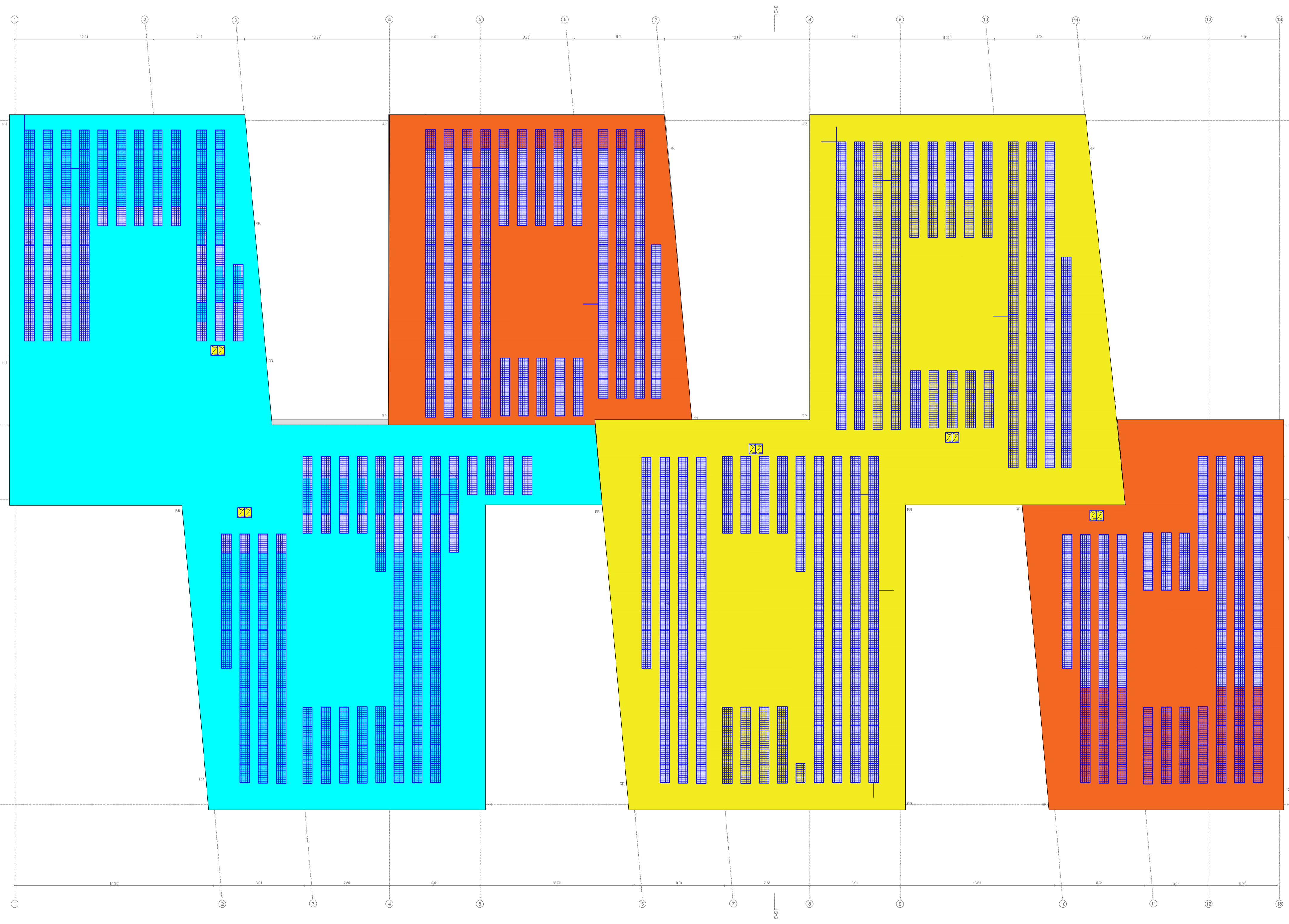
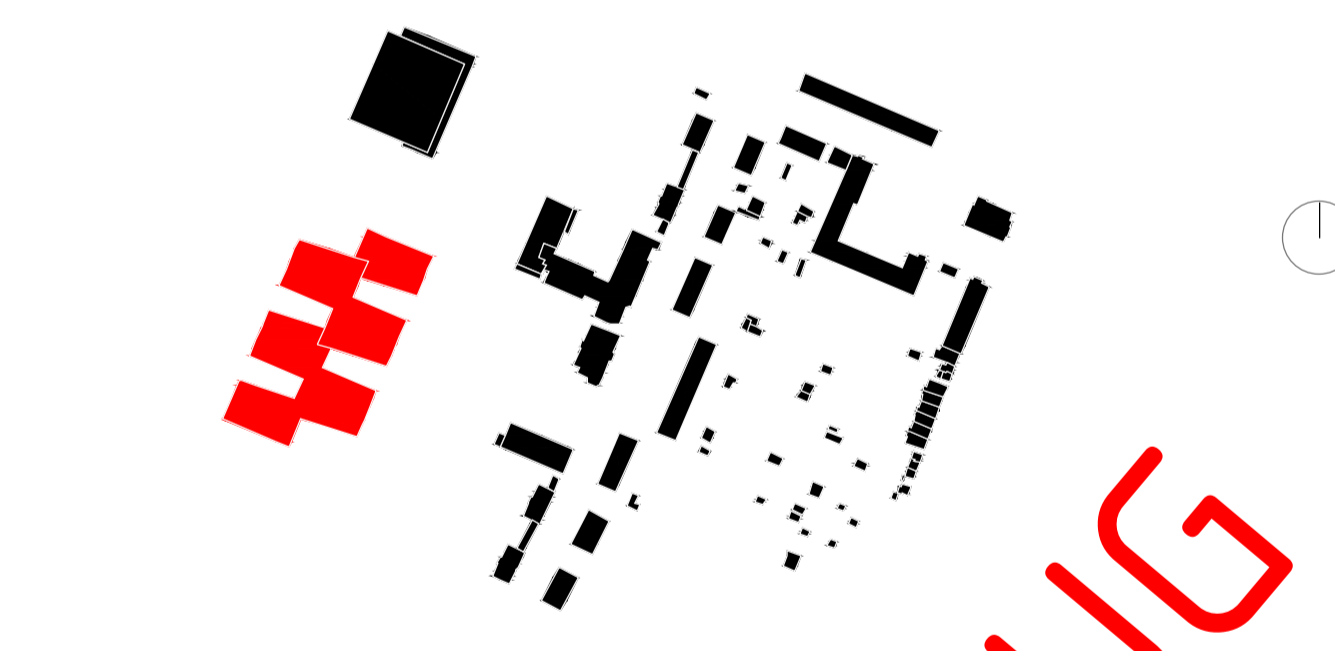


Legende Dachflächen	
	Variante 1: Dach 1.OG
	Variante 2: Dach 1.OG + Mensa und 1.Klassenzug
	Variante 3: Komplett



DATUM	GEZ.	VERMERKE / ÄNDERUNGSHINWEISE

OBERSCHULCAMPUS ALTLANDSBERG
Neubau Schulzentrum Elstal 2. Modul
 Schulstraße 16
 14641 Wustermark



BAUHERR
GEMEINDE WUSTERMARK
 Hoppenrader Allee 1
 14641 Wustermark
 T: +49 332 34 73 - 220
 F: +49 332 34 73 - 298
 www.wustermark.de

ARCHITEKT
NUMRICH ALBRECHT KLUM
 Gesellschaft von Architekten mbH
 Stromstraße 3
 10555 Berlin
 T: 030 / 616 79 92 - 0
 F: 030 / 616 79 92 - 30
 www.nak-architekten.de
 info@nak-architekten.de

PLANVERFASSER
B4-PLAN
 Ingenieurbüro
 Albrechtstraße 94
 12110 Berlin
 T: 030 / 616 75 28 - 0
 F: 030 / 616 76 92 - 30
 www.b4-plan.de

PLANUNGSPHASE
Entwurfsplanung

PLANINHALT
Elektrotechnische Anlagen
Dachaufsicht - PV-Anlagenübersicht Varianten

FREIGABE	GEZ.	FORMAT	MASZSTAB
Datum		A1	1:200
Unterschrift	DATUM		ZEICHNUNGSNUMMER
	17.06.2021		
Dateiname			EP-ST-FM-GR_DA

KONZEPT FÜR PV-ANLAGEN

Schulzentrum Elstal
Schulstr. 16
14641 Wustermark

Erstellt:
B4-PLAN Ingenieurgesellschaft mbH • Alboinstr. 82-94 • 12103 Berlin

Von:
Dipl. Ing. C. Köppen
B.Eng. Emir Coscun

Stand:
21.07.2021

Inhalt

1.	ZIELE	3
2.	PV-ANLAGEN KONZEPT	4
<hr/>		
2.1	ALLGEMEIN	4
2.2	MODELL S	4
2.3	MODELL M	6
2.4	MODELL L	8
2.5	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNG	10
3.	PV-SPEICHER	11
<hr/>		
3.1	ALLGEMEIN	11
3.2	VARIANTE I	11
3.3	VARIANTE II	12
3.4	ZIELUMSETZUNG	13
3.5	ANGEWENDET AUF DIE PV-ANLAGE MODUL S	14
3.5.1	ALLGEMEIN	14
3.5.2	AMORTISATION MIT MODUL S	16
3.6	ANGEWENDET AUF DIE PV-ANLAGE MODUL M	17
3.6.1	ALLGEMEIN	17
3.6.2	AMORTISATION MIT MODUL M	19
3.7	ANGEWENDET AUF DIE PV-ANLAGE MODUL L	20
3.7.1	ALLGEMEIN	20
3.7.2	AMORTISATION MIT MODUL L	22
3.8	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNG	23
4.	ANLAGEN	23
<hr/>		
4.1	ÜBERSICHT DACHFLÄCHEN	23
4.2	DATENBLATT PV-SPEICHERMODUL	23

1. Ziele

Für das Schulzentrum Elstal soll ein energetisch optimierter Betrieb mit Nutzung von Sonnenenergie ermöglicht werden. Es gibt 2 Bestandsgebäude (Schule und Sporthalle), welche bereits jeweils über eine PV-Anlage verfügen. Der Neubau soll ebenfalls mit einer neuen PV-Anlage errichtet werden.

Die Schule und die Sporthalle sind zurzeit nicht elektrotechnisch mit einander verbunden. Jedes Gebäude besitzt einen eigenen Hausanschluss. Die Sporthalle hat jedoch einen solch großen Hausanschluss bekommen, dass dort auch mehrere Gebäude aufgeschaltet werden können. Hier wird der Neubau aufgeschaltet.

Das hier beschriebene Konzept ist in zwei Teile gesplittet. Der erste Bereich umfasst die Betrachtung des Neubaus mit PV-Modulen, die in drei Varianten berechnet wurden. Dies geschah im Wesentlichen auf Basis der aktuellen Pläne des Neubaus und der damit einhergehende zur Verfügung stehenden Dachfläche. Im Rahmen der Planungsbesprechungen wurden drei Teilbereiche erkoren, die mit PV-Modulen ausgestattet werden können. Die entsprechenden Abstandsflächen (auch in Hinblick auf den Gründachbereich) sowie die Ausrichtung wurde berücksichtigt.

Der zweite Teil betrachtet die Energiespeicherung. Der Betreiber hat hiermit die Möglichkeit, überschüssige Energie, die nicht sofort verbraucht werden kann, zwischenzuspeichern und beispielsweise in der Nacht für die Außenbeleuchtung einzusetzen.

Die Aufgabenstellung war definiert mit möglichst viel PV-Modulen, eine einheitliche Gesamtbetrachtung aller Gebäude sowie möglichst wenig Energie durch den EVU zu beziehen.

2. PV-Anlagen Konzept

2.1 Allgemein

Das PV-Anlagenkonzept sieht vor, dass der Neubau in drei Bereiche aufgeteilt wird:

- Dach über dem 1.OG (Modell S)
- Dach über dem 1. OG sowie oberhalb der Mensa und 1. Klassenstufe (Modell M)
- Gesamte zur Verfügung stehende Dachfläche des Neubaus (Modell L)

Diese drei Varianten wurden untersucht hin auf die maximal mögliche Anzahl an PV-Modulen sowie den Aufstellort der Wechselrichter, unter Berücksichtigung der Oberlichter, Dachaufbauten und Wartungsflächen sowie den Vorgaben des Gründachs, welches sich oberhalb des EGs befindet. Anschließend wurde der mögliche Energieertrag sowie die Auswirkungen auf den Verbrauch des Gebäudes sowie der Liegenschaft untersucht. Im Folgenden wird auf die drei Varianten eingegangen.

2.2 Modell S

In der Folgenden Variante wird die Dachfläche vom 1. OG benutzt. Die Aufstellfläche für die Module beträgt ca. 551 m² zusammengesetzt aus 331 PV-Modulen. Anhand der Anzahl der PV-Module wird eine Modulleistung von 106 kWp erreicht.

Übersichtstabelle

	Variante 1	Einheit
Orientierung	S	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	11%	
Modulanzahl	331	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche zur Verfügung	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	106	kWp
Modulfläche	551	m²

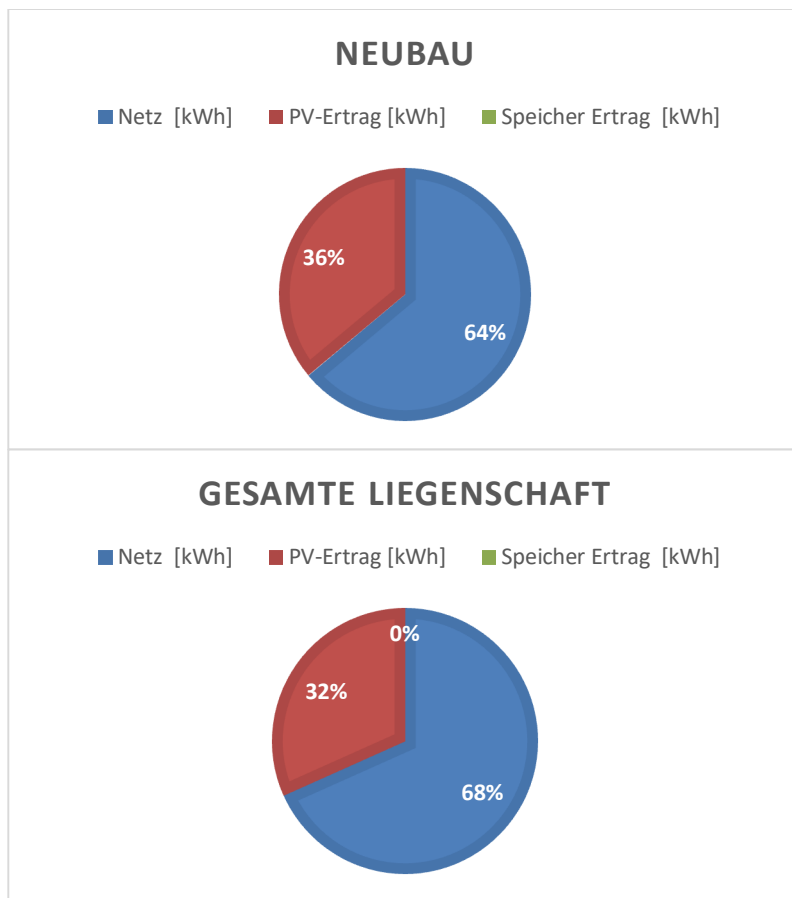
Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 181.123 € geschätzt.

Kostenschätzung

	ct/Wp	
PV-Module	94	99.565 €
Aufständerung	18	19.066 €
Wechselrichter	15	15.888 €
DC-Verkabelung	9	9.533 €
AC-Verkabelung	7	7.414 €
PV-Speicher	0	0 €
Verteiler	17	18.006 €
Installation	11	11.651 €
Investitionskosten	186	181.123 €
Betriebskosten (25 Jahre)	31,86	33.587 €

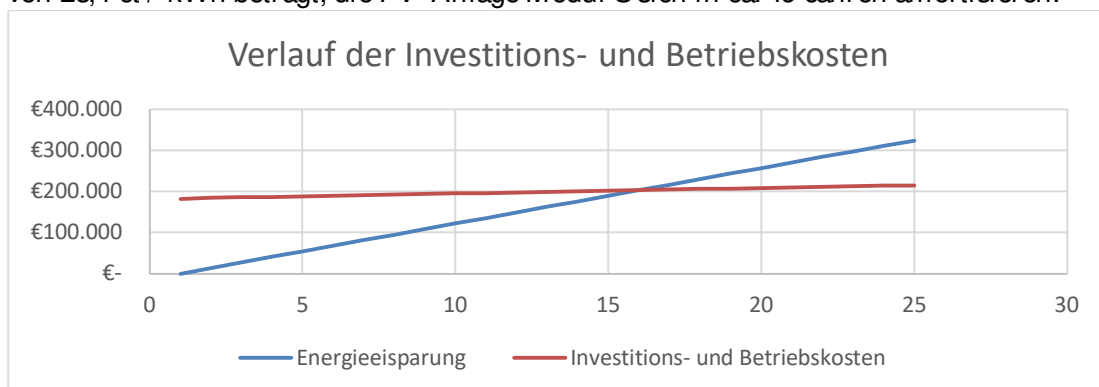
Mit der Angenommen Nennleistung der PV-Anlagen ist es möglich ca. 36,08 % des Verbrauches des Neubaus abzudecken. Bezieht man den Verbrauch und den Ertrag aus den Bestandsgebäuden mit ein, ist es in der Summe möglich ca. 31,69 % des Verbrauches der gesamten Liegenschaft abzudecken. Hinweis: die Verbrauchsangaben sind geschätzt.

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV [%]
Stromverbrauch Neubau	160	102273,6	57726,4	36,08%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891	22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782	26,82%
	266,3	181900,6	84399,4	31,69%



Amortisation

Bei den oben genannten erzeugten PV-Ertrag würde bei der Annahme, dass eine kWh-Ersparnis von 23,4 ct / kWh beträgt, die PV- Anlage Modul S sich in ca. 16 Jahren amortisieren.



2.3 Modell M

In der Folgenden Variante wird die Dachfläche vom 1. OG, der Mensa und des 1. Klassenzugs benutzt. Die Aufstellfläche für die Module beträgt ca. 981 m² zusammengesetzt aus 590 PV-Modulen. Anhand der Anzahl der PV-Module wird eine Modulleistung von 189 kWp erreicht.

Übersicht

	Variante 2	Einheit
Orientierung	M	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	20%	
Modulanzahl	590	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche zur Verfügung	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	189	kWp
Modulfläche	981	m2

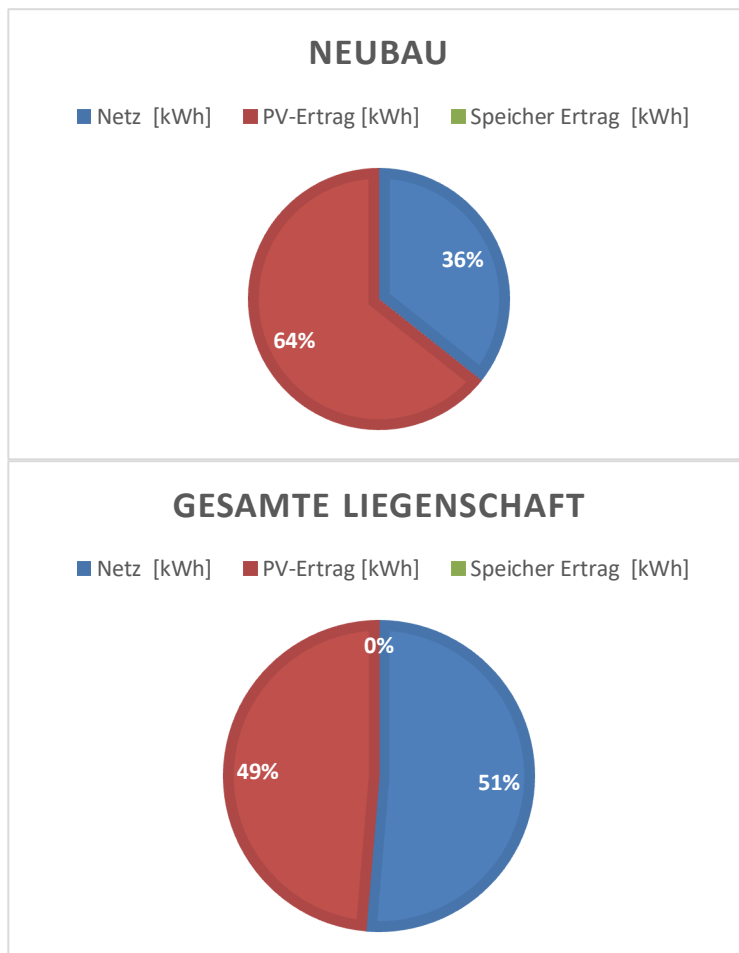
Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 322.848 € geschätzt.

Kostenschätzung

	ct/Wp	
PV-Module	94	177.472 €
Aufständerung	18	33.984 €
Wechselrichter	15	28.320 €
DC-Verkabelung	9	16.992 €
AC-Verkabelung	7	13.216 €
PV-Speicher	0	0 €
Verteiler	17	32.096 €
Installation	11	20.768 €
Investitionskosten	186	322.848 €
Betriebskosten (25 Jahre)	31,86	59.868 €

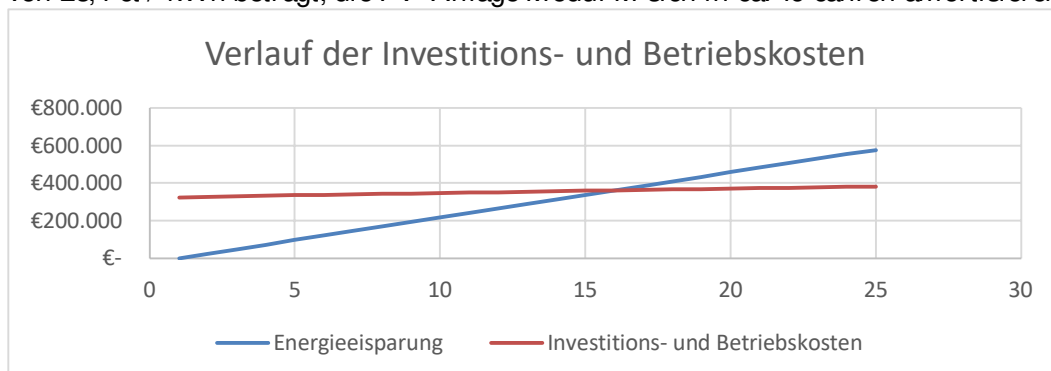
Mit der Angenommen Nennleistung der PV-Anlagen ist es möglich ca. 64,31 % des Verbrauches des Neubaus abzudecken. Bezieht man den Ertrag aus den Bestandsgebäuden mit ist es in der Summe möglich ca. 48,66 % des Verbrauches der Gesamten Gebäuden abzudecken.

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV [%]
Stromverbrauch Neubau	160	57104	102896	64,31%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891	22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782	26,82%
	266,3	136731	129569	48,66%



Amortisation

Bei den oben genannten erzeugten PV-Ertrag würde bei der Annahme, dass eine kWh-Ersparnis von 23,4 ct / kWh beträgt, die PV- Anlage Modul M sich in ca. 16 Jahren amortisieren.



2.4 Modell L

In der folgenden Variante wird die Dachfläche des Gesamten Gebäudes genutzt. Die Aufstellfläche für die Module beträgt ca. 1465m² zusammengesetzt aus 881 PV-Modulen. Anhand der Anzahl der PV-Module wird eine Modulleistung von 282 kWp erreicht. Die PV-Anlage des Neubaus belegt mit Wartungswegen ca. 29% die vorhandenen Dachflächen.

Übersicht

	Variante 3	Einheit
Orientierung	L	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	29%	
Modulanzahl	881	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	282	kWp
Modulfläche	1465	m2

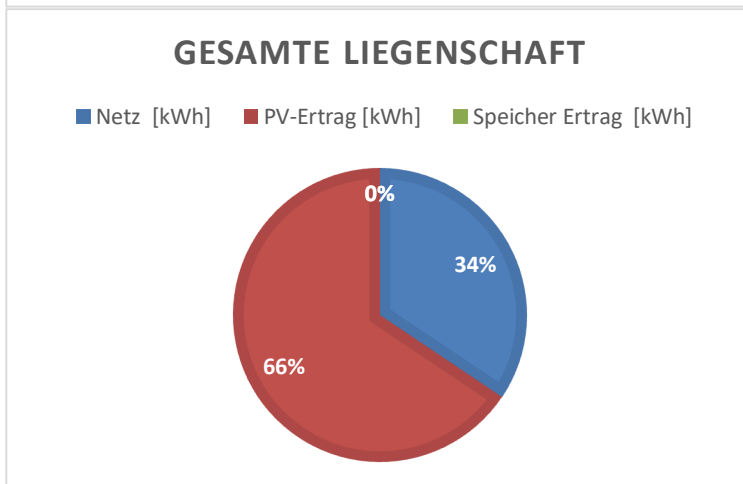
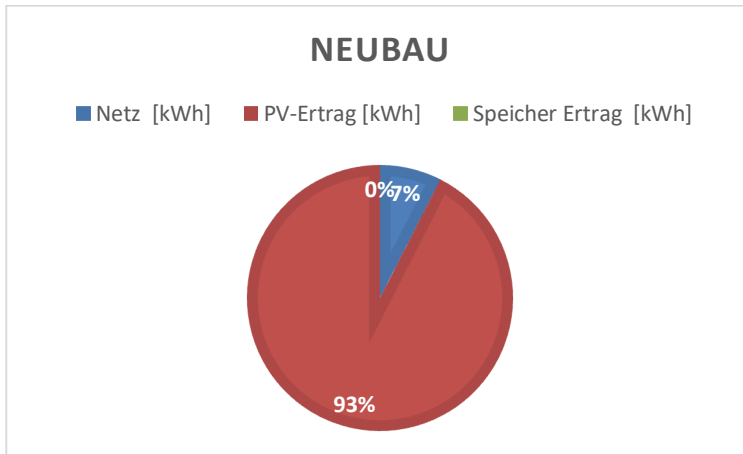
Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 482.083€ geschätzt.

Kostenschätzung

	ct/Wp	
PV-Module	94	265.005 €
Aufständerung	18	50.746 €
Wechselrichter	15	42.288 €
DC-Verkabelung	9	25.373 €
AC-Verkabelung	7	19.734 €
PV-Speicher	0	0 €
Verteiler	17	47.926 €
Installation	11	31.011 €
Investitionskosten	186	482.083 €
Betriebskosten (25 Jahre)	31,86	89.397 €

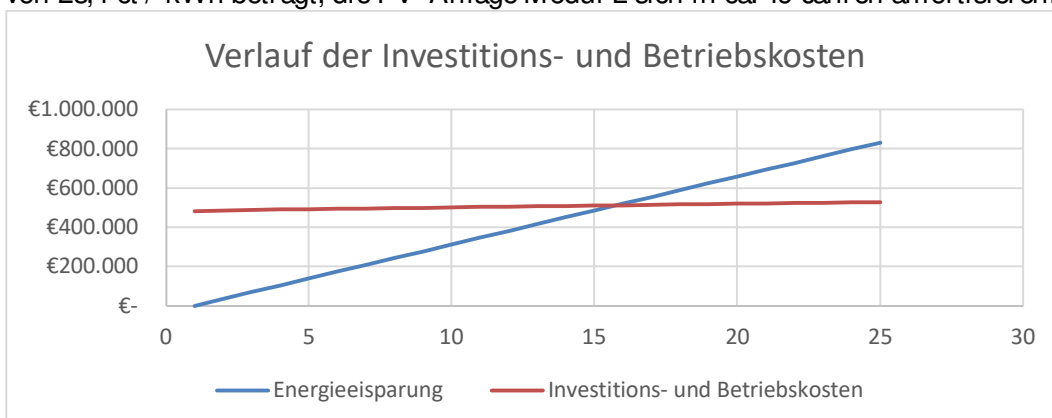
Mit der Angenommen Nennleistung der Pv-Anlagen ist es möglich ca. 92,51% des Verbrauches des Neubaus abzudecken. Bezieht man den Ertrag aus den Bestandsgebäuden mit ist es in der Summe möglich ca. 65,6 % des Verbrauches der Gesamten Gebäuden abzudecken.

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV [%]
Stromverbrauch Neubau	160	11992	148008	92,51%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891	22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782	26,82%
	266,3	91619	174681	65,60%



Amortisation

Bei den oben genannten erzeugten PV-Ertrag würde bei der Annahme, dass eine kWh-Ersparnis von 23,4 ct / kWh beträgt, die PV- Anlage Modul L sich in ca. 16 Jahren amortisieren.



2.5 Zusammenfassung und Empfehlung

Die hier dargestellten drei Varianten (S, M und L) beinhalten die Ausstattung des Schulneubaus mit PV-Anlagen unterschiedlicher Dimensionierung. Je mehr Fläche genutzt wird, desto nachhaltiger kann der zukünftige Gebäudebetrieb durchgeführt werden. Der Energieverbrauch über einen Zeitraum von ein Jahr kann bei der Anlagendimensionierung Variante L so wahrscheinlich zu 66% gedeckt werden.

In den Sommermonaten wird die erzeugte Energie sogar so hoch sein, dass im laufenden Betrieb eine Versorgung der Sporthalle sowie eine Einspeisung in das öffentliche Netz erfolgen kann. In den Wintermonaten hingegen wird der Ertrag nicht so hoch sein, dass die Energieversorgung über die PV-Anlage vollständig gedeckt werden kann. In Summe hingegen können ca. 66% des Energieverbrauchs des Neubaus gedeckt werden. Die Kosten für die Variante L belaufen sich auf ca. 482.000 € brutto. Die Amortisation wäre – unabhängig vom Modell – jeweils bei ca. 16 Jahre.

3. PV-Speicher

3.1 Allgemein

Wir haben 2 Varianten untersucht. Variante I beinhaltet die Ausstattung jedes Gebäudes (Neubau, Bestandsgebäude und Sporthalle) mit jeweils einen eigenen Energiespeicher. Variante II beinhaltet die Ausstattung der Sporthalle oder dem Neubau mit Energiespeicher an zentraler Stelle. Wir haben auch unterschiedliche Größen betrachtet.

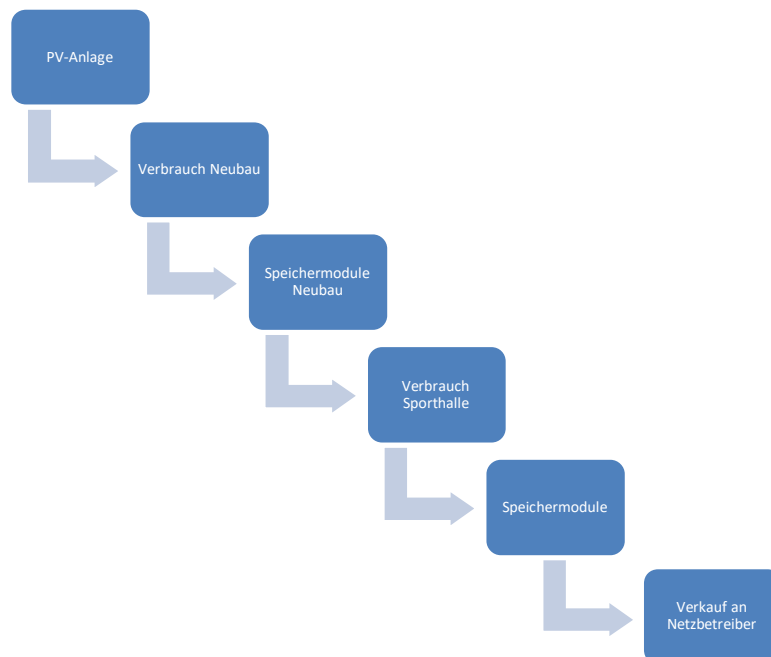
3.2 Variante I

In der Variante I werden alle PV-Anlagen mit einem eignen Speicher ausgestattet.

Die Allgemein Versorgung (AV) erfolgt über die Sporthalle und die PV-Versorgung erfolgt dezentral an jedem Gebäude Separat.

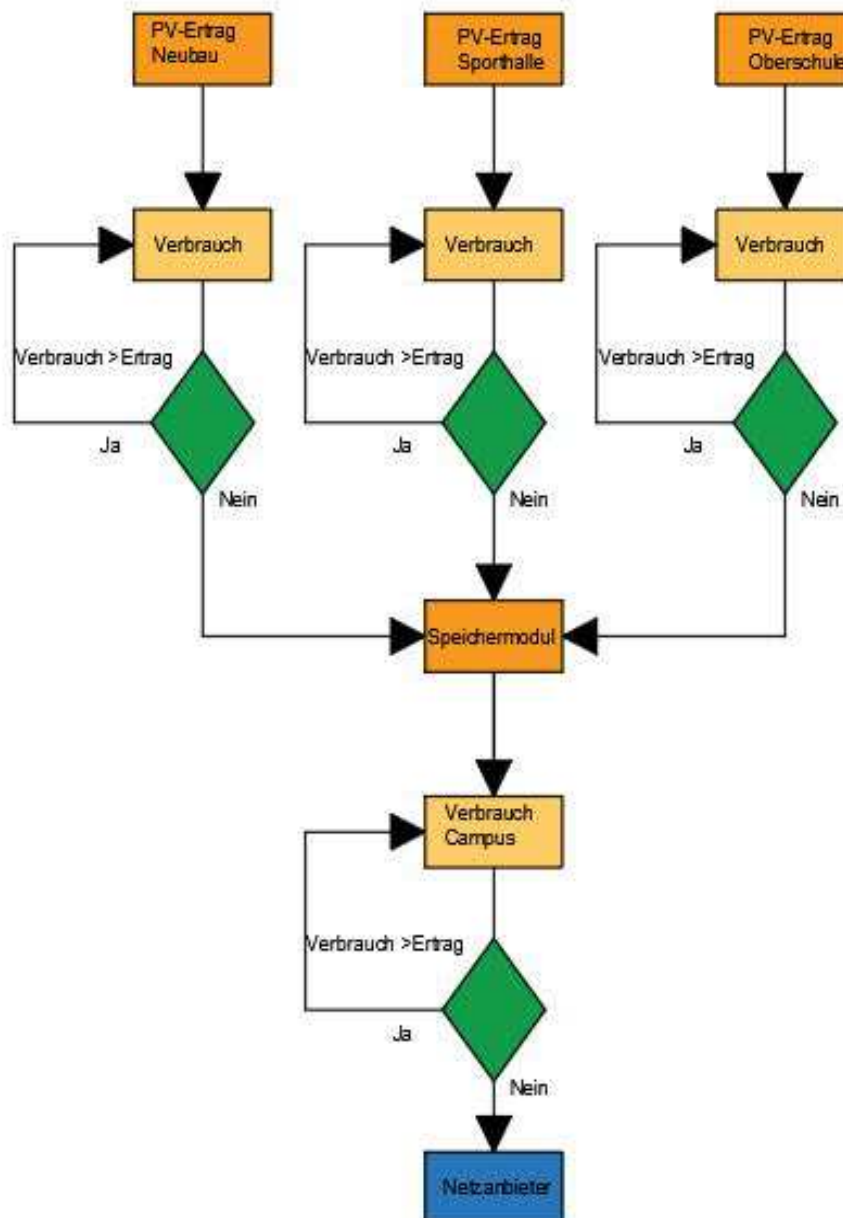
Ist der Verbrauch höher als der Ertrag aus der PV-Anlage wird über die AV aus der Sporthalle die Versorgung aufrechterhalten.

Ist der Verbrauch niedriger als der Ertrag aus der PV-Anlage werden die dezentralen Speichermodule geladen. Falls die Speicher bereits voll aufgeladen sind, wird die ungenutzte Energie genutzt und um die dezentralen Speichermodule in der Sporthalle zu laden. Falls diese auch Ihre volle Kapazität erreicht haben, wird als letzter Schritt der Ertrag ins Netz des Energieversorgers gespeist.



3.3 Variante II

Die Variante II wird mit Zentralen Speichermodulen in der Sporthalle oder dem Neubau realisiert. Das Zentrale Speichermodul wird entsprechend allen PV-Anlagen auf dem Campus ausgelegt. Die AV- Versorgung erfolgt über die Hauptverteilung in der Sporthalle. Die Energie aus den PV-Anlagen wird im ersten Schritt von jedem Gebäude für sich selbst genutzt. Ist der Verbrauch niedriger als der Ertrag aus der PV-Anlage wird diese über das vorhandene AV-Netz zu Aufladung der Zentralen Speichermodule in der Sporthalle genutzt. Im Falle eines voll Aufgeladenen Speichers wird der restliche Ertrag in das Versorgungsnetz des Energiebetreibers zurückgespeist.



3.4 Zielumsetzung

Mit dem zusätzlichen Bau von PV-Speichern kann die durch die PV-Anlage erzeugte Energie auch zwischengespeichert werden. Dies ermöglicht beispielsweise die Versorgung der Gebäude auch bei schlechten Wetter oder in der Nacht (z.B. Lüftungsgeräte im Nachtbetrieb oder Außenbeleuchtung).

Wir haben drei verschiedene Größen von PV-Speichern berechnet. Dies beinhaltet jeweils einen 42HE-Reckschrank mit jeweils 20x 2HE hohen Batteriezellen, welche eine Gesamtleistung von 48kWh haben. Dies wäre:

- 1x Schrank: 48 kWh
- 2x Schränke: 96 kWh
- 3x Schränke: 144 kWh

Diese Schränke können aufgeteilt werden in allen drei Gebäuden (Variante I) oder zentral an einer Stelle (Variante II) platziert werden. Bei der Auslegung hat sich jedoch gezeigt, dass anhand der Verbräuche innerhalb der Gebäude während des Winterbetriebs keine Speicherung von Energie erfolgt. Im Sommerbetrieb würde nur im Bereich des Neubaus ausreichend Energie erzeugt werden können, um überschüssige Energie in die Speicher zu laden. Je mehr Dachfläche mit PV-Modulen bestückt würde, desto wahrscheinlicher ist es dass der Speicher regelmäßig beladen werden kann und viele Ladezyklen erreicht werden. Da der Neubau die Installation von PV-Modulen in ausreichender Anzahl am besten ermöglicht, ist es sinnvoll, die Variante II vorzusehen.

Bei der Untersuchung hat sich jedoch gezeigt, dass die Energiespeicher in den Sommermonaten zwar voll geladen werden können, jedoch nicht genügend Abnehmer für 2-3 Batterieschränke vorhanden sein werden. In den Sommermonaten würde zwar die Nachtabkühlung und etwas Außenbeleuchtung vorhanden sein, jedoch würden die Energiespeicher während eines Tages voll geladen und könnten nicht die gesamte Energie abgeben, sodass am Folgetag die überschüssige Energie in das Netz eingespeist werden würde.

3.5 Angewendet auf die PV-Anlage Modul S

3.5.1 Allgemein

Bei der empfohlenen PV-Anlagenkonfiguration Model S würden sich die Werte wie folgt ändern:

Übersicht (wie auf Seite 4)

	Variante 1	Einheit
Orientierung	S	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	11%	
Modulanzahl	331	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche zur Verfügung	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	106	kWp
Modulfläche	551	m2

Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Für die PV-Speicher wurde ein Schrank vorgesehen. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 223.411 € geschätzt.

Kostenschätzung (nun mit PV-Speicher)

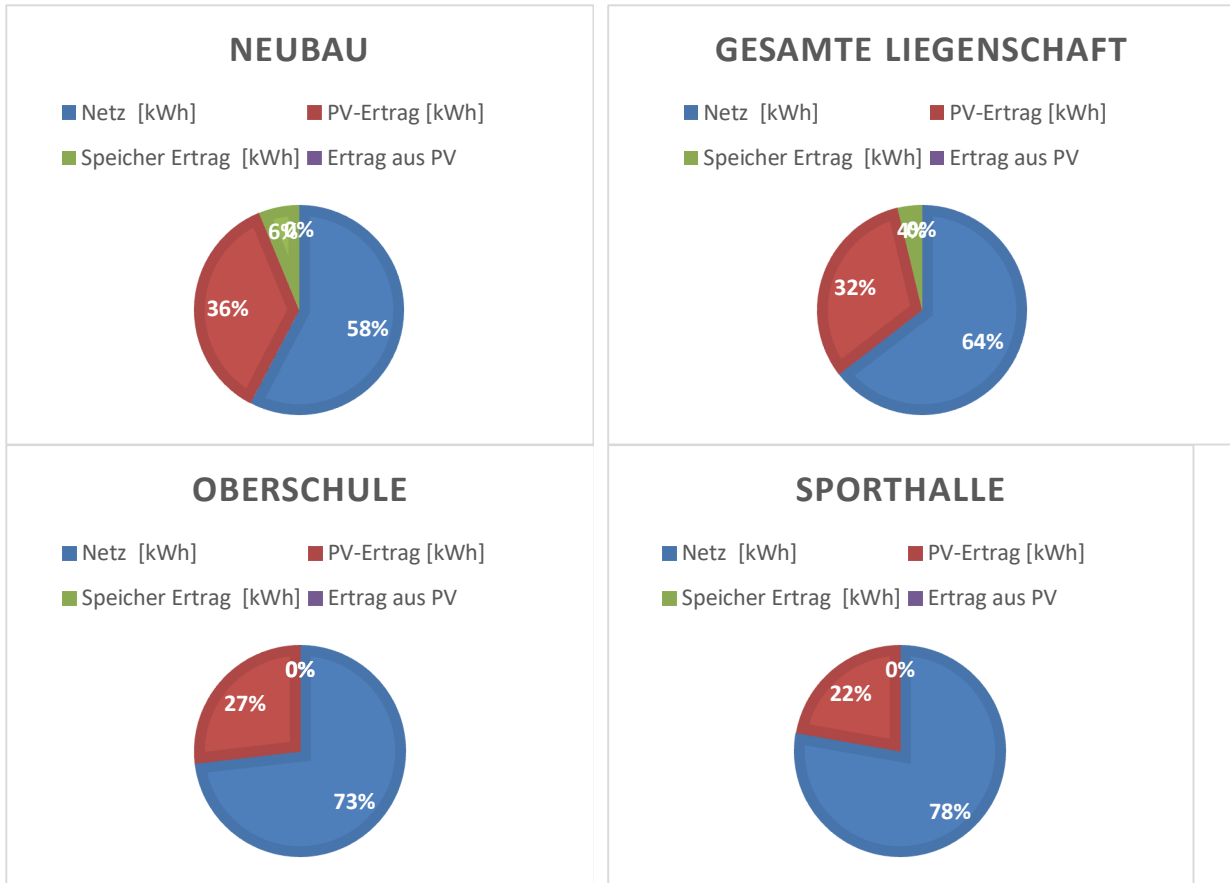
ct/Wp

PV-Module	94	99.565 €
Aufständerung	18	19.066 €
Wechselrichter	15	15.888 €
DC-Verkabelung	9	9.533 €
AC-Verkabelung	7	7.414 €
PV-Speicher	45	42.288 €
Verteiler	17	18.006 €
Installation	11	11.651 €
Investitionskosten	216	223.411 €
Betriebskosten (25 Jahre)	32,16	33.587 €

Bei der Nutzung eines Speicherschrankes ändern sich die Energiebilanz aus kombinierte Model S und Variante II wie folgt:

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Speicher Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV
Stromverbrauch Neubau	160	92273,6	57726,4	10000	42,33%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891		22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782	0	26,82%
	266,3	171900,6	84399,4	10000	35,45%

Unter Berücksichtigung der geschätzten Leistungsbilanz werden ca. 42,33% des Neubau-Verbrauchs über die PV-Anlage sowie über den Speicher gedeckt. Schaltet man die PV-Anlagen Zentral kann bei dem jetzigen Ertrag und den zukünftigen Ertrag ca. 35,45% des Verbrauches gedeckt werden. Durch den Speicher erreicht man somit eine Verbesserung von ca. 4% bezogen auf den Gesamtverbrauch.



Betrachtet man Variante I (also mehrere Speicher in allen Gebäuden) oder mehrere Schränke an zentraler Stelle (Variante II nur mit 2 oder 3 Schränken) würde sich keine nennenswerte Änderung ergeben. Daher ist die Empfehlung, nur einen Batterieschrank an zentraler Stelle zu platzieren.

3.5.2 Amortisation mit Modul S

Die Amortisationsberechnung setzt sich aus den Investition-, Betrieb- und Wartungskosten zusammen.

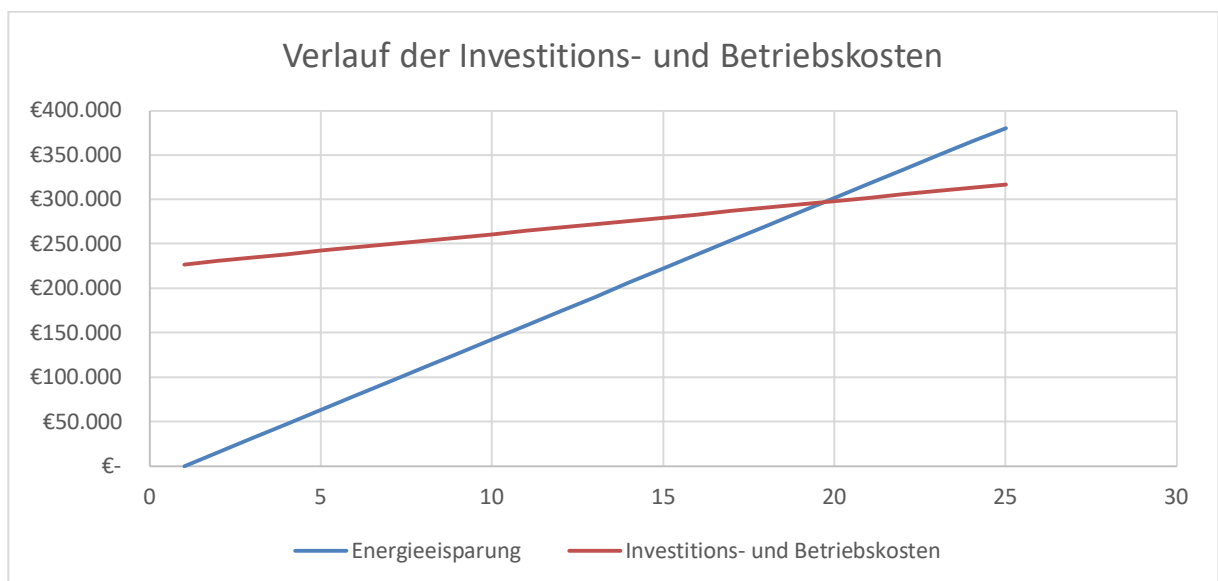
**Kostenschätzung Neuer-
richtung (von Seite 14)**

		ct/Wp	
PV-Module		94	265.005 €
Aufständerung		18	50.746 €
Wechselrichter		15	42.288 €
DC-Verkabelung		9	25.373 €
AC-Verkabelung		7	19.734 €
PV-Speicher		45	42.288 €
Verteiler		17	47.926 €
Installation		11	31.011 €
Investitionskosten		216	223.411 €

Betriebskosten

PV-Module		94	996 €
Aufständerung		18	191 €
Wechselrichter		15	31.935 €
PV-Speicher		45	59.580 €
DC-Verkabelung		9	95 €
AC-Verkabelung		7	74 €
Verteiler		17	180 €
Installation		11	117 €
Investitionskosten		216	93.167 €
Betriebskosten (25 Jahre)		88,41	93.644 €

Hinweis zu den Betriebskosten: Aufgrund der mit zunehmenden Alter abnehmenden Batterieleistung muss ca. alle 10 Jahre ein Austausch der Zellen erfolgen. Die Wechselrichter, welche auf dem Dach installiert werden, müssen alle 20 Jahre erneuert werden. Dies wurde in der oben beschriebenen Kostendarstellung berücksichtigt.



Die Amortisation der PV-Anlage und eines Speichers liegt bei ungefähr 19 Jahre.

3.6 Angewendet auf die PV-Anlage Modul M

3.6.1 Allgemein

Bei der empfohlenen PV-Anlagenkonfiguration Model M würden sich die Werte wie folgt ändern:

Übersicht (wie auf Seite 6)

	Variante 2	Einheit
Orientierung	M	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	20%	
Modulanzahl	590	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche zur Verfügung	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	189	kWp
Modulfläche	981	m2

Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Für die PV-Speicher wurde ein Schrank vorgesehen. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 365.136 € geschätzt.

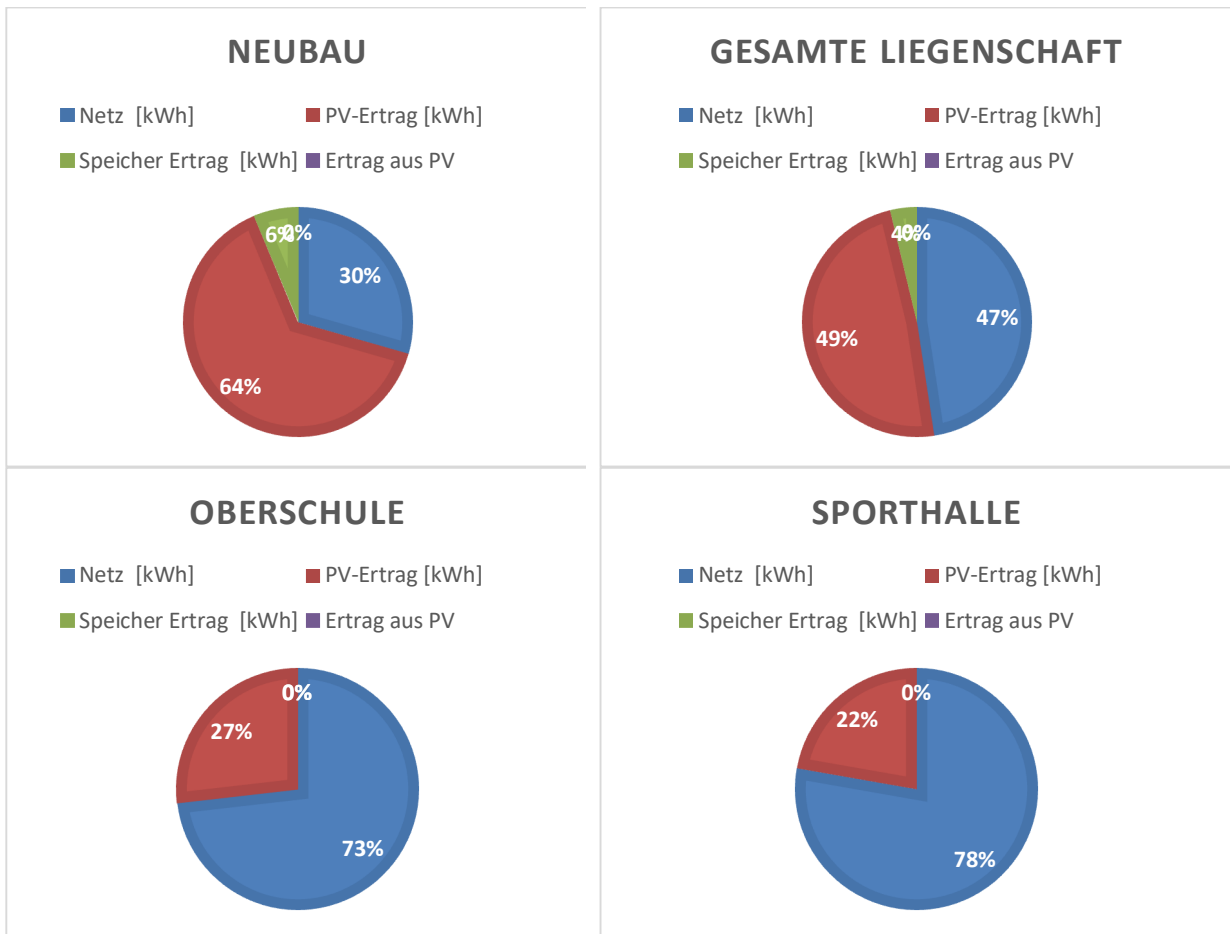
Kostenschätzung (nun mit PV-Speicher)

	ct/Wp	
PV-Module	94	177.472 €
Aufständerung	18	33.984 €
Wechselrichter	15	28.320 €
DC-Verkabelung	9	16.992 €
AC-Verkabelung	7	13.216 €
PV-Speicher	30	42.288 €
Verteiler	17	32.096 €
Installation	11	20.768 €
Investitionskosten	201	365.136 €
Betriebskosten (25 Jahre)	32,01	60.435 €

Bei der Nutzung eines Speicherschrankes ändern sich die Energiebilanz aus kombinierte Model M und Variante II wie folgt:

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Speicher Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV
Stromverbrauch Neubau	160	47104	102896	10000	70,56%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891		22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782	0	26,82%
	266,3	126731	129569	10000	52,41%

Unter Berücksichtigung der geschätzten Leistungsbilanz werden ca. 70,56% des Neubau-Verbrauchs über die PV-Anlage sowie über den Speicher gedeckt. Schaltet man die PV-Anlagen Zentral kann bei dem jetzigen Ertrag und den zukünftigen Ertrag ca. 52 % des Verbrauches gedeckt werden. Durch den Speicher erreicht man somit eine Verbesserung von ca. 4 % bezogen auf den Gesamtverbrauch.



Betrachtet man Variante I (also mehrere Speicher in allen Gebäuden) oder mehrere Schränke an zentraler Stelle (Variante II nur mit 2 oder 3 Schränken) würde sich keine nennenswerte Änderung ergeben. Daher ist die Empfehlung, nur einen Batterieschrank an zentraler Stelle zu platzieren.

3.6.2 Amortisation mit Modul M

Die Amortisationsberechnung setzt sich aus den Investition-, Betrieb- und Wartungskosten zusammen.

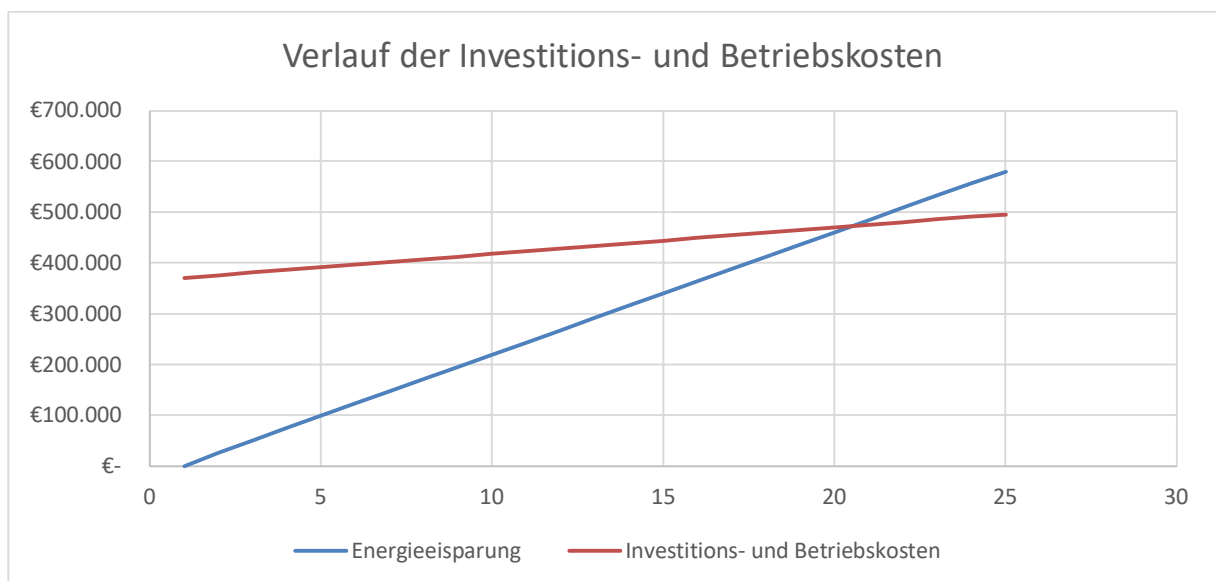
Kostenschätzung Neuer- richtung (von Seite 17)

	ct/Wp	
PV-Module	94	177.472 €
Aufständerung	18	33.984 €
Wechselrichter	15	28.320 €
DC-Verkabelung	9	16.992 €
AC-Verkabelung	7	13.216 €
PV-Speicher	30	42.288 €
Verteiler	17	32.096 €
Installation	11	20.768 €
Investitionskosten	201	365.136 €

Betriebskosten

PV-Module	94	1.775 €
Aufständerung	18	340 €
Wechselrichter	15	56.923 €
PV-Speicher	15	70.800 €
DC-Verkabelung	9	170 €
AC-Verkabelung	7	132 €
Verteiler	17	321 €
Installation	11	208 €
Investitionskosten	221	130.668 €
Betriebskosten (25 Jahre)	94,71	131.235 €

Hinweis zu den Betriebskosten: Aufgrund der mit zunehmenden Alter abnehmenden Batterieleistung muss ca. alle 10 Jahre ein Austausch der Zellen erfolgen. Die Wechselrichter, welche auf dem Dach installiert werden, müssen alle 20 Jahre erneuert werden. Dies wurde in der oben beschriebenen Kostendarstellung berücksichtigt.



Die Amortisation der PV-Anlage und eines Speichers liegt bei ungefähr 20-21 Jahre.

3.7 Angewendet auf die PV-Anlage Modul L

3.7.1 Allgemein

Bei der empfohlenen PV-Anlagenkonfiguration Model L würden sich die Werte wie folgt ändern:

Übersicht (wie auf Seite 8)

	Variante 3	Einheit
Orientierung	L	
Neigungswinkel	30°	
Flächennutzungsgrad	29%	
Modulanzahl	881	Stk
Modulmaße	1,66	m ²
Dachfläche	5000	m ²
Modulleistung	0,32	kWp
Nennleistung bei STC Bedingungen	282	kWp
Modulfläche	1465	m2

Zur Kostenschätzung wurden alle Komponenten zur Herstellung der PV-Anlage auf ct/Wp Normiert. Für die PV-Speicher wurde ein Schrank vorgesehen. Resultierend wird eine Gesamtsumme von 524 € geschätzt.

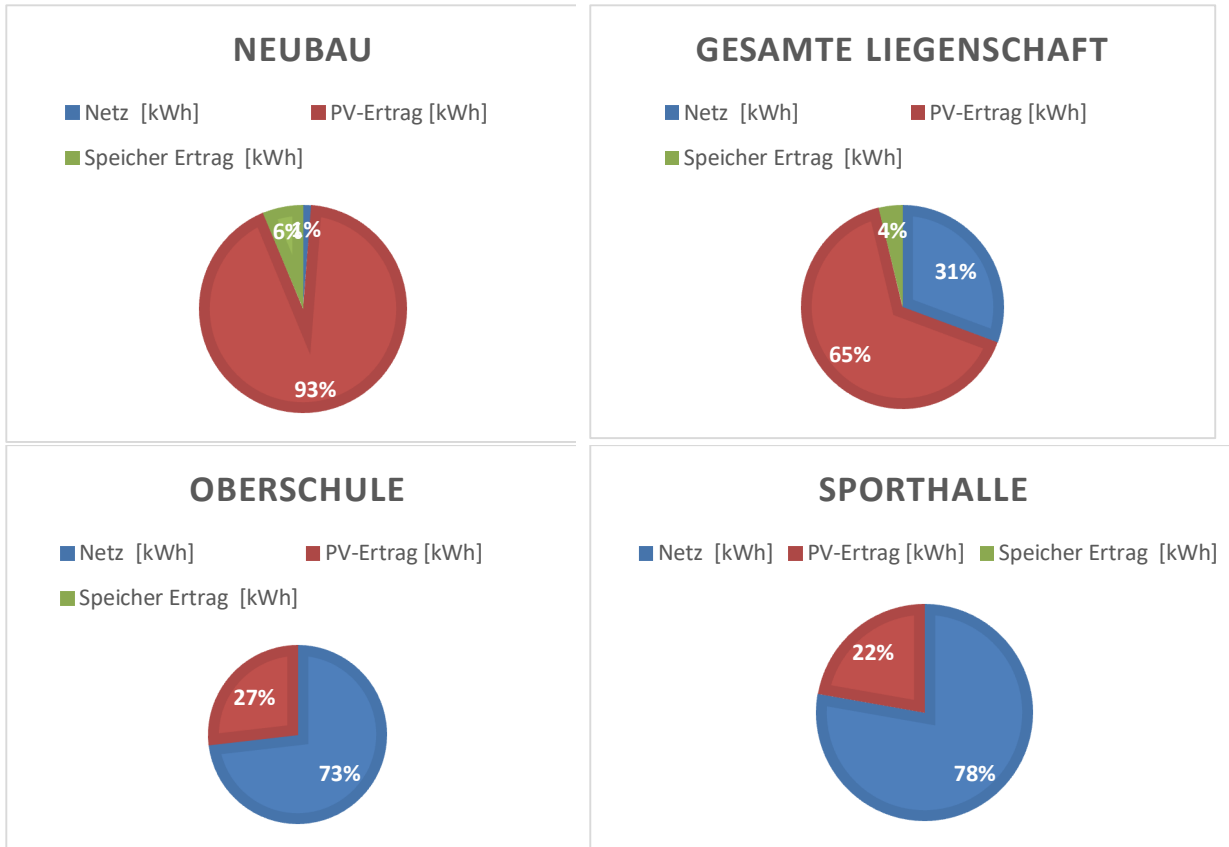
Kostenschätzung (nun mit PV-Speicher)

	ct/Wp	
PV-Module	94	265.005 €
Aufständerung	18	50.746 €
Wechselrichter	15	42.288 €
DC-Verkabelung	9	25.373 €
AC-Verkabelung	7	19.734 €
PV-Speicher	15	42.288 €
Verteiler	17	47.926 €
Installation	11	31.011 €
Investitionskosten	186	524.371 €
Betriebskosten (25 Jahre)	31,86	89.820 €

Bei der Nutzung eines Speicherschrankes ändern sich die Energiebilanz aus kombinierte Model L und Variante II wie folgt:

Gegenrechnung	Verbrauch [MWh]	Netz [kWh]	PV-Ertrag [kWh]	Speicher Ertrag [kWh]	Ertrag aus PV
Stromverbrauch Neubau	160	1992	148008	10000	98,76%
Stromverbrauch Sporthalle	40	31109	8891		22,23%
Stromverbrauch OS	66,3	48518	17782		26,82%
	266,3	81619	174681	1000	70 %

Unter Berücksichtigung der geschätzten Leistungsbilanz werden ca. 98,76% des Neubau-Verbrauchs über die PV-Anlage sowie über den Speicher gedeckt. Schaltet man die PV-Anlagen Zentral kann bei dem jetzigen Ertrag und den zukünftigen Ertrag ca. 70 % des Verbrauches gedeckt werden. Durch den Speicher erreicht man somit eine Verbesserung von über 5 % bezogen auf den Gesamtverbrauch.



Betrachtet man Variante I (also mehrere Speicher in allen Gebäuden) oder mehrere Schränke an zentraler Stelle (Variante II nur mit 2 oder 3 Schränken) würde sich keine nennenswerte Änderung ergeben. Daher ist die Empfehlung, nur einen Batterieschrank an zentraler Stelle zu platzieren.

3.7.2 Amortisation mit Modul L

Die Amortisationsberechnung setzt sich aus den Investition-, Betrieb- und Wartungskosten zusammen.

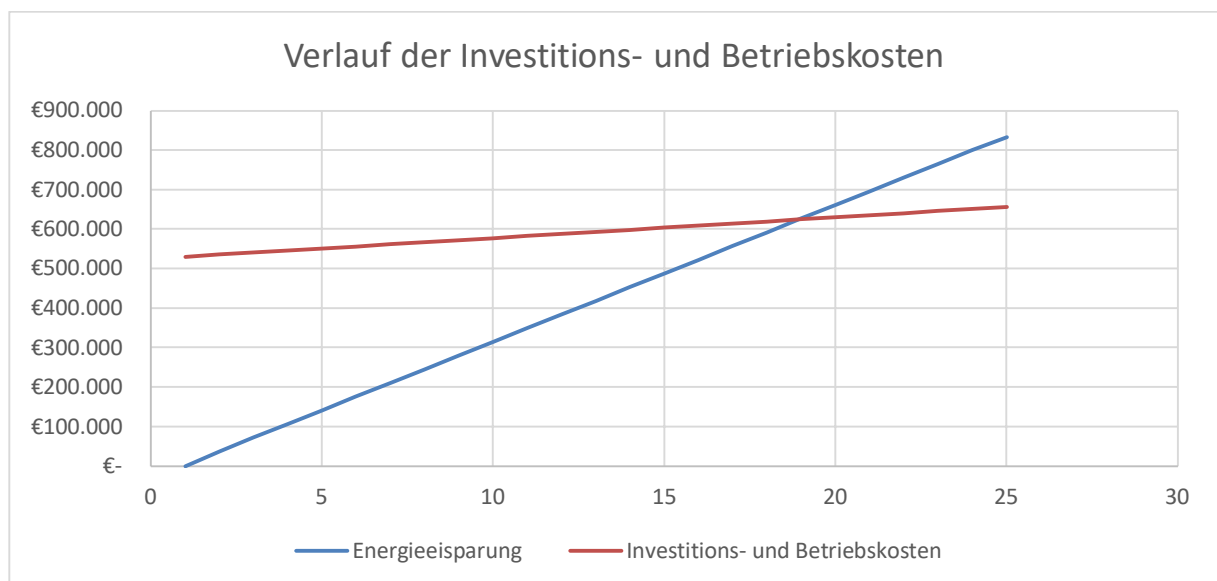
Kostenschätzung Neuerichtung (von Seite 20)

	ct/Wp	
PV-Module	94	265.005 €
Aufständerung	18	50.746 €
Wechselrichter	15	42.288 €
DC-Verkabelung	9	25.373 €
AC-Verkabelung	7	19.734 €
PV-Speicher	15	42.288 €
Verteiler	17	47.926 €
Installation	11	31.011 €
Investitionskosten	186	524.371 €

Betriebskosten

PV-Module	94	2.650 €
Aufständerung	18	507 €
Wechselrichter	15	42.288 €
PV-Speicher	15	84.576 €
DC-Verkabelung	9	254 €
AC-Verkabelung	7	197 €
Verteiler	17	479 €
Installation	11	310 €
Investitionskosten	186	131.262 €
Betriebskosten (25 Jahre)	94,71	142.680 €

Hinweis zu den Betriebskosten: Aufgrund der mit zunehmenden Alter abnehmenden Batterieleistung muss ca. alle 10 Jahre ein Austausch der Zellen erfolgen. Die Wechselrichter, welche auf dem Dach installiert werden, müssen alle 20 Jahre erneuert werden. Dies wurde in der oben beschriebenen Kostendarstellung berücksichtigt.



Die Amortisation der PV-Anlage und eines Speichers liegt bei ungefähr 18 Jahre.

3.8 Zusammenfassung und Empfehlung

Das vorliegende Konzept zeigt die Potentiale auf, den Neubau mit einer PV-Anlage auszustatten. Die dadurch gewonnene Energie kann insbesondere den Neubau über ein Jahr gesehen mit Energie versorgen, und in den Sommermonaten die komplette Liegenschaft mit Strom versorgen. In den Wintermonaten hingegen wird weiterhin eine Einspeisung des Energieversorgers notwendig.

Es wird empfohlen, dass Dach des Neubaus vollständig mit PV-Modulen auszurüsten. Dadurch können 881 Module unter Berücksichtigung der Wartungsgänge sowie Aufstellfläche der Wechselrichter vorgesehen werden. Die Investitionskosten belaufen sich hier auf ca. 482.000 €.

Kombiniert man dies noch mit Energiespeicher, so kann man über ein Jahr gesehen den Neubau mit bis zu 99% eigen versorgen. Es ist jedoch nicht zu empfehlen, mehrere Energiespeicher zu verwenden, da diese nicht oft genug be- / entladen werden können. Es könnten technisch aber mehrere vorgesehen werden. Die Investitionskosten eines Batterieschranks belaufen sich auf ca. 43.000 €.

Sofern den Empfehlungen gefolgt wird, liegt die Investition bei ca. 525.000 €. Die Amortisation wäre bei ca. 18 Jahren.

Trotz der hohen Amortisation ist es empfehlenswert, die Anlage zu installieren. Dies erfolgt in Hinblick auf das Vorzeigemodell dieses öffentlichen Schulzentrums und kann als gutes Beispiel für alle dienen.

4. Anlagen

4.1 Übersicht Dachflächen

4.2 Datenblatt PV-Speichermodul



Pylon Technologies Co., Ltd.

No. 73, Lane 887, Zu Chongzhi Road, Zhangjiang Hi-Tech Park Pudong,
Shanghai 201203, China

Lithium-Eisenphosphat Batterie

US2000 Plus

Bedienungsanleitung

Ver 1.1

Pylon Technologies Co., Ltd.

No. 73, Lane 887, ZuChongzhi Road, Zhangjiang Hi-Tech Park

Pudong, Shanghai 201203, China Zip Code: 201203

Tel: 021-51317697

Fax: 021-51317698

Email: service@pylontech.com.cn

Website: <http://www.pylontech.com.cn>

Inhaltsverzeichnis

1. Gerätebeschreibung	3
1.1 Eigenschaften.....	3
1.2 Spezifikation	4
1.3 Schnittstellenübersicht	6
2. Sicherheitshinweise.....	7
2.1 Symbole	7
2.2 Weitere Sicherheitshinweise	8
3. Installation.....	9
3.1 Lieferumfang	9
3.2 Aufstellung	10
3.3 Verbindung zum Wechselrichter Dowell iPower	12
3.4 Adressierung.....	12
3.5 Einschaltvorgang	13



Pylon Technologies Co., Ltd.

No. 73, Lane 887, Zu Chongzhi Road, Zhangjiang Hi-Tech Park Pudong,
Shanghai 201203, China

1. Gerätebeschreibung

Die Lithium-Eisenphosphat Batterie „US2000 Plus“ von Pylontech ist ein hoch- und neuwertiger Energiespeicher. Sie ist hervorragend geeignet für hohe Leistungsansprüche, bei geringem Platzbedarf und hoher Anforderung der Verfügbarkeit.

Jede Batterie besitzt ein Battery-Management-System (BMS) welches einzelne Zellen, hinsichtlich: Spannung, Stromstärke und Temperatur überwacht. Überdies unterstützt das BMS die Lade und Entladevorgänge der einzelnen Zellen und balanciert diese aus.

Mehrere Batterien lassen sich zu höheren Kapazitäten parallel schalten.

1.1 Eigenschaften

- Das ganze Batterie-Modul ist nicht giftig, noch Umweltschädlich
- Kathodenmaterial ist aus innovativen LiFePO_4
- BMS mit Schutzfunktionen gegen: Überladen und Tiefenentladen
- Zellenbalancierung
- Einfache Bedienung
- Einfache Erweiterbarkeit
- Adaptive, geräuscharme Kühlung
- Kein „Memory-Effekt“
- Geringe Selbstentladung bei Nichtnutzung, bis zu sechs Monate
- Hervorragender Arbeitspunkt, bei einem weiteren Temperaturbereich
- Einfache Montage in 19“-Gehäuse

1.2 Spezifikation

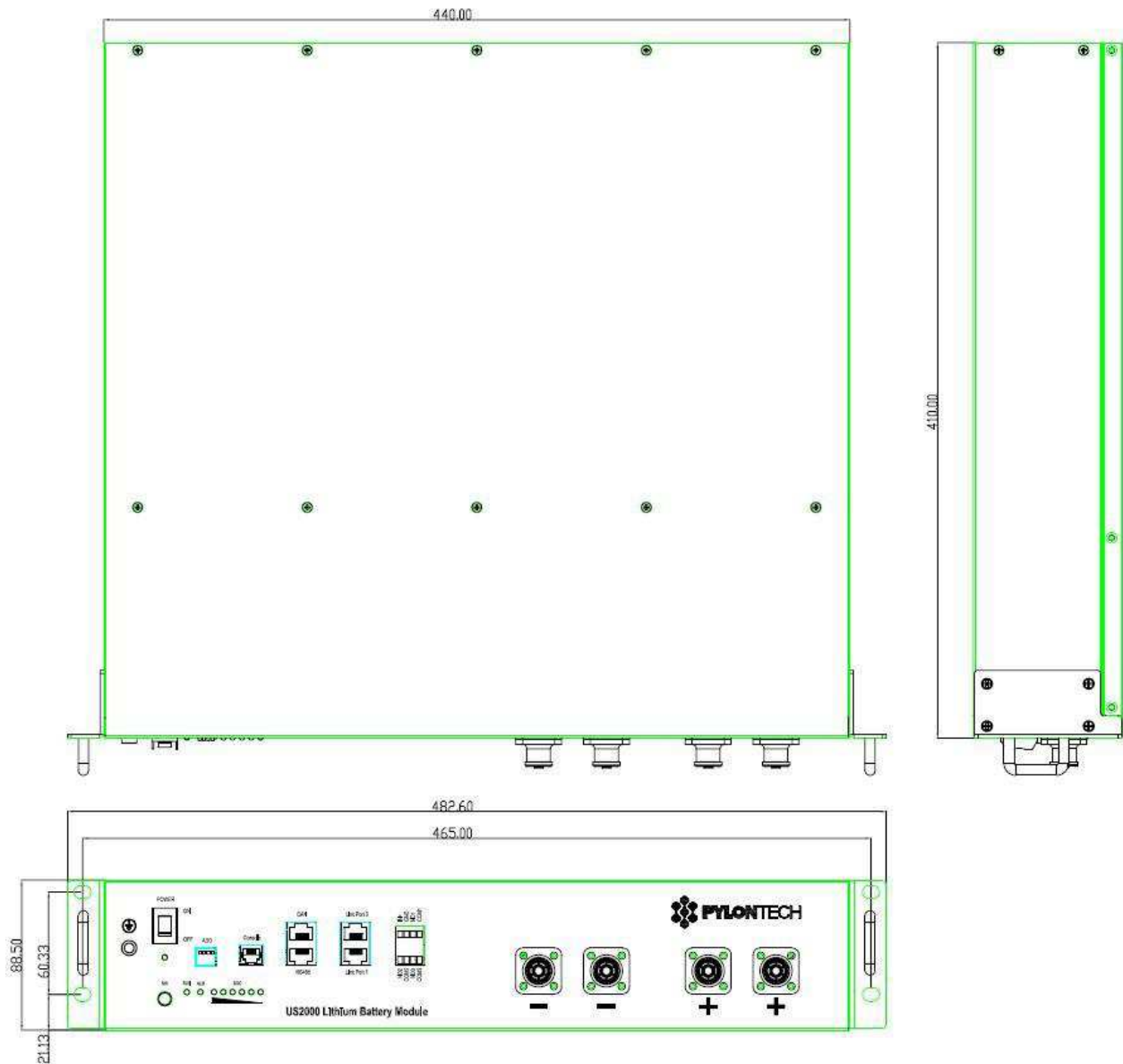


Abbildung 1: Dimensionen



Pylon Technologies Co., Ltd.

No. 73, Lane 887, Zu Chongzhi Road, Zhangjiang Hi-Tech Park Pudong,
Shanghai 201203, China

Nominale Spannung (V)	48
Nominale Kapazität (Ah)	50
Abmessungen (mm)	440*410*89
Gewicht (Kg)	24
Entladespannung (V)	45 ~ 54
Ladespannung (V)	52.5 ~ 54
Max. Entladestromstärke (A)	100 (2C)@15s
Max. Ladestromstärke (A)	100 (2C)@15s
Schnittstellen	RS232, RS485, CAN
Umgebungstemperatur (Laden)	0°C~50°C
Umgebungstemperatur (Entladen)	-10°C~50°C
Temperaturbereich	-40°C~80°C
Zertifizierung	TüV / CE / UN38.3 / TLC
Konzipierte Lebensdauer	10+ Jahre (25°C/77°F)
Zyklenanzahl	>6000 (90% DOD)

1.3 Schnittstellenübersicht

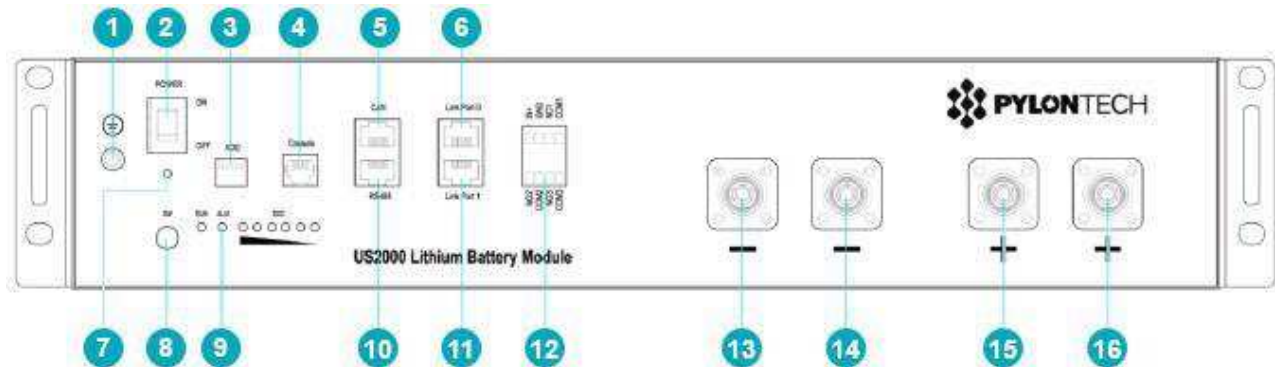


Abbildung 2: Geräteansicht (Front)

1. Erdungsschraube
2. Ein/Aus-Schalter des Batteriemoduls
3. DIP-Schalter zur Baudratenauswahl und manuellen Adressenvergabe eines Moduls
4. Konsole (RS232) für Service (Pinbelegung: 1-GND, 2-TXD, 3-RXD, 4-GND)
5. CAN zur Ausgabe von Batterieinformationen (Pinbelegung: 1-x, 2-GND, 3-x, 4-CANH, 5-CANL, 6-x, 7-x, 8-x)
6. Link Port 0 zur Verbindung mit dem vorherigen Modul (Hinweis: siehe Abb. 8)
7. LED: Betrieb (Modul an & BMS an)
8. Start-Taster des ganzen Modul-Verbundes
9. LED: Status (siehe Abbildung 3)
10. RS485-Schnittstelle zur Ausgabe von Batterieinformationen (Pinbelegung: 1-B, 2-A, 3-GND, 4-x, 5-x, 6-GND, 7-A, 8-B / Baudrateneinstellung siehe Abb.9)
11. Link Port 1 zur Verbindung mit dem nachfolgenden Modul
12. I/O-Schalter, Spannungslos
13. Batterieanschluss (-)
14. Batterieanschluss (+)











Betriebszustand	Modus	RUN	ALARM	Kapazität					
		Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Aus		Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
Standby	Normal	Blinkend	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
Laden	Normal	An	Aus	Je Kapazität blinkt die höchststellige LED					
	Schutz	Aus	An	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
Entladen	Normal	Blinkend	Aus	Je Kapazität					
	Schutz	Aus	An	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus

Abbildung 3: Status-LED

2. Sicherheitshinweise

Vor der Inbetriebnahme, lesen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig durch. Beachten Sie alle Hinweise und Warnungen. Nichtbeachtung oder falsche Bedienung können Gefährlich für Menschen sein und/oder das Gerät beschädigen.

2.1 Symbole

	Achtung! Nichtbeachtung kann zu Sachschäden führen		
	Gefahr! Nichtbeachtung kann zu Personenschäden führen <small>Danger of high voltage and electric shock!</small>		Verpackung: Diese Seite oben <small>The package must always be transported, handled and stored in such a way that the arrows always point upwards.</small>
	Vorsicht! Heiße Oberfläche <small>Danger of hot surface!</small>		No more than six (6) identical packages may be stacked on each other.
	Gerät gehört nicht in den Hausmüll <small>Product should not be disposed as household waste.</small>		Verpackung: Mit Sorgfalt transportieren <small>The package should be handled carefully and never be tipped over or slung.</small>
	CE Zeichen CE Mark		Das Gerät ist vor Feuchtigkeit zu schützen <small>The device must be protected from excessive humidity and must be stored under cover.</small>
	<small>Signals danger due to electrical shock and indicates the time (5 minutes) to allow after the inverter has been turned off and disconnected to ensure safety in any installation operation.</small>		



2.2 Weitere Sicherheitshinweise

- Elektrische Installationen dürfen ausschließlich von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.
- Explosive oder entzündliche Stoffe sind von dem Gerät fern zu halten.
- Im Fehlerfall, austretende Flüssigkeiten keinesfalls berühren.
- Im Brandfall, keinesfalls mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten löschen.
- Stellen Sie das Gerät einen kühlen und gut belüfteten Ort auf. Manche Oberflächen können sich erwärmen.
- Halten Sie Kinder fern.
- Öffnen Sie keinesfalls das Gerät.
- Verhindern Sie statische Aufladung.
- Verwenden Sie alle geräteseitigen Potentialausgleichsanschlüsse.
- Schalten Sie bei Wartungsarbeiten das Gerät aus.
- Schließen Sie niemals die Batterien kurz. Achten Sie auf leitfähige Teile in der Nähe.
- Batterien sind an einem gut belüfteten und temperierten Ort, trocken, unbeweglich und vor Schäden/Feuer geschützt zu installieren.
- Leitungen sind so kurz als möglich zu verlegen.
- Ersetzen Sie unverzüglich beschädigte Batterien.
- Batterien sind nur durch typengleiche Batterien zu ersetzen.
- Batterien sind ausschließlich an Wechselrichtern und/oder Ladegeräte zu verwenden.
- Schließen Sie keinesfalls die Batterien direkt an ein Wechselstromnetz.

3. Installation

3.1 Lieferumfang

Bitte überprüfen Sie die beigelegten Materialien auf Vollständigkeit und Unversehrtheit.



- Batterie-Modul
- Brückenkabel (Spannung (+)/(-) und Kommunikation) zwischen den Modulen
- Erdungskabel
- Montageschrauben

Hinweis:

Je Modulgruppe benötigen Sie eventuell längere Brückenkabel (Spannung (+)/(-) und Kommunikation). Diese sind separat im Set („Extra small cable box“) erhältlich.



Abbildung 4: Modulgruppenverbindung

3.2 Aufstellung

Die Module sind ortsunveränderlich und erschütterungsfrei aufzustellen. Durch die 19"-Modulgröße eignen sich 19"-Einschub-Racks. Ein Modul belegt zwei Höheneinheiten. Des Weiteren, sollte der Aufstellungsort eben, feucht- und staubfrei sein. Optimal arbeitet die Batterie bei einer Umgebungstemperatur von: -10 .. +50°C.

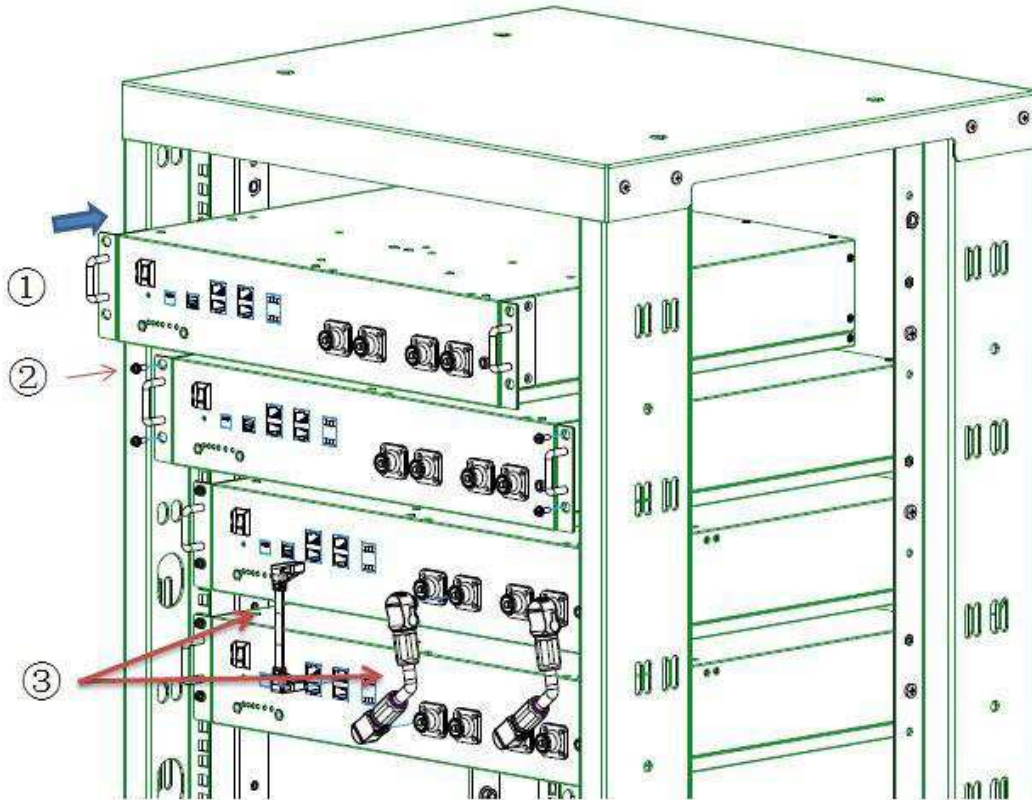
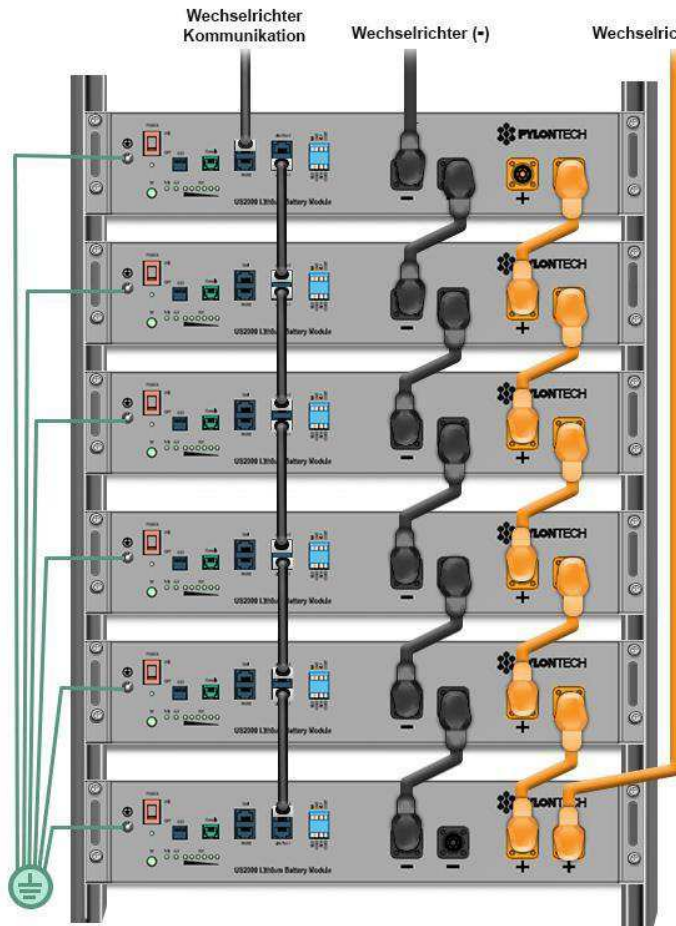


Abbildung 5: Montage

- (1) Einschub eines Moduls in das Rack
- (2) Fixierung mit den beigelegten Schrauben
- (3) Verbinden von mehreren Modulen mit dem beigelegten Brückenkabeln

Abbildung 6 zeigt schematisch den Vollausbau mit sechs Modulen in einem Rack. Dabei ist zu beachten, dass alle Erdungsverbindungen als Sternpunkt auf einen Erdungspotential aufgelegt werden und die serielle Verbindung zum Wechselrichter/Ladegerät über die „RS485“-Buchse erfolgt.



Hinweis: Verbinden Sie die Spannungsanschlüsse der Module immer Parallel, keinesfalls in Reihe! „Rot an rot, schwarz an schwarz“.

Abbildung 6: Vollausbau

3.3 Verbindung zum Wechselrichter Dowell iPower

Werden die Module mit einem Dowell iPower – Wechselrichter betrieben sind auf folgende Gegebenheiten zu achten:

- Die „Battery Com“-Schnittstelle des Wechselrichters arbeitet ausschließlich mit einer Geschwindigkeit von „9600“ Baud.

Ab Werk werden die Batterie-Module mit dieser Geschwindigkeit ausgeliefert.

- Die „Battery Com“-Schnittstelle wird mit der „RS485“-Schnittstelle des Master-Moduls verbunden. (Pinbelegung siehe Abb. 7)

Anschluß / Pin-Belegung

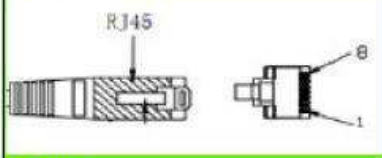

Pylontech			iPower
			
RS485			Battery Com
	1		2B
	2		4A
	3		3GND
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		

Abbildung 7: Batteriekommunikation zum Wechselrichter

3.4 Adressierung

Im Normalfall ist eine manuelle Adressierung nicht notwendig. Wie in Abbildung 8 dargestellt, ist das Modul mit nicht belegtem „Link Port 0“, das Master-Modul und adressiert alle weiteren Module automatisch, sofern diese alle auf Adresse 0 (Auslieferungszustand) eingestellt sind. Über die DIP-Schalter können Sie alle Module an der Link-Schnittstelle manuell adressieren. Adresse wird dazu binär auf die einzelnen Schalter angewendet. Abbildung 9 zeigt die Umsetzung der jeweiligen gewählten Adressnummer.

Hinweis: Bei dem Vorgängermodell „US2000B“ beginnt die Adressierung schon mit dem ersten Schalter (Pin_1). Eine Baudrateneinstellung ist bei diesem Modell nicht vorgesehen.



Abbildung 9: Nicht belegter „Link Port 0“ = Mastermodul

Rate	e				
	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	
115200	Aus	0	Aus	Aus	Aus
9600	An	1	Ein	Aus	Aus
		2	Aus	Ein	Aus
		3	Ein	Ein	Aus
		4	Aus	Aus	Ein
		5	Ein	Aus	Ein
		6	Aus	Ein	Ein
		7	Ein	Ein	Ein

Aus = Schalter unten; An = Schalter oben

Abbildung 8: Geschwindigkeit & Adressierung

3.5 Einschaltvorgang

Schalten Sie **alle** zu benutzenden Module mit dem „Ein/Aus Schalter“ ein.

Ein betätigen des „Start Tasters“ am Mastermodul nimmt alle Module in Betrieb. Sofern sich alle Module über die Link-Schnittstellen verständigen können, gehen sie in der Reihenfolge ihrer Adressierung in Betrieb (siehe Abbildung 9).

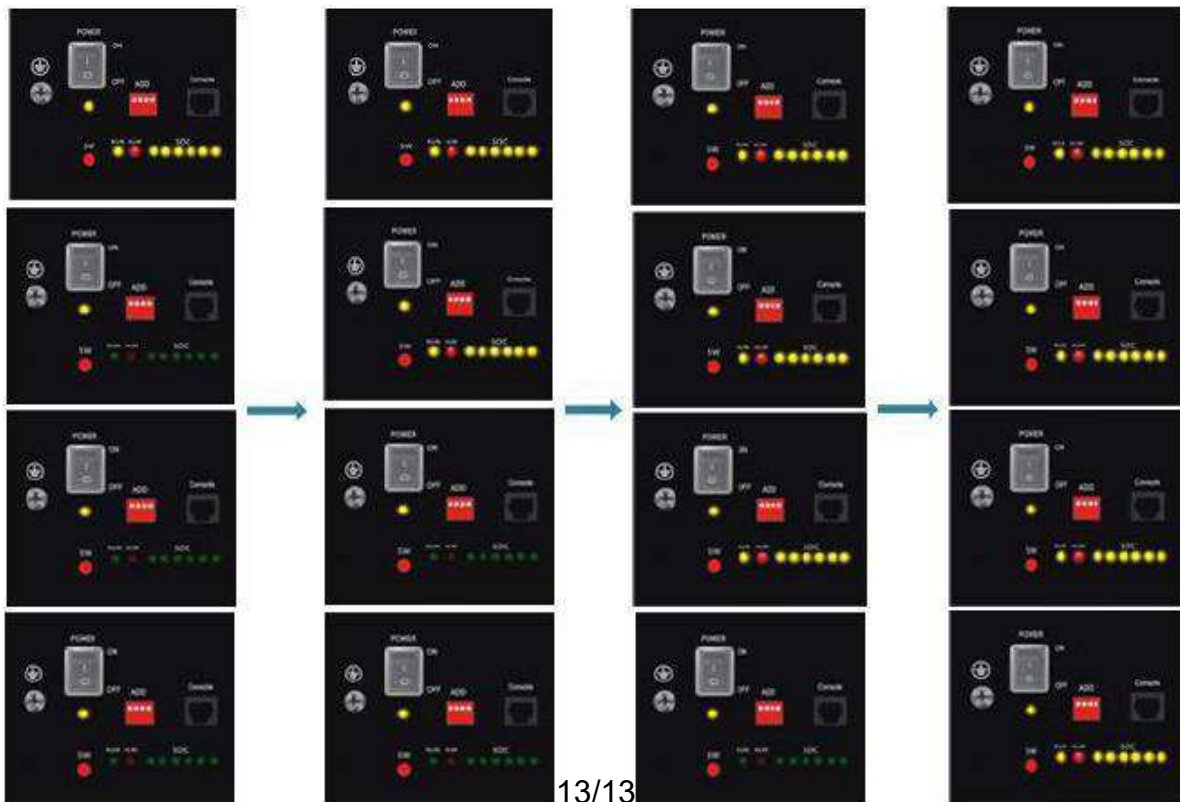


Abbildung 10: Autom. Einschaltreihenfolge