

Turbine



Dokumentation zur Software Turbine 1.0
Ertrag und Wirtschaftlichkeit von Windenergieanlagen
erstellt von: ENVISYS GmbH & Co. KG, 99423 Weimar

Hinweis: Die Dokumentation entspricht der Software-Version 1.0. Sollten Sie Unterschiede zwischen der Dokumentation und Ihrer Software feststellen, so liegt das daran, dass Sie bereits mit einer neueren Version arbeiten!



BERATUNG
ENERGIE
SOFTWARE

ENVISYS GmbH & Co. KG • Graben 1 • 99423 Weimar

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Projekt anlegen, öffnen, speichern, löschen.....	4
Adressdaten eingeben	5
Daten der Windenergieanlage eingeben	5
Anlagendaten.....	6
Standortdaten (Klimarandbedingungen)	7
Beispielanlagen aus der Datenbank übernehmen.....	9
Ertragsanalyse der Windenergieanlage	10
Wirtschaftsdaten eingeben.....	12
Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit	13
Notizen zur Anlage	15
Bericht zur Windenergieanlage	15

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Einleitung

Die Software **Turbine** der Firma **ENVISYS GmbH & Co. KG** dient der schnellen und unkomplizierten Berechnung von Erträgen von Windenergieanlagen. Die hier vorliegende Dokumentation beschreibt die Leistungen im Einzelnen sowie die Hintergründe und Grundlagen für die Berechnung der Winderträge einschließlich der Verwendung der berechneten Werte.

Zweck der Software

Die Software soll eingesetzt werden, um eine Einschätzung über den energetischen Ertrag und den wirtschaftlichen Effekt einer Windenergieanlage zu erhalten. Bereits mit der Eingabe weniger Daten lassen sich Ergebnisse erzielen. Die Genauigkeit bzw. Belastbarkeit der Ergebnisse hängen dabei in hohem Maße von der Verfügbarkeit von Anlagen- und lokalen Klimadaten ab (die zum Teil im Programm hinterlegt sind). Verwendet werden kann die Software somit sowohl für eine schnelle Abschätzung, als auch für eine Prognose oder Validierung von Winderträgen. Besonders interessant ist die Berechnung für die Anrechnung der Stromgutschrift gebäudenaher Windkraftanlagen im Nachweisverfahren der Energieeinsparverordnung (§ 5 EnEV).

Geltungsbereich und Grenzen der Software

Prinzipiell kann die Software für Kleinwindenergieanlagen (< 40 kW), für Großanlagen und Windparks eingesetzt werden. In diesem Fall wird die einzelne WEA erfasst und anschließend die Ergebnisse multipliziert. Dem Anwender sollten die Unterschiede in den Eingabeparametern zwischen Kleinanlagen und kommerziellen Großanlagen bewusst sein (s.u.). Generell sind die Leistungen und damit die Wirtschaftlichkeit von Großanlagen aus strömungstechnischen Gründen besser als bei Kleinwindanlagen, die oft nicht aus rein wirtschaftlichen Gründen installiert werden (Einsatz in Insellagen, Messstationen, Berghütten, Yachten, als Notversorgung, zur Energiekostensenkung oder aus Imagegründen).

Für die Richtigkeit der Ergebnisse oder gar für das Erreichen von prognostizierten Werten wird keine Haftung übernommen.

Zielgruppe der Software

Einschätzungen von Erträgen werden sowohl von Windparkbetreibern als auch von Projektentwicklern, technischen Betriebsführungen und Investoren vorgenommen. Dies kann sowohl im Vorfeld einer Investition oder zur Validierung im Betrieb geschehen. Bei Kleinwindkraftanlagen kann die Software auch von interessierten Laien verwendet werden, jedoch sollten Kenntnisse über die Eingangsgrößen und die Bandbreite des Ergebniskorridors (insbesondere im Hinblick auf schwankende Windverhältnisse) bestehen. Insbesondere kann die Software auch (mit Standardrandbedingungen) von Energieberatern eingesetzt werden, die eine gebäudenaher Anlage für den EnEV-Nachweis einsetzen.

Start der Software Turbine



Mit der Installation der Software wird das Icon  auf dem Desktop abgelegt. Durch Doppelklick auf dieses Symbol können Sie die Software **Turbine** starten. Wurde bereits eine Windenergieanlage bearbeitet, so wird automatisch die zuletzt geöffnete Anlage geöffnet und angezeigt.

Beim ersten Start der Software wird ein „leerer“ Datensatz mit Standardwerten für eine Windenergieanlage geöffnet.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de


Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Projekt anlegen, öffnen, speichern, löschen


Eine Windenergieanlage wird als Projekt *name.weax* gespeichert.

Hinweis: Die Daten werden erst durch **Speichern** in einer zugehörigen Projektdatei gespeichert.!

Neues Projekt anlegen


- Wählen Sie im Menü **Datei** den Eintrag **Neu** bzw. klicken Sie das Symbol .
Es wird ein neuer „Standarddatensatz“ geöffnet. Sie können jetzt die gewünschten Daten zur Windenergieanlage eingeben.

Projekt speichern

- Das Speichern eines Projektes erfolgt ausschließlich über das Menü **Datei Speichern** oder **Speichern unter** bzw. durch Klicken des Symbols . Es wird ein Dialog zur Angabe des Verzeichnisses und Projektnamens geöffnet.
- Wählen Sie ggf. einen anderen Projektordner und geben Sie den gewünschten Projektnamen ein. Bestätigen Sie das Speichern über die Schaltfläche **Speichern**.

Projekt öffnen

Standardmäßig wird beim Start der Software **Turbine** das zuletzt geöffnete Projekt geöffnet.

- Speichern Sie ggf. das aktuelle Projekt (s.o.).
- Wählen Sie im Menü **Datei** den Eintrag **Öffnen** bzw. klicken Sie das Symbol . Es wird der Dialog zur Dateiauswahl geöffnet.
- Suchen Sie das zu öffnende Projekt und bestätigen Sie dieses über die Schaltfläche **Öffnen**.

Projekt löschen

Das Löschen eines Projektes erfolgt unabhängig von der Software Turbine über den Datei-Explorer. Sie sollten nicht das zuletzt geöffnete Projekt löschen, da beim Start von Turbine auf das zuletzt geöffnete Projekt zugegriffen wird.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

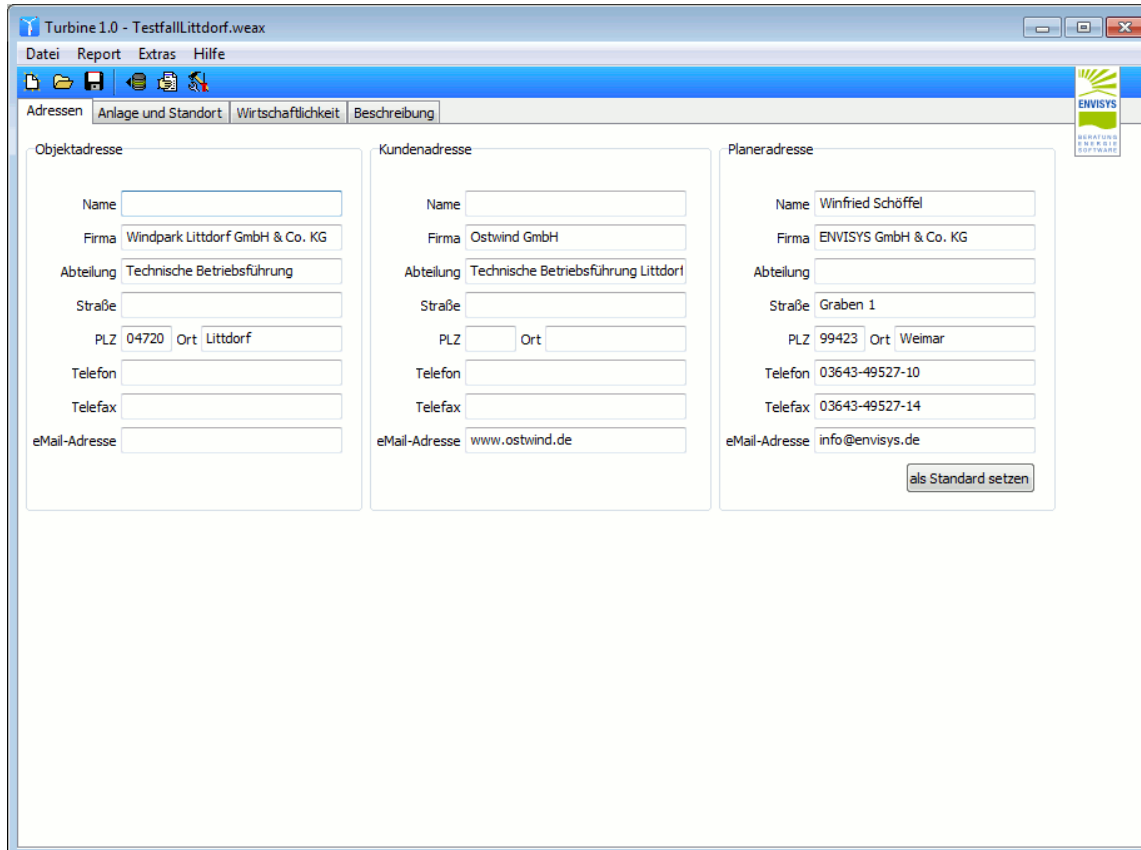
Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Adressdaten eingeben

Die Adressdaten definieren den Standort der Windenergieanlage, die Adresse des Kunden sowie die Adresse des Planers.



Objektadresse	Kundenadresse	Planeradresse
Name: <input type="text"/>	Name: <input type="text"/>	Name: Winfried Schöffel
Firma: Windpark Littdorf GmbH & Co. KG	Firma: Ostwind GmbH	Firma: ENVISYS GmbH & Co. KG
Abteilung: Technische Betriebsführung	Abteilung: Technische Betriebsführung Littdorf	Abteilung: <input type="text"/>
Straße: <input type="text"/>	Straße: <input type="text"/>	Straße: Graben 1
PLZ: 04720 Ort: Littdorf	PLZ: <input type="text"/> Ort: <input type="text"/>	PLZ: 99423 Ort: Weimar
Telefon: <input type="text"/>	Telefon: <input type="text"/>	Telefon: 03643-49527-10
Telefax: <input type="text"/>	Telefax: <input type="text"/>	Telefax: 03643-49527-14
eMail-Adresse: <input type="text"/>	eMail-Adresse: www.ostwind.de	eMail-Adresse: info@envisys.de
		<input type="button" value="als Standard setzen"/>

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Vorgehen zur Eingabe der Adressdaten

- Wechseln Sie auf das Register **Adressen**.
- Geben Sie die Objektadresse, Kundenadresse sowie Planeradresse ein.

Objektadresse, PLZ: Über die Postleitzahl der Objektadresse werden die Daten für die Windgeschwindigkeiten für diesen Standort ausgelesen. Die Windgeschwindigkeiten werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Winddaten kann der Ertrag der Anlage berechnet werden.

Planeradresse: Sie können die Planeradresse über die Schaltfläche für weitere Projekte speichern. Die Daten werden dazu in der Konfigurationsdatei Turbine.ini abgelegt.

Daten der Windenergieanlage eingeben

Beim Eingeben der Daten werden sofort die Erträge der Windenergieanlage berechnet. So können Sie den Einfluss der Eingabedaten auf die Erträge sehen.

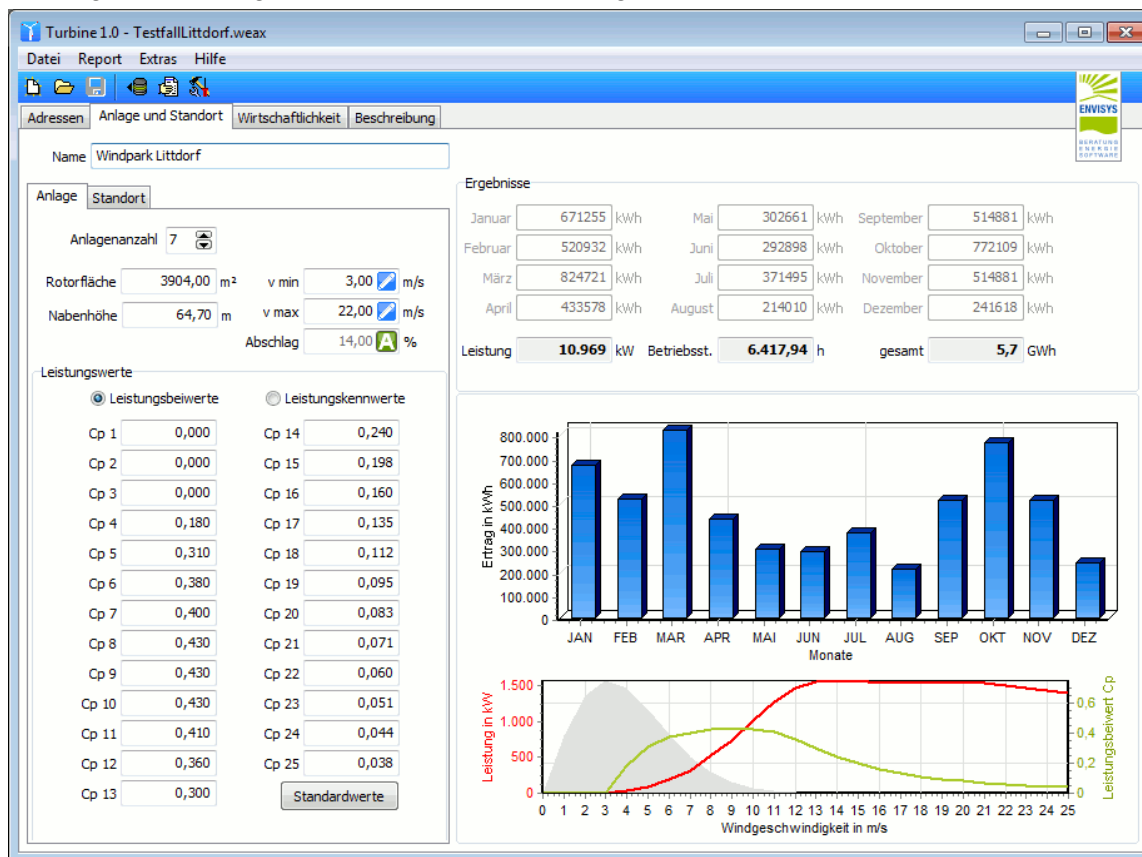
Erläuterungen zu den Berechnungsergebnissen finden Sie im Abschnitt Ertragsanalyse der Windenergieanlage, Seite 10.

Anlagendaten

Anlagenseitig ist die Bauart des Rotors und dessen Fläche als wichtigste Einflussgröße zu nennen. Zur Anlage gehört eine Nabenhöhe und ein Geschwindigkeitsbereich, in dem die Anlage Erträge abwerfen kann. Der Rotor hat eine spezielle Charakteristik, die sich in mehreren Kennzahlen ausdrückt. Wir verwenden hier den Leistungsbeiwert c_p , der sich nach Windgeschwindigkeit ändern kann. Hinter diesem stehen eine Reihe von Parametern wie Reynoldszahl Re und die Gleitzahl E , die Windwiderstandszahl c_w und Auftriebswiderstand c_a . Die Leistungsbeiwerte können beim Hersteller erfragt werden. Alternativ kann eine Leistungskennlinie verwendet werden. Aus technischen Datenblättern sollte Leistungskennlinie oder Leistungsbeiwert hervorgehen. Sie sind notwendig, um eine Anlage korrekt bewerten zu können.

Mit Ausnahme der Rotorfläche und der Nabenhöhe sind alle Parameter auch als Vorlagen verfügbar. Automatikfelder dienen dazu, den Vorgabewert verfügbar zu halten. Es liegt auf der Hand, dass die Genauigkeit der Ergebnisse mit der Verfügbarkeit und Erfassung konkreter Daten steigt. Für die Anlagen in der Datenbank sind auch Leistungsbeiwerte hinterlegt.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Maske zu den Anlagendaten:



ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Vorgehen zur Eingabe der Anlagendaten



- Wechseln Sie auf das Register **Anlage und Standort**. Es erscheint die Maske zur Eingabe der Anlagendaten und Randbedingungen (s.o.).
- **Name**: Hier können Sie die Bezeichnung der Windenergieanlage eingeben.
- Wechseln Sie innerhalb dieser Maske auf das Register **Anlage**.

Anlagenanzahl: Um mehrere Anlage bewerten zu können, kann die Anlagenzahl heraufgesetzt werden. So kann auch ein Windpark abgebildet werden. Die in einem Windpark vorhandenen Verluste an Windenergie kann über das Feld Abschlag berücksichtigt werden.

- **Rotorfläche**: Als Rotorfläche wird die überstrichene Fläche des Rotors eingegeben. In der Regel

handelt es sich um Propeller, die um eine horizontale Achse rotieren, sodass sich die Rotorfläche aus dem Radius ergibt: $\pi * r^2$

- **Nabenhöhe:** Dies ist die Höhe der Achse über dem Grund. Da die Windgeschwindigkeiten quadratisch mit der Höhe zunehmen, ist dieser Parameter höchst entscheidend.
- **v min, v max:** Start- und Stoppgeschwindigkeit des Rotors in Meter/Sekunde. Zwischen diesen Werten liefert die Anlage Erträge. In diesen Feldern sind Standardwerte hinterlegt, die bei einem A (Automatik) in der Schaltfläche aktiviert sind. Bei manueller Eingabe erscheint ein Stiftsymbol. Zwischen manuell und Automatik kann hin- und her geschaltet werden.

Hierbei handelt es sich um ein **Automatik/Manuell-Feld**. Durch Klicken auf das Symbol  bzw.  können Sie zwischen **Automatik** und **Manuell** umschalten.

 Die minimale bzw. maximale Windgeschwindigkeit wird in Abhängigkeit der Nabenhöhe bestimmt und automatisch eingetragen.

 Die Eingabe der Windgeschwindigkeit erfolgt manuell.

- **Abschlag:** Hier können Abschläge für besondere Verhältnisse (Windparkeffekt), Ausfälle (Verfügbarkeit) oder zur Absicherung der Wirtschaftlichkeit (Sicherheitsabschlag) summiert werden. Standardmäßig wird dieser Abschlag mit 14% angenommen.
- **Leistungsbeiwerte:** Der Leistungsbeiwert ist entscheidend für die Berechnung der Winderträge. Dieser Wert ist abhängig von der Rotorform und den Geschwindigkeitsklassen (1 m/s bis 25 m/s). Bei Großanlagen müssen diese Werte vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden. Der hinterlegte Standardwert gilt für Kleinwindanlagen und ist nicht sehr genau. Während Kleinwindanlagen um 0,2 liegen (bis max. 0,3), erreichen moderne Großanlagen bis 0,4. Der theoretisch höchste Wert ist 0,593.

Mit den Leistungsbeiwerten geht auch der konkrete Luftdruck in die Berechnung ein (insbesondere bei konkret angegebener Höhe über NN im Dialog zum Standort).

Über die Schaltfläche  werden alle Leistungsbeiwerte pauschal auf 0,2 gesetzt (gültig für eine Kleinwindanlagen).

- **Leistungskennwerte:** Alternativ zu den Leistungsbeiwerten können auch die Leistungskennwerte eingegeben werden. Hierbei handelt es sich um die Kennwerte aus der Kennlinien des Herstellers. Mit diesen Werten wird eine geringere Genauigkeit erreicht, da es sich um Werte unter bestimmten (ggf. undefinierten) Randbedingungen handeln kann (z. B. 10 m über NN).

Wird die Option Leistungskennwerte aktiviert, so ist zusätzlich die **Luftdichte** in kg/m^3 anzugeben.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Standortdaten (Klimarandbedingungen)

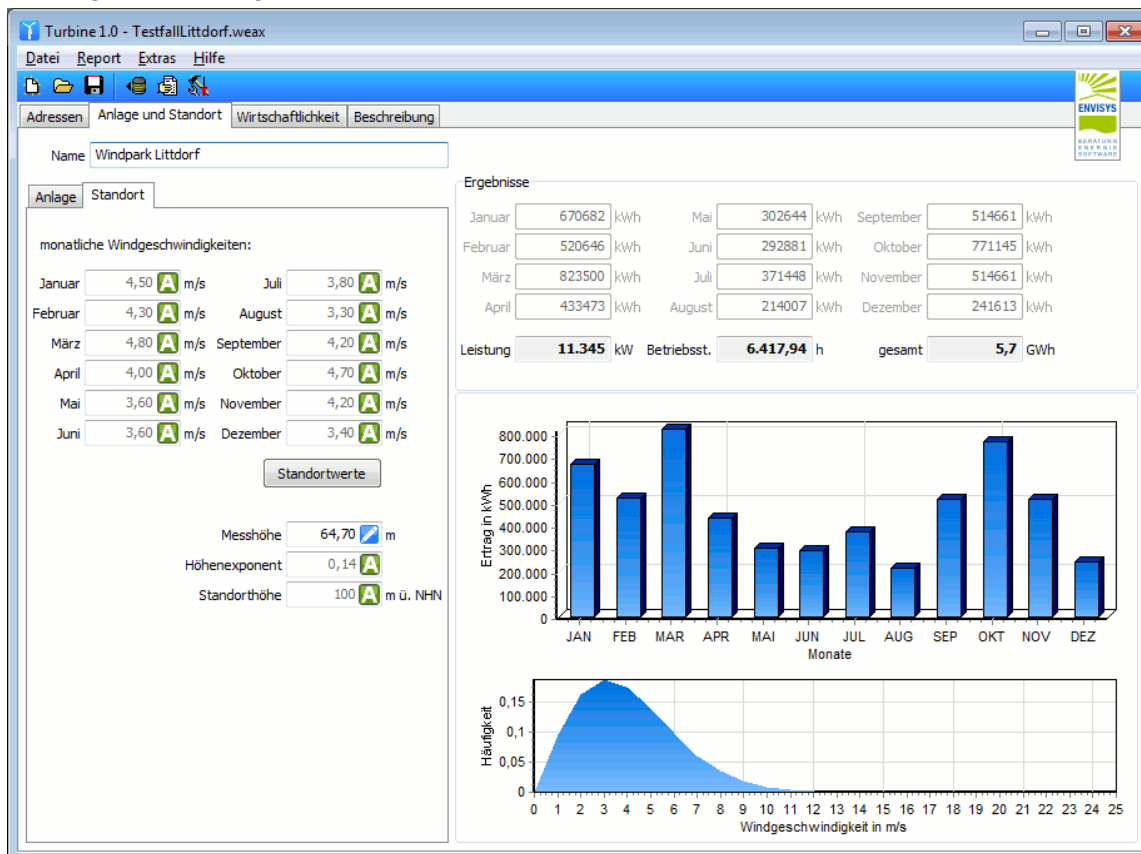
Beim Eingeben der Daten werden sofort die Erträge der Windenergieanlage berechnet. So können Sie den Einfluss der Eingabedaten auf die Erträge sehen.

Erläuterungen zu den Berechnungsergebnissen finden Sie im Abschnitt Ertragsanalyse der Windenergieanlage, Seite 10.

Die **Randbedingungen** werden im Wesentlichen vom lokalen Klima bestimmt. Hinterlegt sind die Winddaten von charakteristischen Standorten in Deutschland und deren Zuordnung zu allen Postleitzahlbezirken. Mit Eingabe der Postleitzahl des Standorts sind also schon entsprechende Daten verfügbar. Die Windklimabereiche (Windregionen) sind jedoch räumlich

recht groß, so dass das lokale Windgeschehen kaum angemessen repräsentiert werden kann. Wirtschaftlich belastbare Aussagen – insbesondere also bei Großanlagen) können wohl nur dann getroffen werden, wenn lokale Daten verfügbar sind (eigene Messung oder Messung in räumlicher Nachbarschaft).

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Maske zu den Standortdaten:



ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Vorgehen zur Eingabe der Standortdaten

- Wechseln Sie auf das Register **Standort**.
- **Windgeschwindigkeiten:** Hier werden den mittleren monatlichen Windgeschwindigkeiten angegeben.

Hierbei handelt es sich um **Automatik/Manuell-Felder**. Durch Klicken auf das Symbol **A** bzw. **M** können Sie zwischen **Automatik** und **Manuell** umschalten.

A Die Windgeschwindigkeit wird in Abhängigkeit des Standortes (PLZ der Objektadresse auf dem Register Adresse) bestimmt und automatisch eingetragen. Standardmäßig werden die Windgeschwindigkeiten bei einer Messhöhe von 10 m gemessen (z. B. Deutscher Wetterdienst).

M Die Eingabe der Windgeschwindigkeit erfolgt manuell aufgrund vorhandener Messdaten.

Standortwerte: Über die Schaltfläche **Standortwerte** können Sie die Windgeschwindigkeiten für alle Monate vom Standort des Objektes übernehmen.

- **Messhöhe:** Messhöhe der Windgeschwindigkeiten am Standort. Standardmäßig werden die Messdaten in einer Höhe von 10 m geliefert (z. B. DWD).

Höhenexponent: Der Höhenexponent ermöglicht die Umrechnung von Mess- auf Nabenhöhe (tats. Nabenhöhe = Standorthöhe + Nabenhöhe der Anlage) und ist standardmäßig 0,14.

Entspricht die Messhöhe der Nabenhöhe, so hat der Höhenexponent keine Wirkung. Je näher die Messhöhe an der Nabenhöhe liegt, desto besser ist das Ergebnis. Als ausreichend ist eine Messhöhe von 67% der Nabenhöhe zu bezeichnen.

- **Standorthöhe:** Hierbei handelt es sich um die Standorthöhe der Anlage (Höhe am Ort, Fuß der Anlage). Über das Automatikfeld wird die Höhe des Standortes des Objektes übernommen. Hierbei wird von der Postleitzahl des Objektes ausgegangen, weshalb dieser Wert nur eine Näherung ist.

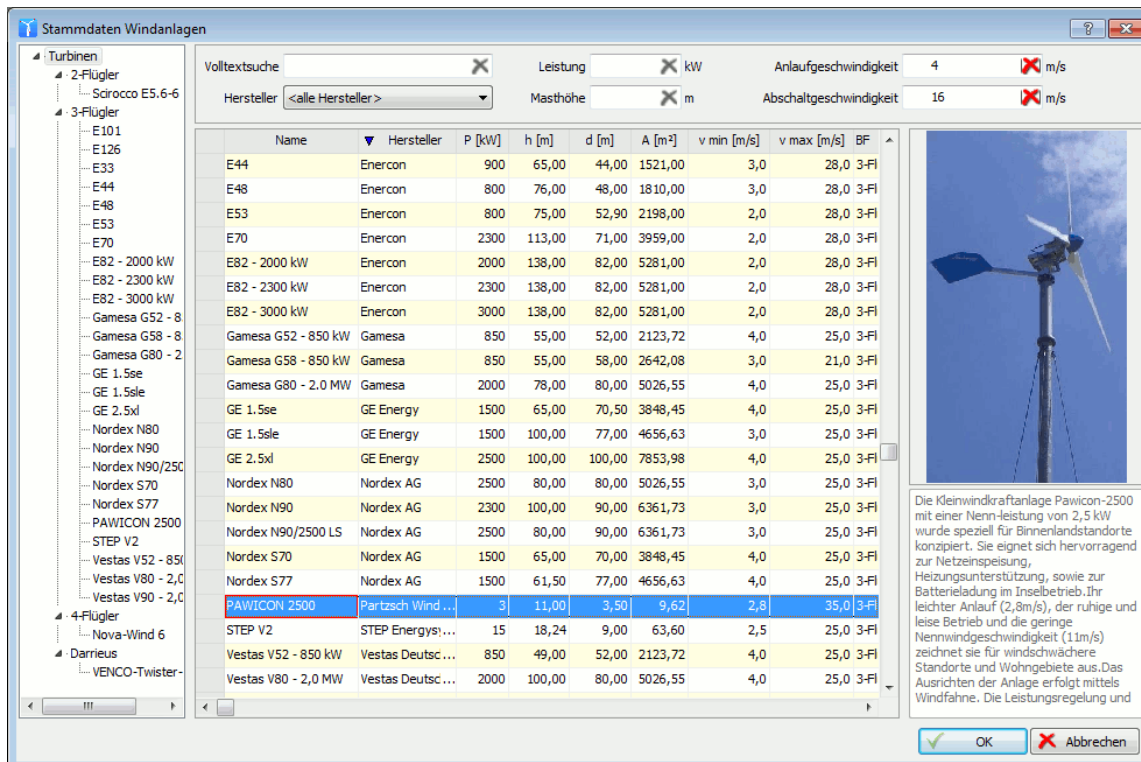
Beispielanlagen aus der Datenbank übernehmen

Hinterlegt sind Beispielanlagen unterschiedlicher Bauart. Erhebliche Unterschiede bestehen zwischen Kleinwindenergieanlagen und Großanlagen, vor allem in Bezug auf die Nutzbarkeit des Windes. In Bodennähe liegen generell ganz andere Windverhältnisse vor.

So genannte Mikro-Anlagen haben eine Rotorfläche bis 3,5 m², eine Leistung bis 1 kW und erreichen Nabenhöhen bis zu 20 m. Klein-Windanlagen haben eine Rotorfläche bis 40 m² und leisten bis 40 kW. Nabenhöhen liegen zwischen 12 und 30 m.

Es werden nur die Daten der Anlage geladen (Standort und Wirtschaftlichkeitsdaten sind zusätzlich einzugeben).

Hinweis: Sie sollten ggf. eine aktuell geöffnete Anlage speichern.



The screenshot shows the 'Stammdaten Windanlagen' window. It features a search bar, filter options for power (kW), start speed (m/s), and stop speed (m/s), and a table of turbine models. The table columns are: Name, Hersteller, P [kW], h [m], d [m], A [m²], v min [m/s], v max [m/s], and BF. The 'PAWICON 2500' model is highlighted in blue.

Name	Hersteller	P [kW]	h [m]	d [m]	A [m ²]	v min [m/s]	v max [m/s]	BF
E44	Enercon	900	65,00	44,00	1521,00	3,0	28,0	3-FI
E48	Enercon	800	76,00	48,00	1810,00	3,0	28,0	3-FI
E53	Enercon	800	75,00	52,90	2198,00	2,0	28,0	3-FI
E70	Enercon	2300	113,00	71,00	3959,00	2,0	28,0	3-FI
E82 - 2000 kW	Enercon	2000	138,00	82,00	5281,00	2,0	28,0	3-FI
E82 - 2300 kW	Enercon	2300	138,00	82,00	5281,00	2,0	28,0	3-FI
E82 - 3000 kW	Enercon	3000	138,00	82,00	5281,00	2,0	28,0	3-FI
Gamesa G52 - 8	Gamesa	850	55,00	52,00	2123,72	4,0	25,0	3-FI
Gamesa G58 - 8	Gamesa	850	55,00	58,00	2642,08	3,0	21,0	3-FI
Gamesa G80 - 2	Gamesa	2000	78,00	80,00	5026,55	4,0	25,0	3-FI
GE 1.5se	GE Energy	1500	65,00	70,50	3848,45	4,0	25,0	3-FI
GE 1.5sle	GE Energy	1500	100,00	77,00	4656,63	3,0	25,0	3-FI
GE 2.5xl	GE Energy	2500	100,00	100,00	7853,98	4,0	25,0	3-FI
Nordex N80	Nordex AG	2500	80,00	80,00	5026,55	3,0	25,0	3-FI
Nordex N90	Nordex AG	2300	100,00	90,00	6361,73	3,0	25,0	3-FI
Nordex N90/2500 LS	Nordex AG	2500	80,00	90,00	6361,73	3,0	25,0	3-FI
Nordex S70	Nordex AG	1500	65,00	70,00	3848,45	4,0	25,0	3-FI
Nordex S77	Nordex AG	1500	61,50	77,00	4656,63	4,0	25,0	3-FI
PAWICON 2500	Partsch Wind...	3	11,00	3,50	9,62	2,8	35,0	3-FI
STEP V2	STEP Energys...	15	18,24	9,00	63,60	2,5	25,0	3-FI
Vestas V52 - 850 kW	Vestas Deutsc...	850	49,00	52,00	2123,72	4,0	25,0	3-FI
Vestas V80 - 2,0 MW	Vestas Deutsc...	2000	100,00	80,00	5026,55	4,0	25,0	3-FI

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.


Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85


Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Vorgehen zum Übernehmen einer Windenergieanlage aus der Datenbank

- Klicken Sie das Symbol . Die Datenbank mit den vorhandenen Windenergieanlagen wird geöffnet.
- Durch Klicken eines Eintrages im Explorer im linken Fensterbereich werden die Windenergieanlagen angezeigt. Wird ein Haupteintrag (Eintrag mit +/- Symbol) geklickt, so werden alle Anlagen in diesem Verzeichnis angezeigt.

- Im oberen Bereich des Fensters können Anlagen nach bestimmten Eigenschaften gesucht werden. So werden bspw. durch Eintragen einer Leistung alle Anlagen mit dieser Leistung angezeigt.
- Der Eintrag in einem Suchfeld kann über das Symbol  wieder gelöscht werden.

Ertragsanalyse der Windenergieanlage

Die Berechnung der Erträge erfolgt in Echtzeit während der Dateneingabe. So können Sie direkt die Auswirkungen der Eingaben sehen.

Es wird der Ertrag der Anlage monatlich ermittelt und in kWh ausgegeben. Zusätzlich zu den Absolutwerten werden die Erträge in einem Balkendiagramm dargestellt.

Bezüglich der Anlage wird die Windleistung am Rotor berechnet und daraus die elektrische Leistung ermittelt. Weiterhin werden die Betriebsstunden der Anlage ermittelt. Aus diesen kann z.B. abgeleitet werden, an wie vielen Stunden die Geschwindigkeit unterhalb der Einschaltgeschwindigkeit (v_{min}) liegt; die Zahl der Stunden oberhalb der Stoppgeschwindigkeit ist meist sehr gering.

In einer Weibull-Verteilung wird die Charakteristik der Verteilung der Windgeschwindigkeiten vor Ort dargestellt. So kann erkannt werden, welche Windgeschwindigkeitsbereiche vorherrschen. Bei der Weibull-Verteilung handelt es sich um eine statistische Berechnungsmethode.

Berechnungsgang

Bezüglich der Windverhältnisse in Nabenhöhe am Standort findet eine Höhenkorrektur statt, wenn die Messhöhe sich von der Nabenhöhe unterscheidet.

Die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten folgt dem Weibull-Rechenmodell. Hier gehen insbesondere der Weibull-Skalierungsfaktor und der Weibull-Formfaktor ein. Letzterer wird in Europa als konstant angenommen.

Bezüglich der Anlage wird die Windleistung am Rotor berechnet und dann die elektrische Leistung. Schließlich wird die monatliche Laufzeit in den Windklassen ermittelt, woraus sich der monatliche Ertrag ergibt.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

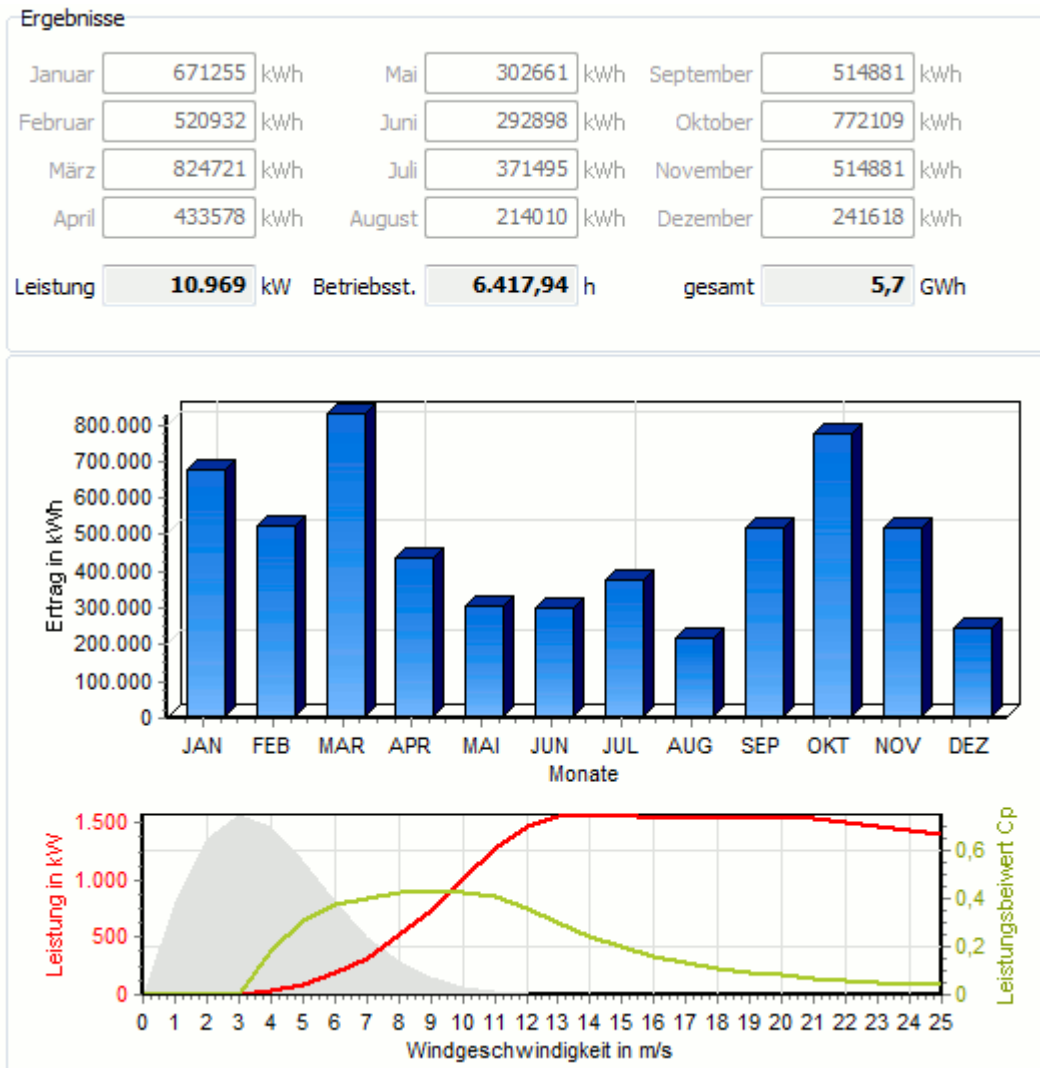
Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Anlagenergebnisse einer Beispielanlage:



Ergebnisse

Hier werden die monatlichen Erträge in kWh ausgegeben. Die Berechnung erfolgt wie oben beschrieben. Zusätzlich werden die Leistung in kW, die Betriebsstunden in h und der Gesamtertrag in GWh ausgegeben.

Balkendiagramm

Das **Balkendiagramm** zeigt die monatlichen Erträge der Anlage in kWh.

Grafik

Die Darstellung der Ergebnisse in dieser Kurve erfolgt bis max. zu der Windgeschwindigkeit von 25 m/s.

In der Grafik wird **grau** die Verteilung der Windgeschwindigkeiten in einer Weibull-Kurve dargestellt. Diese Verteilung ist abhängig vom Standort der Anlage (PLZ oder manuell eingegeben), von der Messhöhe der Anlage, dem Höhenexponent und der Standorthöhe.

Die von der Windgeschwindigkeit abhängige Leistung wird in der **roten** Kurve in kW dargestellt.

In der **grünen** Kurve wird der Leistungsbeiwert bzw. Leistungskennwert in Abhängigkeit der Geschwindigkeit dargestellt.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

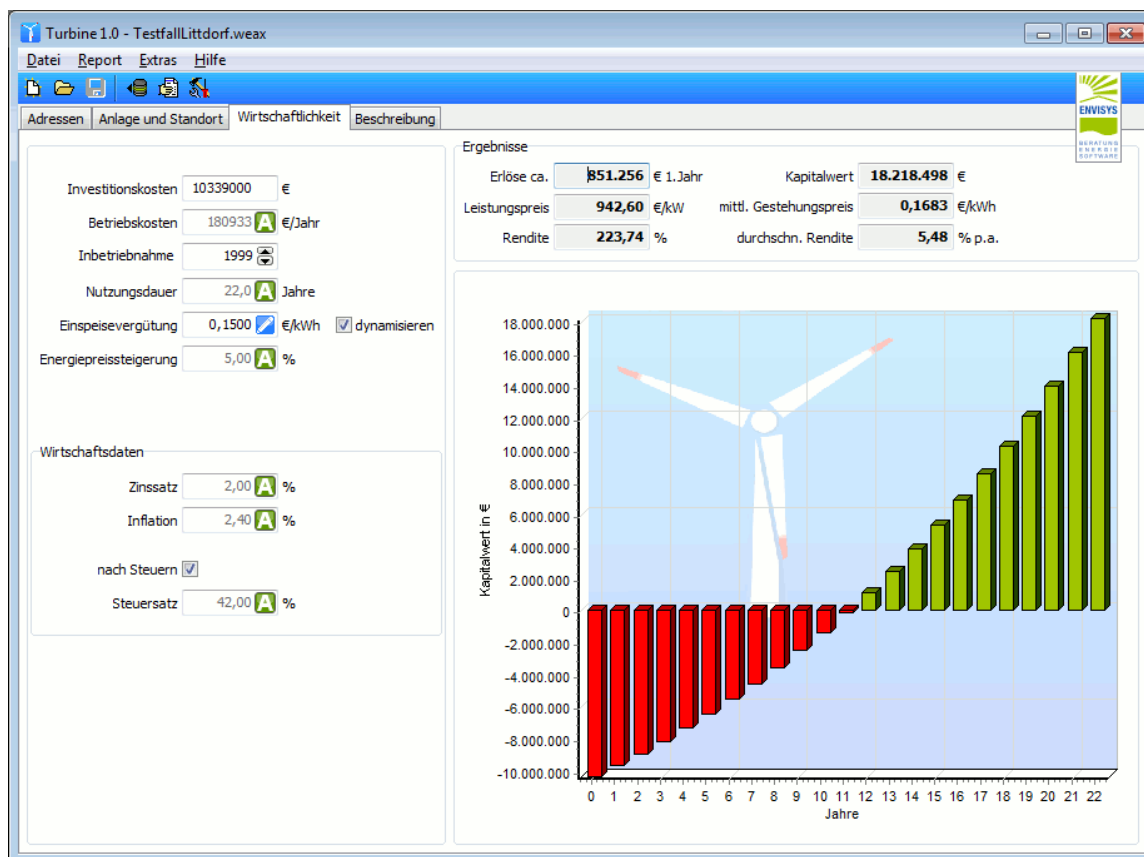
Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Wirtschaftsdaten eingeben

Besonders interessant sind natürlich die wirtschaftlichen Ergebnisse. Hier können die Jahreserlöse abgelesen werden, sowie der Kapitalwert, der von der Investition, den Wartungskosten, der Nutzungszeit, dem Stromerlöspreis und der Preissteigerung abhängt. Grafisch wird der jährliche (nicht der kumulierte) Gewinn angezeigt.



ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Vorgehen zur Eingabe der Wirtschaftsdaten

- **Investitionskosten:** Wesentlich für die Wirtschaftlichkeit sind die Gestehungskosten (*Investition*).
- **Betriebskosten:** Jährlich kommen noch *Wartungskosten* (bzw. die *Betriebskosten* bei größeren Anlagen, zu denen neben dem größten Posten der Wartung auch Pacht, Versicherung, Betriebsführung etc. gehören) dazu, die die laufenden Erträge mindern (bei Kleinanlagen ab 1%, bei großen WEA typischerweise 1,5-2% der Investition an Wartung, Betriebskosten gesamt typisch 3,5% jährlich).

Die Betriebskosten sind als Automatik-/Manuell-Feld angelegt. Bei Automatik werden die Betriebskosten mit 1,75 % der Investitionskosten ermittelt.

- **Inbetriebnahme:** Das Jahr der Inbetriebnahme wird für die Ermittlung der Einspeisevergütung herangezogen.
- **Nutzungsdauer:** Nutzungszeit der Anlage (standardmäßig werden hier 22 Jahre angenommen).
- **Einspeisevergütung:** Erträge werden bestimmt durch die *Einspeisevergütung*. Diese ist zunächst staatlich festgelegt (Einspeisegesetz) und richtet sich nach dem Jahr der Inbetriebnahme (jährliche Degression). Diese Werte sind – soweit schon bekannt – hinterlegt und können sich mit der weiteren Gesetzgebung bzw. durch Reaktion auf den Markt verändern.

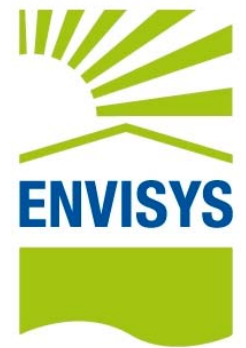
Alternativ kann in dieses Feld ein anderer Wert für den Stromerlös eingetragen werden (z.B. bei

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de



BERATUNG
ENERGIE
SOFTWARE

ENVISYS GmbH & Co. KG • Graben 1 • 99423 Weimar

Direktverkauf).

Wird die **Einspeisevergütung** von **Automatik** auf **Manuell** umgestellt, so kann über eine zusätzliche Option **dynamisieren** die **Energiepreissteigerung** mit in die Berechnung der Erlöse einbezogen werden.

- **Zinssatz:** Kalkulatorischer Zins. Dieser Zinssatz geht in die Berechnung in der Weise ein, als dass angenommen wird, dass die Investitionskosten mit diesem Zinssatz auch gewinnbringend hätten angelegt werden können.
- **Inflation:** Die hier angegebene Preissteigerung bezieht sich auf die Betriebskosten und erhöht diese jährlich über die Nutzungsdauer.
- **nach Steuern:** Klicken Sie diese Option, wenn Sie für die Berechnung der Rendite und des Kapitalwertes den Steuersatz berücksichtigen möchten (Gewinne abzgl. Verluste und Abschreibung ergibt einen Überschuss oder Verlust, welcher steuerlich geltend gemacht werden muss).
- **Steuersatz:** Geben Sie den Steuersatz ein.

Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit

Berechnung der Ergebnisse

Berechnet wird der Erlös pro Jahr sowie der Kapitalwert, der alle Parameter berücksichtigt und den Gesamtwert der Anlage über die Nutzungszeit repräsentiert. Das Balkendiagramm zeigt in rot die kumulierten Netto-Erträge abzüglich der Investition bis zur Null-Linie, danach in grün. Berücksichtigt wird auch eine Preissteigerung für Wartungskosten.

Die Strompreissteigerung kann wahlweise berücksichtigt werden.

Zusätzlich kann der nach-steuerliche Gewinn in die Berechnung der Rendite und des Kapitalwertes einbezogen werden.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

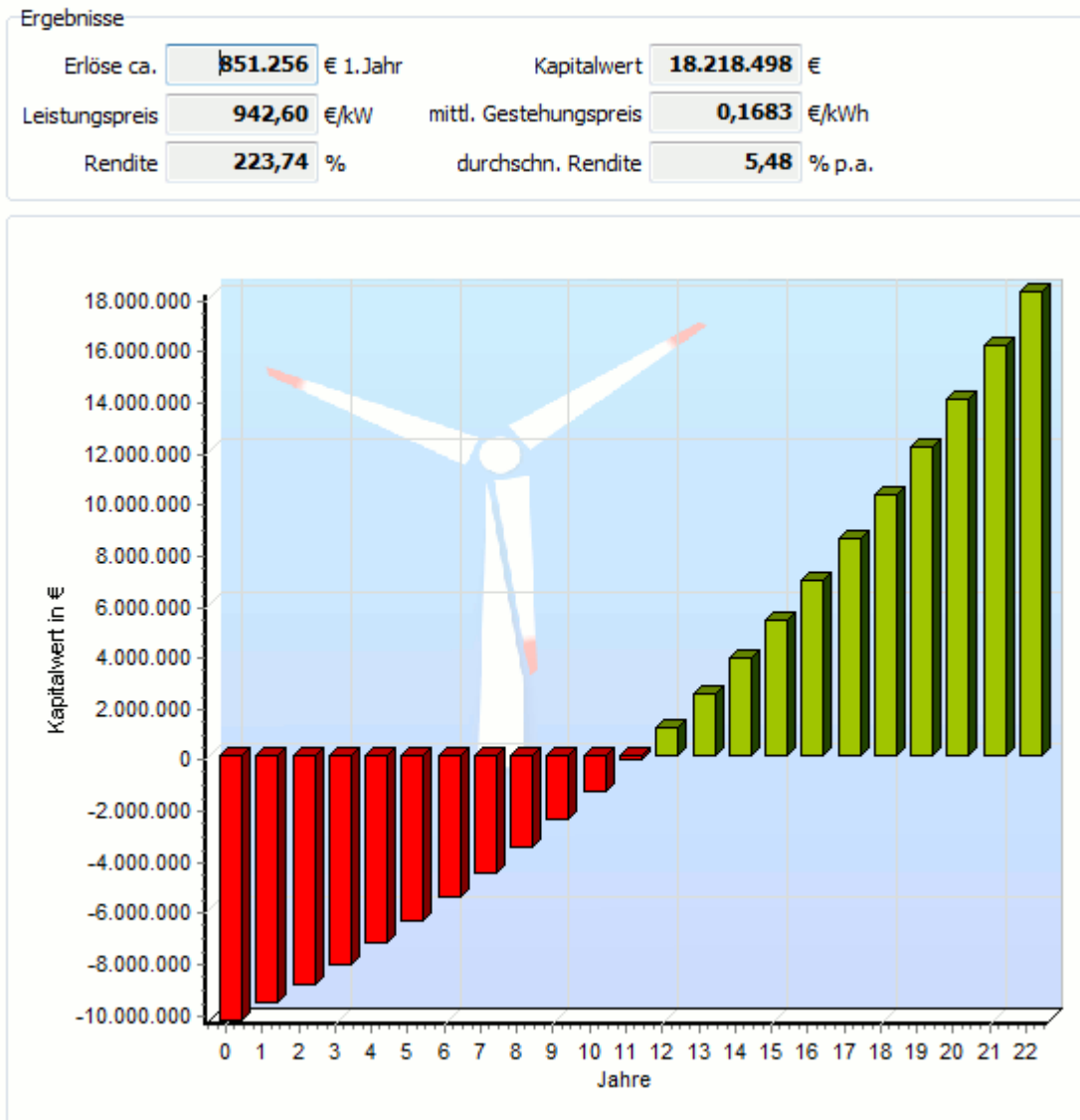
Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit einer Beispielanlage:



Ergebnisse

Hier werden die **Erlöse** im 1. Jahr der Inbetriebnahme ausgegeben, also wie hoch ist die Einspeisevergütung pro Jahr ohne Berücksichtigung von Energiepreissteigerung und dynamischer Einspeisevergütung.

Der **Kapitalwert** ist ein angenommener Geldwert, der zu Beginn der Investition der Anlage aufzuwenden wäre, um die Windkraftanlage abzüglich der Energieeinsparung unter Berücksichtigung der Zinsen und ggf. Steuerersparnisse zu erstellen. Ein positiver Kapitalwert entspricht einem finanziellen Gewinn über die Nutzungszeit. Je höher dieser ist, um so lohnender ist die Investition.

Der **Leistungspreis** ist die Nennleistung der Anlage(n) dividiert durch die Investition.

Interessant sind zudem die **Stromgestehungskosten**. Hier geht die Investition (über den kalkulatorischen Zins dynamisiert) und die dynamisch ermittelten Wartungskosten ein. Diese Kosten liegen i.d.R. zwischen 4,5 und 9 ct./kWh, können aber bei Kleinanlagen deutlich nach oben abweichen. Siehe dazu auch die Studie des Fraunhofer ISE von 12/2010.

Die **Rendite** bezeichnet den Gesamterfolg einer Kapitalanlage, gemessen als tatsächliche Verzin-

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

sung des eingesetzten Kapitals. Die Rendite wird aus den Erlösen abzgl. der Betriebskosten und Zinsen sowie der Abschreibung ermittelt. Bei einer Dynamisierung der Einspeisevergütung kann hier zusätzlich der angegebene Steuersatz berücksichtigt werden. Die Rendite wird über die Nutzungsdauer summiert und ist der Rückfluss des eingesetzten Kapitals über die Nutzungszeit.

Die durchschnittliche Jahresrendite bezieht sich hingegen auf den Rückfluss über ein Jahr im Durchschnitt.

Balkendiagramm

Das **Balkendiagramm** zeigt den jährlichen Kapitalwert (s.o.) über die gesamte Nutzungszeit.

Notizen zur Anlage


In einem weiteren Register **Beschreibung** können Sie die Anlage beschreiben. Zusätzlich zu den Notizen können Sie ein Bild (Foto, Grafik o.ä.) einfügen.

Diese *Beschreibung* einschließlich Bild wird dann im Bericht mit ausgedruckt.

Bericht zur Windenergieanlage

Die Daten zur Windkraftanlage einschließlich ihrer Erträge und Wirtschaftsdaten können in einem Bericht ausgegeben werden. Dazu wird eine pdf-Datei mit dem Namen *projektname_Windbericht* im aktuellen Projektordner gespeichert und angezeigt.

Hinweis: Für die Ausgabe des Berichtes muss ein pdf-Reader (i. A. Acrobat®) auf dem Rechner installiert sein.

Über das Menü **Report** bzw. das Symbol  kann ein Bericht als pdf-Datei, 3 Seiten, ausgegeben werden. In diesem Bericht werden die Adressdaten einschließlich Beschreibung und Bild, die Anlagendaten einschließlich Erträge und die Wirtschaftsdaten einschließlich Wirtschaftlichkeit ausgegeben.

ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de

Das folgende Bild zeigt Ihnen einen Beispielbericht:

Windpark Littdorf Ertragsanalyse

Anlage und Standort

Objekt

Name	
Straße, Nr.	
PLZ, Ort	04720 Littdorf

Auftraggeber / Betreiber

Firma	Ostwind GmbH
Straße, Nr.	
PLZ, Ort	

Standort

Höhe über NHN	100 m
Höhenexponent	0,14
Weibull-Formfaktor	2
Messhöhe der Windgeschwindigkeit	64,7 m
Windgeschwindigkeit in Messhöhe	4,0 m/s
Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe	4,0 m/s
mittlere Lufttemperatur in Nabenhöhe	15 °C
mittlere Luftdichte in Nabenhöhe	1,201 kg/m ³



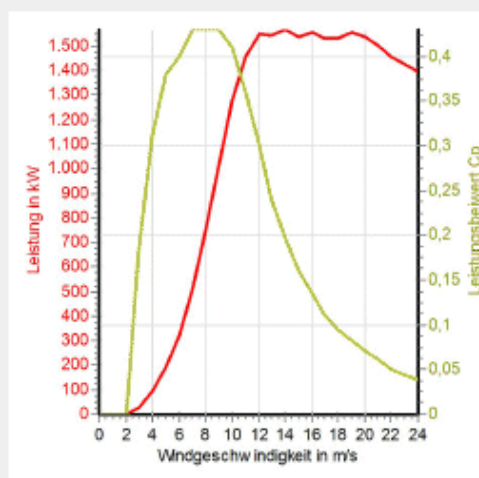
ENVISYS
GmbH & Co. KG
Graben 1
99423 Weimar
www.envisys.de

HRA 501373
Amtsgericht Jena
Umsatzsteuer-ID
DE 263992532

Anlage

Anzahl der Anlagen	7
Nennleistung insgesamt	10969 kW
Rotorfläche pro Anlage	3904 m ²
Nabenhöhe	64,7 m
Einschaltgeschwindigkeit	3 m/s
Abschaltgeschwindigkeit	22 m/s

Beschreibung
7 Tacke 1,5



Persönlich haftend
ENVISYS Verwaltungs
GmbH
HRB 503769
Amtsgericht Jena
Geschäftsführer:
Winfried Schöffel M.A.

Bankverbindung
Ethik Bank eG
Kto. 3112985
BLZ 830 944 95
BIC GENO DE F1 ESN
IBAN
DE758309449400031129
85

Geschäftsführung
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: info@envisys.de

Vertrieb
T: 0 36 43 / 4 95 27 10
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: vertrieb@envisys.de

Support
T: 0 36 43 / 4 95 27 20
F: 0 36 43 / 4 95 27 14
M: support@envisys.de