

Kleinwindnutzung im Gewerbe und in der Industrie

Von der Idee bis zur Inbetriebnahme

Clemens Weinack
Windenergieexperte

 **EnMaS**
Deutsche
Servicegesellschaft für
Energiemanagement mbH

GEMEINSAM EFFIZIENT

EnMaS - Deutsche Servicegesellschaft für Energiemanagement mbH

- Gegründet: 2017
- 13 feste Mitarbeiter
- 3 freie Berater
- Standort Hamburg
- Standort Solingen
- Kunden bundesweit

my.ENSPECTER.de

Effizienzmaßnahmen

Aufteilung der Gesamtkosten

| Energieinsatzbereich | Kosten |
|----------------------|--------------------|
| Härten | 178.313,27 € |
| Raumlüftung | 129.902,21 € |
| Druckluftzerzeugung | 108.711,56 € |
| Beleuchtung | 100.341,86 € |
| Reinigung | 88.715,63 € |
| Flurförderfahrzeuge | 73.777,97 € |
| GESAMT | 43.270,36 € |

Effizienzmaßnahme identifiziert: Austausch der Ladegeräte

Durch den Austausch der 50 Hz Ladegeräte durch Resonanzfrequenz-Ladegeräte lassen sich pro Jahr voraussichtlich 7.166 € einsparen.

Investitionsvolumen: 25.230 €
Förderung: 7.718 € [Förderung beantragen...](#)

Effizienteres Gerät

Hersteller: IEB
Modell: Future RF
Preis: 1.100 €
Bei drei Installationen wurde die Einsparung mit ENSPECTER verifiziert.
[Jetzt bestellen](#)

Rent a Stapler

4.300 €/a
[Jetzt Angebot anfragen](#)

Deutsche Bank

4,2% Laufzeit: 12 Jahre
[Jetzt Angebot anfragen](#)



Portfolio

Dienstleistungen

- Kleinwindgutachten
- Windmessungen
- Förderungsberatung und Abwicklung
- Verkaufsunterstützung für effiziente Lösungen
- Messkonzepterstellung
- Schulungen zur DIN 16247-1, Berichterstellung, aktuellen Förderprogrammen
- Sachverständige des Investor Confidence Project



Beratungen

- (geförderte) Energieeffizienzberatungen (Gebäude, Nichtwohngebäude, Unternehmen)
- Energieaudits
- Energiemanagementsysteme (Einrichtung, Betreuung, Softwareauswahl)

Software: ENSPECTER.de

In den letzten Jahren wurde mit **ENSPECTER** eine umfangreiche **Softwareplattform** für Energieeffizienzprojekte entwickelt.

Die **Webanwendung** [ENSPECTER.de](https://www.enspecter.de) dient Energieberatern in Deutschland zur **Errechnung von Effizienzmaßnahmen**, der **Erstellung von Energieberatungs- und Auditberichten** nach DIN 16247-1.

Unterstützt wird die Einführung und **Aufrechterhaltung von Energiemanagementsystemen** nach ISO 50001.

Ertragsprognose PV- und Kleinwindanlagen.

Portfolioanalyse für Wohn- und Nichtwohngebäude

The screenshots display the ENSPECTER.de software interface, which is used for energy efficiency analysis. The top navigation bar includes options for 'Betrachtungszeitraum' (1.1.2019 - 31.12.2019), 'Analysedaten', 'Anpassungsfaktoren', 'Energetische Analyse', 'Maßnahmen', 'Berichte', 'Ergebnisse', 'Einstellungen', and 'Aufgaben & Notizen'.

Energieverbrauch pro Energieträger

| Energieträger | Energiemenge in kWh | Anteil an Gesamt- Energiemenge in % |
|---------------|---------------------|-------------------------------------|
| Strom | 84.000 | 47,10 |
| Diesel | 53.000 | 29,72 |
| Flüssiggas | 41.350 | 23,18 |

Effizienzmaßnahme (freie Maßnahme)

Bezeichnung: Austausch der Ladegeräte für Flurförderfahrzeuge

Kurzbezeichnung: Ladegerät Flurförderfahrzeug

Beschreibung: Das Unternehmen hat überwiegend alte 50Hz Ladegeräte im Betrieb. Diese Ladetechnik entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. Neuartige Resonanzfrequenzladegeräte (RF) steigern die Effizienz der Batterieladung erheblich. Aus diesem Grund wird empfohlen die vorhandenen Ladegeräte durch neue RF Ladegeräte auszutauschen.

Messbarkeit bzw. Nachweisbarkeit der Einsparungen: Ladegerät installiert und misst den Stromverbrauch. Wichtig ist, dass die beiden Messungen zeitgleich erfolgen, dann kann die Effizienz des Ladegerätes erfolgen. Durch einen Vergleich der beiden Messreihen kann der Effizienzgewinn durch die neuen Ladegeräte ermittelt werden. Dabei ist wichtig, dass die Zeitraum so gewählt werden, dass sie einen möglichst vergleichbares, weil repräsentatives Nutzungsverhalten umfassen.

Kalkulatorischer Zinssatz des Unternehmens: 3 %

Nutzungsdauer: 10 Jahre

Installationsdatum: 25.08.2021

Abbau der Technologien: 0 %

Gründe für den Abbau: Die Ladegeräte selbst sind verschleißfrei. Die elektronische Überwachung sorgt dafür, dass die Effizienz der Ladung über die Jahre gleich bleibt. Lediglich die Batterien unterliegen einem Alterungsprozess, der allerdings im Zusammenhang mit dieser Maßnahme von untergeordnetem Interesse ist, weil er bei den herkömmlichen Ladegeräten noch stärker auftritt.

Querschnittstechnologie: Transport

BILDER

Tags: Flurförderfahrzeug

| Stapler Nr. | Stapler | Batterie | Altes Ladegerät | Neues Ladegerät | Investition | Einsparungen / a | Förderung |
|-------------|---|---|------------------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------|
| 235,567 | 4x Frontstapler JH test | Bleibatterie (PzS...), 250Ah, 24V, Entladegrad: 60% | 50Hz, Jungheinrich, SLT 100, | RF, Habat, Z24/200 | 1.265 € | 250 € | 363 € |
| | 6x Deichselstapler Jungheinrich EJE 220 | Bleibatterie (PzS...), 250Ah, 24V, Entladegrad: 60% | 50Hz, Ladl test 2, zubsl, | RF, Habat, E24/60 | 610 € | 375 € | 544 € |

Anteil am Gesamtenergieverbrauch in %

| Anteil am Gesamtenergieverbrauch in % | Abweichung in % |
|---------------------------------------|-----------------|
| 47,10 | 0,07 |
| 29,72 | 1,13 |
| 23,18 | 0,23 |

Anteil am Gesamtstromverbrauch in %

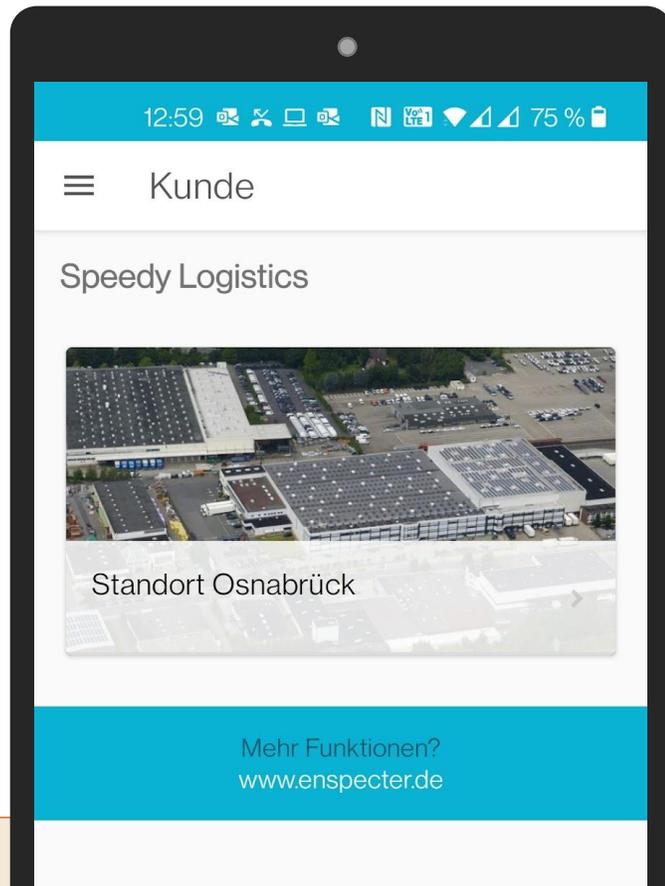
| Anteil am Gesamtstromverbrauch in % | Abweichung in % |
|-------------------------------------|-----------------|
| 35,939 | 20,24 |
| 30,996 | 17,45 |
| 29,520 | 16,62 |
| 26,433 | 14,88 |
| 9,790 | 5,51 |
| 6,080 | 3,42 |
| 5,500 | 3,10 |

Anteil an Gesamt- CO2-Emissionen in t

| Anteil an Gesamt- CO2-Emissionen in t | Anteil an Gesamt- CO2-Emissionen in % |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 10,996 | 36,92 |
| 9,520 | 35,17 |
| 6,080 | 7,24 |
| 1,971 | 2,35 |

Erfassungssapp: ENSPECTER

In den letzten Jahren wurde mit **ENSPECTER** eine umfangreiche **Softwareplattform** für Energieeffizienzprojekte entwickelt.



Die **ENSPECTER-APP** wird zur **Digitalisierung** von **Gebäuden** sowie von **Prozessen** und **Anlagen vor Ort** verwendet.

Software: my.ENSPECTER.de

Für Unternehmen, bei denen ein Energieaudit durchgeführt wurde, dient my.ENSPECTER.de als Webapp.

Fokus der Seiten liegt auf einer übersichtlichen Anzeige der Maßnahmen und Call-to-Action Funktionen, um Maßnahmen zeitnah umzusetzen.

Das System informiert automatisch über weitere Maßnahmen, wenn sich Förderungen ändern oder neue Technologien verfügbar sind.

The screenshot displays the my.ENSPECTER.de web application interface. At the top, there is a green header with the logo and the text 'my.ENSPECTER.de'. Below this, the main section is titled 'Effizienzmaßnahmen' (Efficiency Measures). Underneath, there is a sub-section 'Aufteilung der Gesamt-Kosten' (Distribution of Total Costs) which includes a table and a pie chart.

| Energieeinsatzbereich | Kosten |
|-----------------------|---------------------|
| Härten | 176.313,27 € |
| Raumlüftung | 129.902,21 € |
| Druckluftzeugung | 108.711,56 € |
| Beleuchtung | 100.341,86 € |
| Beheizung | 86.715,63 € |
| Reinigung | 73.777,97 € |
| Flurförderfahrzeuge | 43.270,36 € |
| GESAMT | 719.032,86 € |

The pie chart on the right shows the distribution of costs across different categories: Härten (24.5%), Druckluftzeugung (18.1%), Beleuchtung (15.1%), Raumlüftung (14%), Reinigung (12.1%), and Flurförderfahrzeuge (8%).

Below the table, there is a notification: 'Effizienzmaßnahme identifiziert: Austausch der Ladegeräte' (Efficiency measure identified: Replacement of chargers). A text box explains: 'Durch den Austausch der 50 Hz Ladegeräte durch Resonanzfrequenz-Ladegeräte lassen sich pro Jahr voraussichtlich 7.166 € einsparen.' (By replacing 50 Hz chargers with resonance frequency chargers, it is expected to save 7,166 € per year). A table below this shows investment volume (25,230 €), funding (7,718 €), and capital value (56,469.43 €), with a 'Förderung beantragen...' button.

At the bottom right, there is a section for 'Effizienteres Gerät' (More efficient device) with details: Hersteller: IEB, Modell: Future RF, Preis: 1.100 €. A note states: 'Bei drei Installationen wurde die Einsparung mit ENSPECTER verifiziert.' (With three installations, the savings were verified with ENSPECTER). A 'Jetzt bestellen' button is present.

The bottom of the screen features three columns of service offers:

- Contractingangebote** (Contracting offers):
 - Habat Hamburg: 3.200 €/a, 'Jetzt Angebot anfragen' button.
 - EnMaS Finance: 3.550 €/a, 'Jetzt Angebot anfragen' button.
 - Rent a Stapler: 4.300 €/a, 'Jetzt Angebot anfragen' button.
- Finanzierung** (Financing):
 - Green Bank: 1,9%, Laufzeit: 8 Jahre.
 - ZeroEmission Capital: 2,1%, flex. Laufzeit.
 - Deutsche Bank: 4,2%, Laufzeit: 12 Jahre.

Software: **ems.ENSPECTER.de**

Energiemanagementsoftware für Unternehmen, Kommunen und Gebäude

Herstellerunabhängige Datenerfassung

Monitoring & Visualisierung

Überwachung und Kontrolle

Nebenkostenabrechnung

Rechnungskontrolle

Berichtserstellung

Regressionsanalyse

Messdatenplausibilisierung

Mustererkennung

Energieleistungskennzahlen



Software: sales.ENSPECTER.de

sales.ENSPECTER.de wurde als Tool zur Unterstützung des Vertriebsprozesses konzipiert.

Herstellerindividuelle Maßnahmen können kostengünstig entwickelt werden.

Berechnung der Einsparungen und Förderungen durch den Außendienst vor Ort möglich.

The screenshot displays the 'Auswertung' (Evaluation) step of a process. It includes a progress bar with five steps: 1. Kundendaten, 2. Förderung auswählen, 3. Energie-Preise & CO2-Faktoren, 4. Soll-Ist-Zustand, and 5. Auswertung (active). Below the progress bar are buttons for '< Zurück', 'Auswertung', 'Druckvorschau...', and 'Förderung beantragen...'. The main content area is divided into four panels:

- Förderungsberechnung:** Shows a green circle with a hand holding a Euro symbol and the value '10.626 €'. Text indicates 'Fördersumme: 10.626 € = 70 % der Investitionssumme (15.180€)' with a 'Details' button.
- Gesamt-Einsparungen pro Jahr:** Shows a blue circle with a cloud and '10 tCO2'. Text indicates 'CO2-Emissionen' with 'vorher: 53 tCO2', 'nachher: 43 tCO2', and 'Einsparung: 10 tCO2'.
- Amortisationszeit:** A table comparing payback periods with and without subsidies.
- Berechnung:** A table comparing financial metrics with and without subsidies.

Kleinwindnutzung für Industrie und Gewerbe

Von der Idee bis zur Inbetriebnahme

Wirtschaftlichkeit von Kleinwindanlagen

Eine Nischentechnologie wird erwachsen

Zielgruppenwechsel von Individualisten hin zu Unternehmern die eine erneuerbare Energielösung als Ergänzung zu PV für die Wintermonate suchen

Neue Rahmenbedingungen ermöglichen einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb

- Steigende Energiepreise
- Umdenken bei Behörden im Genehmigungsprozess
- Co2-Steuer steigt an
- Höhere Stückzahlen und Wettbewerb senken Investitionskosten für Kleinwindanlagen



Ablauf der Planung

Standort

- Ermittlung des Windangebotes am Standort
- Bestimmung eines geeigneten Aufstellortes

Dimensionierung

- Ermittlung des Energieverbrauchs
- Ganzheitliches Energiekonzept
- Übersicht betriebsinternes Stromnetz
- Alternative Erzeugungsanlagen, Speicher und effiziente Technologie
- Auslegung Anlagengröße

Rechtliches

- Rechtliche Rahmenbedingungen und beteiligte Behörden
- Baugenehmigungsverfahren

Ermittlung des Windangebotes am Standort

Ein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb setzt entsprechende Windbedingungen voraus

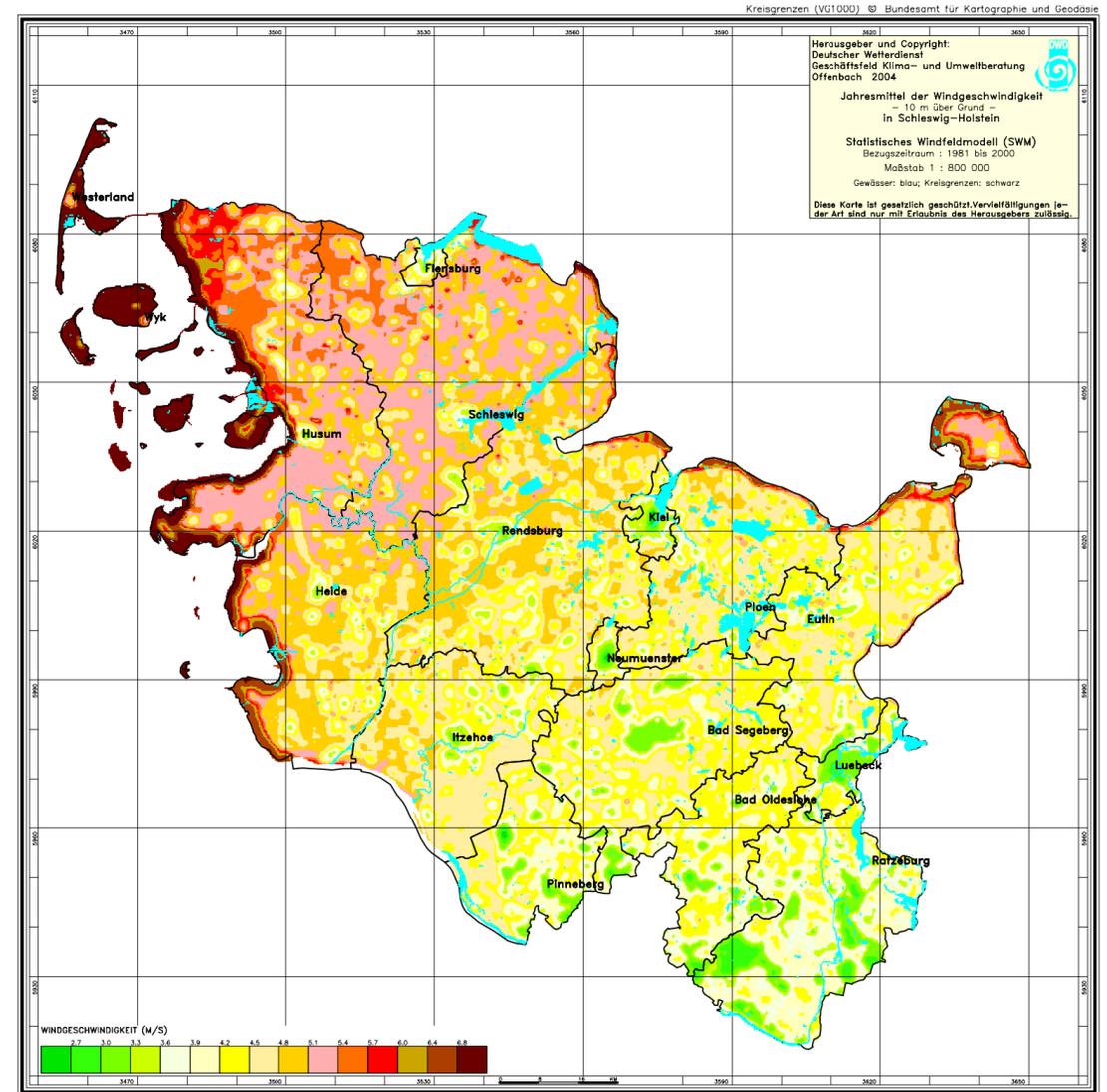
Ermittlung der Windbedingungen am Standort:

1. Erste Einschätzung anhand von **Windkarten** (Verluste durch Hindernisse werden nicht berücksichtigt)
2. Ermittlung Windbedingungen durch **Softwaretool** unter Einbeziehung der Hindernisse im Umfeld (Genauigkeit +/- 10 %)
3. **Messung** am Standort mit entsprechender Messtechnik (mind. 3 Monate)

Ermittlung des Windangebotes am Standort

1. Einschätzung anhand von Windkarten

Verluste durch Hindernisse
werden nicht berücksichtigt

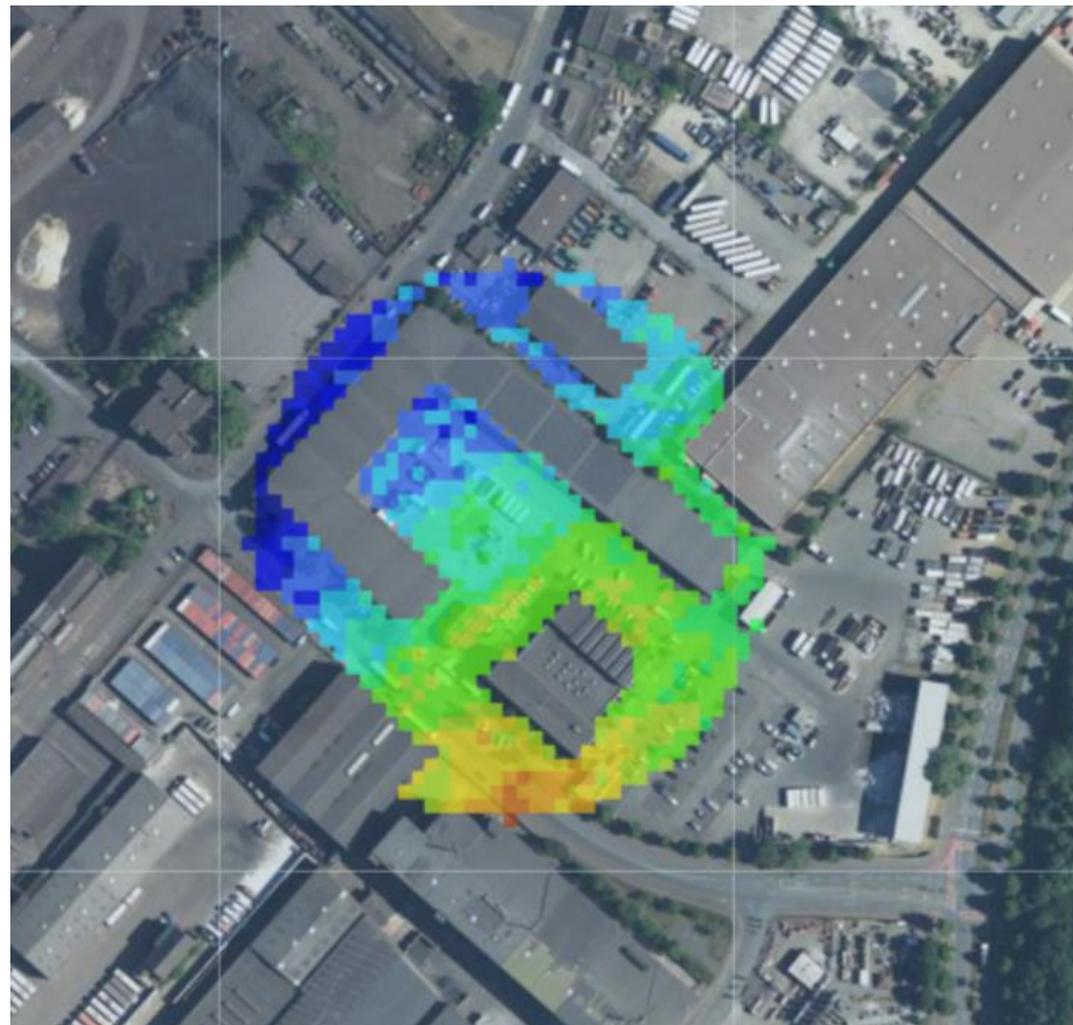


Quelle: [Deutscher Wetterdienst](#)

Ermittlung des Windangebotes am Standort

2. Ermittlung Windbedingungen durch **Softwaretool** unter **Einbeziehung der Hindernisse im Umfeld**

Genauigkeit +/- 10 %



Quelle: Mywindturbine.com

Ermittlung des Windangebotes am Standort

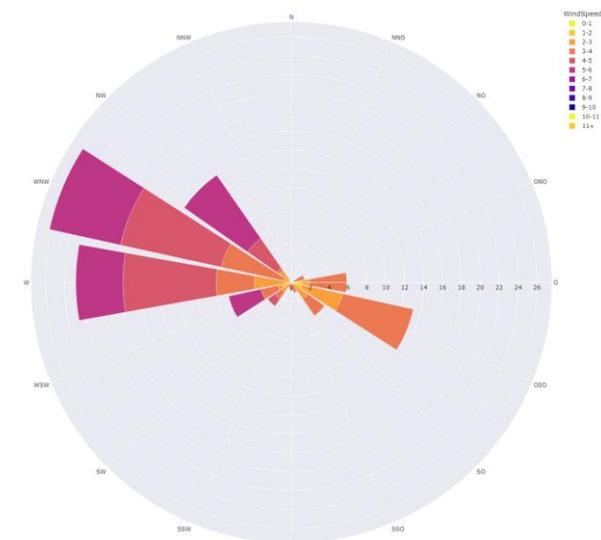
3. **Messung** am Standort mit entsprechender Messtechnik (mind. 3 Monate)



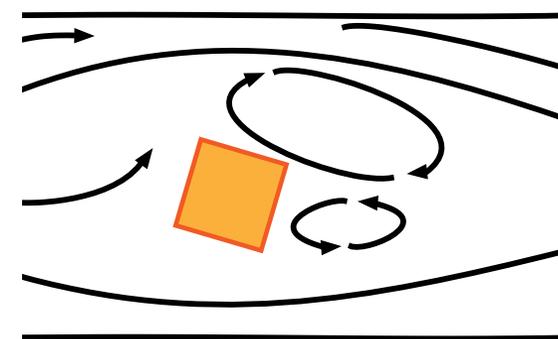
Mastsystem für Windmessungen
Quelle: [EnMaS](#)

Bestimmung eines geeigneten Aufstellortes

- Berücksichtigung der vorherrschenden Hauptwindrichtung
- Berücksichtigung der Hindernisse im Umfeld
- Berücksichtigung der immissionsrechtlichen Bestimmungen
- Abstände zu Nachbarn Schall
- Abstände zu Fledermaushabitaten und Brutvogelrevieren



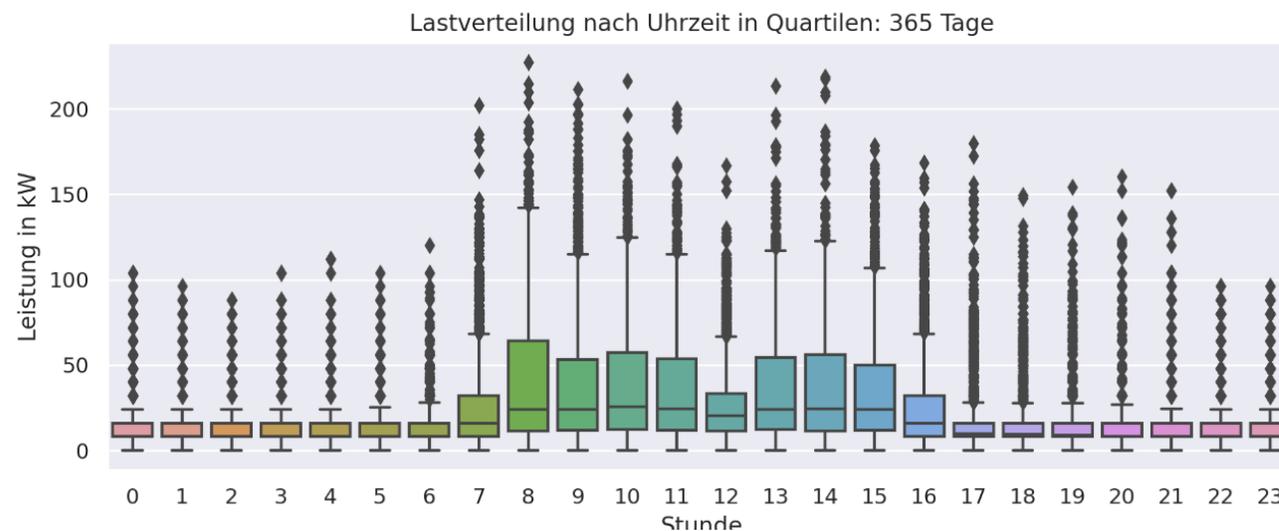
Windrose zur Bestimmung der Hauptwindrichtung
Quelle: [ENSPECTER](#)



Luftströme um Hindernis
Quelle: [EnMaS](#) (verändert ursprünglich FH-Stralsund)

Ermittlung des eigenen Energiebedarfes

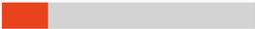
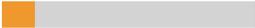
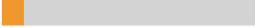
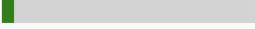
- Nutzung von Lastprofilen (Grundlage: Lastgang des Energieversorgers)
- Einrichtung entsprechender Messtechnik an den einzelnen Verbrauchsstellen
- Nutzung von Energiemanagement-Software
- Nutzung von Standardlastprofilen



Lastverteilung nach Uhrzeit
Quelle: [ENSPECTER](#)

Übersicht betriebsinternes Stromnetz

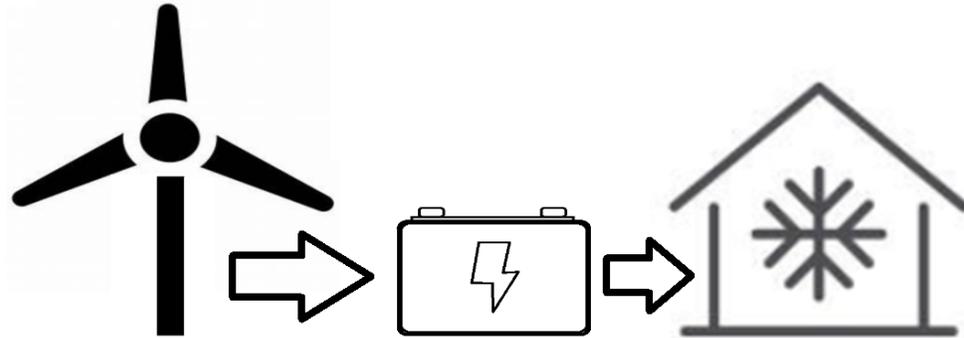
- Prüfung Anzahl vorhandener Hausanschlüsse
- Ermittlung der Größe des Hausanschlusses/ der Hausanschlüsse
- Ermittlung der größten Verbraucher im Betrieb
- Zuordnung der betreffenden Verbraucher zum betreffenden Hausanschluss
- Netzverträglichkeitsprüfung durch Netzbetreiber

| Anzahl | Bezeichnung | Bereich | Verbrauch in kWh/a | Anteil am Gesamtstromverbrauch in % | |
|--------|--|----------------|--------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | Holzhackschnitzelheizung 300 kW | Mehrzweckhalle | 28.000 | 32,04 |  |
| 2 | Hubkolbenkompressor Bock GmbH HGX4/465-4 S | Mehrzweckhalle | 16.000 | 18,31 |  |
| 6 | Axialventilator Schulz Systemtechnik 1, 5 kW | Hühnerstall | 11.664 | 13,35 |  |
| 6 | Abluftventilator | Hühnerstall | 7.776 | 8,90 |  |
| 36 | Leuchtstoffröhren 58W+KVG | Hühnerstall | 5.638 | 6,45 |  |
| 1 | Verflüssiger Güntner Flat COMPACT | Mehrzweckhalle | 4.352 | 4,98 |  |

Größte Stromverbraucher einer Liegenschaft
Quelle: [ENSPECTER](#)

Auslegung Anlagengröße

Anpassung an Verbrauchsprofile vorhandener und künftiger Maschinen und Anlagen



Beispiel Lebensmittellagerung: Planung neue Kühlzelle

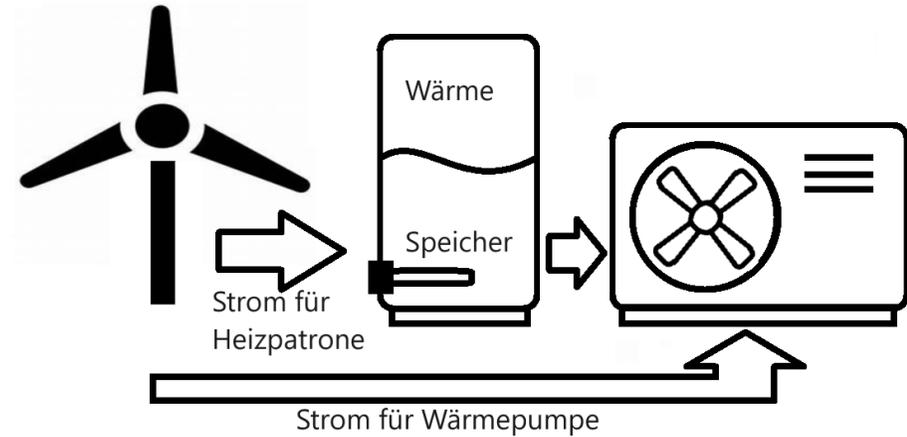
- eine Kühlzelle soll ganzjährig betrieben werden
- häufiges An- und Abschalten Kühlaggregat führt zu unregelmäßigem Strombedarf
- Zwischenspeicherung in einer Batterie
- Berücksichtigung eines Stromspeichers bei Auslegung Anlagengröße

Auslegung Anlagengröße

Anpassung an Verbrauchsprofile

Beispiel Erzeugung Warmwasser: Wärmepumpe

- Ertrag Kleinwind von Oktober bis März ca. 70 % des Jahresertrages
- Windstrom für die Wärmepumpe
- Bei geringem Wärmebedarf Strom für Heizpatrone im Wärmespeicher
- Anheben der Eingangstemperatur Wärmepumpe durch Wärmespeicher



Auslegung Anlagengröße

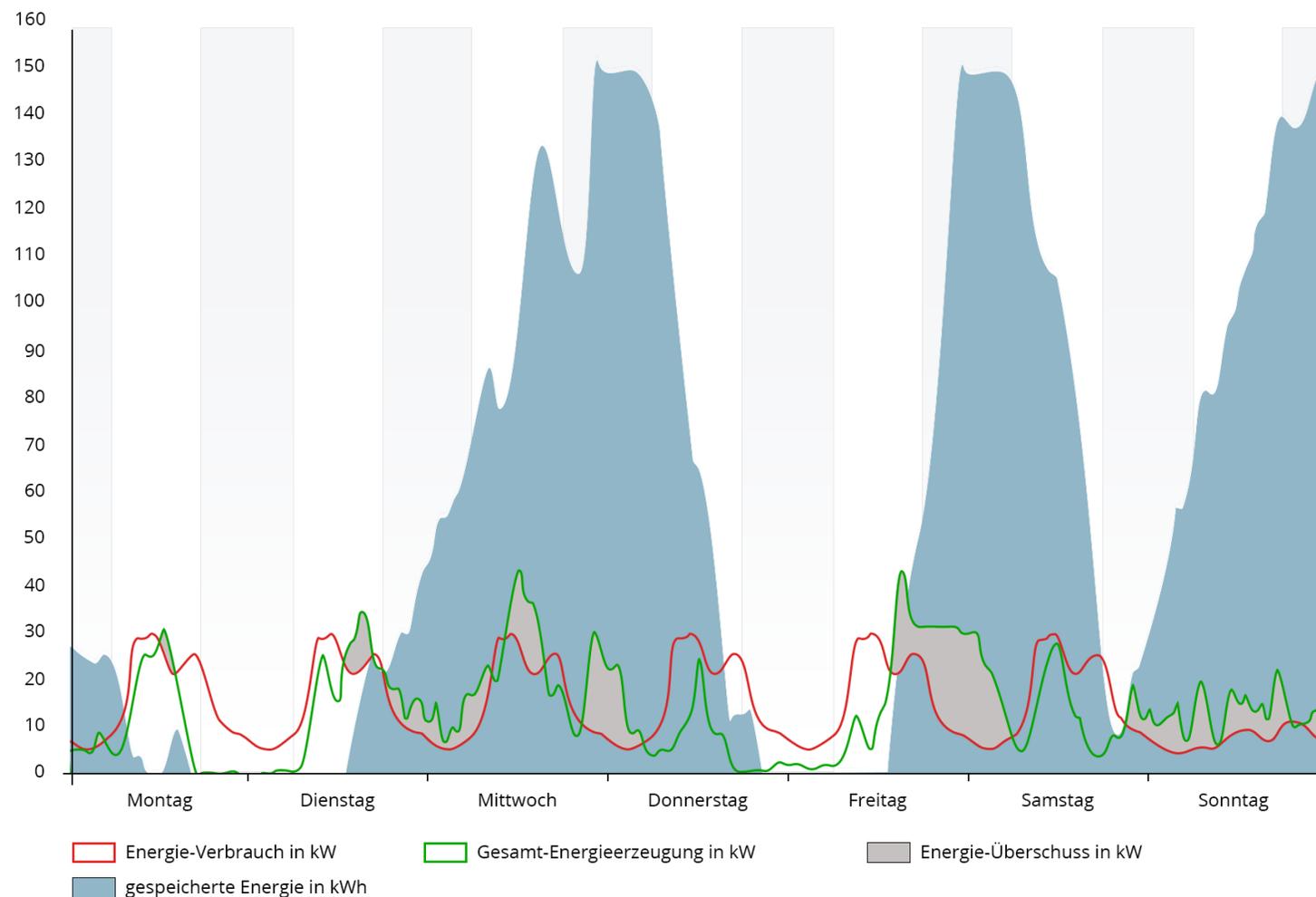
- Auswahl der Anlagengröße (Nennleistung) unter Berücksichtigung des Strombedarfes (Simulation Lastprofil und Erzeugungsleistung)
- Berücksichtigung geplanter Stromverbraucher (Wärmepumpe, Elektroauto)
- Bestimmung der Anlagenhöhe unter Berücksichtigung der baurechtlichen Rahmenbedingungen (Raumbedeutsamkeit)
- Erste Prüfung der Beeinträchtigung durch Schattenwurf
- Berücksichtigung der Voraussetzungen für die Errichtung und Montage am Standort (Bodenbeschaffenheit, Befahrbarkeit, Stromanschluss und Wartungsfreundlichkeit)

Rechtliche Rahmenbedingungen und beteiligte Behörden

- Einhaltung der Bundesimmissionsschutzrichtlinien
- Schallgutachten des Anlagenherstellers zur Bestimmung der Abstände zu Nachbarn (durch regionale Immissionsschutzbehörde)
- Prüfung der bereits vorherrschenden Immissionslast im Umfeld und der maximal zulässigen z.B. in einem Gewerbegebiet (durch regionale Immissionsschutzbehörde)
- Abstände zu Fledermaushabitaten (erfordert ggfls. zeitweise Abschaltung / Prüfung durch untere Naturschutzbehörde)
- Abstände zu Brutvogelrevieren (Prüfung durch untere Naturschutzbehörde)
- Wenn erforderlich Einbeziehung von: Flugsicherung, Straßenbaubehörde und Denkmalschutz

Alternative Erzeugungsanlagen

- Prüfung Einsatz weiterer Erzeugungsanlagen (z.B. Photovoltaik) als Ergänzung zur Erhöhung der Eigenversorgung
- Prüfung Verstromung von Abgaswärme ORC (Organic Rankine Circle)
- Prüfung Einsatz Speicher zur Erhöhung der Eigenstromnutzung



Energie-Verbrauch, Energie-Erzeugung und gespeicherte Energie
Quelle: [EnMaS](#)

Rotortypen:

Horizontalrotoren:



Mantelturbine

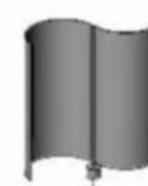


3-Blatt Rotor

Vertikalrotoren:



5-Blatt Rotor

Vertikaler
2 in 1 LauferDarrieus
3-Blatt RotorSavonius
2-Blatt Rotor

Vorteile

Hoher Wirkungsgrad
Erprobte Technik
Robuster Aufbau

Nachteile

Schallimmission hoch
Optische Beeinträchtigung
Turbulenzanfällig

Vorteile

Windrichtungsunabhängig
Geringe Schallimmission
Optische Beeinträchtigung
gering

Nachteile

Wirkungsgrad niedrig
Lagerung Hauptachse schwierig
Verhältnis Preis Leistung ungünstig

Grafik: Clemens Weinack

Baugenehmigungsverfahren

- Grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit durch Bauvoranfrage prüfen
- Unterlagen für Bauvoranfrage: Schallgutachten, Technische Zeichnung und Standortbeschreibung
- Unterlagen für Bauantrag:
 1. Bauantragsformular
 2. Anschreiben mit allgemeinen Angaben zum Bauvorhaben
 3. Technische Zeichnungen mit Maßen
 4. Technische Daten
 5. Flurkarten 1:500 und 1:2000 sowohl mit und ohne Zeichnung Bauvorhaben 4-fach
 6. Darstellung des Schattenverlaufes
 7. Berechnung der Ausgleichsfläche (Eingriff Naturhaushalt)
 8. Berechnung der Ausgleichszahlung (Eingriff Landschaftsbild)
 9. Berechnung des zu erwartenden Jahresertrages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Clemens Weinack

clemens.weinack@enmas.de

EnMaS – Deutsche Servicegesellschaft für
Energiemanagement mbH

Stückenstraße 64
22081 Hamburg
Tel: 040 182 279 211

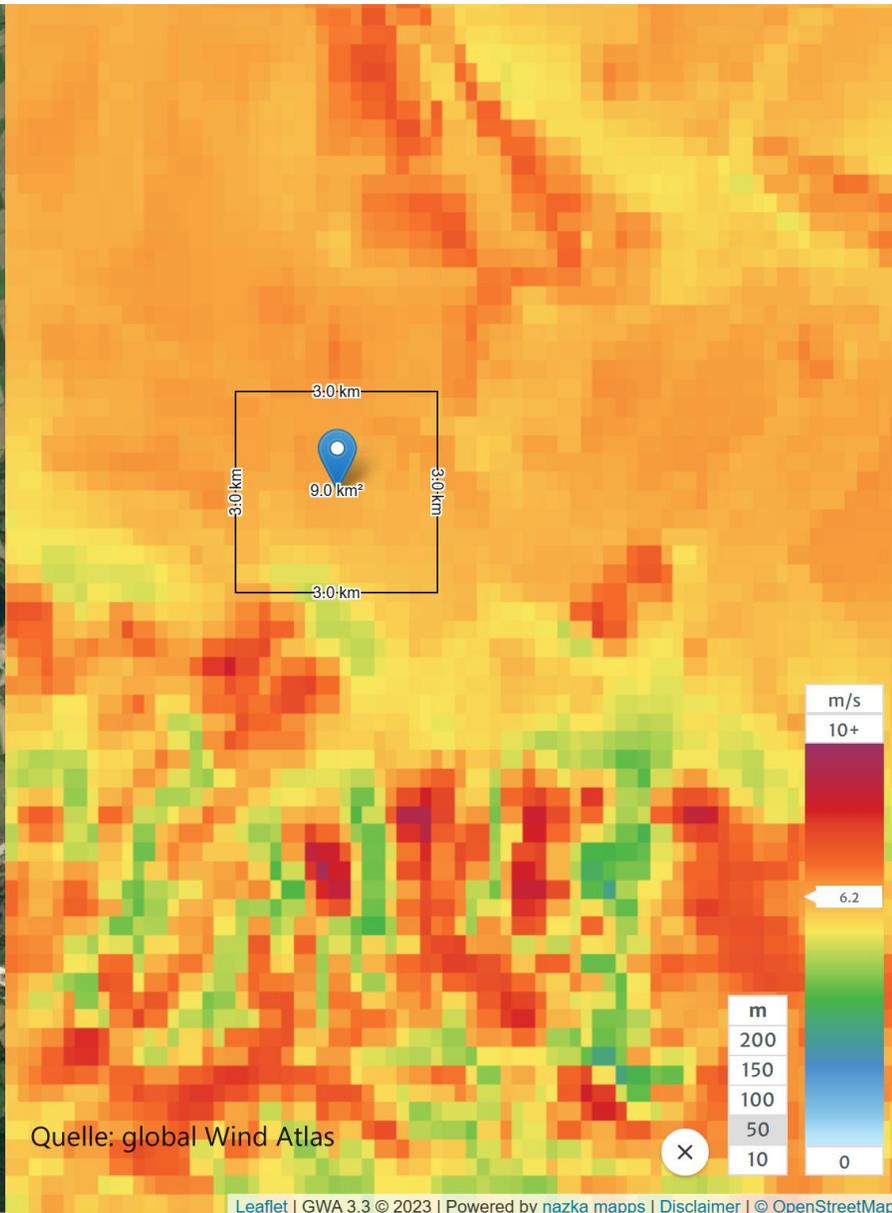
www.enmas.de



Links

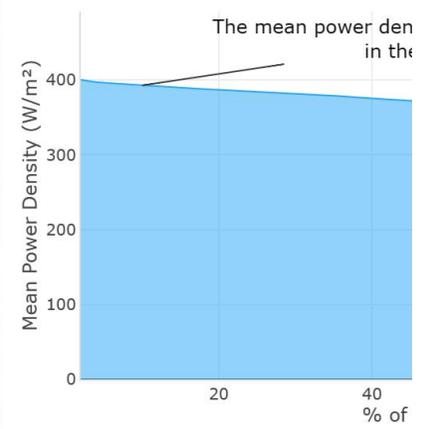
- [EnMaS](#) Detaillierte Informationen
- [ENSPECTER](#) Software für Energieaudits
- [Deutscher Wetterdienst](#) Windkarten
- [Mywindturbine.com](#) Ermittlung von Windbedingungen



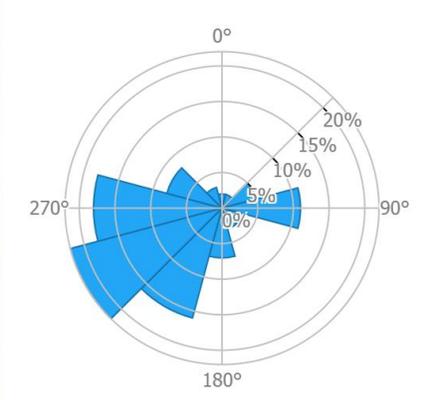


Data for 10% windiest areas
393 W/m²

Mean Power Density @Height 50m



Wind Frequency Rose 1/3 next



© 2023 DTU | Powered by WAsP | Terms of use

