

Büchen Parkplatz

Machbarkeitsstudie

lpi
Ingenieurgesellschaft mbH

BOS
INGENIEURE

Aufwertung der Parkplatzanlage mittels PV-Anlagen



Gliederung

- **Ursprungskonzept**
- **Grundlagen**
- **Konzept Konstruktion**
- **Wieviel Energie kann so produziert werden?**
- **Nutzung**
 - Volleinspeisung
 - Teileinspeisung durch Eigennutzung
- **Kosten vs. Investition in die Zukunft**
- **Amortisationsberechnung**
 - Teileinspeisung durch Eigennutzung
 - Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte
 - Amortisationsberechnung mit Bezug auf Förderungen

Ursprungskonzept

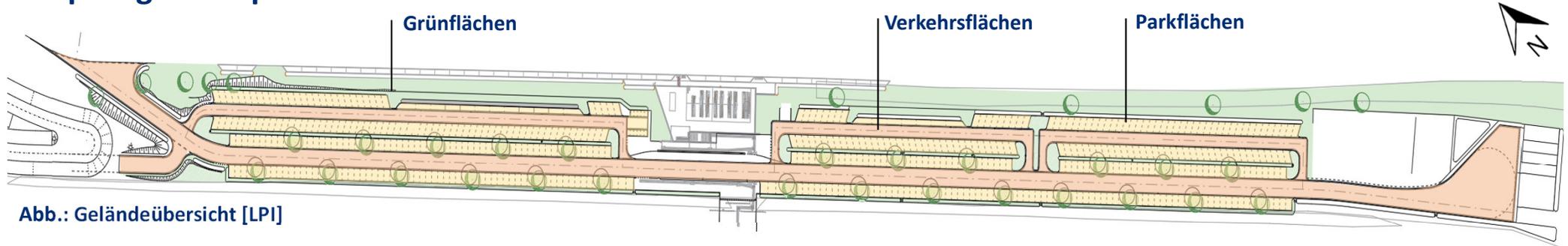


Abb.: Geländeübersicht [LPI]



Abb.: Bereichsfoto [LPI]

Mögliche freie Fläche:

- Raum über den Parkplätzen

Ursprungskonzept

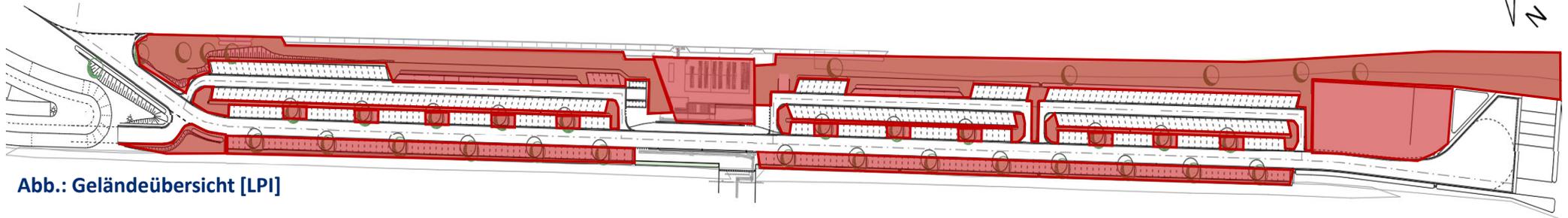


Abb.: Geländeübersicht [LPI]

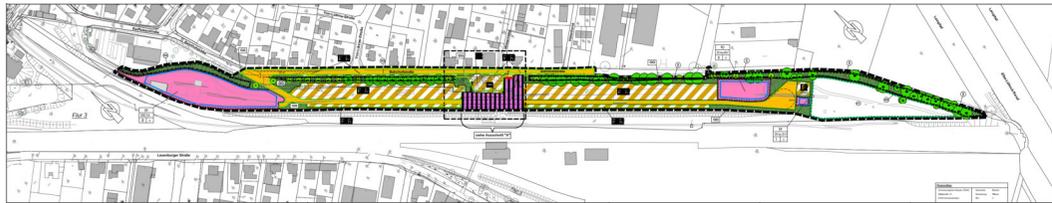


Abb.: Ausschnitt aus dem Bebauungsplan Nr. 43

Hindernisse:

- Abstandsflächen gem. Bebauungsplan
- Bestandsbäume und Grünflächen
- Andere Bauflächen

Ursprungskonzept

Standort Büchen in die Zukunft bringen

-> Durch Nutzung von nachhaltigen Energien



PV-Anlagen

Abb.: PV-Anlagen [inside-digital.de]

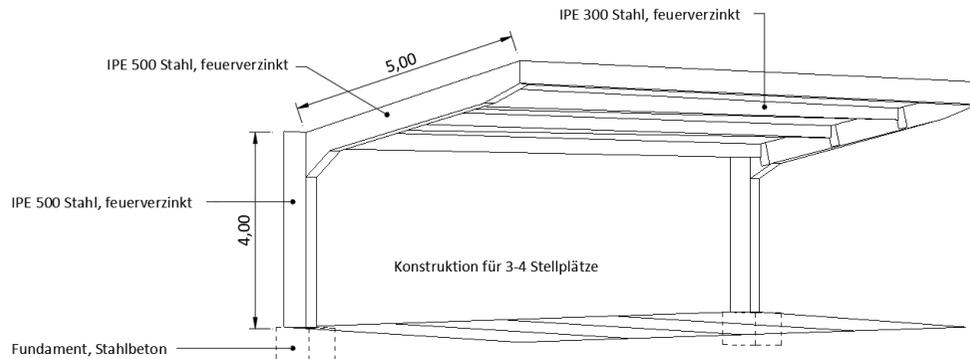
Wie wird die Energie genutzt?



Grundlagen

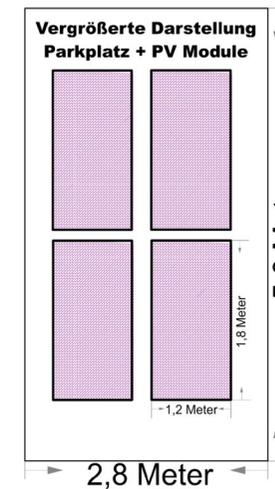
Parkflächen benötigen eine Dachkonstruktion, um PV-Anlagen platzieren zu können.

Preis pro Einheit: ca. 25.000,00 €
(inkl. Puffer für zukünftig erhöhte Baupreise)



- Pulverbeschichtete Konstruktion
- Dachhaut aus Trapezblech
- Integration von Wallboxen an den Pfeilern möglich
- LED-Beleuchtung entsprechend Bebauungsplan

Abb.: Isometrische Darstellung der Tragkonstruktion [LPI]



Modulgewicht je 22 kg

Abb.: Übersicht PV-Module pro Parkplatz [BOS]

Grundlagen

Konzept für die optimale Nutzung

Vorteile:

- geringer Eingriff in die Bestandssituation
- gesamtheitlicher Witterungsschutz
- Große ausgenutzte Dachfläche für den Energieertrag
- Leichte Montage- und Demontearbeiten
- Einheitliche Module steigern Wirtschaftlichkeit

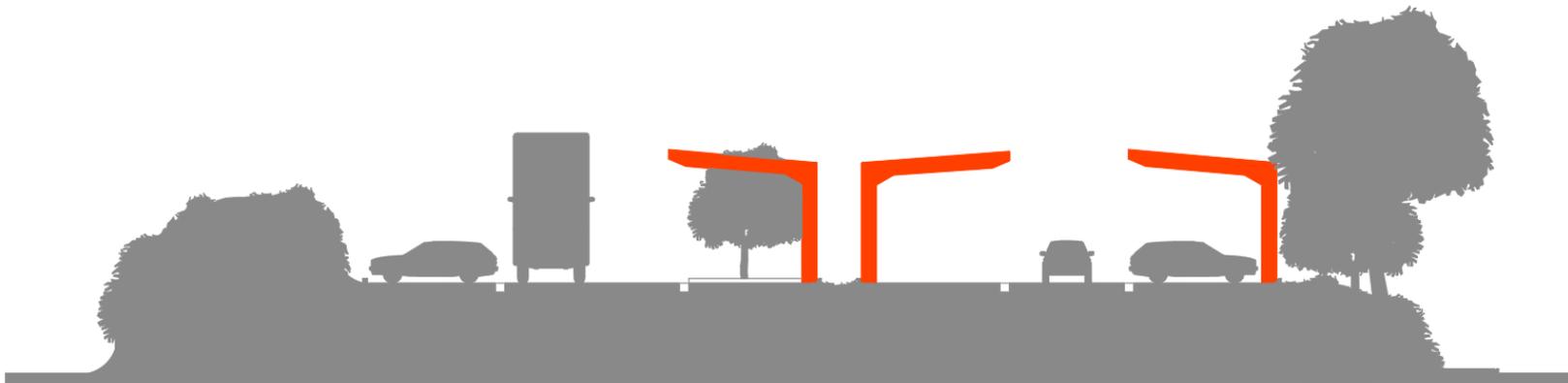


Abb.: Geländeschnitt [LPI]

Konzept Konstruktion

- berücksichtigt die zukünftige Ausdehnung der Bestandsbäume zwischen den Parkflächen
- regelt eine einheitliche Auslegung der Überdachungen
- Gesamtauslegung: 81 Konstruktionseinheiten
- Gesamtkostenschätzung für die Konstruktion: 2.025.000,00 €
- Überdachte Parkflächen: 304 Parkplätze

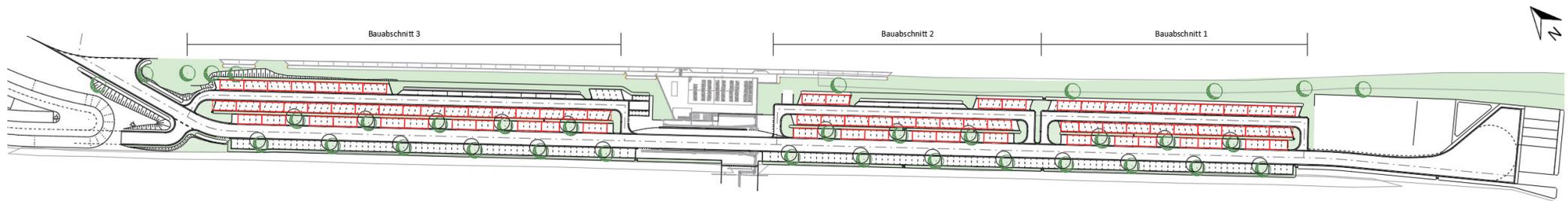
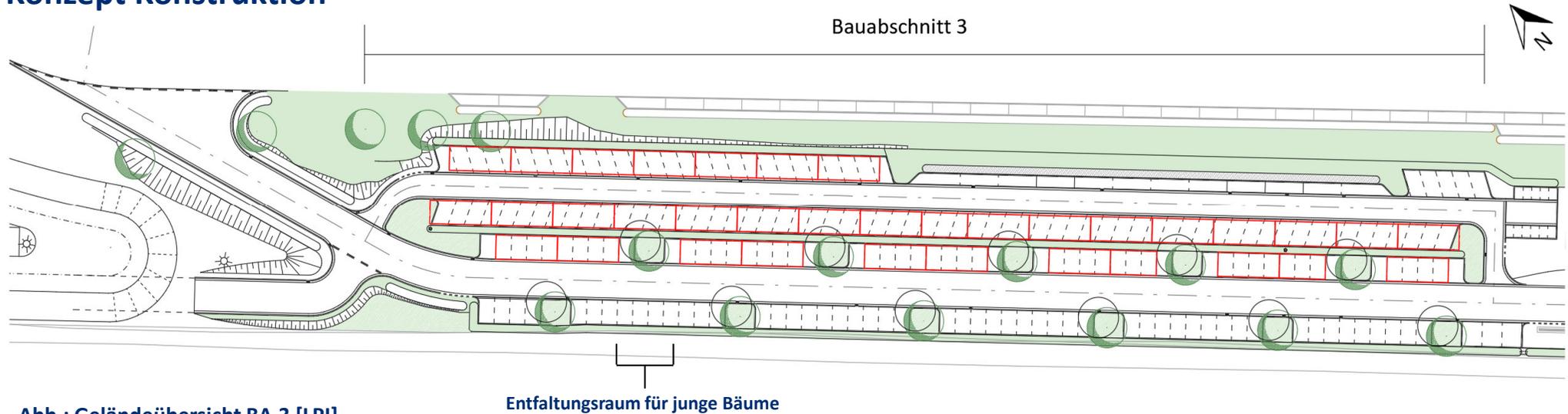


Abb.: Geländeübersicht [LPI]

Konzept Konstruktion



Nachteile:

- keine Vollausslegung der Parkplätze
- geringere Energieeinspeisung

Vorteile:

- geringere Investitionskosten
- keine zusätzlichen Maßnahmen/Kosten für den Umgang mit den Bestandsbäumen entlang der Parkplätze
- Einheitliches Modulsystem

Wieviel Energie kann so produziert werden?

Bauabschnitt 1: 430 Module

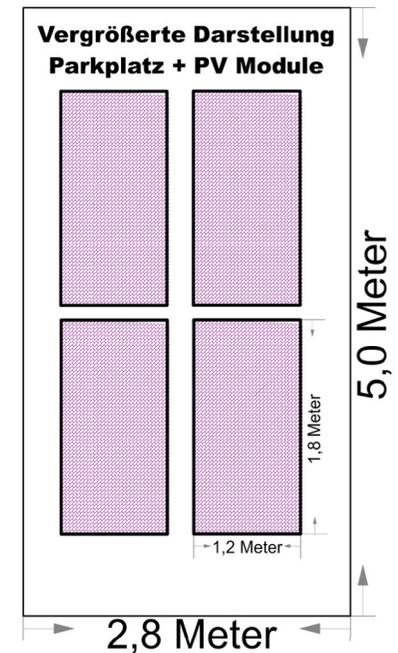
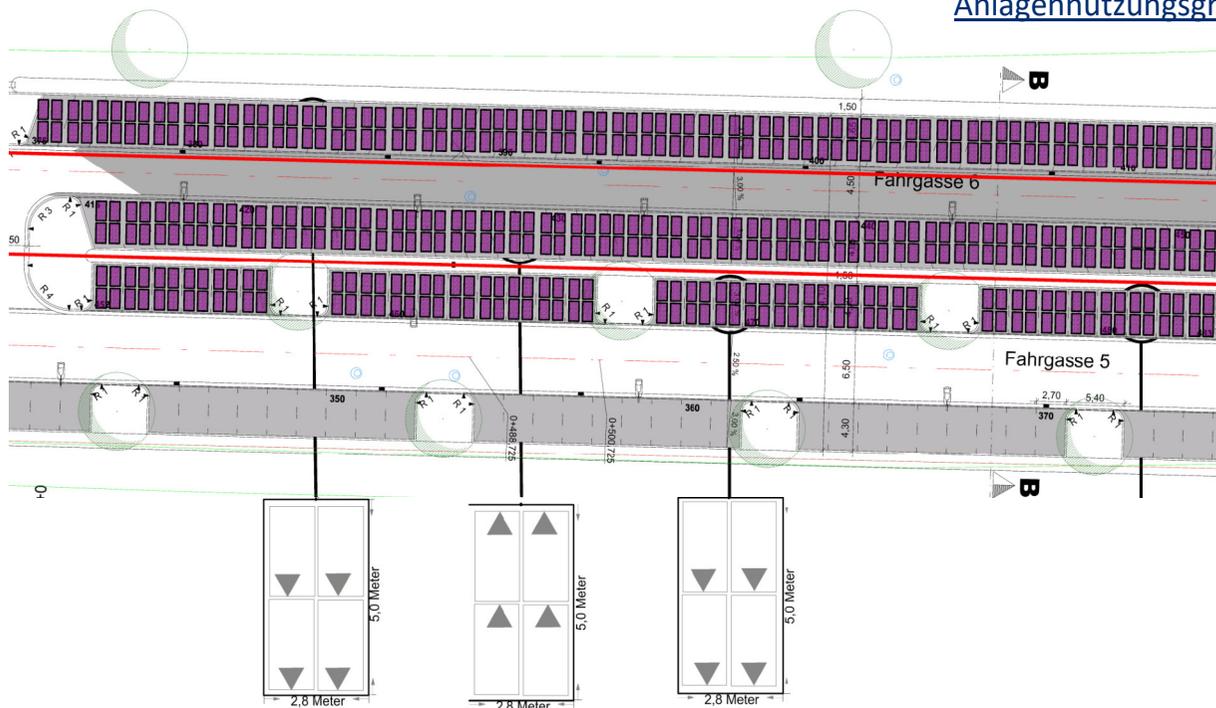
PV-Generatorleistung: 174,15 kWp

Spez. Jahresertrag: 932,76 kWh/kWp

Anlagennutzungsgrad (PR): 87,67 %

Ausrichtung: -> NW
-> SO

Hauptproduktion:
Morgens + Abends



Kabelbahn-Segment	
█	BIRCOcanal
Verteiler	
	Standverteiler Bauabschnitt 1+2

Abb.: Übersicht PV-Anlagenkonzept BA.1 [BOS]

Wieviel Energie kann so produziert werden?

Bauabschnitt 2: 310 Module

PV-Generatorleistung: 125,55 kWp

Spez. Jahresertrag: 956,77 kWh/kWp

Anlagennutzungsgrad (PR): 89,93 %

Ausrichtung: -> NW
-> SO

Hauptproduktion:
Morgens + Abends

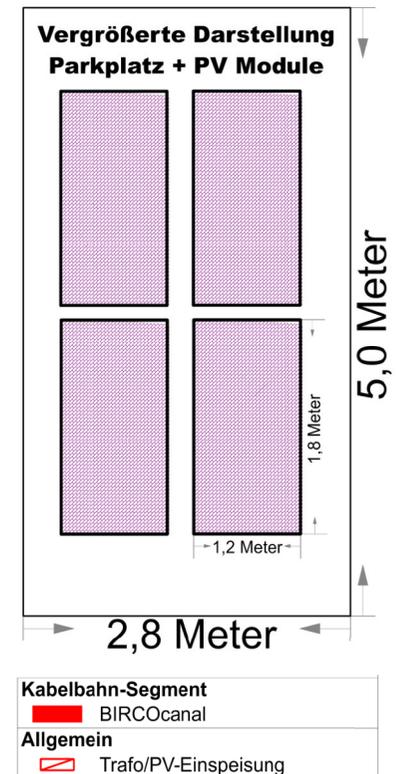


Abb.: Übersicht PV-Anlagenkonzept BA.2 [BOS]

Wieviel Energie kann so produziert werden?

Bauabschnitt 3: 520 Module

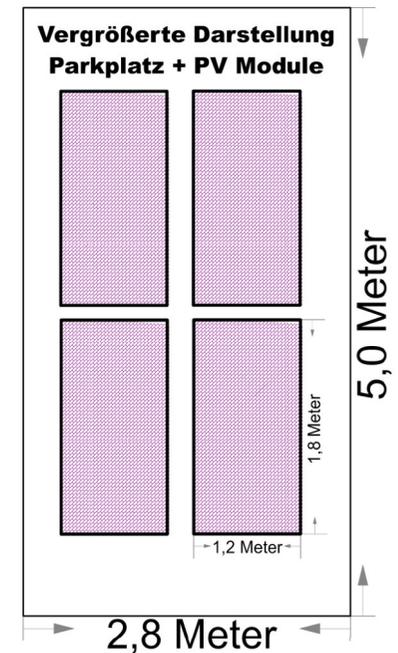
PV-Generatorleistung: 210,6 kWp

Spez. Jahresertrag: 953,93 kWh/kWp

Anlagennutzungsgrad (PR): 89,66 %

Ausrichtung: -> NW
-> SO

Hauptproduktion:
Morgens + Abends



Kabelbahn-Segment	
 BIRCOcanal	
Verteiler	
 Bauabschnitt 3	

Abb.: Übersicht PV-Anlagenkonzept BA.3 [BOS]

Wieviel Energie kann so produziert werden?

Gesamt: 1.260 Module

PV-Generatorleistung: 510,3 kWp

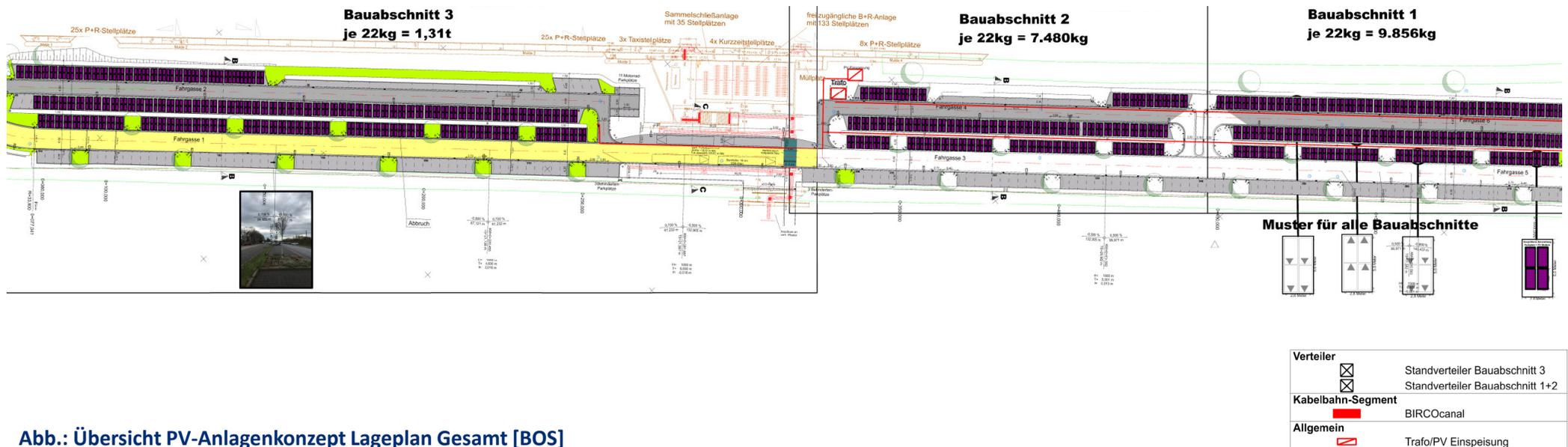


Abb.: Übersicht PV-Anlagenkonzept Lageplan Gesamt [BOS]

Wieviel Energie kann so produziert werden?

PV-Generatorleistung : 510,3 kWp = 432.847,3 kWh/a

BA 1: 129.885,2 kWh/a

BA 2: 112.468,5 kWh/a

BA 3: 190.493,6 kWh/a

Beispiele Akkukapazitäten:

- **Tesla Model Y** (75kWh) (5.771,3 Stk. pro Jahr)
- **VW ID 5** (77kWh)
- **BMW i4** (81kWh)
- **Linien Bus VLP** (180kWh)

Wieviel Energie kann so produziert werden?

PV-Generatorleistung : 510,3 kWp = 432.847,3 kWh/a

Bauabschnitt 1

BOS Ingenieurgesellschaft mbH
Angebotsnummer: 2309



Energieertrag für EnEV

Energieertrag nach DIN 15316-4-6

Januar	2616,2 kWh
Februar	3585,2 kWh
März	8750,6 kWh
April	16500,1 kWh
Mai	19936,9 kWh
Juni	21039,8 kWh
Juli	18944,6 kWh
August	16238,2 kWh
September	11087,4 kWh
Oktober	6946,3 kWh
November	2706,4 kWh
Dezember	1533,6 kWh
Jahreswert	129.885,2 kWh

Wieviel Energie kann so produziert werden?

PV-Generatorleistung : 510,3 kWp = 432.847,3 kWh/a

Bauabschnitt 2

BOS Ingenieurgesellschaft mbH
Angebotsnummer: 2309



Energieertrag für EnEV

Energieertrag nach DIN 15316-4-6

Januar	3453,1 kWh
Februar	3430,8 kWh
März	8356,5 kWh
April	14503 kWh
Mai	15884,3 kWh
Juni	16107 kWh
Juli	14364,9 kWh
August	13743,3 kWh
September	10493 kWh
Oktober	7596,8 kWh
November	2740,2 kWh
Dezember	1795,6 kWh
Jahreswert	112.468,5 kWh

Wieviel Energie kann so produziert werden?

PV-Generatorleistung : 510,3 kWp = 432.847,3 kWh/a

Bauabschnitt 3

BOS Ingenieurgesellschaft mbH
Angebotsnummer: 2309



Energieertrag für EnEV

Energieertrag nach DIN 15316-4-6

Januar	5848,7 kWh
Februar	5811 kWh
März	14153,8 kWh
April	24564,5 kWh
Mai	26904 kWh
Juni	27281,3 kWh
Juli	24330,5 kWh
August	23277,8 kWh
September	17772,5 kWh
Oktober	12867,1 kWh
November	4641,2 kWh
Dezember	3041,3 kWh
Jahreswert	190.493,6 kWh

Wieviel Energie kann so produziert werden?

PV-Generatorleistung : 510,3 kWp = 432.847,3 kWh/a

BA 1: 129.885,2 kWh/a

BA 2: 112.468,5 kWh/a

BA 3: 190.493,6 kWh/a

Beispiele Akkukapazitäten:

- **Tesla Model Y** (75kWh) (5.771,3 Stk. pro Jahr)
- **VW ID 5** (77kWh)
- **BMW i4** (81kWh)
- **Linien Bus VLP** (180kWh)

Nutzung

Fall 1: Volleinspeisung 100%

- Direktvermarktung
- 0,08 ~ 0,12 €/kWh
- Amortisation nur für die PV-Module nach über 25 Jahren

(Lebenserwartung Stahl ca. 50 Jahre)

(Lebenserwartung Module ca. 30 Jahre)

Fazit:

- technische einfachste Lösung
- niedrige Vergütung
- gegebenen Folgekosten des Stromverkaufs

„nachhaltig ohne wirtschaftlichen Nutzen“

Abb.: Ausschnitt Wirtschaftlichkeitsberechnung BA 1- jährliche Ausbeute [BOS]

Nutzung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

- Deutsche Bahn/
bzw. weitere mögliche Versorger



Nutzung:

- Einspeisung für die Bahn
- Ladepunkte

Vorteile/Nachteile:

- + führender, wirtschaftlich sicherer Vertragspartner
- + höhere Vergütung kann verhandelt werden
- Langwierige Vertragsprozesse
- Vertragliche Gewährleistungspflichten gegenüber der DB
- Gewährleistung Konstanter Stromversorgung

Nutzung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

- Ladepunkte für Fahrzeuge



Abb.: Beispielprodukt Ladesystem [chargeBIG]

Nutzung:

- Ladepunkte für Bahnnutzer (Pendler)
 - > Sperrzeiten nach 12 h bei geringer Ladeleistung
 - > oder von 7 Uhr bis 19 Uhr

Vorteile:

- höhere Vergütung kann festgelegt werden
- Alleinstellungsmerkmal
- kürzere Amortisationszeit für die PV-Anlage

Nutzung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

- Busnahverkehr



Nutzung:

- Ladepunkte für E-Busse
- ggf. zusätzliche Dachkonstruktion für Busparkplätze

Clean Vehicles Directive (CVD)

- seit 2021 – mind. 45% Neuanschaffungen im Nahverkehr müssen Elektrofahrzeuge sein
- ab 2026 – mind. 65% emissionsfreie Nahverkehrsfahrzeuge

Nutzung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

- Bessere Nutzung durch Speicher

Batteriespeicher



Abb.: Beispielprodukt Batteriespeicher [LadeEngel]

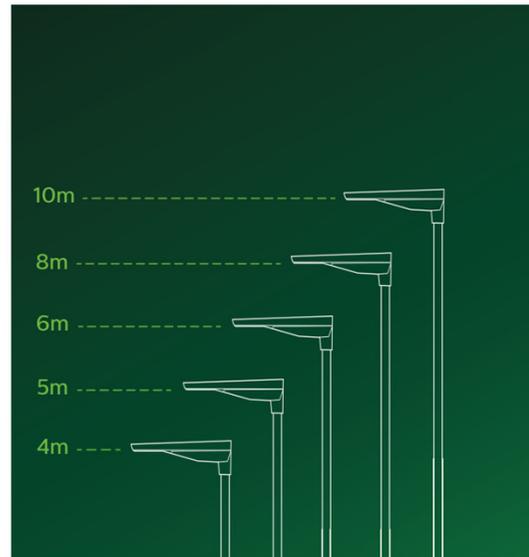
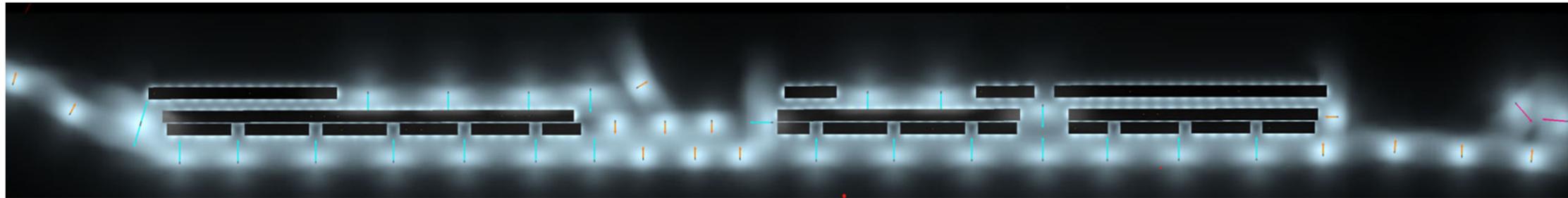
Wasserstoffkraftwerk



Abb.: Beispielprodukt Wasserstoffgenerator und Wasserstofftank [LadeEngel]

Nutzung

Beleuchtung neu gedacht



Kosten	vs.	Investition in die Zukunft	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Konstruktion</u> 2.025.000,00€ ▪ <u>PV-Anlage</u> 960.000,00€ ▪ <u>Beleuchtung</u> 35.000,00€ - 135.000,00€ ▪ <u>E-Mobilität</u> 4x 150kW: 120.000€ 20x 11kW: 55.000€ 40x 11kW: 110.000€ ▪ <u>Speicher</u> 500.000,00€ ▪ <u>Trafo</u> 300.000,00€ 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Gemeinde Büchen</u> -> Marketing -> Ausgleich aus Pacht- oder Stromverträge ▪ <u>VLP</u> -> Standortsicherung durch zusätzlichen Ladepunkt im Routennetz ▪ <u>SH-Netz</u> -> Stromproduktion -> Ladepunkte ausbauen ▪ <u>DB</u> -> Standortsicherung -> Marketing 	
<hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/> <p><u>3.750.000,00€ netto</u> - 4.185.000,00€ netto</p>			

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

Parkplatz Nutzung:

4.000 Fahrzeuge pro Woche

Davon ca. 200 Autos pro Tag (Pendler)

Bei 30% E-Autos = 60 E-Fahrzeuge am Tag

Rechnerisch sollten 30% geladen werden

Ergibt 20 Ladepunkte.

Zusätzlich 4 Bus-Ladepunkte mit 150kW

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung

Autoladepunkt „Pendler

	Ladepunkt	Ladedauer h	kWh	€/kWh	Preis	geladene kWh
öffentlich	1	3	11	0,5	16,5	33
	20	3	11	0,5	330	660
Pendler-Laden	1	12	3	0,8	28,8	36
	20	12	3	0,8	576	720

Bus – Ladepunkt

	Ladepunkt	Ladedauer kWh	€/kWh	Preis	geladene kWh
öffentlich	1	1,5	150	0,8	180
	4	1,5	150	0,8	720
BUS-Ladepunkt	1	1,5	150	0,85	191,25
	4	1,5	150	0,85	765

Speicher-Stromkosten

Gesamt kWh	Speichergröße
258	1075
1560	1075
261	1075
1620	1075

	Tägl. Ladepreis	Auslastungstoleranz	
	bei 20 Ladepkt.	50% Auslastung	100% Auslastung
öffentlich	330	60.225,00 €	120.450,00 €
Pendler-Laden	576	105.120,00 €	210.240,00 €

	Tägl. Ladepreis	Auslastungstoleranz	
	bei 20 Ladepkt.	50% Auslastung	100% Auslastung
öffentlich	720	131.400,00 €	262.800,00 €
Bus-Ldpkt.	765	139.612,50 €	279.225,00 €

Stromzukauf Kosten	
Stromdiff.	545 kWh
€/kWh	0,30 €
Tägl. Kosten	163,50 €
Jährl. Kosten	59.677,50 €

Mögliche Einkünfte über Ladepunkte inkl. Bus-Ladepunkte		
	50%	100%
Pendler Punkte	105.120,00 €	210.240,00 €
Bus-Ladepunkt	139.612,50 €	279.225,00 €
jährl.	244.732,50 €	489.465,00 €
jährl. Durschn.	367.098,75 €	
jährl. Durchn. - Stromkosten	307.421,25 €	

Anschaffungskosten	3.750.000,00	4.185.000,00
Nutzungsdauer in Jahren	30	30
Lineare Jahresabschreibung	0,00	0,00
durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	307.421,25	307.421,25
durchschnittlicher Kapitalrückfluss	307.421,25	307.421,25
Amortisationszeit in Jahren	12,2	13,61

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte

Autoladepunkt „Pendler

	Ladepunkt	Ladedauer h	kWh	€/kWh	Preis	geladene kWh
öffentlich	1	3	11	0,5	16,5	33
	40	3	11	0,5	660	1320
Pendler-Laden	1	12	3	0,8	28,8	36
	40	12	3	0,8	576	1440

	Tägl. Ladepreis	Auslastungstoleranz	
	bei 40 Ladepkt.	50% Auslastung	100% Auslastung
öffentlich	660	120.450,00€	240.900,00€
Pendler-Laden	1152	210.240,00€	420.480,00€

Bus – Ladepunkt

	Ladepunkt	Ladedauer h	kWh	€/kWh	Preis	geladene kWh
öffentlich	1	1,5	150	0,8	180	225
	4	1,5	150	0,8	720	900
BUS-Ladepunkt	1	1,5	150	0,85	191,25	225
	4	1,5	150	0,85	765	900

	Tägl. Ladepreis	Auslastungstoleranz	
	bei 20 Ladepkt.	50% Auslastung	100% Auslastung
öffentlich	720	131.400,00 €	262.800,00 €
Bus-Ldpkt.	765	139.612,50 €	279.225,00 €

Speicher-Stromkosten

Gesamt kWh	Speichergröße
258	1075
2220	1075
261	1075
2340	1075

Stromzukauf Kosten	
Stromdiff.	1265 kWh
€/kWh	0,30 €
Tägl. Kosten	379,5€
Jährl. Kosten	138.517,50€

Mögliche Einkünfte über Ladepunkte inkl. Bus-Ladepunkte			
	50%	100%	
Pendler Punkte	210.240,00 €	420.480,00€	
Bus-Ladepunkt	139.612,50 €	279.225,00 €	
jährl.	349.852,50€	699.705,00 €	
jährl. Durschn.		524.778,75€	
jährl. Durchn. - Stromkosten		386.261,25€	

Anschaffungskosten	3.750.000,00	4.185.000,00
Nutzungsdauer in Jahren	30	30
Lineare Jahresabschreibung	0,00	0,00
durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	386.261,25	386.261,25
durchschnittlicher Kapitalrückfluss	386.261,25	386.261,25
Amortisationszeit in Jahren	9,71	10,83

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte

Ausgangspunkt

Anschaffungskosten	3.750.000,00	4.185.000,00
		30
Nutzungsdauer in Jahren	30	0,00
		386.261,25
Lineare Jahresabschreibung	0,00	386.261,25
durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	386.261,25	386.261,25
durchschnittlicher Kapitalrückfluss	386.261,25	10,83
Amortisationszeit in Jahren	9,71	

Förderungen

IB.SH Bürgerenergiefonds

2 Jahre Zinsfrei	Fördersumme	200.000,00
5% Zinsen		10.000,00

IB.SH Energetische Stadtsanierung

75% KFW Förderung			
15-20% Landesförderung		750.000,00	837.000,00
5% Zinsen		37.500,00	41.850,00

Investitionskredit Nachhaltige Mobilität

Bis zu 100% Investitionsübernahme bis 25 Mio Euro			
Stufe. B= 70%		2.625.000,00	2.929.500,00
jährl 4%		105.000,00	117.180,00

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte

IB-SH Bürgerenergiefonds

2 Jahre Zinsfrei	Fördersumme	200.000,00
5% Zinsen		10.000,00

Anschaffungskosten I	3.750.000,00	4.185.000,00
Fördergelder	200.000,00	200.000,00
Anschaffungskosten II	3.450.000,00	3.985.000,00
Nutzungsdauer in Jahren	30	30
lineare Jahresabschreibung	0,00	0,00
durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	386.261,25	386.261,25
Kreditzahlungen	10.000,00	10.000,00
durchschnittlicher Kapitalrückfluss	376.261,25	376.261,25
Amortisationszeit in Jahren	9,43	10,59
Umsatz nach Nutzungsjahren	11.587.837,50	11.587.837,50
Amortisation auf Nutzungsjahre	7.943.488,14	7.496.927,05
Amortisation %	68,55%	64,70%

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte

IB.SH energetische Stadtsanierung

75% KFW Förderung		
15-20%		
Landesförderung	750.000,00	837.000,00
5% Zinsen	37.500,00	41.850,00

Anschaffungskosten I	3.750.000,00	4.185.000,00
Fördergelder	750.000,00	837.000,00
Anschaffungskosten II	3.000.000,00	3.348.000,00
Nutzungsdauer in Jahren	30	30
lineare Jahresabschreibung	0,00	0,00
durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	386.261,25	386.261,25
Kreditzahlungen	37.500,00	92.000,00
durchschnittlicher Kapitalrückfluss	348.761,25	294.261,25
Amortisationszeit in Jahren	8,6	11,38
Umsatz nach Nutzungsjahren	11.587.837,50	11.587.837,50
Amortisation auf Nutzungsjahre	8.265.27,26	7.193.094,17
Amortisation %	71,33%	62,07%

Amortisationsberechnung

Fall 2: Teileinspeisung durch Eigennutzung – Erhöhung der Ladepunkte

Investitionskredit Nachhaltige Mobilität

Bis zu 100% Investitionsübernahme				Anschaffungskosten I	3.750.000,00	4.185.000,00
bis 25 Mio Euro				Fördergelder	2.625.000,00	2.929.500,00
Stufe. B= 70%		2.625.000,00	2.929.500,00	Anschaffungskosten II	1.125.000,00	1.255.500,00
jährl 4%		105.000,00	117.180,00	Nutzungsdauer in Jahren	30	30
				lineare Jahresabschreibung	0,00	0,00
				durchschnittlicher Gewinn pro Jahr	386.261,25	386.261,25
				Kreditzahlungen	105.000,00	117.180,00
				durchschnittlicher Kapitalrückfluss	281.261,25	269.081,25
				Amortisationszeit in Jahren	4,0	4,67
				Umsatz nach Nutzungsjahren	11.587.837,50	11.587.837,50
				Amortisation auf Nutzungsjahre	10.042.854,30	9.785.590,04
				Amortisation %	86,67%	84,45%

Investmentprojekt für Klein- und Großinvestoren

Werbeposition

- Werbung für den Standort
– nachhaltig – zukunftssicher – attraktiv –
- 100% Strom zum Laden
- Werbung für alle Investoren
- Gewonnenes Team für die Zukunft



Büchen Parkplatz

Machbarkeitsstudie

lpi
Ingenieurgesellschaft mbH

BOS
INGENIEURE

Aufwertung der Parkplatzanlage mittels PV-Anlagen

