Turbit Systems GmbH

Ertragssteigerung durch Gondelfehlstellungsmessungen

Machine Learning in der Performance Analyse vom Windpark

Turbit Systems GmbH

Spezialisierung von Turbit Systems:

- Gondelfehlstellungsmessungen
- Rotorunwuchten erkennen
- Datenanalyse (SCADA)
- Machine Learning
- SCADA Condition Monitoring
- Turbit Web Report

Gründer

Geschäftsführer

Michael Tegtmeier

Experte für LiDAR Systeme

M.Sc. in Physik

Cand. B.Sc. BWL

Leiter Technik

Dr. Alexander Patas

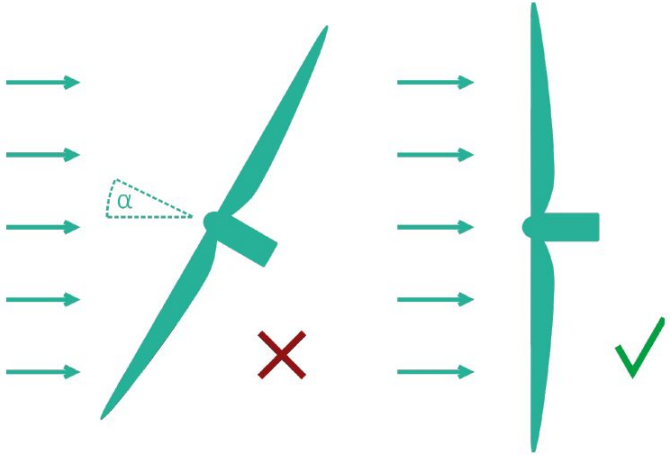
Promotion in Physik (Nichtlineare Optik)

Experte in Machine Learning und genetischen Algorithmen

Softwareentwicklung in der Drohnensteuerung

Turbit Measurement System

1. Erkennung der Gondelfehlstellung durch einen Schwingungssensor in der Gondel
2. Sehr einfacher Einbau und keine Bohrungen nötig
3. Überwachung der kompletten Anlage durch SCADA Condition Monitoring



→ Ertragssteigerung von durchschnittlich 2 %

Mehrerträge durch Mehrleistung

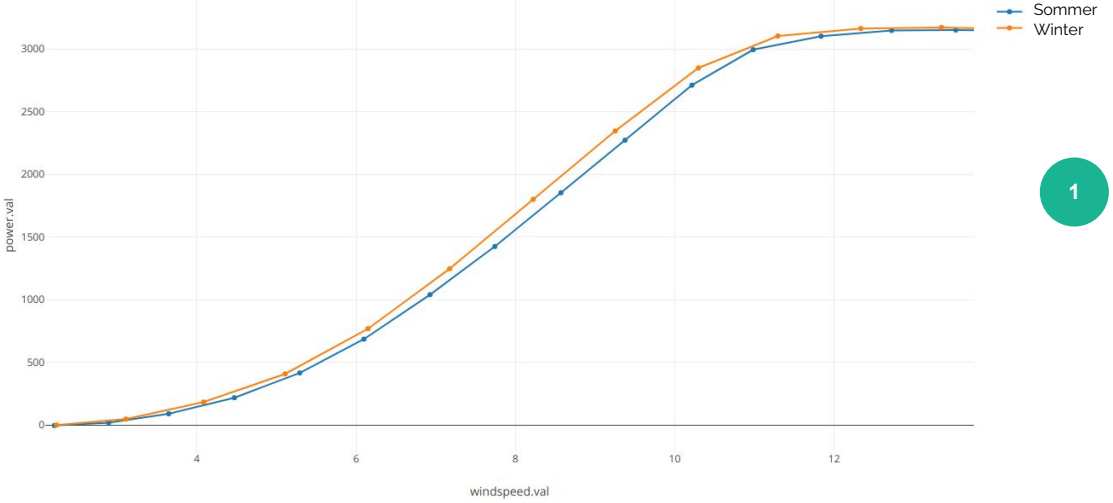
Anlagenleistung (Ertrag)	1 % Mehrleistung	2 % Mehrleistung	3 % Mehrleistung
1.500 kW (3.146 MWh/a)	2.831 €	5.663 €	8.494 €
2.000 kW (5.792 MWh/a)	5.213 €	10.426 €	15.638 €
2.350 kW (6.679 MWh/a)	6.011 €	12.022 €	18.033 €
3.000 kW (8.765 MWh/a)	7.889 €	15.777 €	23.666 €
3.500 kW (9.633 MWh/a)	8.670 €	17.339 €	26.009 €
4.200 kW (11.983 MWh/a)	10.785 €	21.569 €	32.354 €

Rechnung mit 9 Cent pro kWh

Ziel:
Nachweis und Quantifizierung des Mehrertrages

?€

Problem

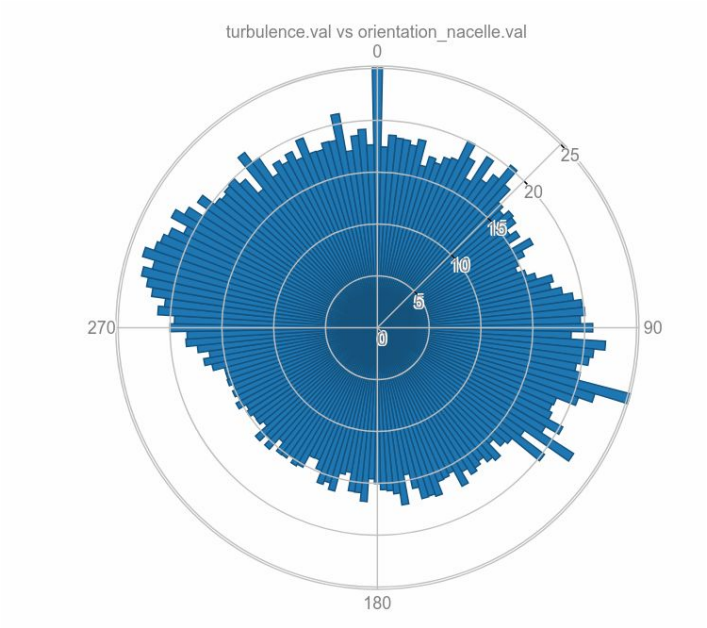


1

Variation der Leistungskurve durch **unterschiedliches Wetter**

(z.B. beeinflussen Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit die Luftdichte)

Problem



2

Variation der Leistungskurve durch **Standortbedingungen**

(z.B. Richtungsabhängige Unterschiede von **Turbulenzen** aufgrund von **Abschattungen**)

Problem

Wir können nicht davon ausgehen, dass die Leistungskurve von zwei zeitlich getrennten Messungen vergleichbar ist, egal wie wir die Windgeschwindigkeit messen.

Lösungsansätze

1 **LiDAR- oder Messmast-Messung:**

teuer

2 **Leistungskurvenvergleich aus SCADA Daten:**

ungenau (siehe vorherige Folien)

3 **Direkter Leistungsvergleich mit Nachbaranlagen:**

ungenau (Variation der Windrichtungshäufigkeit und somit der Standorteinflüsse)

4 **A/B Testing:**

nur in Zusammenarbeit mit Herstellern möglich

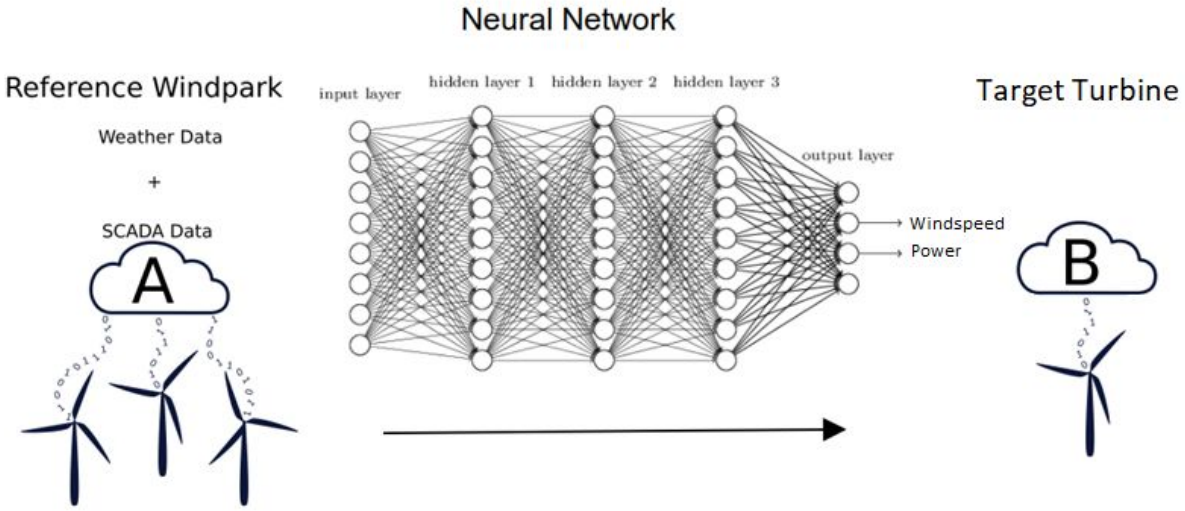
5 **Idee: Machine Learning**

Idee:

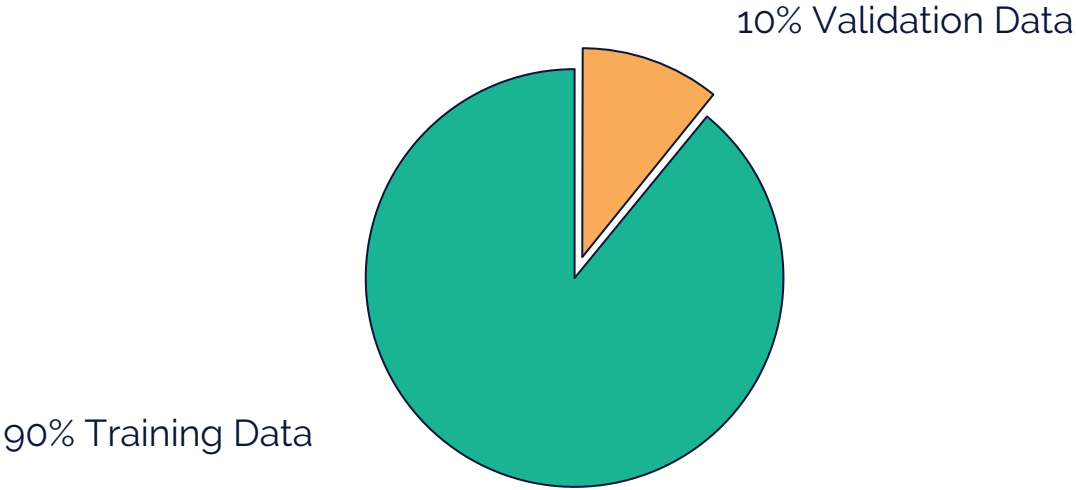
Gibt es eine mathematische Funktion, die das Leistungsverhalten der Testanlage zu allen Wind und Wetterbedingungen exakt simuliert?

Benutze diese Funktion um die Leistung der Testanlage nach einer Kalibration zu simulieren und mit der tatsächlichen Leistung zu vergleichen.

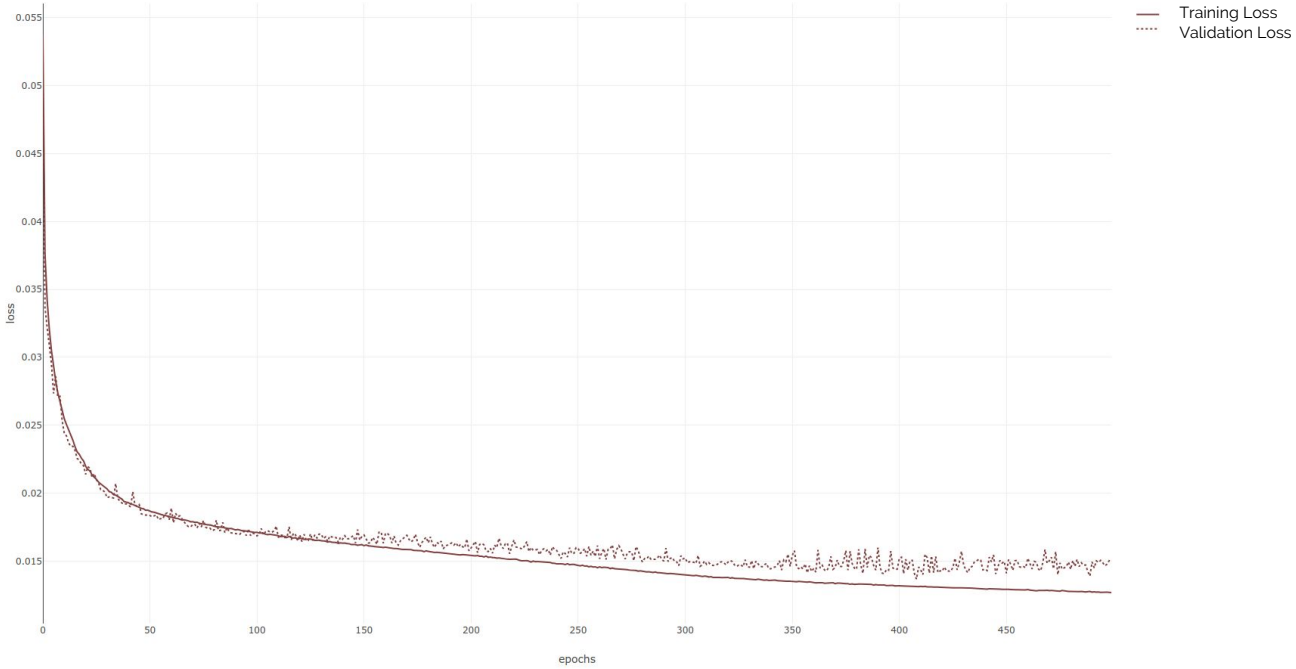
Was ist Machine Learning?



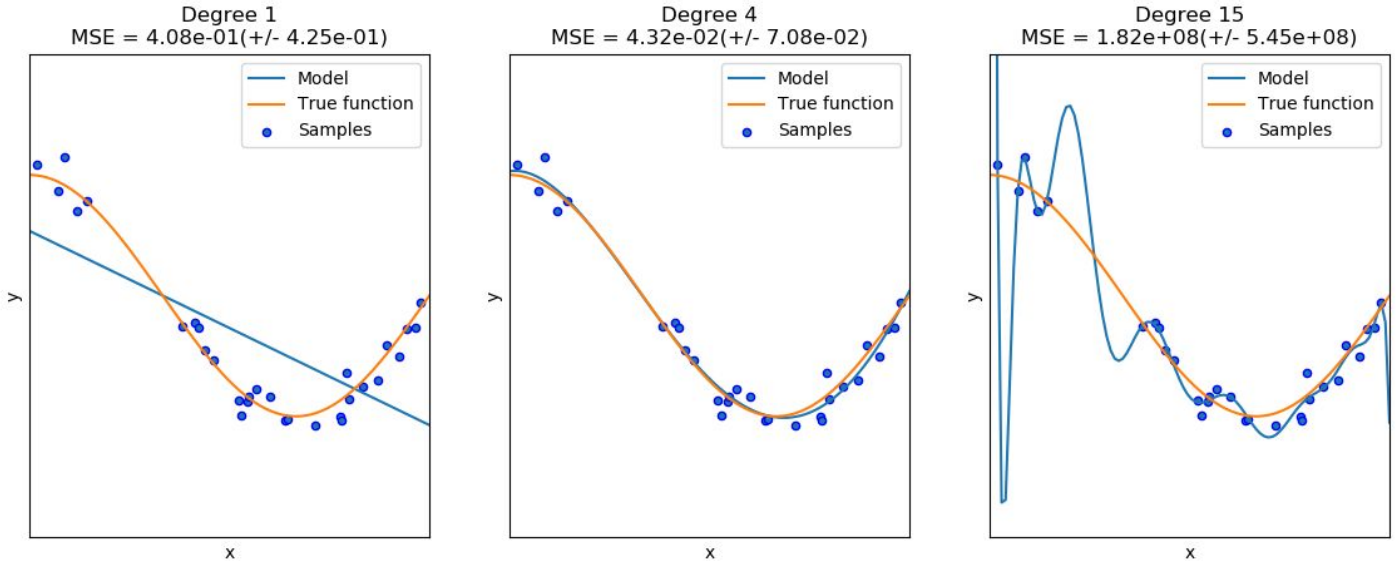
SCADA Daten für das Training



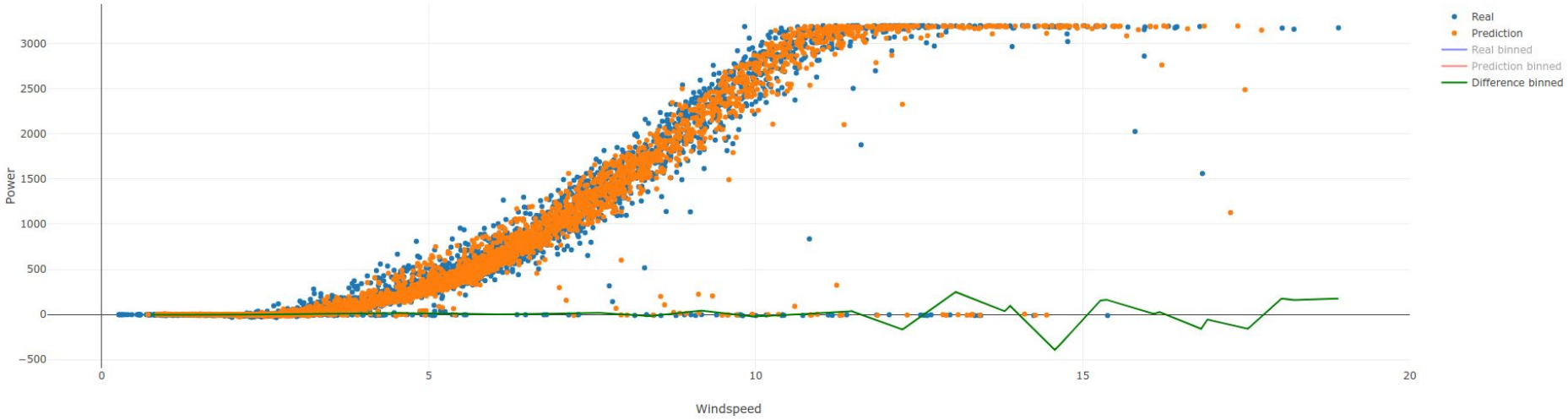
Training Loss vs. Validation Loss



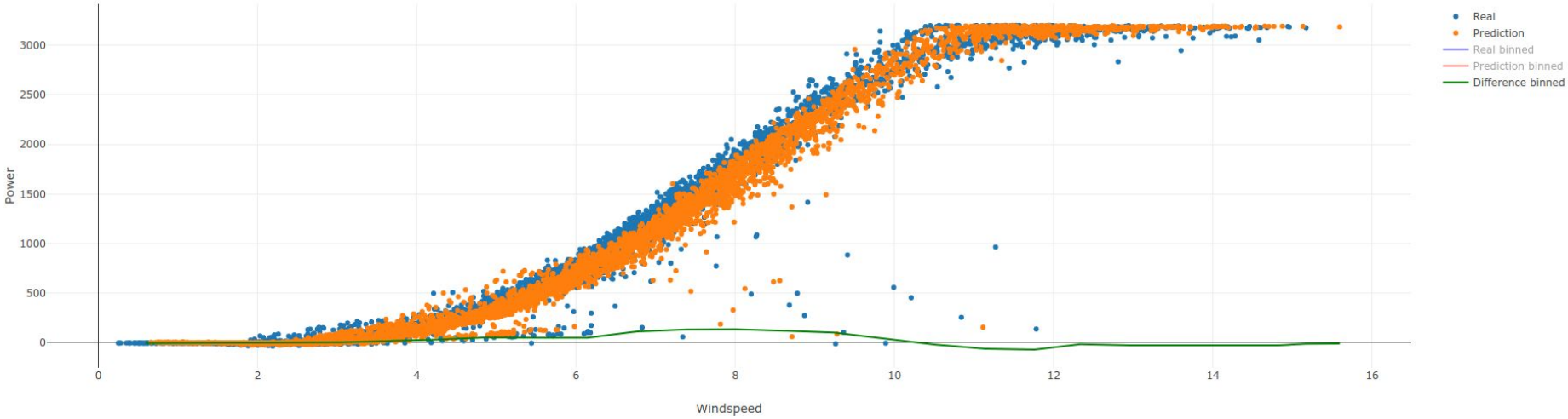
Underfitting vs. Overfitting



Self Consistency Check



Leistungsvergleich nach Kalibration



Anschließende Multiplikation der Leistungsdifferenz mit der Windhäufigkeitsverteilung im Testzeitraum -> Quantitativer Mehrertrag

Zusammenfassung Machine Learning

Vorteile:

- Beachtung der Wettereinflüsse durch das Lernen von nichtlinearen Zusammenhängen
- Hohe Genauigkeit
- Geringe Kosten

Nachteile:

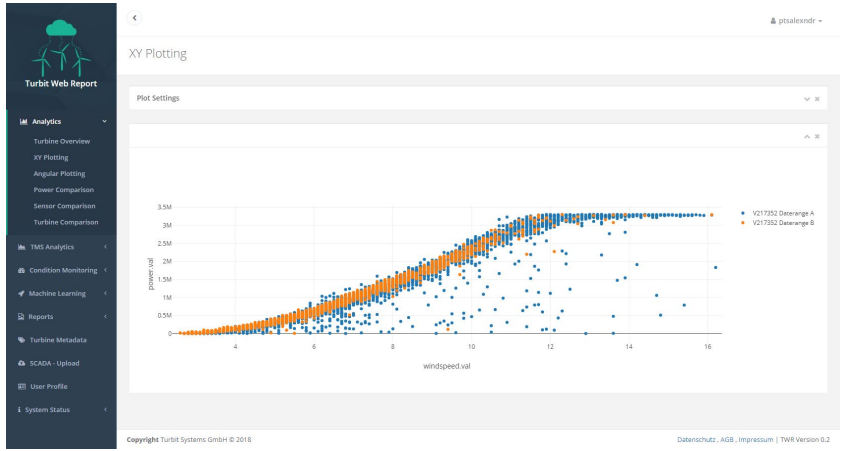
- Abhängigkeit von der Datenqualität und dem Informationsgehalt des Trainingsdatensatzes

Ausblick

Turbit Web Report

Der TWR erstellt automatisierte Berichte und bietet umfangreiche Möglichkeiten der manuellen SCADA-Daten Analyse.

Berechnung von Turbulenzwerten und korrigierten Windgeschwindigkeiten anhand von Wetterdaten.



Bietet Webinterface zur Darstellung der Ergebnisse des TMS und SCADA Condition Monitorings

Betriebsqualität von Windparks

Ausgangslage

- Verfügbarkeit (technisch, energetisch)

Anforderungen von Stakeholdern

- aussagekräftig
- intuitiv
- zielführend

KWE Ansatz - Betriebsqualitätsindex

- Bestimmung der Datenqualität
- Performanceanalyse über Betriebsdaten
- Analyse und Bewertung von Anomalien

Vorteile

- Entlastung im Reporting
- Erweiterung des Performancebegriffs

Vielen Dank.

Turbit Systems GmbH
Michael Tegtmeier
info@turbit-systems.de
+49 17670128015