

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

INHALT

1	Energiebedarf Industriegebäude	3
1.1	elektrische Energie	3
1.2	Wärme	3
1.3	Kälte	3
1.4	allgemeine Bedingungen	4
2	Photovoltaikanlage	5
2.1	Randbedingungen	5
2.2	Renditeberechnung	6
3	BHKW	7
3.1	Randbedingungen	7
3.2	Renditeberechnung	8
4	BHKW Lichtblick	9
4.1	Randbedingungen	9
4.2	Renditeberechnung	9
5	Pelletsheizzentrale	10
5.1	Randbedingungen	10
5.2	Renditeberechnung	10
6	Solarkollektoren zur Heizungsunterstützung mit Wärme- / Kältespeicher	11
6.1	Randbedingungen	11
6.2	Renditeberechnung	11
7	Stromspeichersysteme	12
7.1	Randbedingungen	12
7.2	Renditeberechnung	12

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

1 Energiebedarf Industriegebäude

1.1 elektrische Energie

jährlicher Stromverbrauch auf Basis der vergangenen 4 Jahre:ca. 275.000 kWh
jährliche Stromkostenca. 42.000 €
Strombezugskosten auf Basis der Abrechnung EnBW Mai 2012 15,42 ct/kWh

1.2 Wärme

jährlicher Wärmeverbrauch auf Basis der vergangenen 4 Jahre:ca. 300.000 kWh
jährliche Kosten für Brennstoffe (Erdöl)ca. 20.000 €
Wärmebezugskosten auf Basis der vergangenen 4 Jahre:.....6,67 ct/kWh
aktueller Ölpreis (nur als Vergleichswert)ca. 9,0 ct/kWh
Hilfsenergie Ölheizung (Strom) ca. 1% der Wärmeleistung3.000 kWh
jährliche Betriebskosten Ölheizung (Wartung, Instandhaltung, Schornsteinfeger).....ca. 1.000 €

1.3 Kälte

zu kühlende Büroflächeca. 100 qm
Investitionskosten 3 Klimageräte 1.000 W zu 1.500 € (inkl. Montage).....4.500 €
jährliche Leistungsaufnahme Klimageräte 3 x 1.000 W x 1.000 h3.000 kWh
jährliche Stromkosten Klimatisierung 3.000 kWh x 15,42 ct/kWh463 €

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

1.4 allgemeine Bedingungen

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die gesamte Ausarbeitung ist ein erster Schritt mit Darstellung vieler möglicher Systeme. Aufgrund der Spektrumsbreite sind daher viele Werte als Annahmen getroffen, die erst bei genauer Betrachtung der interessantesten Systeme konkret ausgearbeitet werden.
- Alle Kosten wurden brutto (incl. MwSt.) angesetzt. Je nach Betreiberkonzept kann ggf. auch mit Vorsteuerabzug gerechnet werden. Dies ist mit dem Steuerberater zu klären.
- Bei den angegebenen Verbrauchskosten wurde davon ausgegangen, dass die Angaben ebenfalls inkl. MwSt. sind.
- Die Strombezugskosten teilen sich in der Rechnung in viele Einzelpositionen auf, die ohne Studium der Elektrotechnik nicht nachvollziehbar sind. Daher sollte man den errechneten Bezugspreis von der EnBW prüfen lassen.
- Bei allen untersuchten Maßnahmen wurden nur die gängigen Fördermöglichkeiten (KfW, BafA) untersucht. Gemeinden bieten oftmals Zuschüsse in geringerem Maße an, die bei genauerer Untersuchung geprüft werden sollten.
- zu jeder einzelnen Maßnahme wird eine Rendite berechnet, die die jährlichen Einnahmen bzw. Einsparungen ins Verhältnis zu den Investitionskosten setzt. Dies schafft eine anschauliche Vergleichbarkeit, beachtet aber nicht die Vorteile durch zinsgünstige, zweckgebundene Darlehen, z.B. der KfW. Aufgrund des momentanen, sehr niedrigen Zinsniveaus ist dieser Faktor allerdings nicht maßgebend. Außerdem beachtet dieser Wert nicht die Lebensdauer der Anlage. Daher sollte die Einschätzung der jeweiligen Anlagen-Lebensdauer zur Entscheidungsfindung beitragen.
- Für alle Maßnahmen wurden die Kosten für die Technik angesetzt, nicht jedoch die Kosten für einen evtl. notwendigen Neubau eines Technikgebäudes. Für Anlagen mit großem Platzbedarf kann dies notwendig werden. In erster Linie sollten aber die Möglichkeiten im bestehenden Gebäude untersucht und genutzt werden.
- der aktuelle Ölpreis (ca. 9,0 ct/kWh) weicht deutlich vom Mittelwert der vergangenen Jahre (6,67 ct/kWh) ab. In den Berechnungen wird einheitlich mit dem Durchschnittswert gerechnet. Die Einschätzung der Preisentwicklung für Brennstoffe spielt bei der Bewertung der Maßnahmen eine außerordentlich wichtige Rolle und sollte in einem nächsten Schritt als Eingangsgröße mit aufgenommen werden.

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

2 Photovoltaikanlage

2.1 Randbedingungen

auf dem Gebäudeflachdach stehen etwa 3.000 qm Fläche zur Verfügung. Für die Renditeberechnung wurde zunächst eine aufgeständerte Konstruktion mit 45° Neigung und Südausrichtung angenommen. Dadurch ergibt sich eine Modulfläche von ca. 2.000 qm mit folgenden Parametern:

Anlagenleistung	ca. 250 kWp
jährlicher Ertrag gemäß Berechnung mit Klimarechner	ca. 225.000 kWh
Einspeisevergütung Stand Juli 2012 (1% monatliche Degression)	16,01 ct/kWh
Vergütung Eigenverbrauch (>30%) Stand Juli 2012 (1% monatliche Degression)	4,01 ct/kWh
jährliche Betriebskosten Photovoltaikanlage (Wartung, Instandhaltung)	ca. 3.000 €
geschätzte Lebensdauer	30 Jahre

Da die Vergütung für Eigenverbrauch von der Einspeisevergütung abweicht, wurde ein Verhältnis Eigenverbrauch : Einspeisung festgelegt auf 50 : 50.

Die Investitionskosten einer Photovoltaikanlage liegen für deutsche Hersteller momentan bei 1.700 €/kWp – 2.100 €/kWp. Für die Abschätzung wird von 2.000 €/kWp ausgegangen.

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die PV-Anlage liefert Gleichstrom, der über Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt wird. Sollte im Fabrikgebäude Drehstrom nötig sein, ist zu klären, wie dieser erzeugt werden kann, oder ob darauf verzichtet wird.
- Die Abrechnung der EnBW deutet auf speziell ausgehandelte Vertragskonditionen hin, die u.U. bei geringerer Abnahme durch Eigenverbrauch aus der PV-Anlage nicht mehr gültig sind. Für diesen Fall ist mit geringeren Einsparungen beim Eigenverbrauch zu rechnen.
- PV-Anlagen werden von verschiedenen Institutionen gefördert. Beispielsweise über verkürzte steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten oder über Finanzierungskredite der KfW.
- Die Einspeisevergütung wird auf 20 Jahre garantiert. Was passiert danach mit dem überschüssigen Strom? Zu diesem Thema sollte man sich im Vorfeld Gedanken machen.

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

2.2 Renditeberechnung

jährliche Einspeisung 112.500 kWh x 16,01 ct/kWh	18.011 €
jährliche Vergütung Eigenverbrauch 112.500 kWh x 4,01 ct/kWh	4.511 €
jährliche Einsparung Eigenverbrauch 112.500 kWh x 15,42 ct/kWh.....	17.348 €
jährliche Betriebskosten.....	- 3.000 €
 Summe jährliche Einnahmen.....	 36.870 €
 Investitionskosten : 250 kWp x 2.000 €/kWp	 500.000 €
 Rendite:	 7,4 %

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

3 BHKW

3.1 Randbedingungen

Für die Berechnung wurden die technischen Daten und Werte der KWKs von Senertec (Dachs) zu Grunde gelegt.

Es wird von 3 KWKs mit 12,5 kW zur Abdeckung der Grundheizlast (ca. 67% des Jahresbedarfs) ausgegangen. Die KWKs sind mit Zusatzheizungen und Pufferspeicher zur Abdeckung der Spitzenlasten ausgestattet. Dies könnte aber auch durch die bestehenden Ölheizungen realisiert werden. In der Berechnung wird nur die Grundlast (200.000 kWh) verglichen. Folgende Parameter werden für das BHKW zugrunde gelegt:

Anlagenleistung Wärme.....	37,5 kW
Anlagenleistung Strom.....	16,5 kW
jährliche Betriebsstunden.....	ca. 5.333 h
jährliche Stromerzeugung 16,5 kW x 5.333 h	87.995 kWh
Vergütung Eigenverbrauch Stand Juli 2012.....	5,11 ct/kWh
jährliche Betriebskosten BHKW (Wartung, Instandhaltung, Schornsteinfeger).....	ca. 3.000 €
geschätzte Lebensdauer.....	15 Jahre

Die Einspeisevergütung liegt 5,11 ct über dem Marktpreismittel des an der Energiebörse gehandelten Stroms und ist damit wenig lukrativ. Daher ist es notwendig, den Strom selbst zu verbrauchen und die Technik entsprechend auszulegen, so dass mittels Wärmespeicherung in Pufferspeichern eine teilweise stromgeführte Steuerung der Anlage möglich ist. In der Berechnung wird davon ausgegangen, dass die gesamten 87.995 kWh (< 1/3 des Gesamtbedarfs) eigen genutzt werden können

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die Investitionskosten werden für die reine Technik angesetzt. D.h. ein ggf. erforderlicher Betriebsraum erzeugt Zusatzkosten, die die Rendite schmälern.
- Die Kosten für den Gasanschluss werden mit 5.000 € angesetzt. Verfügbarkeit und Kosten sind noch zu prüfen.
- BHKWs werden von verschiedenen Institutionen gefördert. Beispielsweise über direkte Zuschüsse der BafA oder über Finanzierungskredite der KfW. Die Richtlinien der BafA sind sehr umfangreich und bedürfen einer eigenen Untersuchung auf Übereinstimmung mit den geplanten Maßnahmen. Daher wird die Förderung in dieser Abschätzung zunächst außer Acht gelassen.
- wie bei der Photovoltaikanlage sind die Fragen zur Stromeinspeisung zu klären.

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

3.2 Renditeberechnung

jährliche Vergütung Strom Eigenverbrauch 87.995 kWh x 5,11 ct/kWh.....	4.497 €	
jährliche Einsparung Strom Eigenverbrauch 87.995 kWh x 15,42 ct/kWh	13.569 €	
jährliche Einsparung Wärme Eigenverbrauch 200.000 kWh x 6,67 ct/kWh	13.333 €	18.000 €
jährliche Einsparung Hilfsenergie Ölheizung 2.000 kWh x 15,42 ct/kWh.....	308 €	
jährliche Einsparung Betriebskosten Ölheizung 2/3 von 1.000 €	667 €	
jährliche Energiesteuerrückerstattung 60 kW x 5.333 h x 0,55 ct/kWh	1.760 €	
jährliche Gaskosten 60 kW x 5.333 h x 6,00 ct/kWh.....	- 19.200 €	
jährliche Betriebskosten.....	- 3.000 €	
Summe jährliche Einnahmen	11.934 €	16.601 €
Investitionskosten (ohne Betriebsraum) geschätzt	85.000 €	
Rendite:	14,0 %	19,5 %

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

4 BHKW Lichtblick

4.1 Randbedingungen

Das Lichtblick-Modell sieht nur den Einkauf von Wärme eines BHKWs in den eigenen Räumlichkeiten vor. Gemäß Lichtblick-Vorgaben sind für die Bereitstellung der „Fernwärme“ folgende Werte zu Grunde zu legen:

Investitionskosten je Zuhausekraftwerke (ohne Betriebsraum).....	5.000 €
Flächenbedarf für 4 Zuhausekraftwerke	30 qm
jährlicher Grundpreis je Zuhausekraftwerk	240 €
Arbeitspreis (Stand Juli 2012).....	6,99 ct/kWh
Wirkungsgrad der bisherigen Anlage (Wärmebedarf : Endenergiebedarf) geschätzt	85%
geschätzte Lebensdauer.....	20 Jahre

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die Investitionskosten werden für die reine Technik angesetzt. D.h. ein ggf. erforderlicher Betriebsraum erzeugt Zusatzkosten, die die Rendite schmälern.
- Die Kosten für den Gasanschluss werden mit 5.000 € angesetzt. Verfügbarkeit und Kosten sind noch zu prüfen.

4.2 Renditeberechnung

jährliche Einsparung Ölkosten 300.000 kWh x 6,67 ct/kWh.....	20.000 €	27.000 €
jährliche Einsparung Hilfsenergie Ölheizung 3.000 kWh x 15,42 ct/kWh.....	463 €	
jährliche Einsparung Betriebskosten Ölheizung.....	1.000 €	
jährliche Fernwärmekosten 300.000 kWh x 85% x 6,99 ct/kWh	- 17.825 €	
jährliche Grundkosten	- 960 €	
Summe jährliche Einnahmen	2.678 €	9.678 €
Investitionskosten (ohne Betriebsraum).....	20.000 €	
Rendite:	13,4 %	48,4 %

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

5 Pelletsheizzentrale

5.1 Randbedingungen

Für die Berechnung wurden die technischen Daten und Werte der Pelletskaskadenlösung von Ökofen zu Grunde gelegt.

Anlagenleistung Wärme.....	224 kW
Pelletspreis aktuell (Stand Juli 2012).....	4,6 ct/kWh
Hilfsenergie Pelletsheizung (Strom) ca. 3% der Wärmeleistung.....	9.000 kWh
jährliche Betriebskosten Pelletsheizung (Wartung, Instandhaltung, Schornsteinfeger) ..ca.	2.000 €
geschätzte Lebensdauer.....	20 Jahre

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die Investitionskosten werden für die reine Technik angesetzt. D.h. ein ggf. erforderlicher Betriebsraum oder ein externes Pelletslager erzeugen Zusatzkosten, die die Rendite schmälern.
- Pelletsheizungen werden von verschiedenen Institutionen gefördert. Beispielsweise über direkte Zuschüsse der BafA oder über Finanzierungskredite der KfW. Von der BafA werden allerdings nur Anlagen bis 100 kW gefördert. Hier sollte geklärt werden, ob Möglichkeiten bestehen, z.B. über Aufteilung der Anlage in den förderfähigen Bereich zu kommen.

5.2 Renditeberechnung

jährliche Einsparung Wärme Eigenverbrauch 300.000 kWh x 6,67 ct/kWh	20.000 €	27.000 €
jährliche Einsparung Hilfsenergie Ölheizung 3.000 kWh x 15,42 ct/kWh.....	463 €	
jährliche Einsparung Betriebskosten Ölheizung.....	1.000 €	
jährliche Pelletskosten 300.000 kWh 4,6 ct/kWh	- 13.800 €	
jährliche Kosten Hilfsenergie Pelletsheizung 9.000 kWh x 15,42 ct/kWh.....	- 1.388 €	
jährliche Betriebskosten Pelletsheizung.....	- 2.000 €	
Summe jährliche Einnahmen	4.275 €	11.275 €
Investitionskosten (ohne Betriebsraum) geschätzt	80.000 €	
Rendite:	5,3 %	14,1 %

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

6 Solarkollektoren zur Heizungsunterstützung mit Wärme- / Kältespeicher

6.1 Randbedingungen

Für die Berechnung werden marktübliche Flachkollektoren mit folgenden technischen Daten angesetzt

jährlicher Kollektorertrag	ca. 500 kWh/qm
notwendige Kollektorfläche 300.000 kWh / 500 kWh/qm	600 qm
Kollektorkosten	ca. 500 €/qm
Förderung durch das BafA bis 40qm	90 €/qm
Förderung durch das BafA über 40qm.....	45 €/qm
Hilfsenergie Kollektoranlage (Strom) ca. 1% der Wärmeleistung	3.000 kWh
jährliche Betriebskosten Kollektoranlage (Wartung, Instandhaltung)	ca. 1.000 €
geschätzte Lebensdauer.....	20 Jahre

Im Sommer kann, bei entsprechender Regelung des Speichers, das kalte Speicherwasser zur Kühlung der Büroräume über das Zentralheizungsnetz genutzt werden.

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Die Investitionskosten werden für die reine Technik angesetzt. D.h. ein ggf. erforderlicher Betriebsraum erzeugt Zusatzkosten, die die Rendite schmälern.
- die Kosten für den Wärme-/Kältespeicher sind schwer ermittelbar, da dazu die Anlage ausgelegt werden muss. Es wird ein Platzhalter von 100.000€ eingesetzt. Der tatsächliche Wert kann extrem abweichen.

6.2 Renditeberechnung

jährliche Einsparung Wärme Eigenverbrauch 300.000 kWh x 6,67 ct/kWh	20.000 €	27.000 €
jährliche Einsparung Hilfsenergie Ölheizung 3.000 kWh x 15,42 ct/kWh	463 €	
jährliche Einsparung Betriebskosten Ölheizung.....	1.000 €	
jährliche Einsparung Klimatisierung durch Kühlung aus Wärmespeicher	463 €	
jährliche Kosten Hilfsenergie Kollektoranlage 3.000 kWh x 15,42 ct/kWh	- 463 €	
jährliche Betriebskosten Kollektoranlage	- 1.000 €	
Summe jährliche Einnahmen	20.463 €	27.463 €
Investitionskosten 600 qm x 500 €/qm.....	300.000 €	
Förderung durch das BafA.....	28.800 €	
Wärmespeicher / Eisspeicher	100.000 €	
Einsparung Investition Klimageräte	-4.500 €	
Summe Investitionskosten	424.300 €	
Rendite:	4,8 %	6,5 %

JAHN INGENIEURBAU GMBH

Helmensbergweg 12 73 728 Esslingen a.N.
Tel 0711 / 67 36 555 Fax 0711 / 67 36 556
www.jahn-ingenieurbau.de mail@jahn-ingenieurbau.de

7 Stromspeichersysteme

7.1 Randbedingungen

Zur Abschätzung der Rendite werden folgende Annahmen getroffen:

Investitionskosten je kWh Speicherkapazität	ca. 2.000 €
täglicher Stromverbrauch 275.000 kWh / 365	750 kWh
Schwankungsabdeckung einen Tag hundert mal jährlich	75.000 kWh
Differenz Stromkosten Eigenverbrauch zu Einspeisung bei Photovoltaik	3,42 ct/kWh
geschätzte Lebensdauer	10 Jahre

Zu beachten bzw. zu untersuchen sind folgende Punkte:

- Aufgrund der minimalen Rendite ist die Ausarbeitung sehr einfach gehalten

7.2 Renditeberechnung

jährliche Einsparung

Summe jährliche Einnahmen 75.000 kWh x 3,42 ct/kWh2.565 €

Investitionskosten 750 kWh x 2.000 €/kWh1.500.000 €

Rendite: 0,17 %