/Stk.]	spez. Preis [EUR/kWp]	Gesamtpreis [EUR]
	<b>Überdachung klein</b>						
1	Modul	Ertex Überkopf 400W	400	52		3.212,50	66.820,00
	Modul	Ertex Überkopf 128W	128	24			9.868,80
	Modulmontage inkl. MS			76			2.470,00
2	Überdachungskonstruktion			1			50.000,00
	Bodenanbindung	inkl. Fundamentierung		1			572,00
	<b>GESAMT</b>						<b>129.730,80</b>
	<b>Überdachung groß</b>						
1	Modul	Ertex Überkopf 400W	400	40		3.212,50	51.400,00
2	Modul	Ertex Überkopf 256W	256	60			49.344,00
3	Modul	Ertex Überkopf 128W	128	40			16.448,00
	MS-Modul			140			4.550,00
2	Überdachungskonstruktion			1			70.000,00
	Bodenanbindung	inkl. Fundamentierung		1			4.400,00
	<b>GESAMT</b>						<b>196.142,00</b>
3	Solarkabel inkl. PV-Stecker und Leerverrohrung			500	1,59		793,99
	Hauptleitungen 25mm <sup>2</sup>			100			372,00
4	DC Überspannungsschutz Typ I+II, 16 <sup>2</sup>			8			595,40
	Generatoranschlusskasten		Anzahl der Stränge:	8			395,20
5	Wechselrichter	Fronius Symo 15.0-3 M		2	2.366,21		4.732,42
		Fronius Symo 20.0-3 M		2	2.638,27		5.276,54
6	AC Komponenten zum Anschluss des Wechselrichters im Verteiler						5.980,00
	WR-Gebäude und Übergabestation			2			8.000,00
7	Genehmigungsplanung, Ausschreibung, Bauaufsicht, Abnahme						3.000,00
	Baustellensicherung, Kran, Logistik, Lagersicherung						14.000,00
8	Montage und Inbetriebnahme Module UK						oben inkl.
	Verkabelung, WR, AC-Anschluss						4.800,00
	Künetten, Erdung						2.500,00
	<b>GESAMT Sonstiges</b>						<b>50.445,55</b>
	<b>Photovoltaikanlage - Netto</b>						<b>376.318,35</b>
	<b>spezifischer Preis EUR/kWp</b>						<b>6.235,39</b>



Auf Basis der Kostentabelle wurden die jährlichen Erträge der Anlage berechnet. Da sich die Anlage in Wien befindet wurde die derzeit gültige Photovoltaikförderung der Stadt Wien eingeplant. Dabei handelt es sich um eine einmalige Investitionsförderung: Für die ersten 5 kWp werden 275€/kWp ausgezahlt, darüber 400€/kWp.

Die Anlage wird als Überschusseinspeisung ausgeführt und die Energie an die Standbetreiber geliefert. Der finanzielle Ertrag hängt also davon ab wie viele Marktstände sich an die Anlage anschließen und wie hoch der daraus resultierende Eigenverbrauch ist.

Zur Kalkulation wurde ein Tarif von 11 Cent/kWh gewählt, ein Mischtarif aus eingespeister Energie (ca. 5-7Cent/kWh) und eingespartem Strombezug (ca. 18 Cent/kWh).

Förderung Wien 2017:

Investitionszuschuss: 23.535 €

Tarif: 11 Cent/kWh

Überschusseinspeisung

Finanzieller Gesamtertrag nach 20 Jahren: 121.225 €

CO<sub>2</sub>-Einsparung nach 20 Jahren: 661 t

