easyPredict

Handbuch

Energiekennzahlen nach ISO 50001 und ISO 50006 modellieren, prüfen und überwachen – mit Excel, ohne Makros

Version 3.2 · Stand: November 2026

Inhalt

Was easyPredict für Sie tut 3
Voraussetzungen und Aufbau der Datei 4
Das Grundprinzip: eine Zeitreihe, zwei Zeiträume 6
Schritt 1: Daten eingeben 7
Schritt 2a: Das Gesamtmodell prüfen 10
Schritt 2b: Die Einflussgrößen prüfen 13
Schritt 3: Mit der Prognose vergleichen 15
Schritt 4: Das Modell an easyPredict Pro übergeben 19
Tipps, Grenzen und häufige Fragen 20

Was easyPredict für Sie tut

easyPredict ist ein kostenloses Excel-Tool für Energiekennzahlen nach ISO 50001 und ISO 50006. Es macht aus Ihren Messdaten ein Regressionsmodell, prüft es gründlich und vergleicht spätere Zeiträume mit der Prognose. Ohne Makros, ohne Installation, ohne Freigabeprozess: Datei öffnen und loslegen.

Fragen, bei denen easyPredict helfen kann

- Wie viel hat die Maßnahme wirklich gebracht, bereinigt um Wetter, Produktion oder Auslastung?
- In welchen Betriebszuständen wirkt sie, und in welchen nicht?
- Arbeitet die Anlage heute so, wie sie sollte, oder driftet sie weg?
- Welcher Standort fährt denselben Prozess am effizientesten?

Was easyPredict auszeichnet

- **Multiple Regression mit bis zu 16 Einflussgrößen:** Der Verbrauch oder die Erzeugung wird auf alle relevanten Größen gleichzeitig bezogen, nicht nur auf eine.
- **Gründliche Modellprüfung:** Gütemaße, Signifikanz, Kollinearität, Ausreißer, Residuenanalyse und Autokorrelation auf zwei übersichtlichen Blättern.
- **Lastabhängige Streuung:** Prognoseband, Ausreißertest und P-Werte passen sich auf Wunsch der tatsächlichen Streuung Ihrer Daten an. Dadurch wird das Prognoseband in der Regel deutlich genauer.
- **Detailanalyse nach Lastbereichen:** Sie filtern gezielt einzelne Betriebszustände heraus und sehen, wo eine Maßnahme greift.
- **Bewertung in Geld und THG:** Abweichungen können bei Hinterlegung entsprechender Faktoren direkt in Euro und Tonnen THG-Emissionen umgerechnet werden

Wie dieses Handbuch aufgebaut ist

Für ein gutes Verständnis ist in den easyPredict Versionen ein Beispiel einer Windkraftanlage hinterlegt, anhand derer die Funktionen gezeigt werden. Das Beispiel ist: Anfang Januar 2021 wurde eine Windkraftanlage modernisiert. Ein halbes Jahr später hat sie spürbar mehr Strom geliefert. Ein Erfolg der Modernisierung? Vielleicht. Vielleicht war aber auch einfach mehr Wind. Genau diese Frage beantwortet easyPredict: Es trennt, was die Maßnahme bewirkt hat, von dem, was die Umstände beigetragen haben.

Das Handbuch folgt also einer Geschichte. Sie begleiten den Betreiber vom Aufbereiten der Daten über die Prüfung des Modells bis zur Antwort auf die Frage, was die Modernisierung gebracht hat. Unterwegs lernen Sie jede Einstellung und jeden Prüfwert kennen. Laden Sie die Version „mit Beispieldaten“ von easypredict.de und klicken Sie einfach mit.

Voraussetzungen und Aufbau der Datei

Sie brauchen Excel 2021 oder Microsoft 365 und einen Rechner mit mindestens 4 Prozessorkernen und 8 GB Arbeitsspeicher. easyPredict enthält keine Makros und keine Add-ins, daher gibt es beim Öffnen keine Sicherheitswarnung und nichts zu installieren. Sie können die Datei frei editieren unter Beachtung der Open-Source-Lizenzbestimmungen, die in der Datei selbst aufgeführt sind. Das freie Editieren verleiht Freiheit zu gestalten, aber auch die Datei kaputtzumachen. Wenn etwas nicht mehr funktioniert wie es soll, laden Sie easyPredict nochmal neu herunter. Sie sind selbst für die Ergebnisse verantwortlich, die Sie mit dem Tool generieren.

Die Blätter im Überblick

Blatt	Wofür Sie es nutzen
Eingabedaten	Messdaten einfügen, beschriften, Modellzeitraum wählen; Ausreißer werden hier angezeigt
Prüfung Modell für Vorhersage	Modellgleichung, Gütemaße, Residuenanalyse, Einstellung der Streuung, Trefferquote des Prognosebands
Prüfung Variablen	Prüfwerte je Einflussgröße, klassisch und robust, VIF, Korrelationsmatrix, Zusammenhänge im Detail
Vergleich mit Vorhersage	Vergleichszeitraum wählen, Abweichungen bewerten, Detailanalyse, CUSUM
Vergleichstabelle	Alle Werte des Vergleichszeitraums Zeile für Zeile; per Auswahlfeld wahlweise als Rohdaten oder als Summen je Tag, Woche oder Monat
Übertrag in Pro	das berechnete Modell als „Schachbrett“ zur Übertragung nach easyPredict Pro
Schulung	Hinweise zu Schulungsangeboten
Lizenz und Kontakt	Lizenzbedingungen (GNU GPL v3), Autor, Motivation

Daneben enthält die Datei technische Blätter für die Berechnungen und die Beschriftungen. Diese brauchen Sie für die Bedienung nicht.

Navigation

Oben auf jedem Blatt finden Sie Pfeil-Buttons. Sie zeigen den Arbeitsablauf und bringen Sie per Klick zum jeweiligen Schritt: Eingabe Daten, Statistische Prüfung, Vergleich mit Prognose. Kleinere Buttons springen innerhalb eines Schritts zu Unterbereichen, etwa zu den Variablen, zur Tabelle oder zu den Diagrammen. Der Button „Übertrag in Pro“ neben „Schulung“ führt zum Schachbrett für easyPredict Pro. Der Copyright-Kasten führt zu Lizenz und Kontakt.

Eingabefelder und Blattschutz

Eintragen können Sie in den farbig hinterlegten Eingabefeldern und im Datenbereich des Eingabeblatts. Welche Farbe die Eingabefelder haben, zeigt die Zeile „Systemgrenze“ oben im Eingabeblatt. Alle übrigen Zellen sind geschützt, damit keine Formel versehentlich überschrieben wird. Viele Eingabefelder bieten eine Auswahlliste an: Klicken Sie in das Feld und wählen Sie über den kleinen Pfeil rechts daneben.

Berechnung

easyPredict rechnet seit Version 3.0 mit rund 26.000 Formeln und ist damit deutlich schneller als frühere Versionen. Die Datei ist weiterhin auf **manuelle Berechnung** eingestellt (*Formeln → Berechnungsoptionen*); wer

sofort nach jeder Eingabe neue Werte sehen möchte, kann auf **Automatisch** umstellen. Im manuellen Modus können Sie mehrere Einstellungen nacheinander ändern und lösen die Berechnung erst am Ende mit **F9** aus. Solange Excel in der Statusleiste „Berechnen“ anzeigt, sind die angezeigten Werte noch nicht aktuell.

> **Beispiel:** Sie möchten den Modellzeitraum ändern und gleichzeitig zwei Ausreißerzeilen löschen. Im manuellen Modus erledigen Sie beides und drücken dann einmal F9, statt nach jeder Änderung zu warten.

Sprache

Alle Beschriftungen, Buttons und Diagrammtitel liegen in Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch vor. Ihre eigenen Einträge wie Variablennamen, Einheiten oder die Systemgrenze bleiben so, wie Sie sie eingeben.

Das Grundprinzip: eine Zeitreihe, zwei Zeiträume

In easyPredict stehen alle Daten in einer einzigen Zeitreihe. Einen Abschnitt davon erklären Sie zum **Modellzeitraum** (Baseline): Aus ihm lernt das Tool, wie die Kennzahl von den Einflussgrößen abhängt. Einen späteren Abschnitt wählen Sie als **Vergleichszeitraum**: Dort stellt easyPredict jedem Messwert gegenüber, was das Modell erwartet hätte.

Einen Modus-Umschalter gibt es nicht. Ob Sie Monitoring oder Benchmarking betreiben, entscheiden die Daten hinter dem Modellzeitraum:

- **Monitoring:** neuere Daten derselben Anlage. Arbeitet sie heute besser oder schlechter als früher?
- **Benchmarking:** Daten einer anderen Anlage oder eines anderen Standorts. Verbraucht oder erzeugt sie unter gleichen Bedingungen mehr oder weniger als die Referenz?

Baseline und Vergleich teilen sich dabei die 8.876 Zeilen des Eingabeblatts. Für das laufende Monitoring über längere Zeit gibt es easyPredict Pro: Dort wird das hier gebildete Modell fest hinterlegt, und alle Zeilen stehen für die neuen Daten zur Verfügung. Wie Sie das Modell übertragen, zeigt Schritt 4.

Der Arbeitsablauf

1. Daten eingeben
Modellzeitraum wählen
→
2. Modell prüfen
Gesamtmodell + Variablen
→
3. Mit Prognose vergleichen
Vergleichszeitraum wählen

Ist das Modell nicht zufriedenstellend, geht es von Schritt 2 zurück zu Schritt 1.

Schritt 2 ist ein Kreislauf: prüfen, anpassen, erneut prüfen, bis das Modell überzeugt. Erst dann lohnt der Vergleich.

Die Geschichte: eine Windkraftanlage wird modernisiert

Die Windkraftanlage in diesem Beispiel weist die folgenden Merkmale auf:

- **Unter 5 m/s** reicht der Wind nicht, die Anlage steht.
- **Zwischen 5 und 12 m/s** steigt die Leistung mit der Energie im Wind.
- **Zwischen 12 und 25 m/s** läuft sie mit voller Nennleistung.
- **Über 25 m/s** schaltet sie zum Schutz ab.

Anfang Januar 2021 wurde die Anlage modernisiert. Das Ziel: auch bei sehr schwachem und sehr starkem Wind noch Strom erzeugen. Der Betreiber will wissen, ob sich das gelohnt hat, und zwar ehrlich, also bereinigt um das Wetter.

Dafür erfasst er in easyPredict in der Eingabespalte:

Spalte	Inhalt	Einheit
Zeitstempel	Datum und Uhrzeit	–
Abhängige Kennzahl (y)	erzeugter Strom in der Stunde	MWh
x1	Energie im Wind, gezählt nur zwischen 5 und 12 m/s	MWh
x2	Nennleistungsbereich 12 bis 25 m/s	1 = ja, 0 = nein
x3	Stillstand, also unter 5 oder über 25 m/s	1 = ja, 0 = nein

Schritt 1: Daten eingeben

Im Blatt „Eingabedaten“ legt der Betreiber das Fundament: Zeitreihe einfügen, beschriften, Modellzeitraum wählen. Die eigentliche Datenaufbereitung erledigt er vorher in einer eigenen Arbeitsmappe. Das ist schneller und hält easyPredict schlank.

Regeln für die Dateneintragungen im Tabellenblatt:

- **Aufbau:** Zeitstempel oder ID, dann die abhängige Kennzahl, dann bis zu 16 Einflussgrößen in den Spalten C bis R.
- **Nur Zahlen, keine Lücken:** Leere Zellen oder Text in den Datenspalten führen zu Rechenfehlern.
- **Eine Reihe für alles:** Baseline- und Vergleichsdaten untereinander, die Vergleichsdaten hinter der Baseline.
- **Umfang:** bis zu 8.876 Zeilen. Die Beispieldatei nutzt 4.392 Zeilen Baseline und 4.216 Zeilen Vergleich.

Dokumentationsfelder oben im Blatt

Feld	Wofür	Beispiel
Systemgrenze	Was das Modell abbildet	Stromerzeugung WEA 1
Letzte Änderung Modell	Datum der letzten fachlichen Änderung	06.01.2021
Modell Version	Ihre Versionsnummer	1.1
Person	Wer das Modell verantwortet	Name
ggf. letzte Änderung Datei	Datum der letzten Dateiänderung	08.01.2021
Person	Wer die Datei zuletzt geändert hat	Name

Diese Felder rechnen nicht mit, machen das Modell aber im Audit nachvollziehbar. Die Systemgrenze erscheint auf allen Blättern.

Spalten beschriften

Über jeder Datenspalte stehen drei Angaben: **Name** (erscheint in Tabellen und Diagrammen), **Formelzeichen** (erscheint in der Modellgleichung) und **Einheit**. Im Beispiel heißt die Kennzahl „Strom“ mit Formelzeichen y und Einheit MWh; die Einflussgrößen heißen etwa „Wind ab 5–12 m/s“ mit x1 und „Windenergie MWh“.

In der ersten Spalte gibt **Dauer** an, welchen Zeitschritt eine Zeile abbildet, hier „Stunde“. easyPredict nutzt das für Beschriftungen wie „MWh pro Stunde“.

Einflussgrößen auswählen

In der Markierungszeile über den Einflussgrößen trägt der Betreiber in der Spalte **jeder** Einflussgröße, die ins Modell soll, einen beliebigen Wert ein (die Auswahlliste bietet „An“), hier über x1, x2 und x3. Darunter erscheint „aktiv“. Nur markierte Spalten gehen ins Modell; die übrigen bleiben unberücksichtigt. Die Reihenfolge ist beliebig. Wer eine Größe testweise abschalten möchte, löscht ihre Markierung; die Daten bleiben stehen.

Daten einfügen

Daten kopieren und ab Zeile 25 mit **Einfügen → Werte** einfügen, in neueren Excel-Versionen auch mit Strg+Umschalt+V. So kommen nur die Zahlen an. Sind noch längere alte Daten vorhanden, die überzähligen

Zeilen löschen.

Im Beispiel ist jede zweite Stunde erfasst (Die Stunden dazwischen hat der Betreiber als Testdaten zurückgelegt). Dahinter folgen die Stundenwerte vom 1. Januar bis 25. Juni 2021, nach der Modernisierung.

Der Eingabebereich: Zeilen 25 bis 8.900

easyPredict berücksichtigt immer genau die Zeilen 25 bis 8.900, egal ob Sie Zeilen löschen, einfügen oder Daten hineinkopieren. Drei Dinge machen das sichtbar:

- **Grau ab Zeile 8.901:** Alles unterhalb der Grenze ist ausgegraut und wird nicht berücksichtigt.
- **Infozeile im Kopf des Blatts:** „Berücksichtigt werden die Zeilen 25 bis 8.900 · belegt: 8.608 · frei: 268“, dazu der Hinweis zum Einfügen als Werte.
- **Warnung in Rot:** Stehen Daten unterhalb von Zeile 8.900, nennt easyPredict deren Anzahl. Dann ist die Zeitreihe zu lang, und Sie sollten sie kürzen oder verdichten.

Die Kopfzeile direkt über den Daten ist für die Spalten A bis R in Eingabefarbe hinterlegt. Welche Einflussgrößen ins Modell gehen, zeigen die Markierungen „aktiv“ darüber.

Modellzeitraum wählen

Oben in der ersten Spalte wählt der Betreiber über die Auswahllisten **Modell von** 01.01.2020 00:00 und **bis Ende** 31.12.2020 22:00. Der gewählte Bereich wird grün hinterlegt; nur diese Zeilen fließen ins Modell ein. Die Zeilen von 2021 bleiben weiß und warten auf den Vergleich.

Ein guter Modellzeitraum enthält alle typischen Betriebszustände. Ein ganzes Kalenderjahr ist bei Wetterabhängigkeit ideal: Sturm im Winter, Flaute im Sommer, alles ist dabei.

Ausreißer: ein Prüfauftrag, kein Löschauftrag

Rechts neben den Daten zeigt easyPredict für jede Zeile des Modellzeitraums an, ob sie auffällt:

Spalte	Bedeutung
„Ausreißer“ bei standardisiertem Residuum	X, wenn der Messwert ungewöhnlich weit vom Modell abweicht
„Hoher Einfluss“ bei Hebel	X, wenn der Punkt das Modell durch seltene Werte der Einflussgrößen besonders mitbestimmt
Ausreißer mit hohem Einfluss	X, wenn beides zutrifft; sonst „BA“ für Zeilen der Baseline

Die Grenzen legen Sie im Blatt „Prüfung Modell für Vorhersage“ fest. Woran sich „ungewöhnlich weit“ bemisst, bestimmt die Einstellung **Streuung** im Blatt „Prüfung Modell für Vorhersage“ neben der Trefferquote (siehe Schritt 2a).

Im Beispiel erlebt der Betreiber eine Überraschung. Bei konstanter Streuung markiert easyPredict 337 Ausreißer, 118 davon zusätzlich mit hohem Einfluss. Muss er die alle löschen? Nein. Der Blick auf die Prüfwerte zeigt: Die größte Cook's Distance liegt bei 0,054, weit unter der kritischen Marke von 1. Kein einzelner Punkt verbiegt das Modell. Die vielen Markierungen haben zwei harmlose Ursachen:

- **Die Streuung ist ungleich verteilt.** Im Stillstand trifft das Modell exakt, unter Last schwankt die Erzeugung natürlicherweise. Gemessen an einer einheitlichen Streuung wirken normale Schwankungen bei Wind wie Ausreißer. Mit der Einstellung „lastabhängig“ bleiben 83 Ausreißer übrig, das sind 4,5 % der Stunden mit Leistung, genau im statistisch erwarteten Rahmen.

- **Kleine Gruppen haben automatisch großen Hebel.** Alle 326 Stunden mit Nennleistung tragen das X für hohen Einfluss, weil diese Gruppe klein ist und jede Stunde darin viel Gewicht hat. Das ist eine Eigenschaft des Modellaufbaus, keine Auffälligkeit.

Einzelne Stunden verdienen trotzdem einen Blick. Am 04.10.2020 um 06:00 Uhr wehte der Wind im Nennleistungsbereich, die Anlage lieferte aber nur 5,8 statt 6,7 MWh. Eine Abregelung durch den Netzbetreiber? Vereisung? Wartung? Der Betreiber klärt das mit seinem Betriebstagebuch.

Zeilen löschen, wenn es sein muss

Ist ein Wert ein Messfehler oder gehört er nicht zum normalen Betrieb, löschen Sie die **ganze Zeile** (Rechtsklick auf die Zeilennummer → Zellen löschen), niemals nur den Inhalt: Leere Zellen im Modellzeitraum führen zu Rechenfehlern. Trifft es die Zeile, auf die Beginn oder Ende des Modellzeitraums zeigt, wählen Sie den Zeitraum anschließend neu aus. easyPredict warnt in diesem Fall über den Daten: „Datum ‚Modell von' oder ‚bis Ende' ist in den Daten nicht vorhanden". Solange die Warnung steht, rechnet das Modell nicht mit dem gewünschten Zeitraum.

easyPredict ist so gebaut, dass das Löschen nichts verschiebt: Rechenkern, Ausreißermarkierungen und Daten sind über die Zeilennummer verbunden und rücken gemeinsam nach. Nach der Neuberechnung steht jedes X wieder neben genau der Messung, zu der es gehört. Nachgerückte Zeilen am Ende bleiben beschreibbar und erscheinen in der Datumsauswahl.

Zwei Hinweise für die Praxis:

- **Ausreißer in kleinen Schritten entfernen.** Nach jedem Löschen wird das Modell neu geschätzt, Streuung und Hebel ändern sich. Andere Punkte können dadurch ihre Markierung verlieren oder neu eine bekommen. Das ist die korrekte Neubewertung am neuen Modell. Löschen Sie deshalb einzeln oder in kleinen Gruppen und prüfen Sie danach erneut.
- **Zeilen mitten in die Daten einfügen:** Excel übernimmt in eine eingefügte Zeile die Formatierung, aber nicht die Formeln der Ausreißerspalten S bis U. Der Rechenkern prüft die Zeile trotzdem, nur die Markierung fehlt dort. Kopieren Sie in diesem Fall die Formeln aus S bis U der Zeile darüber herunter, oder fügen Sie die Daten gleich in der richtigen Reihenfolge ein.

Schritt 2a: Das Gesamtmodell prüfen

Das Blatt „Prüfung Modell für Vorhersage“ beantwortet die entscheidende Frage: Taugt das Modell als Baseline? Oben stehen Modellzeitraum und Modellgleichung.

Aus der Baseline berechnet easyPredict diese Modellgleichung:

Strom = 0,0156 + 0,3475 · x1 + 6,679 · x2 − 0,0156 · x3

Sie liest sich wie ein Steckbrief der alten Anlage: Zwischen 5 und 12 m/s wandelt sie knapp 35 % der Windenergie in Strom um. Bei Nennleistung liefert sie 6,69 MWh pro Stunde. Im Stillstand liefert sie genau null. Ein Beispiel: Weht in einer Stunde Wind mit 8 MWh nutzbarer Energie, erwartet das Modell 0,0156 + 0,3475 × 8 ≈ 2,8 MWh Strom.

Prüfwerte des gesamten Modells

Prüfwert	Was er zeigt	Orientierung	Windkraft
R^2	Anteil der Schwankungen, den das Modell erklärt	je näher an 100 %, desto besser	99,2 %
Adj. R^2	wie R^2, mit Abzug für jede zusätzliche Einflussgröße	sinkt, wenn eine Größe nichts beiträgt	99,2 %
Fkrit	Irrtumswahrscheinlichkeit des Gesamtmodells (F-Test)	unter 5 % statistisch gesichert	0,0 %
F-Wert	Prüfgröße des F-Tests	je größer, desto deutlicher	191.580
CV	Standardfehler relativ zum Mittelwert, entspricht CV(RMSE) nach ASHRAE 14	Stunden- und Tageswerte bis 30 %, Monatswerte bis 15 % gelten als gut	15,2 %
CVRMSE	mittlerer Modellfehler relativ zum Mittelwert (Nenner n)	bei vielen Datenpunkten fast gleich CV	15,2 %
Stabw	typische Abweichung zwischen Messung und Modell	im Verhältnis zum Mittelwert lesen	0,17 MWh
MAE gesamt	mittlere absolute Abweichung	anschaulichster Fehlerwert	0,08 MWh
Fälle	Datenpunkte im Modellzeitraum	deutlich mehr als Einflussgrößen	4.392

Dazu kommt die Varianzzerlegung (ANOVA) mit Freiheitsgraden (df), Quadratsummen (QS) und mittleren Quadratsummen (MQS). Sie ist die rechnerische Grundlage für R^2 und den F-Test.

Für den Betreiber ist das ein starkes Ergebnis: Das Modell erklärt über 99 % der Schwankungen in der Stromerzeugung, und im Mittel liegt es nur 80 kWh pro Stunde daneben.

Ergänzende Prüfwerte der Residuen

Residuen sind die Differenzen zwischen Messung und Modell. Drei Werte prüfen, ob sie sich unauffällig verhalten:

Prüfwert	Was er zeigt	Orientierung	Windkraft
Durbin-Watson	ob aufeinanderfolgende Residuen zusammenhängen	um 2 unauffällig, unter 1,5 deutlicher Zusammenhang	1,97

Prüfwert	Was er zeigt	Orientierung	Windkraft
Autokorrelation Lag 1	Stärke dieses Zusammenhangs, −1 bis 1	nahe 0 unauffällig	0,01
Cook's Distance maximal	größter Einfluss eines einzelnen Punkts auf das Modell	über 1 genauer prüfen	0,054

Alle drei sind unauffällig. Keine Stunde verzerrt das Modell, und Fehler von Stunde zu Stunde sind voneinander unabhängig. Wäre Durbin-Watson deutlich kleiner, würden P-Werte und Prognoseband zu zuversichtlich ausfallen; dann helfen gröbere Zeitschritte oder eine zusätzliche Einflussgröße.

Diagramme

- **Messungen versus Modellwerte:** Die Punkte liegen eng an der Diagonale. Einflussreiche Punkte sind hervorgehoben.
- **Residuen versus Modellwerte:** Hier zeigt sich die Besonderheit der Windkraft. Bei Modellwert null liegen die Residuen exakt auf der Nulllinie, mit steigender Leistung fächern sie sich auf wie ein Trichter. Das ist das Kennzeichen ungleicher Streuung.
- **Histogramm der Residuen:** zeigt die Verteilung der Abweichungen im Vergleich zur Normalverteilung.
- **Normalverteilungsplot:** Punkte nahe einer Geraden bedeuten normalverteilte Abweichungen.
- **Residuen versus Zeit:** zeigt, ob das Modell im Laufe der Baseline driftet. Im Beispiel verläuft die Trendlinie flach: kein Verschleiß, keine schleichende Veränderung im Jahr 2020.

Einstellungen auf diesem Blatt

Einstellung	Wirkung	Standard
Standardisierte / nicht-standardisierte Residuen	Darstellung im Residuendiagramm	standardisiert
Ausreißergrenze bzgl. standardisiertem Residuum	ab welcher Abweichung ein Punkt als Ausreißer gilt	2
Ausreißer mit hohem Einfluss (Hebel)	ab welchem Vielfachen des durchschnittlichen Hebels ein Punkt als einflussreich gilt	3
Klassen (Histogramm)	Anzahl der Balken, ungerade Zahl von 1 bis 101	5
Stellen (Histogramm)	Nachkommastellen der Klassengrenzen	2

Die Streuung: konstant oder lastabhängig

Der Trichter im Residuendiagramm ist kein Schönheitsfehler, er verändert die Statistik. Klassische Verfahren gehen davon aus, dass das Modell überall gleich genau ist. Bei der Windkraftanlage stimmt das nicht.

easyPredict bietet deshalb die Einstellung **Streuung** im Blatt „Prüfung Modell für Vorhersage“, direkt neben der Trefferquote.

Bei „lastabhängig“ legt der **Polynomgrad** (1 bis 3) fest, wie flexibel sich die Streuung an den Modellwert anpasst. Grad 1 für gleichmäßig wachsende Streuung, Grad 2 und 3, wenn die Streuung in der Mitte am größten ist oder zur Volllast hin wieder abnimmt. Voreingestellt ist 3.

Die Tabelle „Trefferquote Prognoseband im Modellzeitraum“ zeigt für fünf gleich breite Lastklassen, wie viele Messwerte der Baseline im Prognoseband liegen, mit Anzahl der Punkte und Sollwert. Daneben sehen Sie die aktuelle Einstellung von Streuung und Polynomgrad.

Lastklasse	Punkte	konstant	lastabhängig
0,00 – 1,34 MWh	3.301	98,0 %	99,2 %
1,34 – 2,68 MWh	423	72,6 %	93,4 %
2,68 – 4,02 MWh	186	78,5 %	94,6 %
4,02 – 5,36 MWh	100	68,0 %	95,0 %
5,36 – 6,69 MWh	382	73,0 %	95,8 %

Das konstante Band verspricht 95 % und hält bei Leistung nur 68 bis 79 %. Im Monitoring würde es bei jedem kräftigen Wind Alarm schlagen. Das lastabhängige Band liegt in allen Klassen mit Leistung zwischen 93 und 96 %. Die 99 % der ersten Klasse erklären sich durch 2.543 Stillstandsstunden, deren Residuum exakt null ist; sie liegen immer im Band.

Schritt 2b: Die Einflussgrößen prüfen

Das Blatt „Prüfung Variablen“ zeigt, was jede Einflussgröße zum Modell beiträgt und ob sich die Größen gegenseitig in die Quere kommen. Hier entscheidet sich, welche Variablen im Modell bleiben sollten.

Tabelle der Koeffizienten

Für die Konstante und jede Einflussgröße zeigt easyPredict Name, Formelzeichen, Einheit und diese Prüfwerte:

Prüfwert	Was er zeigt	Orientierung
Koeffizient	Änderung der Kennzahl, wenn die Größe um eine Einheit steigt	Vorzeichen und Größe müssen technisch plausibel sein
P-Wert	Irrtumswahrscheinlichkeit, dass die Größe in Wahrheit keinen Einfluss hat	unter 5 % signifikant
Varianzinflationsfaktor (VIF)	wie stark die Größe mit den anderen überlappt	unter 5 unkritisch, über 10 problematisch
Konfidenzintervall	Bereich, in dem der wahre Koeffizient mit der gewählten Sicherheit liegt	schmal ist gut
Standardfehler	Unsicherheit des Koeffizienten	im Verhältnis zum Koeffizienten lesen
t-Statistik	Koeffizient geteilt durch Standardfehler	Betrag über etwa 2 spricht für echten Einfluss

Bei der Einstellung „lastabhängig“ sind P-Wert, Standardfehler und Konfidenzintervall **robust** gerechnet, die Zeilenbeschriftungen sagen es dazu. Die Zeile darunter zeigt je Koeffizient die **klassischen** Werte zum Vergleich: P-Wert, Standardfehler (SE) und Konfidenzintervall (KI). Bei „konstant“ ist alles klassisch, und die Vergleichszeile bleibt leer.

Was die Windkraftanlage verrät

	Koeffizient	P-Wert klassisch	P-Wert robust	VIF
Konstante	0,0156	3,2 %	9,6 %	–
x1 Windenergie 5–12 m/s	0,3475	0,0 %	0,0 %	2,11
x2 Nennleistung	6,679	0,0 %	0,0 %	1,46
x3 Stillstand	−0,0156	5,3 %	9,6 %	2,32

Die beiden Hauptgrößen sind über jeden Zweifel erhaben. Spannend sind Konstante und x3: Sie sind gleich groß mit umgekehrtem Vorzeichen und heben sich im Stillstand genau auf. Das Modell liefert dort also exakt null, wie es physikalisch sein muss.

Der Vergleich der beiden P-Wert-Spalten zeigt, warum die robuste Rechnung wichtig ist. Klassisch wirkt die Konstante mit 3,2 % signifikant. Robust, also unter Berücksichtigung der ungleichen Streuung, liegt sie bei 9,6 % und ist es nicht. Die klassische Rechnung war zu optimistisch; die Standardfehler der Hauptgrößen steigen robust um rund 60 %. An der Kernaussage ändert das nichts, aber es verhindert Fehlschlüsse bei schwächeren Größen.

Der Betreiber behält trotzdem alle vier Terme: Konstante und x3 sorgen gemeinsam für den physikalisch zwingenden Nullpunkt. Eine technisch begründete Größe darf im Modell bleiben, auch wenn ihr P-Wert allein nicht überzeugt. In solchen Fällen kann man die Variable probeweise deaktivieren und das Modell prüfen. Wird es schlechter, sollte die Variable trotz des etwas erhöhten P-Wert wieder rein.

Die Konstante bleibt immer im Modell, auch wenn ihr P-Wert schwach ist. Modelle ohne Konstante liefern ein R^2, das sich nicht mit dem üblichen vergleichen lässt und meist zu gut aussieht.

Kollinearität: Korrelationsmatrix und VIF

Kollinearität heißt: Zwei Einflussgrößen erzählen fast dieselbe Geschichte. Das Modell kann den Verbrauch dann zwar vorhersagen, aber nicht mehr sauber auf die einzelnen Größen aufteilen. Die Koeffizienten werden unsicher und springen bei kleinen Datenänderungen.

Das zuverlässigere Maß dafür ist der **VIF** (Varianzinflationsfaktor) in der Koeffiziententabelle. Er sagt, um welchen Faktor die Unsicherheit eines Koeffizienten durch die Überlappung mit den anderen Größen wächst. Faustregel: Ab 10 ist die Kollinearität kritisch, ab 5 lohnt ein genauer Blick.

Die **Korrelationsmatrix** darunter steht für sich, ohne Grenzwert und Ampel. Sie zeigt, welche Größen paarweise zusammenhängen, von −1 bis 1, und hilft zu verstehen, woher ein hoher VIF kommt.

Im Beispiel ist die stärkste Korrelation −0,62 (zwischen Windenergie und Stillstand, was naheliegt: wo x3 gilt, ist x1 null), der größte VIF 2,32. Beides ist unproblematisch.

Diagramme je Einflussgröße

Für jede Einflussgröße gibt es zwei Diagramme:

- **Kennzahl gegen Einflussgröße:** der direkte Zusammenhang, etwa Strom gegen Windenergie. Im Bereich 5–12 m/s bilden die Punkte eine klare Gerade.
- **Residuen gegen Einflussgröße:** zeigt, ob das Modell den Einfluss vollständig erfasst. Ideal ist ein gleichmäßiges Band um null; ein Bogen verrät einen nichtlinearen Rest.

Mit der Auswahl **standardisierte / nicht-standardisierte** Residuen legen Sie die Darstellung fest.

Im Residuendiagramm der Windenergie sieht der Betreiber keinen Bogen, der Zusammenhang ist also sauber linear. Er sieht aber wieder den Trichter: Bei wenig Wind streuen die Residuen um ±0,08 MWh, bei starkem Wind um ±0,32 MWh. Ein weiterer Grund für die lastabhängige Streuung.

Schritt 3: Mit der Prognose vergleichen

Im Blatt „Vergleich mit Vorhersage“ fällt das Urteil. Das Modell kennt die alte Anlage. Füttert man es mit dem Wind von 2021, sagt es, was die alte Anlage erzeugt hätte. Die Differenz zur Messung ist der Effekt der Modernisierung, bereinigt um das Wetter.

Vergleichszeitraum wählen

Oben links wählt der Betreiber über die Auswahllisten Beginn und Ende: 01.01.2021 00:00 bis 25.06.2021 15:00, das sind 4.216 Stunden. Darüber und darunter zeigt easyPredict den ersten und letzten verfügbaren Zeitpunkt der Daten an. Steht ein gewähltes Datum nicht mehr in den Daten, etwa weil die Zeile gelöscht wurde, erscheint unter der Auswahl eine Warnung, und ausgewertet wird bis zur Neuauswahl ab dem ersten bzw. bis zum letzten Zeitpunkt der Daten.

Für Monitoring liegt der Vergleichszeitraum wie hier hinter der Baseline derselben Anlage. Für Benchmarking setzen Sie die Daten einer anderen Anlage hinter die Baseline und wählen deren Zeitraum.

Einstellungen über den Diagrammen

Einstellung	Wirkung	Standard
Streuung und Polynomgrad	nur Anzeige; eingestellt wird im Blatt „Prüfung Modell für Vorhersage“	lastabhängig, 3
Darstellung	Rohdaten oder Summen je Tag, Woche oder Monat (siehe unten)	Rohdaten
Konfidenzniveau	Breite des Prognosebands, z. B. 95 % oder 99 %	95 %
Veränderungsziel zeichnen bei Modell	Zielkurve als prozentuale Änderung gegenüber dem Modell	leer

Ein höheres Konfidenzniveau macht das Band breiter: weniger Fehlalarme, aber kleine Veränderungen fallen später auf.

Das Gesamtergebnis

Für den Vergleichszeitraum zeigt easyPredict die Summe gemessen, die Summe der Vorhersage, die Differenz absolut und in Prozent. Die Differenz ist Messung minus Vorhersage. Bei einer Erzeugung ist ein positiver Wert ein Gewinn, bei einem Verbrauch wäre ein negativer Wert eine Einsparung.

	Wert
Summe aktuell (gemessen)	7.593 MWh
Summe Vorhersage (alte Anlage, Wind 2021)	5.423 MWh
Differenz	+2.169 MWh bzw. +40 %

Bei dem Wind des ersten Halbjahrs 2021 hätte die alte Anlage 5.423 MWh erzeugt. Die modernisierte hat 7.593 MWh geliefert. Das Wetter ist herausgerechnet: Der Zugewinn von 40 % geht auf das Konto der Maßnahme.

Bewertung in Geld und THG-Emissionen

Im Bereich **Eingabeparameter für Kennzahlen** legen Sie bis zu zwei Bewertungen fest: Name, Einheit sowie je einen Faktor für die Messung (Aktuell) und die Vorhersage (Modell). Getrennte Faktoren sind nützlich, wenn sich etwa Preise seit der Baseline geändert haben.

Feld	Beispiel 1	Beispiel 2
Bewertungsverfahren	Erlös	vermiedene Emissionen
Bewertungseinheit	Euro	t CO_2e
Aktuell (pro MWh)	80	0,38
Modell (pro MWh)	80	0,38

Mit diesen Faktoren bringt die Modernisierung im ersten Halbjahr rund 174.000 Euro Mehrerlös und vermeidet rund 820 t CO_2e. Solche Zahlen überzeugen jede Geschäftsführung. In der Beispieldatei selbst stehen andere Faktoren (Kosten 200 bzw. 180 Euro/MWh, THG 0,3 bzw. 0,2 t CO_2e/MWh); tragen Sie für Ihre Anlage die passenden Werte ein.

Detailanalyse: wo genau kommt der Gewinn her?

Die Gesamtzahl ist beeindruckend, aber der Betreiber will mehr wissen. Die Modernisierung sollte ja vor allem bei sehr schwachem und sehr starkem Wind Strom liefern. Stimmt das?

Neben dem Zeitraum zeigt easyPredict für die Messung, das Modell, die Differenz und jede Einflussgröße den kleinsten und größten Wert im Vergleichszeitraum. Dazwischen liegen zwei Eingabezeilen, **Eingabe Grenzwert** und **bis Grenzwert**. Wer dort Grenzen einträgt, wertet nur die Stunden aus, die alle Grenzen einhalten. Leere Felder bedeuten: keine Einschränkung.

Der Betreiber setzt nacheinander drei Filter:

Filter	Stunden	Messung	Modell	Differenz
x3 von 1 bis 1: Stillstand der alten Anlage (unter 5 oder über 25 m/s)	2.245	350 MWh	0 MWh	+350 MWh
x2 von 1 bis 1: Nennleistung (12 bis 25 m/s)	317	3.530 MWh	2.122 MWh	+1.408 MWh (+66 %)
x2 und x3 jeweils von 0 bis 0: Teillast (5 bis 12 m/s)	1.654	3.713 MWh	3.301 MWh	+412 MWh (+12 %)

Drei Filter, drei Erkenntnisse:

- **Die Maßnahme wirkt, wo sie soll.** In den Stunden, in denen die alte Anlage stand, erwartet das Modell exakt null. Die neue Anlage hat in 1.254 dieser 2.245 Stunden Strom erzeugt, zusammen 350 MWh. Jede einzelne davon ist Zugewinn.
- **Der größte Gewinn kommt von woanders.** Bei Nennleistung liefert die modernisierte Anlage im Schnitt 11,1 statt 6,7 MWh pro Stunde. Die Modernisierung hat offenbar auch die Nennleistung erhöht. Dieser Bereich trägt fast zwei Drittel des gesamten Zugewinns.
- **Auch im Teillastbereich wird es besser**, mit +12 % allerdings deutlich weniger spektakulär.

Ohne Detailanalyse hätte der Betreiber nur „+40 %“ gewusst. Jetzt weiß er, woher sie kommen.

Filter lassen sich auch auf Messung, Modell oder Differenz setzen. Ein Beispiel: Modell von 0 bis 0,05 und Messung ab 0,05 zeigt genau die Stunden, in denen die alte Anlage nichts, die neue aber spürbar erzeugt hätte.

Spezifische Kennzahlen

Über die Auswahlliste bei **Auswertung von spezifischen Kennzahlen für** wählen Sie eine Einflussgröße als Bezugsgröße. easyPredict teilt dann Messung und Vorhersage durch die Summe dieser Größe, zum Beispiel MWh Strom je MWh Windenergie. Einen besonderen zusätzlichen Erkenntnisgewinn liefert das nicht, kann aber für die Kommunikation hilfreich sein, wenn sich Leute an spezifische Energiekennzahlen gewöhnt haben.

Diagramme und Prognoseband

Das Hauptdiagramm zeigt den Vergleichszeitraum als Zeitverlauf: Messung, Modell, das Prognoseintervall als obere und untere Grenze und das Konfidenzintervall der Modellkurve. Die CUSUM wird angezeigt, die Zielkurve des Veränderungsziels ist zunächst ausgeblendet. Beide blenden Sie in Excel über die Diagrammfilter (Trichtersymbol neben dem Diagramm) ein oder aus. Ein zweites Diagramm zeigt den Verlauf der gewählten Bezugsgröße.

Messwerte außerhalb des Prognosebands sind die Stunden, in denen die Anlage anders arbeitet als die alte. Bei der Windkraft häufen sie sich an zwei Stellen: im Stillstandsbereich, wo das Band nur ±0,02 MWh breit ist und jede erzeugte Kilowattstunde herausragt, und bei Nennleistung, wo die neue Anlage die alte Obergrenze deutlich übertrifft. Das Band beschreibt, was unter den Bedingungen der Baseline normal war. Dass die modernisierte Anlage es verlässt, ist kein Fehler, sondern genau das Signal, das der Betreiber sucht.

Mit dem **Veränderungsziel** zeichnen Sie eine Zielkurve als prozentuale Änderung gegenüber dem Modell. Hätte der Hersteller +20 % versprochen, zeigt die Kurve sofort, ob die Anlage das hält. Damit die Kurve erscheint, blenden Sie die Datenreihe „Ziel“ über die Diagrammfilter ein.

Tages-, Wochen- und Monatswerte. Über das Auswahlfeld **Darstellung** über dem Hauptdiagramm wechseln Sie zwischen den Rohdaten und Summen je Tag, Woche oder Monat. Das wirkt auf beide Diagramme des Blatts. Messung und Prognose werden je Periode aufsummiert, die gewählte Einflussgröße im zweiten Diagramm als Mittelwert je Zeitschritt gezeigt.

Das Prognoseband der Perioden ist nicht die Summe der stündlichen Bandgrenzen, das wäre viel zu breit. easyPredict rechnet die Unsicherheit der Summe: Die Streuungen der einzelnen Zeitschritte werden addiert, mit einem Aufschlag für die Autokorrelation, dazu kommt die Unsicherheit des Modells. Das gilt klassisch oder lastabhängig, passend zur Einstellung „Streuung“. Relativ zur Summe wird das Band dadurch schmaler, und dauerhafte Abweichungen fallen auf Tages- oder Wochenebene viel deutlicher auf als im stündlichen Rauschen.

Welche Stufen angeboten werden. easyPredict erkennt das Raster Ihrer Daten am mittleren Abstand der Zeitstempel und bietet nur Stufen an, die gröber sind als die Daten: Bei Stundenwerten Tag, Woche und Monat, bei Tageswerten Woche und Monat, bei Wochenwerten nur Monat, bei Monatswerten nur die Rohdaten. Stehen in der ersten Spalte keine Datumswerte, sondern zum Beispiel Chargen- oder Auftragsnummern, gibt es nur die Rohdaten, denn eine Zusammenfassung nach Kalenderzeiträumen ergäbe dann keinen Sinn. Als Datum gilt, was als Zahl zwischen 1990 und 2099 vorliegt; Nummern, die zufällig in diesem Bereich liegen (etwa 33.000 bis 73.000), würden als Datum missverstanden. Ist eine Stufe gewählt, die nach einem Datenwechsel nicht mehr passt, zeigt easyPredict die Rohdaten und einen Hinweis.

CUSUM: Veränderungen sichtbar machen

Die CUSUM-Kurve summiert die Differenzen zwischen Messung und Modell fortlaufend auf. Sie steht im Diagramm auf einer eigenen Achse rechts, die sich automatisch an den Wertebereich anpasst. Bei der Darstellung als Tages-, Wochen- oder Monatswerte zeigt sie den aufsummierten Stand am Ende jeder Periode. Solange sich nichts ändert, pendelt sie um einen waagerechten Verlauf. Arbeitet die Anlage dauerhaft besser als

die alte, steigt sie gleichmäßig an; arbeitet sie schlechter, fällt sie. Ein Knick markiert den Zeitpunkt einer Veränderung.

Im Beispiel steigt die CUSUM vom 1. Januar 2021 an stetig. Wer den Beginn des Vergleichszeitraums einige Wochen in die Baseline legt, sieht den Knick zum Jahreswechsel: bis Silvester waagerecht, danach steil nach oben. Knickt die Kurve später ab, lohnt die Suche nach der Ursache: ein Defekt, eine Abregelung, eine geänderte Betriebsweise.

Vergleichstabelle

Das Blatt „Vergleichstabelle“ enthält alle Stunden des Vergleichszeitraums mit Zeitpunkt, Messung, Modellwert, Ziel, Prognosegrenzen, Differenz, CUSUM und den Werten der Einflussgrößen. Damit lässt sich jede einzelne auffällige Stunde nachvollziehen, und die Tabelle ist eine gute Grundlage für eigene Auswertungen in einer separaten Datei.

Die Vergleichstabelle mit eigener Auswahl. Die Vergleichstabelle hat oben ein eigenes Auswahlfeld **Darstellung**: Rohdaten, Tag, Woche oder Monat. Es ist unabhängig vom Auswahlfeld des Diagramms. So können Sie zum Beispiel im Diagramm Wochen betrachten und in der Tabelle die einzelnen Tage. Bei Rohdaten zeigt die Tabelle jeden Zeitschritt, bei den anderen Stufen eine Zeile je Periode: Periodenbeginn, Summen von Messung, Zielkurve und Prognose, Bandgrenzen, Differenz, CUSUM.

Schritt 4: Das Modell an easyPredict Pro übergeben

easyPredict Pro ist eine Zusatzdatei, in die man berechnete Modelle importieren kann. Dann kann in der Pro-Version das gesamte Blatt „Eingabedaten“ für Monitoringdaten bzw. Benchmarkingdaten verwendet werden. Sie vermeiden damit eine Vermischung von Trainingsdaten (Baseline) und Berichtsdaten (Monitoring) im selben Tabellenblatt. Ist das Modell gefunden und geprüft, lässt es sich in Pro für das laufende Monitoring fest hinterlegen. Kurzum: Die freie Version liefert das Modell, Pro kann es importieren und auf neue Daten anwenden.

Warum eine eigene Ausgabe für das Monitoring?

- **Alle Zeilen für die neuen Daten:** In der freien Version teilen sich Baseline und Vergleich die 8.876 Zeilen. In Pro steckt das Modell fest hinterlegt, die Baseline-Daten werden nicht mehr gebraucht. Alle Zeilen stehen für das Monitoring zur Verfügung, bei Stundenwerten ein ganzes Jahr.
- **Baseline und Monitoring getrennt:** Koeffizienten, Kovarianzen, Modellzeitraum und Prüfwerte sind in Pro als Werte eingefroren. Wer Monitoringdaten einfügt oder korrigiert, kann die Baseline nicht versehentlich verändern. Das entspricht dem Gedanken der ISO 50006: Die energetische Ausgangsbasis bleibt fest, bis Sie sie bewusst anpassen.
- **Prüfung der Baseline gegenüber Testdaten:** Die Qualität der Baseline kann gegenüber Testdaten geprüft werden. Aus diesem Grund hat der Betreiber der Windkraftanlage jede zweite Stunde von 2020 zurückgelegt und nicht in die Baseline gesteckt. Diese zurückgelegten Werte speist er jetzt ein und kann Bestimmtheitsmaße, Streudiagramme etc. des Modells gegenüber den Testdaten auswerten. So kann er etwa Overfitting erkennen.

easyPredict Pro stellt der Autor seinen Beratungs- und Schulungskunden kostenfrei zur Verfügung. Die Kontaktdaten stehen im Blatt „Lizenz und Kontakt“.

Das Schachbrett im Blatt „Übertrag in Pro“

Das Blatt „Übertrag in Pro“ zeigt alle Modellparameter in einem Bereich im Schachbrettmuster: Koeffizienten, Standardfehler klassisch und robust, Kovarianzmatrizen, Freiheitsgrade, Modellzeitraum, VIF, Namen, Formelzeichen und Einheiten der Einflussgrößen, die Spalten, in denen sie stehen, die Einstellung der Streuung samt Polynom und die Trefferquoten der Baseline. Seit Version 3.2 enthält es außerdem die Streuungsfunktion für alle drei Polynomgrade und die Trefferquoten für alle vier Varianten (konstant sowie lastabhängig mit Grad 1, 2 und 3). In Pro können Sie deshalb die Streuung frei wählen, ohne dass die Baseline-Daten vorliegen müssen. Unter dem Schachbrett, noch innerhalb des Kopierbereichs, stehen Systemgrenze, letzte Änderung des Modells, Modellversion und Person; sie werden mit übertragen. Rechts neben dem Schachbrett steht eine kurze Anleitung zum Übertrag.

Modell übertragen

1. Markieren Sie im Schachbrett der freien Version den Bereich von „von hier“ bis „bis hier“ und kopieren Sie ihn (Strg+C).
2. Öffnen Sie easyPredict Pro, wechseln Sie mit dem Button „Übertrag in Pro“ zum Schachbrett, klicken Sie im Blatt „Übertrag in Pro“ in die Zelle „von hier“ und fügen Sie **nur als Werte** ein (Strg+Umschalt+V).
3. Pro meldet über dem Schachbrett „Hinterlegtes Modell gültig – Baseline von … bis …“.

Tipps, Grenzen und häufige Fragen

Tipps für flüssiges Arbeiten

- **Manuelle Berechnung (optional):** Einstellungen sammeln, dann einmal F9 drücken.
- **Daten außerhalb aufbereiten:** Hilfsgrößen, Lückenfüllung und Auswahl der Einflussgrößen in einer eigenen Datei erledigen und nur das Ergebnis einfügen.
- **Eine Datei je Modell:** Für jede Systemgrenze eine eigene Kopie von easyPredict. So bleiben Modelle und Dokumentation sauber getrennt.
- **Versionen pflegen:** Modellversion bei jeder fachlichen Änderung erhöhen, Datum und Person eintragen.
- **Erst die Trefferquote, dann die Streuung:** Liegen die Lastklassen mit „konstant“ deutlich unter dem Soll, auf „lastabhängig“ umstellen.

Wo die Grenzen liegen

Grenze	Bedeutung für Sie
8.876 Datenzeilen	Baseline und Vergleich zusammen; reicht für ein Jahr Stundenwerte; längere Reihen auf Tage oder Wochen verdichten oder für das Monitoring easyPredict Pro nutzen, wo alle Zeilen für die neuen Daten frei sind
16 Einflussgrößen	selten eine Einschränkung; wenige, gut gewählte Größen ergeben stabilere Modelle
Lineares Modell	Nichtlinearitäten über Hilfsgrößen abbilden, wie die Windbereiche im Beispiel
Keine Lücken	leere Zellen und Text in den Datenspalten vermeiden
Ausreißer	werden markiert, nicht automatisch entfernt; die Entscheidung bleibt bei Ihnen
Autokorrelation	bei Durbin-Watson deutlich unter 1,5 sind P-Werte und Band auch in der robusten Rechnung zu zuversichtlich; gröbere Zeitschritte helfen

Wenn etwas nicht stimmt

Beobachtung	Häufige Ursache	Lösung
Fehlerwerte wie #WERT! in den Prüfwerten	leere Zelle oder Text im Modellzeitraum	Daten prüfen, Lücken schließen oder Zeile ganz löschen
Warnung „Datum ‚Modell von‘ oder ‚bis Ende‘ ist in den Daten nicht vorhanden“	gewählte Anfangs- oder Endzeile wurde gelöscht	Modellzeitraum neu auswählen
Warnung „Beginn oder Ende des Vergleichszeitraums ist in den Daten nicht vorhanden“	gewählte Zeile des Vergleichszeitraums wurde gelöscht	Vergleichszeitraum neu auswählen
Eine Einflussgröße fehlt im Modell	die Spalte ist in Zeile 10 nicht markiert	„An“ in die Markierungszeile der Spalte eintragen
Meldung „markierte Spalte(n) ohne Namen in Zeile 13“	eine markierte Spalte hat keinen Namen	Namen in Zeile 13 eintragen oder Markierung löschen
Hinweis „benannte Einflussgröße(n) ohne Markierung“	eine benannte Spalte ist nicht markiert, z. B. nach Übernahme einer	„An“ über jeder Einflussgröße eintragen, die ins Modell soll

Beobachtung	Häufige Ursache	Lösung
	alten Datei mit Markierung „bis hier“ nur über der letzten Spalte	
Zellen im Datenbereich plötzlich gesperrt oder anders formatiert	Daten mit Strg+V statt als Werte eingefügt	künftig als Werte einfügen; betroffene Zeilen löschen und neu einfügen
In einer Zeile fehlen die Ausreißermarkierungen	Zeile mitten in die Daten eingefügt	Formeln aus S bis U der Zeile darüber herunterkopieren
Sehr viele Ausreißer markiert	ungleiche Streuung, gemessen mit konstantem Maßstab	Streuung auf „lastabhängig“ stellen und Cook's D ansehen
Alle Punkte einer Gruppe mit hohem Hebel markiert	kleine Gruppe bei einer 1/0-Variable	Eigenschaft des Modellaufbaus, kein Handlungsbedarf
Vergleich zeigt keine Werte	Detailanalyse-Grenzen schließen alle Zeilen aus	Grenzwerte leeren
Werte ändern sich nach einer Eingabe nicht	manuelle Berechnung aktiv	F9 drücken
#ÜBERLAUF! in einer Spalte des Rechenkerns oder der Vergleichsblätter	in den Bereich einer Spaltenformel wurde etwas hineingeschrieben	Eingetragenen Wert löschen; die Formel füllt den Bereich wieder

Häufige Fragen

Brauche ich Makros, Add-ins oder eine Freigabe der IT? Nein. easyPredict besteht ausschließlich aus Excel-Formeln.

Wie verlässlich sind die Ergebnisse? Die Berechnungen folgen anerkannten statistischen Verfahren. Sie sind für die Ergebnisse aber selbst verantwortlich. Die freie Version von easyPredict ist Open Source.

Was bedeutet „robust“ bei den P-Werten? Klassische P-Werte setzen voraus, dass das Modell überall gleich genau ist. Robuste P-Werte verzichten auf diese Annahme und bleiben auch dann verlässlich, wenn das Modell bei hoher Last ungenauer ist als bei niedriger. Die Koeffizienten ändern sich dadurch nicht, nur ihre Unsicherheit.

Kann ich Monitoring und Benchmarking mit der freien Version von easyPredict machen? Ja, solange Baseline und Vergleichsdaten zusammen in die 8.876 Zeilen passen: einfach die passenden Daten hinter die Baseline setzen und als Vergleichszeitraum wählen. Für dauerhaft getrennte Auswertungen ist eine Kopie je Fragestellung übersichtlicher, für das laufende Monitoring mit fest hinterlegtem Modell easyPredict Pro.

Was unterscheidet easyPredict und easyPredict Pro?

	easyPredict	easyPredict Pro
Modell bilden und prüfen	ja	nein, das Modell kommt aus easyPredict
Modell fest hinterlegen und auf neue Daten anwenden	nein	ja
Zeilen für neue Daten	Baseline und Vergleich teilen sich 8.876 Zeilen	alle 8.876 Zeilen
Streuung und Polynomgrad wählen	ja	ja, aus dem hinterlegten Modell gerechnet
Lizenz	GNU GPL v3, frei	eigene Nutzungsbedingungen, für Beratungs- und Schulungskunden des Autors

Eignet sich easyPredict nur für Energie? Nein. Jede Kennzahl, die von messbaren Einflussgrößen abhängt, lässt sich so modellieren und überwachen: Erzeugung wie im Beispiel, Verbrauch, Wasser, Ausschuss oder Durchlaufzeiten.

Was kostet easyPredict? Nichts. easyPredict steht unter der Lizenz GNU GPL v3. Sie dürfen es frei nutzen, weitergeben und anpassen. Veränderte Versionen müssen Sie ebenfalls unter GPL v3 frei zugänglich machen und die Urheberschaft des ursprünglichen Tools deutlich nennen. Details stehen im Blatt „Lizenz und Kontakt". Für easyPredict Pro gelten eigene Nutzungsbedingungen.

Wo erhalte ich Unterstützung? Hinweise und Fragen nimmt der Autor gerne entgegen; die Kontaktdaten stehen im Blatt „Lizenz und Kontakt" und auf easypredict.de. Die E-Mail ist g.ratjen@easypredict.de