

**efzn**

Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



Klimaschutz- und  
Energieagentur  
Niedersachsen



Herzlich willkommen zum  
Niedersächsischen Forum  
Solarenergie !

# „Zukunftsweisend: Kommunen betreiben Photovoltaik-Anlagen“

**Ludwig Brokering**

Gutachter für Photovoltaikanlagen

Energie Brokering GmbH & Co.  
Planung und Beratung KG



Geprüfte  
Qualifikation  
Prüfzeichen  
gültig bis:  
24.08.2019



www.tuv.com  
ID 0000053940

3. Niedersächsisches Forum Solarenergie – online,  
30.06.2020

# Inhalt

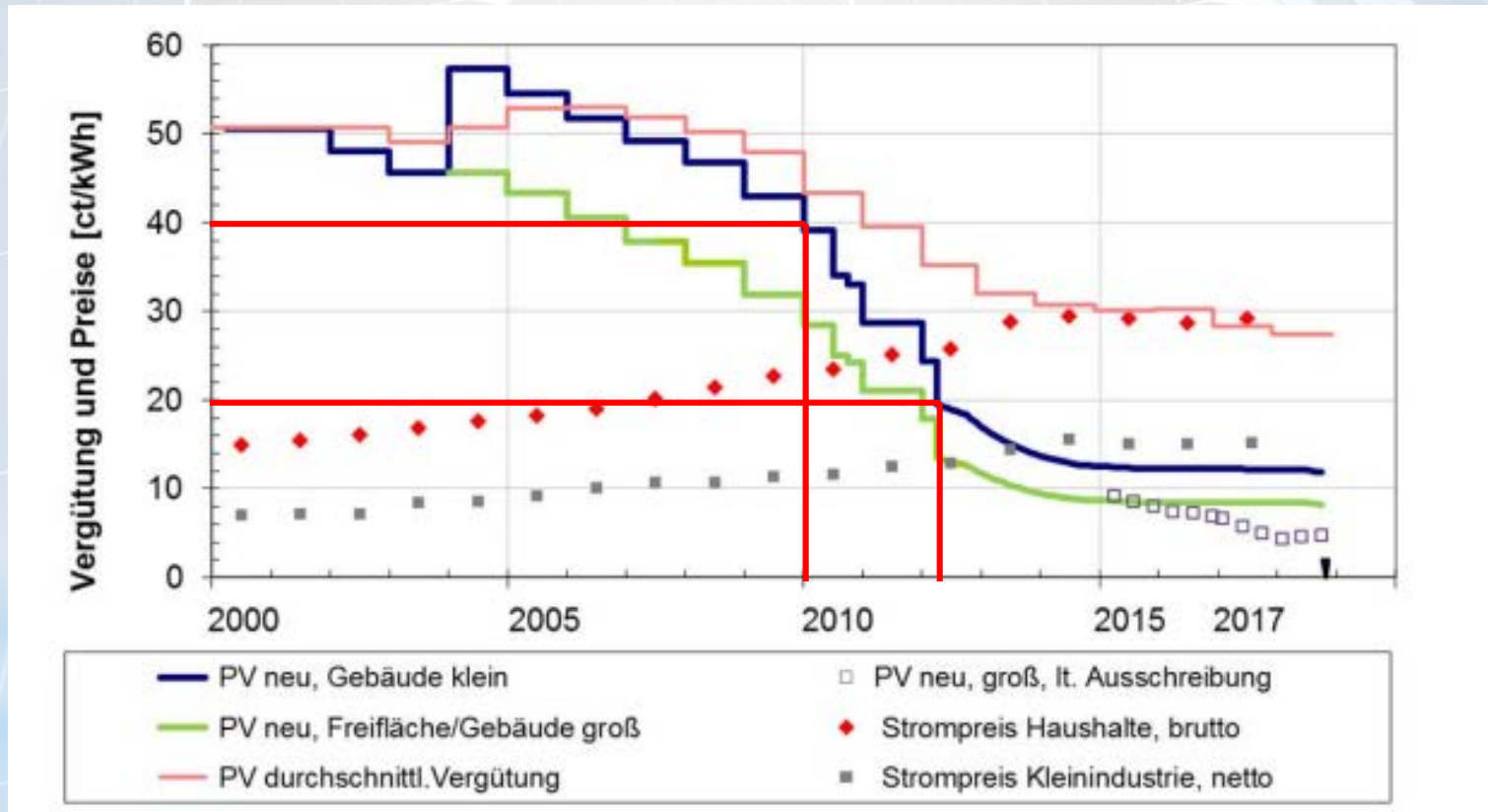
- Rechtlicher Rahmen
- Anlagentechnik
- Gebäudetypen
- Technische Anforderungen auf öffentlichen Gebäuden
- Betriebsformen
- Finanzierung für Kommunen
- Beratungsangebot
- Anwendungsbeispiele





# Rechtlicher Rahmen

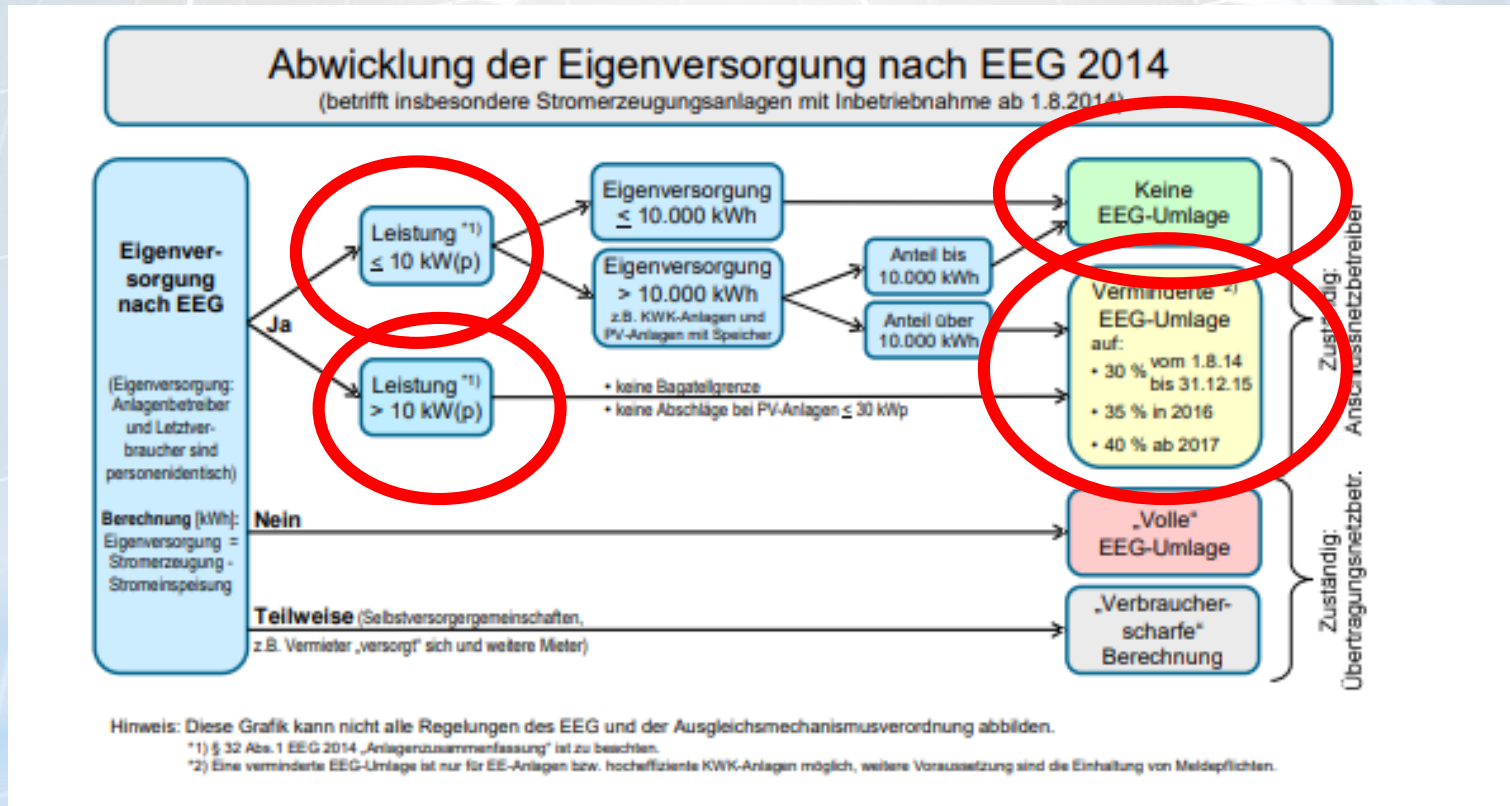
## Entwicklung der EEG-Vergütung



Quelle: Fraunhofer-ISE

# Rechtlicher Rahmen

## Der Endverbraucher zahlt EEG-Umlage



Quelle: Avacon AG

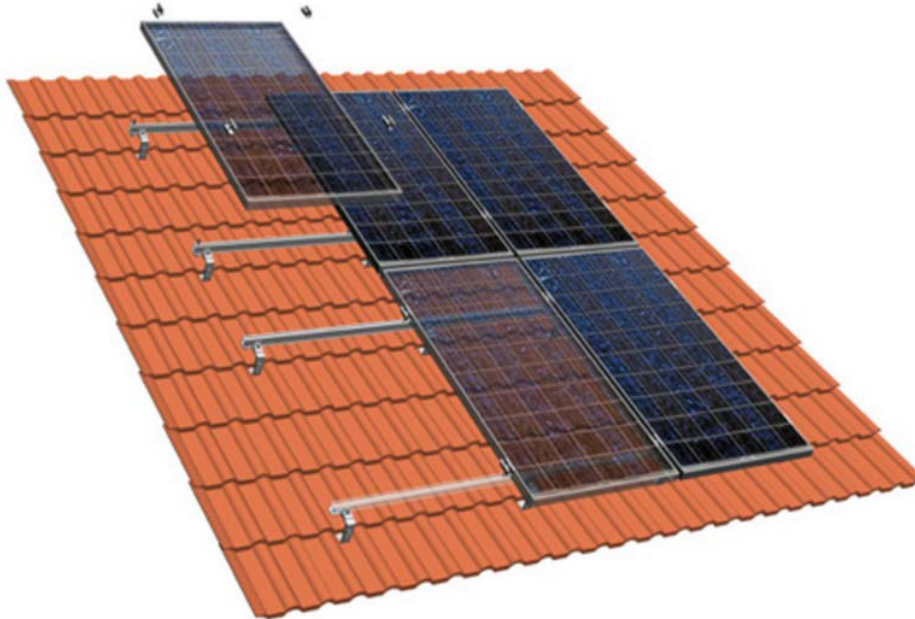


# Anlageninstallation

## Dachparallele Installation

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft



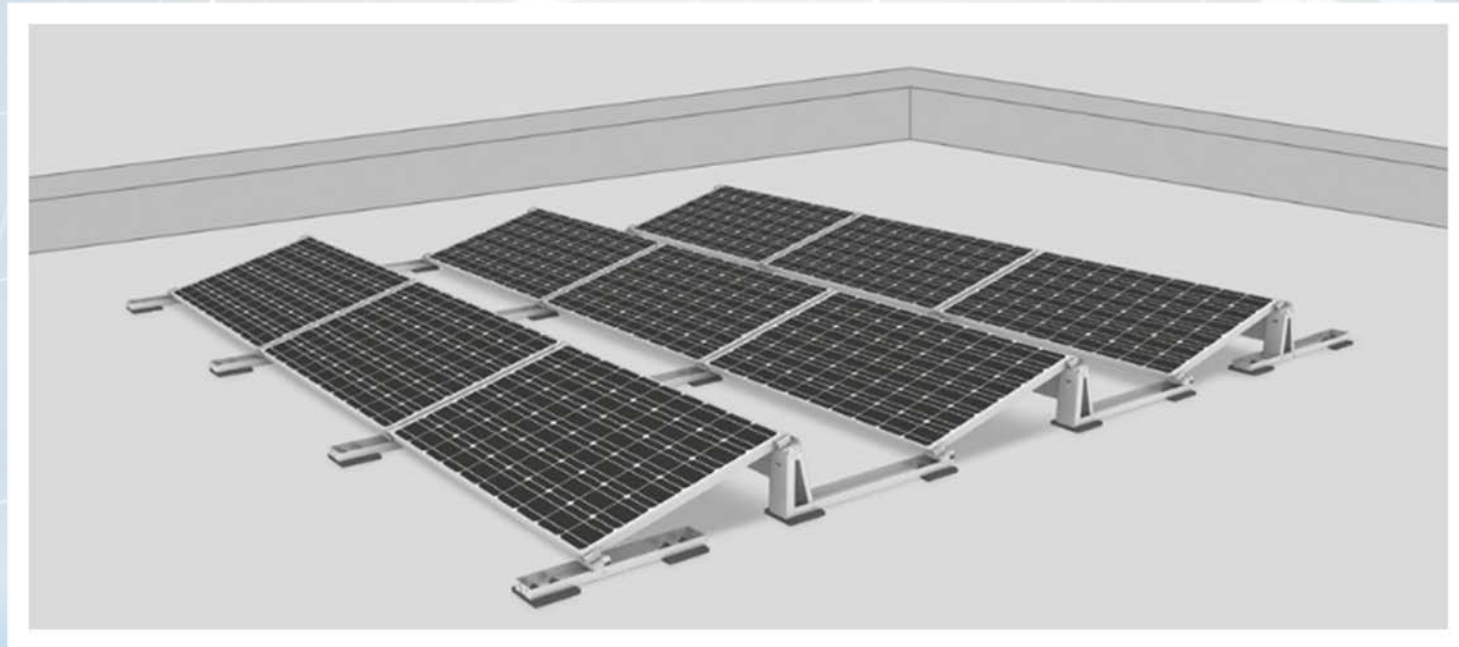
Bildquelle: [www.wagner-solar.com](http://www.wagner-solar.com)

# Anlageninstallation

## Flachdachinstallation - Südausrichtung

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft





# Anlageninstallation

## Flachdachinstallation – Ost-West-Ausrichtung

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft





# Anlageninstallation

## Dachparallele Installation auf Trapezblech

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft



Klemmsystem mit Direktbefestigung und hochkant montierten Modulen



# Anlageninstallation

## Installation auf Gründach

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft





# Anlageninstallation

## Installation auf Gründach

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft





# Gebäudetypen

## Besonderheiten auf öffentlichen Gebäuden

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

### Schulgebäude/Sporthallen/Kitas

- Hoher Stromverbrauch
- Große Dachflächen

### Verwaltungsgebäude

- Häufig kleinteilige Architektur
- Starke Öffentlichkeitswirkung

### Betriebshöfe

- Große Dachflächen
- Zweckbauten

### Klärwerke

- Hoher Stromverbrauch
- Geringe Dachfläche

### Freibäder

- Hoher Energiebedarf im Sommer
- Geringe Dachfläche



# Technische Anforderungen

## Besonderheiten auf öffentlichen Gebäuden

### Brandschutz

- Feuerwehrscharter für DC-Leitungen vorgeschrieben
- Querung von Brandabschnitten

### Blitzschutz

- Einhaltung von Trennungsabständen
- Einbindung in den vorhandenen Blitzschutz

### Überspannungsschutz

- VDE 0100-443

### Messdatenerfassung

- Geschütztes Verwaltungsnetz (Anbindung über M-Bus)
- Öffentliche Darstellung der Anlagenerträge

# Betriebsformen der PV-Anlage

## Eigenbetrieb

- Kommune investiert in PV-Anlage und
- Kommune betreibt die PV-Anlage
- > **Optimierung der EEG-Umlage**

## Miete der PV-Anlage

- Investor finanziert PV-Anlage
- Kommune betreibt PV-Anlage
- > **Optimierung der EEG-Umlage**



# Betriebsformen der PV-Anlage

## Verpachtung der Dachfläche und Nutzung des PV-Stroms

- Investor finanziert und betreibt PV-Anlage
- > Stromlieferung an Kommune führt zu voller EEG-Umlage

## Verpachtung der Dachfläche und Volleinspeisung

- Investor finanziert und betreibt PV-Anlage
- > Stromlieferung ausschließlich ins öffentliche Stromnetz

# Finanzierung für Kommunen

## KfW-Programm 270

- ...öffentliche Unternehmen mit eigener Rechtspersönlichkeit
- Körperschaften des öffentlichen Rechts, kommunale Zweckverbände, Anstalten des öffentlichen Rechts mit eigener Rechtspersönlichkeit
- Laufzeiten: 5 bis 20 Jahre
- Zinssätze: aktuell ab 1,03 % (Preisklasse A, 5 Jahre Laufzeit)  
bis 2,72 % (Preisklasse D, 20 Jahre Laufzeit)



# Finanzierung für Kommunen

## PtJ – Forschungszentrum Jülich

- Förderung innovativer Klimaschutzprojekte
- Antragsberechtigt sind alle juristischen Personen des öffentlichen und privaten Rechts. Für kommunale Eigenbetriebe ohne eigene Rechtspersönlichkeit ist die jeweilige Kommune antragsberechtigt.
- nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt. Gefördert werden projektbezogene Ausgaben bzw. Kosten, die im Rahmen einer wirtschaftlichen und sparsamen Kalkulation zur Erreichung der Projektziele erforderlich sind.
- Bewerbung über Förderaufrufe
- <https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/innovative-klimaschutzprojekte>

**efzn**

Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



**Klimaschutz- und  
Energieagentur  
Niedersachsen**



Ergänzung zu Finanzierung:

Für Anlagen mit Investitionssummen größer 200.000 Euro besteht das Förderprogramm „Energieeinsparung und Energieeffizienz bei öffentlichen Trägern sowie Kultureinrichtungen“ bei der N-Bank. Hier gibt es einen Investitionszuschuss von bis zu 50 %

Näheres unter:

<https://www.nbank.de/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energie-Umwelt/Energieeinsparung-und-Energieeffizienz-bei-%C3%B6ffentl.-Tr%C3%A4gern-sowie-Kultureinrichtungen/index.jsp>



# Beratungsangebot

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

Klimaschutz- und  
Energieagentur  
Niedersachsen



KONTAKT PRESSE ÜBER UNS

FÜR  
HAUSEIGENTÜMER

FÜR  
KOMMUNEN

FÜR  
UNTERNEHMEN

ENERGIESYSTEME  
UND -SPEICHER

AKTUELLES

UMWELTBILDUNG  
UND PROJEKTE

Für Kommunen > Impulsberatung Solar für Kommunen



© shutterstock/Laszlo66

**Impulsberatung Solar für Kommunen**

# Anwendungsbeispiel – Klärwerk

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

PV-Leistung 85 kWp

Kein Batteriespeicher

Energieertrag: 74.800

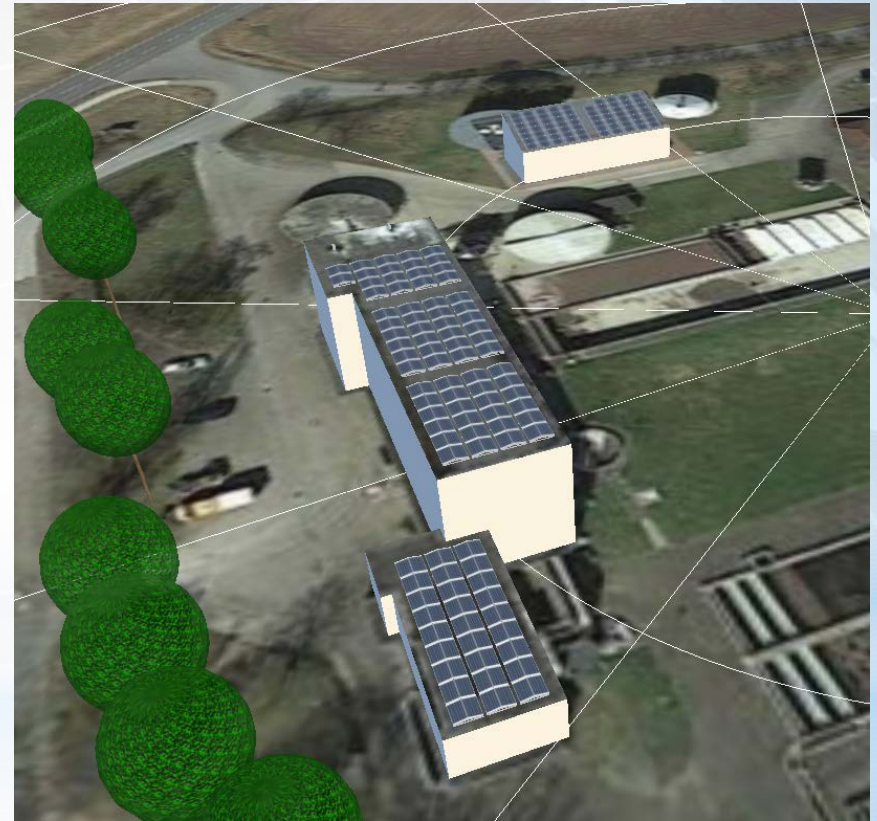
CO<sub>2</sub>-Einsparung: 50.000 kg/a

Variante 2:

PV-Leistung: 85 kWp

Batteriespeicher 40 kWh

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 50.000 kg/a





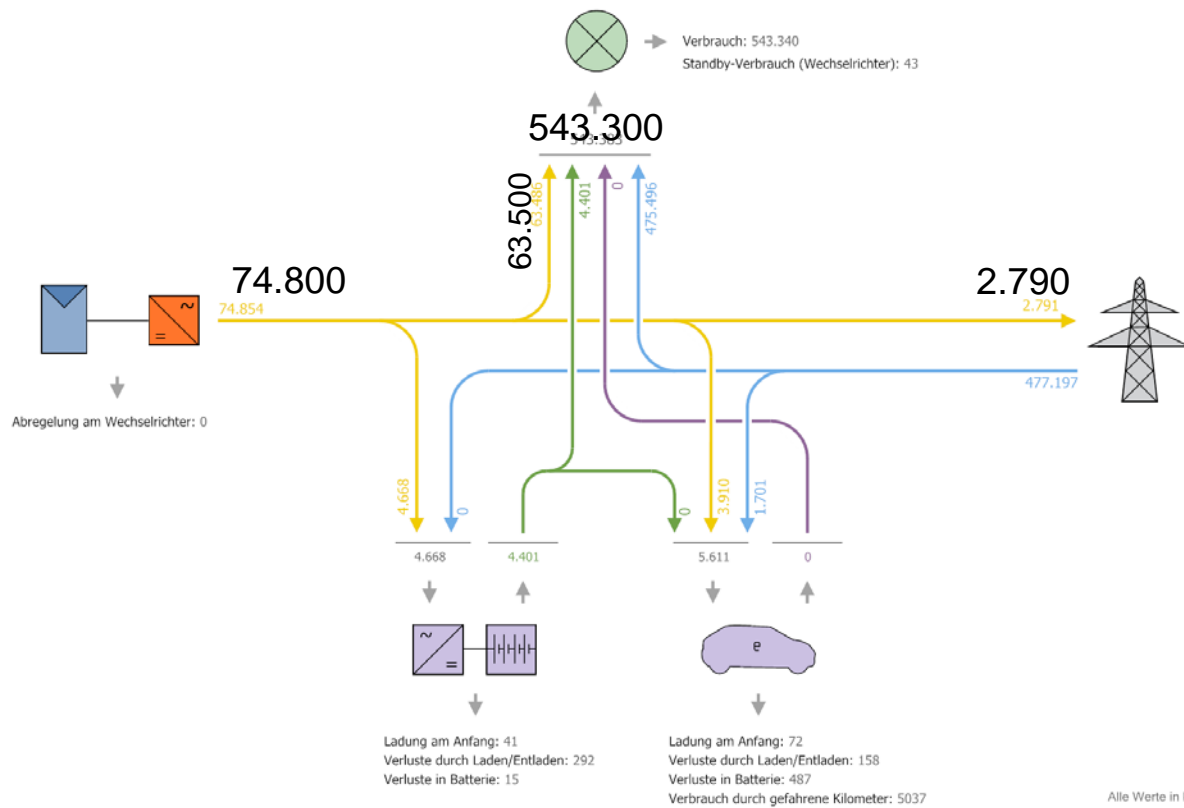
# Anwendungsbeispiel – Klärwerk

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Energiefluss-Grafik

Projekt: Stadt Burgdorf



# Anwendungsbeispiel – Klärwerk

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Wirtschaftliche Kenngrößen ohne Batteriespeicher

spezifische Investitionskosten	1.200,00 €/kWp
Investitionskosten	102.510,00 €
Jährliche Kosten	1.537,65 €/Jahr

Ersparnisse im ersten Jahr	13.241,47 €/Jahr
Einspeisevergütung	636,44 €/Jahr
Eigenverbrauchsabgabe	- 1.819,68 €/Jahr

Gesamtkapitalrendite (20 Jahre)	9,83 %
Kumulierter Cashflow	159.986,33 €
Amortisationsdauer	9,1 Jahre
Stromgestehungskosten	0,09 €/kWh



# Anwendungsbeispiel – Klärwerk

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Wirtschaftliche Kenngrößen mit Batteriespeicher

spezifische Investitionskosten	1.545,22 €/kWp
Investitionskosten	132.000,00 €
Jährliche Kosten	1.980,00 €/Jahr

Ersparnisse im ersten Jahr	14.106,75 €/Jahr
Einspeisevergütung	238,14 €/Jahr
Eigenverbrauchsabgabe	- 1.938,48 €/Jahr

Gesamtkapitalrendite (20 Jahre)	6,79 %
Kumulierter Cashflow	132.869,35 €
Amortisationsdauer	11,5 Jahre
Stromgestehungskosten	0,11 €/kWh

# Anwendungsbeispiel – Schulgebäude

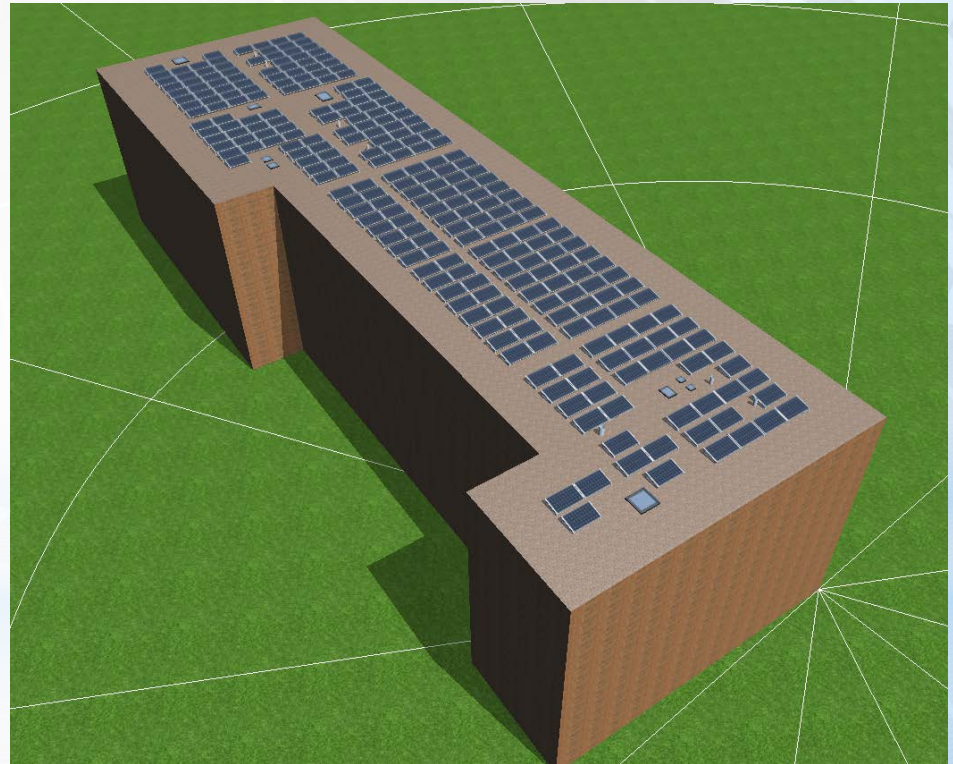
**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

PV-Leistung 83 kWp  
Kein Batteriespeicher  
Energieertrag: 79.200  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: 47.000 kg/a

Variante 2:

PV-Leistung: 83 kWp  
Batteriespeicher 40 kWh  
CO<sub>2</sub>-Einsparung: 47.000 kg/a

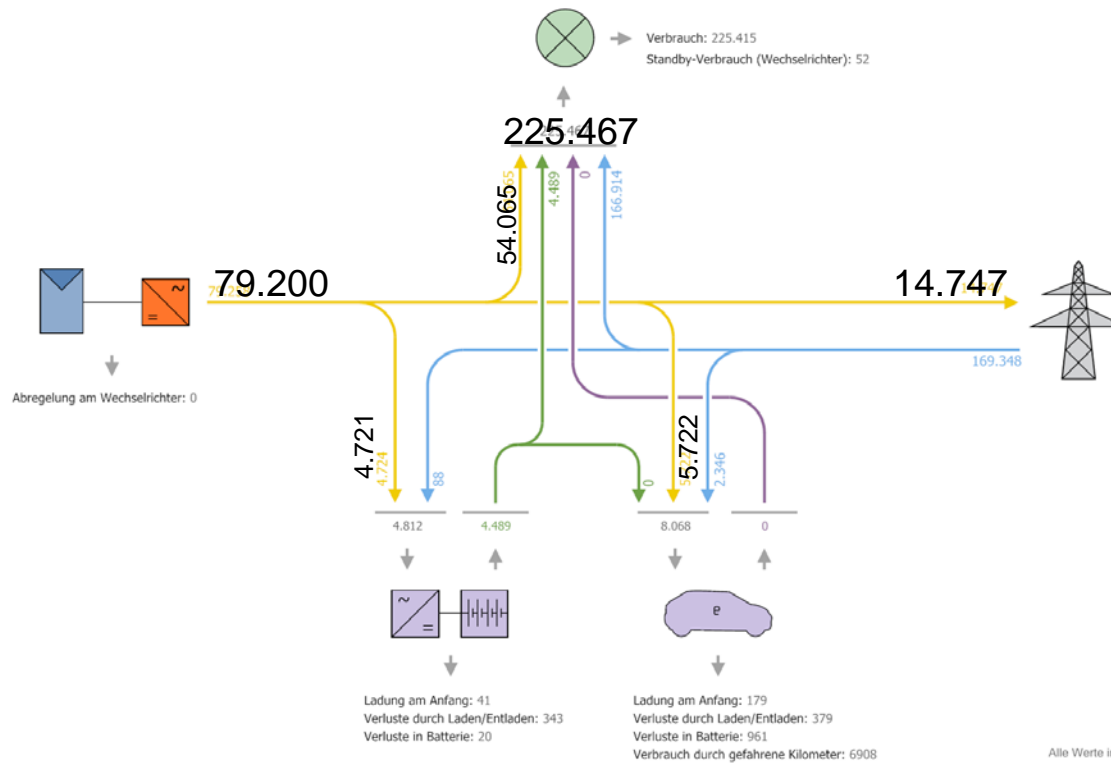




# Anwendungsbeispiel – Schulgebäude

## Energiefluss-Grafik

Projekt: IGS Südstadt



# Anwendungsbeispiel – Schulgebäude

## Wirtschaftlichkeitsvergleich (Bruttokosten)

	PV-Anlage 83 kWp ohne Batterie	PV-Anlage 83 kWp mit Batterie 40 kWh	
spezifische Investitionskosten	1.974,69	2.425,23	€/kWp
Investitionskosten	164.294,00	201.779,26	€
Jährliche Kosten	1.300,00	1.500,00	€/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	15.644,42	16.797,07	€/Jahr
Spezifische Einspeisevergütung	0,0856	0,0856	€/kWh
Einspeisevergütung	1.666,60	1.262,27	€/Jahr
Eigenverbrauchsabgabe	1.614,24	1.735,44	€/Jahr
Gesamtkapitalrendite	7,65	5,88	%
Kumulierter Cashflow	187.405,00	170.029,97	€
Amortisationsdauer	10,6	12,2	Jahre
Stromgestehungskosten	0,12	0,14	€/kWh



# Anwendungsbeispiel – Neubau Feuerwehrhaus

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

Variante 1:

PV-Leistung 9,9 kWp

Batteriespeicher: 9 kWh

Energieertrag: 8.700 kWh/a

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 5.200 kg/a

Variante 2:

PV-Leistung: 98,1 kWp

kein Batteriespeicher

Energieertrag: 87.000 kWh/a

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 52.000 kg/a

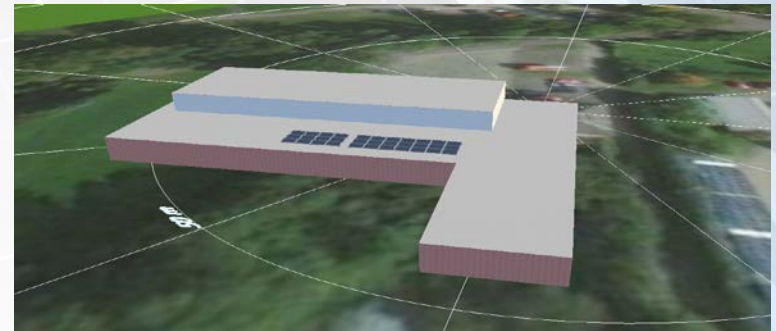
Variante 2a:

PV-Leistung: 98,1 kWp

Batteriespeicher : 17,6 kWh

Energieertrag: 87.000 kWh/a

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 52.000 kg/a



# Anwendungsbeispiel – Neubau Feuerwehrhaus

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Wirtschaftlichkeitsvergleich

	PV-Anlage 9,9 kWp mit Batterie 9 kWh	PV-Anlage 98,1 kWp ohne Batterie	PV-Anlage 98,1 kWp mit Batterie 18 kWh	
spezifische Investitionskosten	2.020,20	1.019,37	1.223,24	€/kWp
Investitionskosten	20.000,00	100.000,00	120.000,00	€
Jährliche Kosten	200	1.000,00	1.200,00	€/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	866,56	1.255,71	1.570,94	€/Jahr
Spezifische Einspeisevergütung	0,0903	0,0781	0,0781	€/kWh
Einspeisevergütung	351,49	6.326,01	6.101,70	€/Jahr
Eigenverbrauchsabgabe	0	162,98	240,57	€/Jahr
Gesamtkapitalrendite	1,38	2,79	0,77	%
Kumulierter Cashflow	3.552,18	21.256,60	-1.703,06	€
Amortisationsdauer	18,1	17,1	Mehr als 20	Jahre
Stromgestehungskosten	0,14	0,07	0,09	€/kWh



# Anwendungsbeispiel – Betriebshof

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

Variante 1:

PV-Leistung 60 kWp

Batteriespeicher 27 kWh

Energieertrag: 59.911 kWh/a

Stromverbrauch: 20.000 kWh

Strombezugskosten: 19,6 Ct/kWh

Eigenverbrauch: 15.100 kWh

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 28.000 kg/a

Stromgestehungskosten: 0,09 Euro/kWh

Einspeisevergütung: 8,21 Ct/kWh

Amortisationsdauer 13,2 Jahre





# Anwendungsbeispiel – Betriebshof

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

Variante 2:

PV-Leistung 400 kWp

Batteriespeicher 27 kWh

Energieertrag: 353.812 kWh/a

Stromverbrauch: 20.000 kWh

Strombezugskosten: 19,6 Ct/kWh

Eigenverbrauch: 18.500 kWh

CO<sub>2</sub>-Einsparung: **166.000 kg/a**

Stromgestehungskosten: 0,07 Euro/kWh

Einspeisevergütung: 7,56 Ct/kWh

Amortisationsdauer: 16,5 Jahre





# Anwendungsbeispiel – Freibad

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Variante 1:

PV-Leistung 95 kWp

Kein Batteriespeicher

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 50.000 kg/a

## Variante 2:

PV-Leistung: 95 kWp

Batteriespeicher 40 kWh

## Variante 3:

PV-Leistung: 95 kWp

Batteriespeicher : 80 kWh

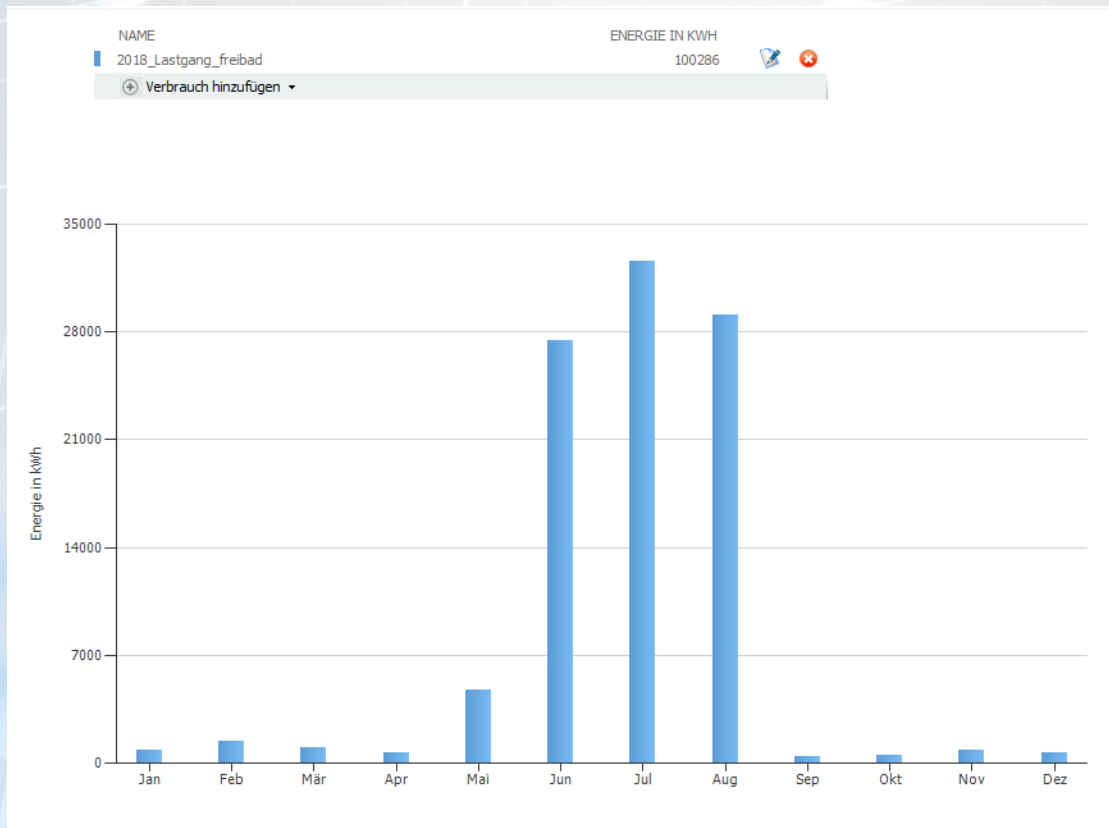


# Anwendungsbeispiel – Freibad

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Lastgang Freibad



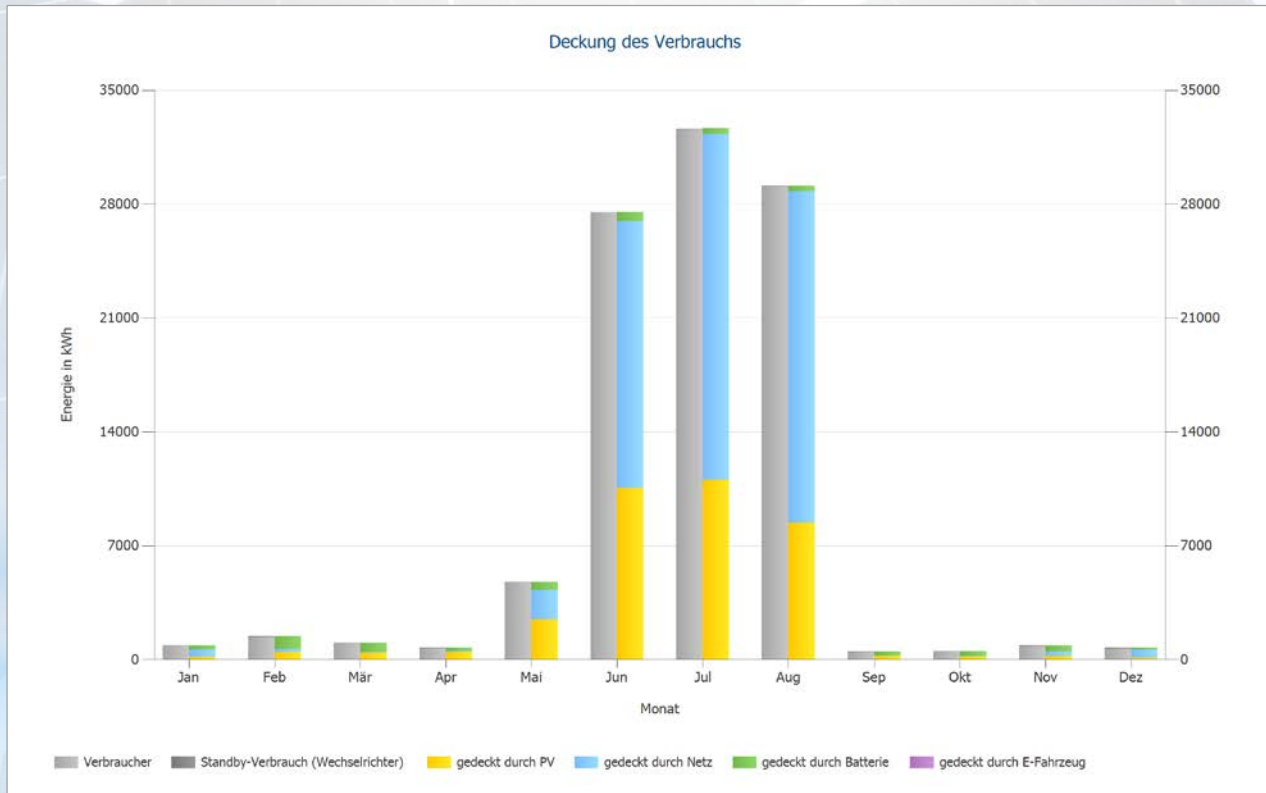


# Anwendungsbeispiel – Freibad

ENERGIE BROKERING

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Lastgang Freibad



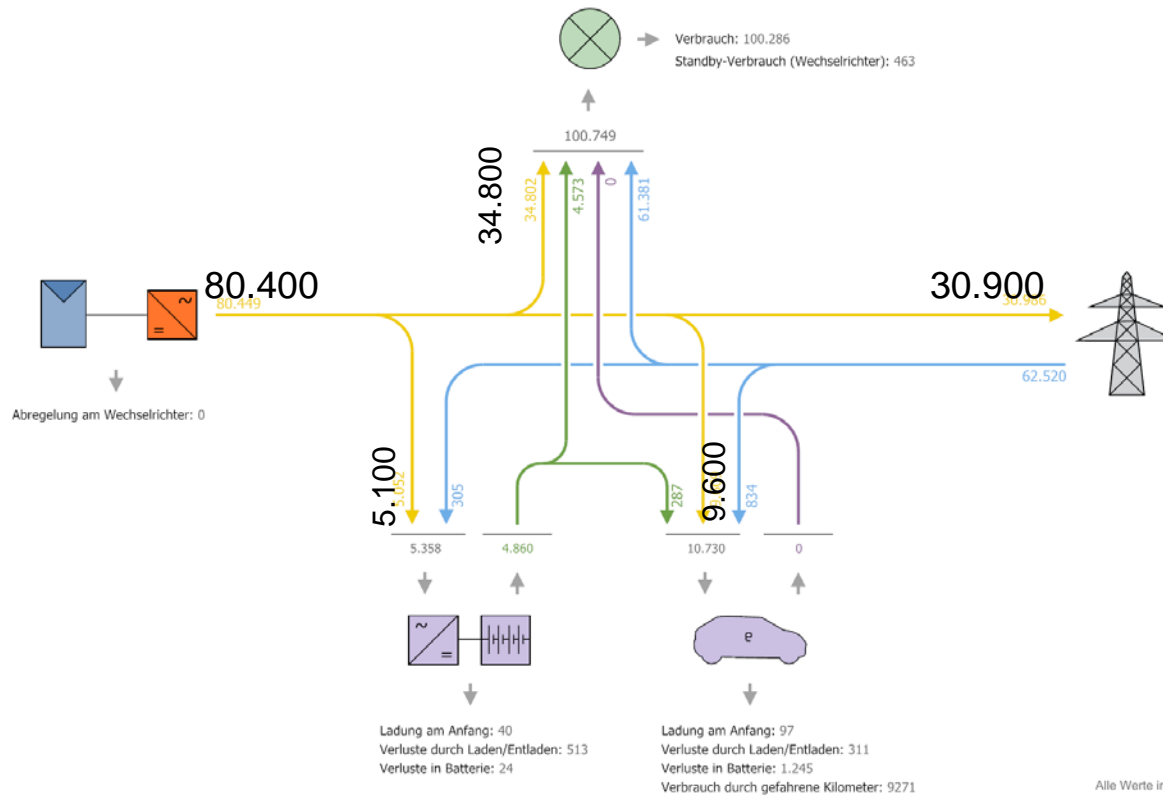
# Anwendungsbeispiel – Freibad

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Energiefluss-Grafik

Projekt: Schwimmbad Steyerbad





# Anwendungsbeispiel – Freibad

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

## Wirtschaftlichkeitsvergleich

	PV-Anlage 95 kWp ohne Batterie	PV-Anlage 95 kWp mit Batterie 40 kWh	
spezifische Investitionskosten	996,22	1.373,74	€/kWp
Investitionskosten	95.000,00	131.000,00	€
Jährliche Kosten	1.425,00	1.965,00	€/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	9.227,65	10.184,17	€/Jahr
Spezifische Einspeisevergütung	0,087	0,087	€/kWh
Einspeisevergütung	3.134,82	2.695,35	€/Jahr
Eigenverbrauchsabgabe	1.136,93	1.251,26	€/Jahr
Gesamtkapitalrendite	9,47	5,59	%
Kumulierter Cashflow	137.703,80	102.785,41	€
Amortisationsdauer	9,2	12,5	Jahre
Stromgestehungskosten	0,08	0,11	€/kWh

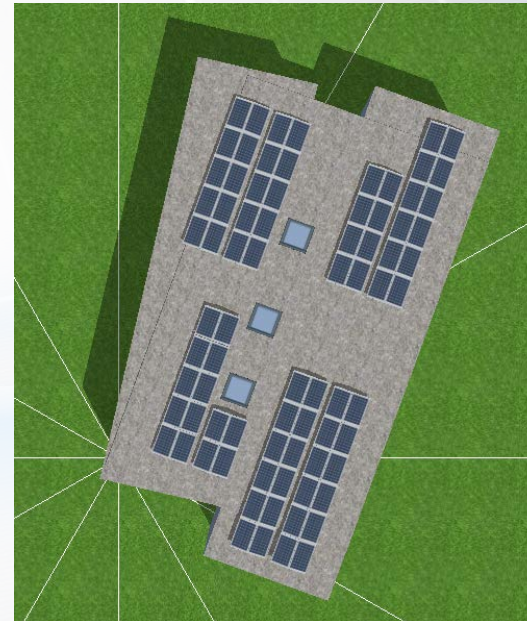
# Anwendungsbeispiel – Verwaltungsgebäude

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

Photovoltaik

- 23,4 kWp
- Flachdachmontagesystem in Ost-West-Richtung





# Anwendungsbeispiel – Verwaltungsgebäude

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

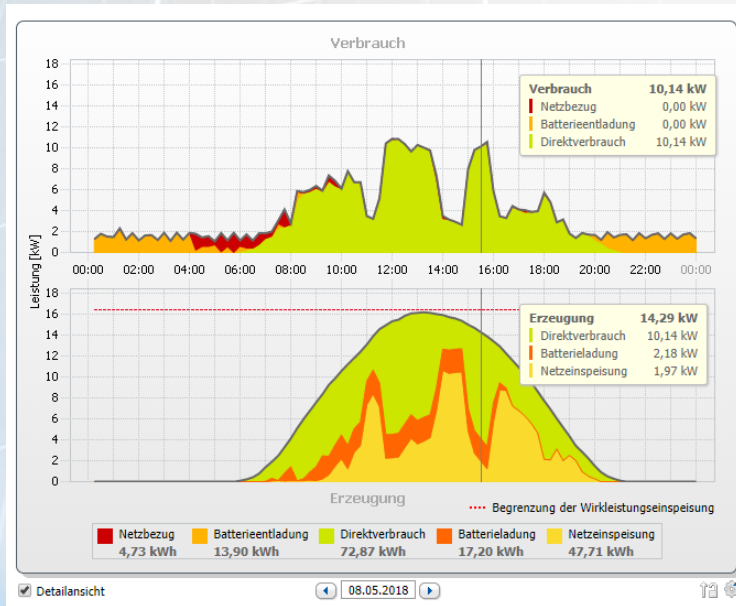
Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeug  
- Maximale Ladeleistung 11 kW, dynamische  
Laderegulung



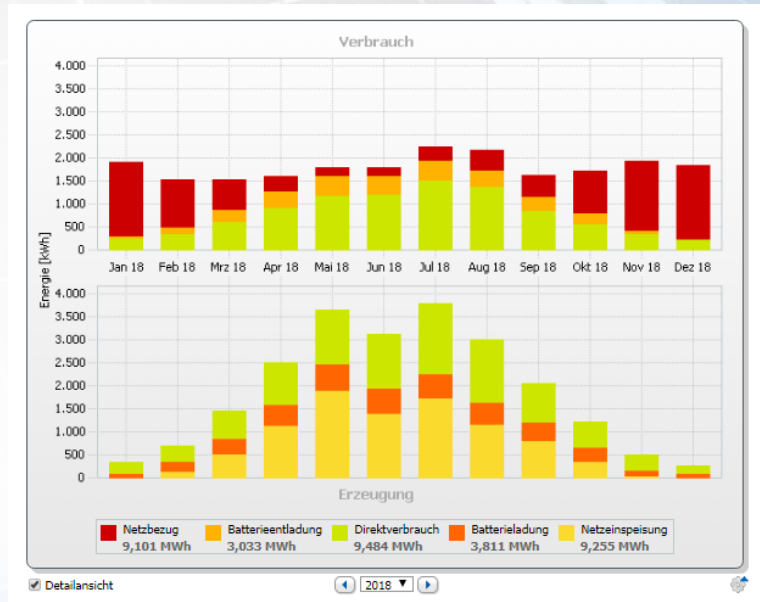
# Anwendungsbeispiel – Verwaltungsgebäude

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft



Energieertrag 08.05.2018



Energieertrag 2018



**efzn**

Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



Klimaschutz- und  
Energieagentur  
Niedersachsen



## Weitere Informationen und Beispiele unter

<https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/pv-oeffentliche-gebaeude.php>

## Impulsberatung Solar für Kommunen unter:

<https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/energieberatung/kommunen/impulsberatung-solar.php>

**ENERGIE BROKERING**

Erneuerbaren Energien gehört die Zukunft

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt:

**Energie Brokering GmbH & Co.**

**Planung und Beratung KG**

Ludwig Brokering

Rosengarten 1

30926 Seelze

Tel. 05031 / 93 94 770

LB@energie-brokering.de

www.energie-brokering.de





**Vielen Dank für Ihr Interesse!**

**Die Vorträge des niedersächsischen  
Forums**

**Solarenergie finden Sie auf den  
Homepages der Veranstalter.**