

# OPTIMIERUNGSSYSTEM FÜR DIE BETRIEBSFÜHRUNG VON WINDPARKS (WOST)

## Autoren und Vortragende

Franz Zeilinger, Produktformulierung, Dataview  
Jürgen Prammer, Projektsteuerung, Dataview

DATAVIEW Handels- und Systemberatungs- GesmbH  
A-2560 Berndorf Kruppstraße 10  
Tel.: 0043/676/5279 580 bis 82 oder 0043/2672/84942  
E.Mail: vertrieb@dataview.at

## 1 KURZFASSUNG

Die Energieerzeugung aus Wind hat eine rasante Entwicklung genommen. Von wenigen MW sind viele Betreiber rasch in den Bereich von 100 MW oder mehreren 100 MW vorgestoßen.

Typische Windparks bestehen aus 4 bis 12 Windkraftanlagen, wobei jede Anlage 1 bis 3 MW leisten kann. Die von den Lieferanten der Windkraftanlagen selbst angebotenen Überwachungssysteme sind auf die Instandhaltungs- und Herstellerbedürfnisse zugeschnitten.

Es wurde aber rasch klar, dass die Erfordernisse der Betreiber nur mit Systemen, die die Energieerzeugung bei möglichst optimierten Betrieb unter Einbindung der Wartung bereitstellen, abgebildet werden können. Auch aus Gründen der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit wird ein herstellerübergreifendes Betriebsführungssystem benötigt.

Solche Systeme sind in der Lage, aus den Hunderten Daten und Informationen aus den einzelnen Windkraftanlagen aussagekräftige und übersichtliche Indikatorwerte zusammenzufassen und unausgedünnt zusammen mit den Betriebsführungswerten in kurzem Zeitraster zur Verfügung zu stellen und zu hinterlegen. Die Bewertung und Auswertung wird sofort zur Laufzeit durchgeführt.

Der hinterlegten Soll – Leistungsgang wird sofort mit der erzeugten Leistung verglichen, auf Leistungsabweichung permanent überwacht und als Meldung ausgegeben. Dadurch erfolgt eine zeitnahe und enge Überwachung aller Windkraftanlagen hinsichtlich der garantierten Leistung des eingesetzten Typs.

Auch laut Herstellerbetriebshandbuch erlaubte Leistungsreduktionen werden so sofort erkannt und es ist eine unmittelbare Reaktion darauf möglich. Zusätzlich steht mit dieser Funktion ein Indikator für die optimale Einstellung der Windkraftanlage bereit.

Laufend werden die Stillstands- und Ausfallinformationen der Anlage in Bewertungen einbezogen und die Nettoverfügbarkeit ausgegeben. Daraus kann die Vertragsverfügbarkeit, die mit dem Anlagenhersteller normalerweise vereinbart ist, kontrolliert werden.

Mit dem Betriebsüberwachungs- und Optimierungssystem steht somit eine umfassende Kontroll- und Dokumentationsinstanz zur Verfügung. Bei Betreibern mit Wartungsverträgen mit den Windkraftanlagenherstellern können diese unterstützt und die Einsätze gemeinsam mit dem Betreiber optimiert werden. Für Betreiber, die ihre Windkraftanlagen selber überwachen und warten, stellt das System die ursächlich nötige Verbindung zu den Windkraftanlagen her.

Die komplette Führung der Wartungseinsätze ist in diesem Betriebsführungssystem integriert und kann so optimal an Tagen, die die Justierung der Windkraftanlage bei gewünschter Windgeschwindigkeit ermöglicht, vorgenommen werden.

Alle Windkraftanlagen können als Betriebsübersicht so dargestellt werden, dass mit einem Blick der Zustand der Anlagen, Abweichungen, Störungen und Stillstände erkennbar sind.

Das vorgestellte System stellt eine Mehrausnutzung des Winddargebotes sicher und einen Zeit- und Qualitätsgewinn bei der Wartung sowie eine Verlängerung des Gesamtlebenszyklusses bei der Windkraftanlage bereit.

Zur Wirtschaftlichkeit des Systems trägt die Anschlussmöglichkeit an praktisch alle großen Windkraftanlagenhersteller wie Vestas (Dänemark), Enercon (Deutschland), Siemens, Senvion (vormals REPower, Indien) usw. bei.

Das System unterstützt eine Implementierung auf virtuellen Servern und die Informationsweitergabe an eine Vielzahl von Berichts-, Informations- und Datenbankschnittstellen. Im System können neben den Wetterdaten aus den Windpacks selbst großflächige Wetter- und Umweltinformationen bis hin zum Vogelflugradar einbezogen werden.

Das entwickelte System ist bereits bei fast 20 Windparks mit einer Gesamtleistung von mehr als 200 MW, von der täglichen Betriebsführung über die Monatsberichte bis zur Datenbereitstellung, im Einsatz.

### Bildverzeichnis

Bild 1: Darstellung einer einzelnen Windkraftanlage eines Windparks mit den Messwerten und Indikator Meldungen. Ein Aufruf weiterer Auswertungen ist direkt aus der Darstellung möglich.

Bild 2: Ganglinie der Arbeitsweise einer Windkraftanlage

Bild 3: Berechnung und Darstellung der Leistungsabweichung sowie der Betreiberalarmierung

Bild 4: Ereignisliste eines Windparks

Bild 5: Erzeugungsverlauf eines Windparks

Bild 6: Betriebsübersicht über alle Windparks und Windkraftanlagen als zusammengefasste Darstellung

Bild 7: Auszug aus der Übersichtsdarstellung des Betriebstagebuchs

Bild 8: Vertrags- und Nettoverfügbarkeit einer Windkraftanlage

Bild 9: Vertrags- und Nettoverfügbarkeit eines Windparks

## **2 LANGFASSUNG**

### **2.1 Windenergie in Österreich**

Die Energiegewinnung aus Windkraft hat in den letzten Jahren in Österreich stark an Bedeutung gewonnen. Nahezu von jeder Autobahn oder Schnellstraße in Ostösterreich sind eine Vielzahl von Windkraftanlagen zu sehen. Die ersten Windkraftanlagen wurden Anfang der 1990er errichtet. Seit damals hat sich aber viel verändert, sowohl auf technischer Seite als auch auf Seiten der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderungen.

Aufgrund garantierter Einspeisetarife, Förderungen und technischer Weiterentwicklungen wurde in den letzten beiden Jahren so viele Windkraftleistung wie noch nie installiert!

Aktuelle Windkraftanlagen, die derzeit erbaut werden, leisten meist ca. 3 MW. Dies ist die aktuelle Entwicklung, da bis vor ca. 2 Jahren noch Anlagen mit 2 MW die Regel waren.

Die beiden bekannten großen Windkraftanlagen E126 mit 7,5 MW im burgenländischen Windpark Potzneusiedl zeigen die technischen Möglichkeiten und eine mögliche Richtung für größere Leistungen zwar vor, die geforderten Parameter und das benötigte dauerhafte Winddargebot für diese Klasse an Windkraftanlagen passen aber nur an sehr wenigen exponierten Lagen auch für Österreich.

### **2.2 Betreiber und Hersteller**

In der Folge wird die Aufgabe der Hersteller und der Betreiber zusammengefasst, die restlichen Stakeholder, zu denen auch die Anrainer und die Behörden zählen, werden in diesem Aufsatz nicht betrachtet. Deren Beziehungen und das Management der Beziehungen stellt ein eigenes Thema dar, das getrennt darzustellen wäre.

#### Betreiber

Betreiber erhalten die Windkraftanlagen, führen bzw. überwachen den Betrieb und sind meist auch schon der Auftraggeber für den Bau. Betreiber können Abteilungen bzw. Töchter von öffentlichen oder halböffentlichen Versorgern ebenso sein wie Publikumsgesellschaften oder Bürgerbeteiligungsmodelle.

Die tägliche Betriebsführung und Überwachung erfordert umfangreiches technisches Wissen und Werkzeuge, um diese Aufgabe erfüllen zu können. Aufgrund der Komplexität der Windkraftanlagen kann ein Betreiber mit nur einer oder sehr wenigen Windmühlen diese auf Dauer nur schwer erfolgreich betreiben, da für die Wartung und die Störungsbeseitigung umfangreiches Expertenwissen nötig ist.

#### Windkraftanlagenhersteller

Die Windkraftanlagenhersteller liefern die Windkraftanlagen mit allen Komponenten. Der Windkrafthersteller liefert neben den mechanischen Teilen auch die Steuerung und Regelungstechnik und benötigt dafür Spezialisten für eine Vielzahl von Bereichen.

Man denke nur an Stahlbauer, Kunststoffbearbeitung, Kletterer, Maschinenbauer, Elektriker für Nieder- und Hochspannung, Programmierer, usw.

In der Regel warten und überwachen die Hersteller ihre gelieferten Anlagen und garantieren so einen reibungslosen Betrieb und laufende Energieerzeugung.

Die bekanntesten Hersteller von Windkraftanlagen sind unter anderem Vestas (Dänemark), Enercon (Deutschland), Siemens, Senvion (vormals REPower, Indien) und Avantis (China).

### 2.3 Windpark Betriebsgrundlagen

Erneuerbare Energie wird in Österreich gefördert. Das Ziel ist eine umweltschonendere Energiegewinnung und CO<sub>2</sub>-Reduktion trotz hoher Stromproduktion um Importe zu reduzieren. Trotz der bereits jetzt umfangreich ausgebauten Wasserkraft mit Ihren optimalen Voraussetzungen in Österreich, ist die Windkraft eine Schlüsseltechnologie im Portfolio der erneuerbaren Energie.

Um Planungssicherheit, Berechenbarkeit und Rentabilität zu ermöglichen wird in Österreich einem Betreiber für 13 Jahre ein fixer Einspeisetarif garantiert. Bei solch hohen Investitionen ist dies auch notwendig, da eine moderne Windkraftanlage ca. 5 – 5,5 Mio. € kostet. Die Kosten eine Windparks bewegen sich somit im Bereich von zig-Millionen Euro.

Als unbekannte Größe und damit Risiko für den Betreiber bleibt neben technischen Schäden bzw. den dadurch hervorgerufenen Stillstandszeiten immer das Winddargebot bestehen.

Im Gegensatz zu Photovoltaikanlagen ist die Hauptzeit für die Energieerzeugung aus Windkraft der Winter. Im Winter weht dauerhafter mehr Wind als im Sommer. Somit ergänzt die erneuerbare Energie Windkraft die erneuerbare Energie Photovoltaik bzw. Wasserkraft auf gute Weise.

Wie das Wetter kann auch das Winddargebot für einige Stunden oder Tage gut prognostiziert werden, was kurzfristige Schätzungen der Produktion ermöglicht.

Das Winddargebot ist neben Verträglichkeitsaspekten der Hauptindikator für die Stromproduktion und daher für die Standortwahl. Um dieses festzustellen sind bei jeder Standortsuche Windgutachten nötig. Diese liefern das Windverhalten am betrachteten Standort in verschiedenen Höhen über ein ganzes Jahr betrachtet.

Das Winddargebot ist, über ein Jahr betrachtet, relativ stabil, wobei dieses in Ostösterreich in den letzten Jahren leicht abnimmt.

### 2.4 Informationsaufkommen - Wartungen und Kontrollen

Zur Überwachung, Regelung und dem Betrieb einer Windkraftanlage sind umfangreiche Messwerterfassungseinrichtungen und Zustandsinformationen erforderlich. Eine moderne Windkraftanlage erfasst zig Messwerte und rund 800 Melde- und Störungsmerker. Dazu kommen noch zig Einstellparameter. Schon aus diesen Zahlen ist die Anforderung an die Steuerung und Regelung einer Windkraftanlage ersichtlich.

Die Messwerte umfassen unter anderem

die erzeugte Wirkleistung, die Blindleistung, den Leistungsfaktor, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Öl-, Lager- und Wicklungstemperaturen, Rotordrehzahl, Getriebedrehzahlen, Spannungen und Ströme, Blattwinkel, Gondelposition, Außentemperaturen usw.

Um einen möglichst ausfallsfreien Betrieb sicherzustellen gibt es von Seiten des Herstellers und auch von Behördenseite an einer Windkraftanlage eine große

Anzahl von vorgeschriebenen Kontrollen und Wartungen.

Ein Auszug davon sind:

Elektrische-, mechanische-, halbjahres-, jahres- oder Rotorblattinspektionen  
Rotorblattwuchtung, Sichtwartung, Fettwartung, TÜV-Überprüfung, Hydraulikwartung, Fundamentüberprüfung, Softwareupdates, Kontrolle der Aufstiegshilfen, Feuerlöschüberprüfung, Schutzwartung, usw.

Die Wartungen und Überprüfungen gelten jeweils für einzelne Anlagenteile wie z.B. für das Blatt, Getriebe, Rotor, Umformer, Hindernisfeuer, Anemometer, USV, Blitzschutz usw.

## 2.5 Wartung, Betriebsführung, Verfügbarkeit

Der Betreiber hat zwei Möglichkeiten für die Wartungen, Inspektionen und Störungsbehebungen.

Der Betreiber führt den Betrieb, die Wartungen, Inspektionen und die Störungsbehebung in Eigenregie durch.

Die Wartungen und Inspektionen entsprechend Betriebsanleitung und die Störungsbehebungen erfolgen durch den Hersteller. Dieser garantiert eine bestimmter Verfügbarkeit der Windkraftanlagen für den Betreiber.

Der Betreiber erhält eine höhere Planungssicherheit, da er den Umfang von anlagenverursachte Ausfällen leichter abschätzen kann. Ebenso sind die Kosten der Wartungen und Inspektionen dem Betreiber bereits im Vorhinein bekannt.

Den Regelfall stellt die zweite Möglichkeit dar. Kleine Betreiber haben weder das Know-How die Arbeiten durchführen zu können noch die nötigen Werkzeuge dazu. Auch bei großen Betreibern rechnet sich die erste Möglichkeit meist nicht, da diese in der Regel eine Vielzahl verschiedener Typen von Windkraftanlagen mehrere Lieferanten betreiben und neben einem umfangreichen, differenzierten Wartungs- und Reparaturwissen auch entsprechende Werkzeuge und viele Reservebauteile für jeden Typ benötigen würden.

In der Regel gibt es eine vertragliche Vereinbarung zwischen dem Betreiber und dem Hersteller der Windkraftanlagen. Der Hersteller führt eigenständig die Wartungen, Kontrollen und Störungsbehebungen durch, garantiert eine Verfügbarkeit, dokumentiert dies und informiert den Betreiber unmittelbar über jede Aktion.

Wem sind nicht schon die Servicewagen mit der schwarzen Enercon bzw. blauen Vestas-Aufschrift begegnet?

Die durch den Hersteller dem Betreiber garantierte Anlagenverfügbarkeit oder Vertragsverfügbarkeit gibt die Zeit in % wieder, für die die Windkraftanlage für den Betreiber bereit zum Betrieb ist.

Netzfehler, Abschaltungen durch den Betreiber oder Abschaltungen durch die Wetterlage (z.B. Eis oder Wind) verringern nicht die Vertragsverfügbarkeit, da sie nicht im Einflussbereich des Herstellers liegen. Störungen an der Windkraftanlage hingegen verringern die Vertragsverfügbarkeit.

Wenn die Windkraftanlage die garantierte Vertragsverfügbarkeit verfehlt werden vertraglich festgelegte Ausgleichszahlungen vom Hersteller an den Betreiber fällig.

## 2.6 Scadasysteme der Hersteller

Jeder Hersteller bieten dem Betreiber einen Zugriff auf die Daten seiner Windkraftanlagen an. Dieses oft internetbasierende Scadasystem bezieht die Daten und Auswertungen vom Hersteller. Jeder Hersteller kontrolliert seine gelieferten Windkraftanlagen permanent zur Störungsüberwachung und Fernwartung.

Das Scadasystem des Herstellers ist in der Praxis ein geschlossenes System. Es liefert z.B. die fertig berechneten Vertragsverfügbarkeiten aber ohne deren Berechnungsgrundlagen und Feindateninformation. Er liefert eine Reihe von Daten und Auswertungen, eine Anpassung an spezielle betriebsführungsnotwendige Kundenwünsche ist aber nur eingeschränkt und kaum zeitnah möglich. Da die Fertig- und Rohdaten nur am Herstellerserver zur Verfügung stehen kann kein permanenter Zugriff insbesondere auch auf etwas länger zurückliegende Daten zu Vergleichs und Optimierungszwecken garantiert werden (DATENSchreck).

Herstellerabhängig wird zwar der Betreiber bei Störungen informiert, dies betrifft in der Regel aber nur Störungen im Bereich der Windkraftanlage, nicht aber Stillstände die nicht in die Verfügbarkeit einfließen wie Netzstörungen, Eisansatz, Leistungsreduktion...usw. Gerade diese „Umstände“ gehen aber direkt in das Betriebsergebnis des Betreibers ein und entscheiden oft über das + oder – am Jahresende.

Daher ist das Handling dieser Umstände und die darauf bauende Betriebsführung und laufende Optimierung von substantieller Bedeutung für den Erfolg des Betreibers.

## **2.7 Nutzen eines betreiberorientierten Optimierungssystem für die Betriebsführung von Windparks (WOST)**

Für umfassende Information, die die Anlagenüberwachung mit den tatsächlichen Betriebsparametern und Möglichkeiten kombiniert bereitstellt, benötigen die Betreiber sinnvollerweise ein eigenes Optimierungssystem, dass kostenoptimierte Betriebsführung ermöglicht.

Solch ein herstellerunabhängiges, betreiberorientierten Optimierungssystem für die Betriebsführung von Windparks (WOST) bietet und anderem die folgenden Vorteile:

Das Optimierungssystem unterstützt flexibel die Anpassungen an Betreiberwünsche und ist ein „Feinsystem“, dass mit hoher homogener Informationsdichte, der Langzeitsicherung unausgedünnter Informationen, der Kombination aus Anlagen- und Betriebsverhalten, als Sofortinformation, zeitnah die Basis für Eingriffe, Wartungsverhalten und Optimierung liefert.

Das Optimierungssystem kann Ergebnisse und Bewertungen aus den erfassten Signalen und Informationen sofort abgeleiten. Diese Berechnungsergebnisse können in weiterer Folge mit den Ergebnissen des Scadasystems des Herstellers verglichen werden.

Diese Vorgangsweise bietet sich besonders bei der wichtigen Vertragsverfügbarkeit an, die die Basis für die Rückvergütung aufgrund Minderverfügbarkeit ist .

Das Optimierungssystem liefert einen umfassenderen Blick auf den tatsächlichen Betrieb der Windparks da zusätzliche Ergebnisse und Bewertungen sofort daraus abgeleitet werden können.

So kann die Nettoverfügbarkeit berechnet werden. Diese liefert die Verfügbarkeit einer Windkraftanlage unabhängig von der Stillstandszuordnung.

Diese Größe ist insofern relevant, da sie die mögliche Zeitdauer, in der Energie produziert werden kann, wiedergibt und Anlagenvergleiche ermöglicht.

Das Optimierungssystem bietet eine Reihe von Alarmierungsmöglichkeiten bei einer Anlagenstörung oder Leistungsabweichung. Betrifft die Störung die Windkraftanlage kann somit die Reaktion bzw. die Reaktionszeit des Herstellers kontrolliert werden. Bei Störungen außerhalb der Windkraftanlage hat der Betreiber die Möglichkeit umgehend selbst zu reagieren.

Erst ein herstellerunabhängiges Optimierungssystem ermöglicht die Erkennung und Alarmierung spezieller Betriebsfälle, wie sie z.B. die Leistungsreduktion darstellt.

Beim Betriebsfall Leistungsreduktion wird die Leistung der Windkraftanlage durch deren Steuerung aufgrund von anstehenden Warnungen (z.B. Temperaturüberschreitungen) reduziert.

Da die Anlage weiterhin verfügbar ist erfolgt keine Information über das Scadasystem des Herstellers, obwohl im Vergleich zum Vollbetrieb nicht der ganze Leistungsumfang der Windkraftanlage zur Verfügung steht.

Übergreifende Optimierungssysteme ermöglichen eine einheitliche Optik und Bedienung aller Typen von Windkraftanlagen, die ein Betreiber im Einsatz hat. Somit ist ein Vergleich des Betriebsverhaltens und der Kosten von Störungen und die Wartungsoptimierung verschiedener Typen eines Herstellers ebenso möglich wie der Vergleich herstellerübergreifend.

## 2.8 Optimierung und Betriebsführung

Eine betreiberorientierte Betriebsführung bzw. Betriebsüberwachung hat das Ziel die Stillstandszeiten zu reduzieren, die Betriebskosten zu optimieren und die Lebensdauer der Anlagen zu verlängern.

Ein modernes betreiberorientierten Optimierungssystem für die Betriebsführung unterstützt dabei.

Neben der Onlinedatenerfassung und Auswertung benötigt das betreiberorientierte Optimierungssystem ein Betriebs- und Wartungshandbuch.

Dieses wird vom Betreiber geführt und ermöglicht diesen alle Tätigkeiten des Herstellers, die eigenen Arbeiten und die Interaktion zu dokumentieren. Der Hersteller gibt vorab alle geplanten Wartungs- und Instandhaltungstermine bekannt. Dies passiert in der Regel wöchentlich. Der Betreiber kontrolliert diese auf Vollständigkeit, überwacht und dokumentiert die Arbeiten mit dem Arbeitsbeginn und Arbeitsende.

Zusätzliche Arbeiten, die der Hersteller anregt, können innerhalb eines zeitnah geführten Optimierungssystems nur nach Rücksprache mit dem Betreiber erfolgen. Damit ist sichergestellt, dass:

- alle Inspektionen oder Wartungen entsprechend der Betriebsvorschrift durchgeführt werden
- zusätzliche, nicht angemeldete, Arbeiten, insbesondere an windstarken Tagen, nicht durchgeführt werden
- nach Arbeitsende die Windkraftanlagen wieder ordnungsgemäß im Betrieb sind.

## 2.9 Umfang eines Optimierungssystem für die Betriebsführung von Windparks

Um den bisher angeführten Anforderungen zu entsprechen muss eine Optimierungssystem dem folgenden Umfang abbilden:

Die erfassten Daten werden aus der Datenerfassung des Herstellers über Standardschnittstellen ausgekoppelt.

Die Datenerfassung und Hinterlegung in Archiven erfolgt direkt im Windpark durch eine Erfassungsbox.

Die Datenzusammenführung aller Windparks erfolgt auf einem physischen oder virtuellen zentralen Überwachungsserver. Die erfassten Daten werden dadurch sowohl auf der jeweiligen Erfassungsbox im Windpark und am Überwachungsserver vorgehalten.

Damit ist eine Datenerfassung und Aufzeichnung auch bei einem Ausfall der Datenanbindung gegeben und es kann Vorort noch immer auf die Daten zugegriffen werden. Zudem kann bei Inbetriebnahme des Windparks sofort "losgelegt," werden und zwar auch dann wenn die Infrastruktur für die Anbindung an eine Zentrale (Glasfaser, Telekommunikation) noch nicht zur Verfügung steht. Die Datentabellen können nach Verfügbarkeit jederzeit mit dem Server abgeglichen werden und stehen dann sofort zentral bereit.

Alle Daten und Informationen werden mit hoher homogener Informationsdichte abgelegt. Auch für die Langzeitbewertung stehen die unausgedünnten Daten weiterhin zur Verfügung. Aus nur verdichteten Werten (Minima, Maxima, Mittelwerten, Standardabweichungen, Anzahl Störungen) ist eine Optimierung und ein Vergleich der Leistungsabweichung nicht möglich. Das vorgestellte System bietet auch die Möglichkeit Daten für die Strömungsoptimierung weiterzugeben, wobei die Datendichte mit einer Minute (für spezielle Werte und Daten aus der Vibrationsüberwachung auch 100 msec) dabei hilfreich ist

Die Anbindung der Erfassungsboxen an den Server benötigt eine permanente Verbindung. Diese kann entweder vom Betreiber zur Verfügung gestellt werden oder über Internet / Intranet / MPLS erfolgen. Da der Herstellerzugang zum Windpark ebenfalls über Internet erfolgt sind die Zusatzkosten für die Anbindung gering.

Eine Fließbilddarstellung zeigt die aktuellen Daten der Windkraftanlagen. Dies umfasst neben einer übersichtlichen Darstellung der Lage der Windkraftanlagen eine Betriebsübersicht mit den wichtigsten Informationen aller Windparks bzw. Windkraftanlagen.

Pro Windkraftanlage erfolgt die Zusammenfassung und Darstellung von Indikatormeldungen. Dies ist nötig um den Gesamtumfang von ca. 800 Einzelmeldungen pro Windkraftanlage auf einen übersichtlichen und darstellbaren Umfang zu reduzieren.

Die Indikatormeldungen ermöglichen die Fehlerzuordnung zu einzelnen Bereichen der Windkraftanlage und haben in der Regel einen Umfang von ca. 30 Stück.

Auszug der Indikatormeldungen:

Generatorstörung, Störung Blatt, Schattenabschaltung, Windmessung gestört, Kabelverdrillung, Störung Schmiersystem, Netzstörung, Eisansatz, Abschaltung Wetter, Störung Trafo, Störung USV, Rauchmelder,...

Einen weiteren Nutzen liefern die Indikatormeldungen bei der Vergleichbarkeit zwischen den Herstellern und den verschiedenen Windkraftanlagentypen. Erst die Zusammenfassung und Zuordnung ermöglicht eine sinnvolle und übersichtliche Auswertung und betriebswirtschaftliche Beurteilung der Fehlerbilder der einzelnen Anlagen.

Die Ereignisanzeige ermöglicht die übersichtliche Darstellung des Ereignis- und/oder Störungsverlaufs pro Windkraftanlage bzw. Windparks. Da in den Störungs- bzw. Ereignisprotokollen die Zuordnung auf die Indikatormeldungen erfolgt ist eine Zuordnung auf die Teil-Anlagenbereiche möglich. Auch dies dient der betriebswirtschaftlichen Optimierung und Bewertung

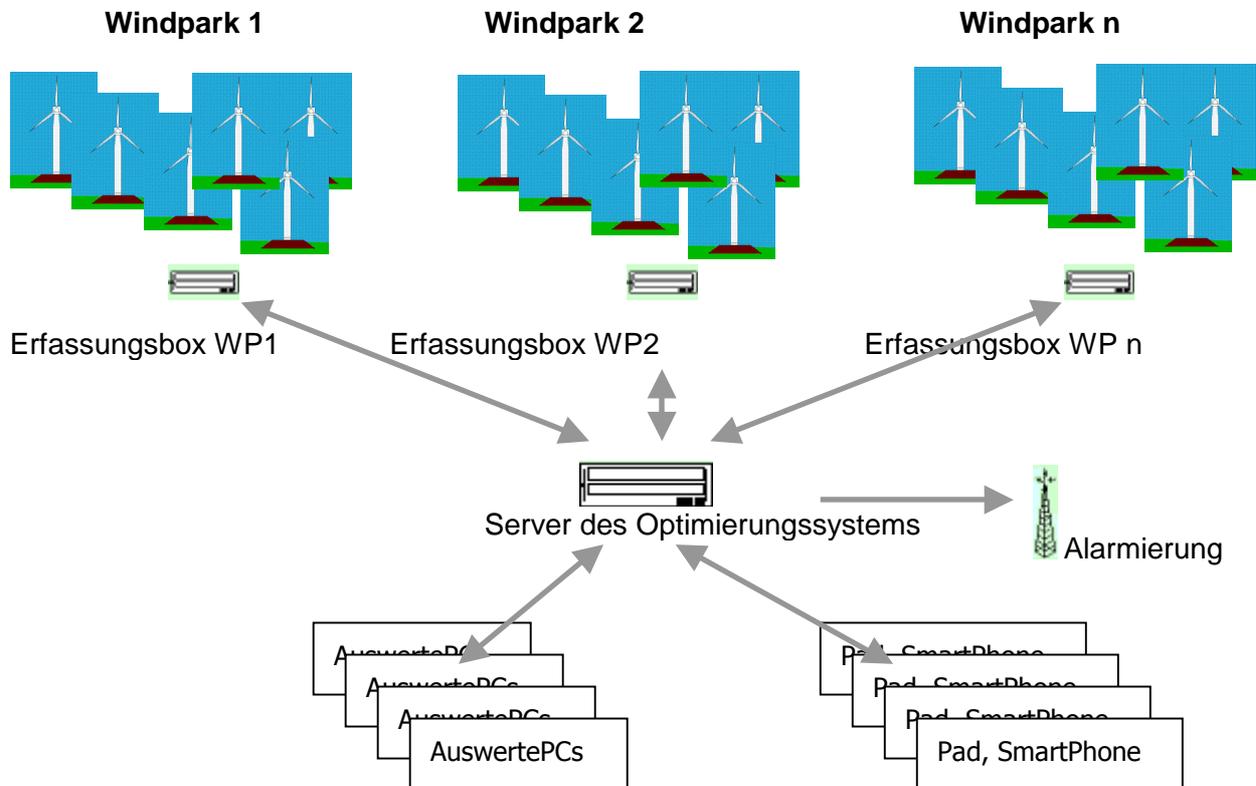
Alle Messwerte und Betriebszustände können in optisch sofort kenntlicher Form dargestellt werden.

Neben den direkt erfassten Messwerten gilt dies auch für berechnete Werte wie z. B. der Ganglinie der garantierten Leistung der Windkraftanlage.

Diese garantierte Leistung stellt den Zusammenhang der Windgeschwindigkeit mit der Momentanleistung der Windkraftanlage dar und ist im Betriebshandbuch der Windkraftanlage hinterlegt.

Das Optimierungssystem für die Betriebsführung berechnet die Leistungsabweichung permanent, ermittelt die Störungsmeldung anhand vorgegebener Grundparameter (z.B. zulässiger Verzugszeit) und alarmiert den Betreiber mittels SMS oder Mail.

## 2.10 Aufbau eines betreiberorientierten Optimierungssystem für die Betriebsführung von Windparks (WOST)



Das Optimierungssystem ist modular aufgebaut. Damit ist eine feine Skalierung und einfache Erweiterung möglich.

Die Datenerfassung, Hinterlegung und alle Berechnungen erfolgen direkt in der Erfassungsbox im Windpark.

Ein Dienst am Server führt alle Daten zusammen. Am Server erfolgt die Darstellung und Auswertung. Vom Server erfolgt die Dokumentation der Vorgaben und Betriebsabläufe und die Alarmierung.

Das dargestellte System erfüllt durch die Kombination der aktuellen Anlageninformationen mit den tatsächlichen Betriebsmöglichkeiten und den daraus abgeleiteten Informationen die Erfordernisse der betreiberorientierte Betriebsführung.

**Das Resultat ist einen sofortiger Einfluss auf ein betriebswirtschaftlich relevantes positives Ergebnis.**

## 2.11 Darstellungen aus dem betreiberorientierten Optimierungssystem

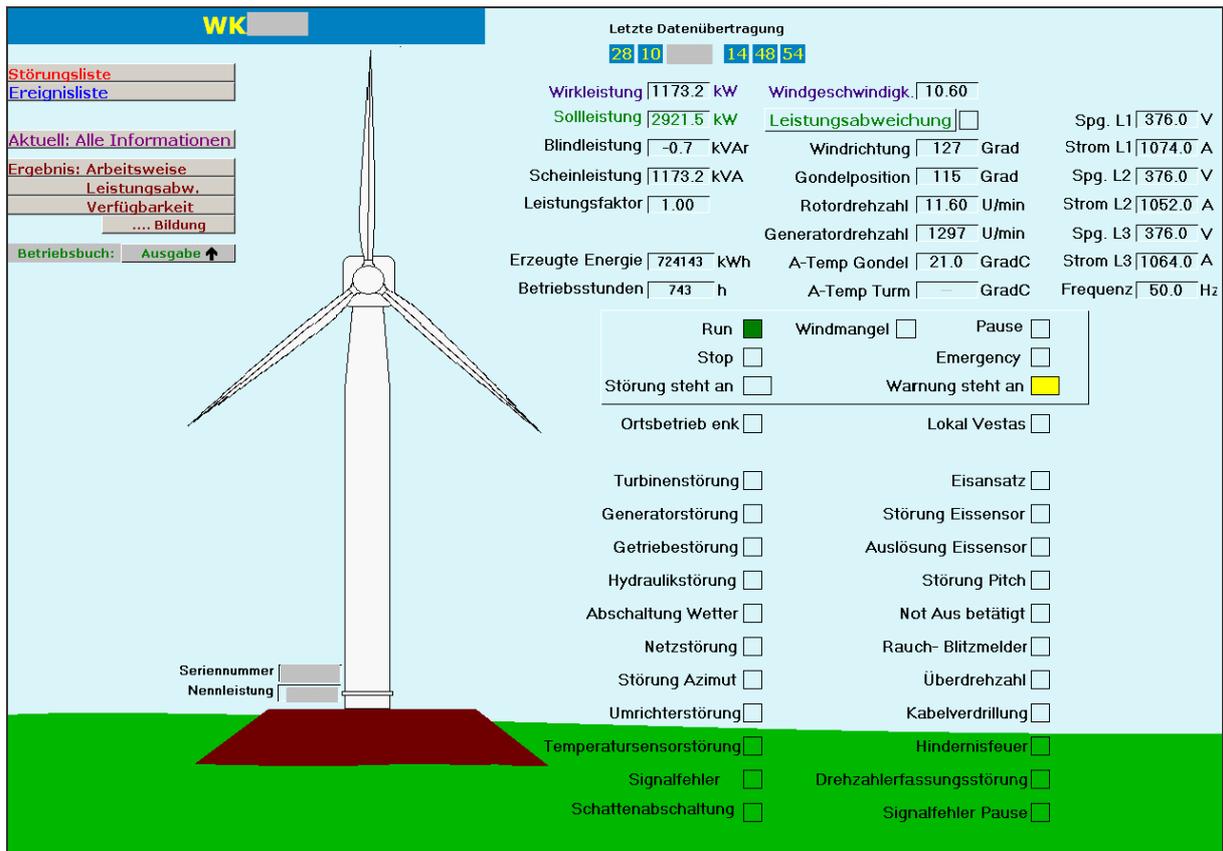


Bild 1: Darstellung einer einzelnen Windkraftanlage eines Windparks mit den Messwerten und Indikatormeldungen. Ein Aufruf weiterer Auswertungen ist direkt aus der Darstellung möglich.

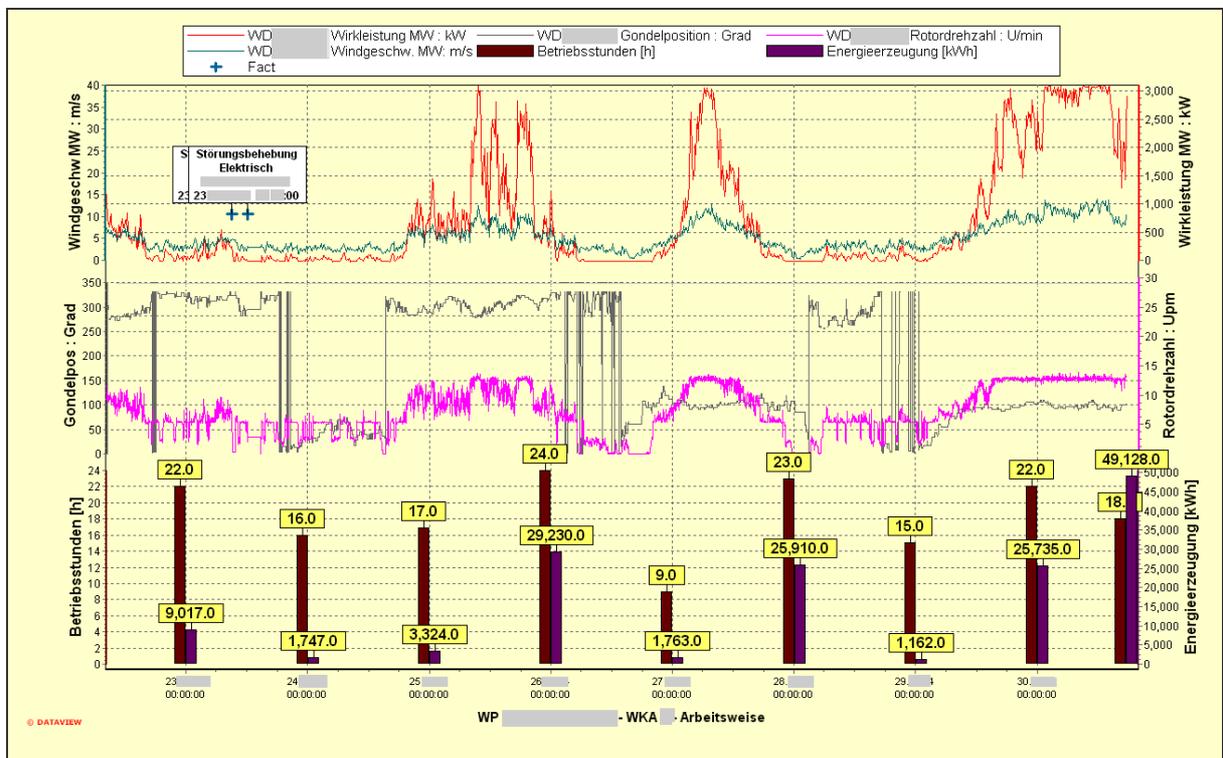


Bild 2: Ganglinie der Arbeitsweise einer Windkraftanlage



Bild 3: Berechnung und Darstellung der Leistungsabweichung sowie der Betreiberalarmierung

| Datum  | Zeit     | Prio | DA | Betreiber | Windpark | Ort | Anlage | Bezeichnung     | Zustand  |
|--------|----------|------|----|-----------|----------|-----|--------|-----------------|----------|
| 27.01. | 16:09:54 | ↓ 1  | M  |           |          |     |        | Wartung         | gegangen |
| 27.01. | 15:56:18 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gegangen |
| 27.01. | 15:56:18 | ↑ 1  | M  |           |          |     |        | Wartung         | gekommen |
| 27.01. | 15:55:16 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gekommen |
| 27.01. | 15:55:16 | ↓ 1  | M  |           |          |     |        | Wartung         | gegangen |
| 27.01. | 15:23:48 | ↑ 1  | M  |           |          |     |        | Wartung         | gekommen |
| 27.01. | 15:23:48 | ↓ 1  | M  |           |          |     |        | Stoerung Blatt  | gegangen |
| 27.01. | 13:59:38 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gekommen |
| 27.01. | 13:59:38 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gegangen |
| 27.01. | 13:57:32 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gekommen |
| 27.01. | 13:57:32 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gegangen |
| 27.01. | 13:23:20 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gegangen |
| 27.01. | 13:23:20 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gekommen |
| 27.01. | 13:00:56 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gegangen |
| 27.01. | 13:00:56 | ↑ 1  | M  |           |          |     |        | Stoerung Blatt  | gekommen |
| 27.01. | 13:00:32 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gegangen |
| 27.01. | 13:00:32 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gekommen |
| 27.01. | 13:00:16 | ↓ 3  | M  |           |          |     |        | Betrieb         | gegangen |
| 27.01. | 13:00:16 | ↑ 3  | M  |           |          |     |        | Windmangel      | gekommen |
| 27.01. | 09:41:14 | ↓ 1  | M  |           |          |     |        | Lstg Abweichung | gegangen |
| 27.01. | 09:41:04 | ↑ 1  | M  |           |          |     |        | Lstg Abweichung | gekommen |

Bild 4: Ereignisliste eines Windparks



| DATAVIEW            |                       |                          |                                 |                                |                                  |                              |                                  |                                     |                             | Ganglinien darstellen      |                         |   |  |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|---|--|
| FILTER (Bilanzen)   |                       | So                       | 19                              | Std                            | Jahr                             | Monat                        | Tag                              | 1                                   | 4                           | B                          | 15                      | L |  |
| Schnellbericht      |                       | ABC                      | von - bis                       |                                | Update                           |                              | DV-Fact/Eingabe                  |                                     |                             |                            |                         |   |  |
| K WKA Verfügbarkeit |                       |                          |                                 |                                |                                  |                              |                                  |                                     |                             |                            |                         |   |  |
|                     | h(Betrieb)<br>in Tage | h(Betrieb)<br>in Stunden | gesamter Beob-<br>achtungszeit. | Extern. Ereign.<br>Netzstörung | Extern. Ereign.<br>Absch. Wetter | Extern. Ereign.<br>Eisansatz | Extern. Ereign.<br>Ortsbetr. enk | Absch. Steueru.<br>Kabelverdrillung | gepl. Service-<br>tätigkeit | Vertrags-<br>Verfügbarkeit | Netto-<br>Verfügbarkeit |   |  |
| Datum               |                       |                          |                                 |                                |                                  |                              |                                  |                                     |                             |                            |                         |   |  |
| 1                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 2                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 3                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 4                   | 0.578                 | 13:52:24                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.012                               | 0.806                       | 59.308                     | 57.800                  |   |  |
| 5                   | 0.617                 | 14:48:04                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 62.506                     | 61.700                  |   |  |
| 6                   | 0.999                 | 23:58:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.706                    | 99.900                  |   |  |
| 7                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 8                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 9                   | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 10                  | 0.640                 | 15:21:52                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 64.806                     | 64.000                  |   |  |
| 11                  | 0.363                 | 08:42:54                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.045                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 38.816                     | 36.300                  |   |  |
| 12                  | 0.987                 | 23:41:14                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.013                               | 0.806                       | 100.806                    | 98.700                  |   |  |
| 13                  | 0.495                 | 11:52:38                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 50.306                     | 49.500                  |   |  |
| 14                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 15                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 16                  | 0.957                 | 22:58:36                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 96.506                     | 95.700                  |   |  |
| 17                  | 0.477                 | 11:27:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.523                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 47.700                  |   |  |
| 18                  | 0.007                 | 00:10:12                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.993                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.805                    | 0.700                   |   |  |
| 19                  | 0.000                 | 00:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 1.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 0.806                      | 0.000                   |   |  |
| 20                  | 0.490                 | 11:45:34                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.510                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 49.000                  |   |  |
| 21                  | 0.651                 | 15:37:02                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 65.906                     | 65.100                  |   |  |
| 22                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 23                  | 0.988                 | 23:42:44                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.012                               | 0.806                       | 100.806                    | 98.800                  |   |  |
| 24                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 25                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 26                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 27                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 28                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 29                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 30                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| 31                  | 1.000                 | 24:00:00                 | 1.00                            | 0.000                          | 0.000                            | 0.000                        | 0.000                            | 0.000                               | 0.806                       | 100.806                    | 100.000                 |   |  |
| <b>Gesamt</b>       | <b>25.249 Tage</b>    | <b>25.25 Tage</b>        |                                 |                                |                                  | <b>3.071 Tage</b>            |                                  | <b>0.037 Tage</b>                   |                             | <b>Vertr.verf.</b>         | <b>Nettoverf.</b>       |   |  |
|                     |                       |                          |                                 |                                |                                  |                              |                                  |                                     |                             | <b>91.330</b>              | <b>81.448</b>           |   |  |

Bild 8: Vertrags- und Nettoverfügbarkeit einer Windkraftanlage

| DATAVIEW          |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       | - Verfügbarkeit    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
|-------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|----------------|--|--|
| FILTER (Bilanzen) |                       | So                 | 19                    | Std                | Jahr                  | Monat              | Tag                   | von - bis          |                       |                    |                       |                    |                       | Update             |                       |                    |                 |                |  |  |
| Schnellbericht    |                       | ABC                | von - bis             |                    | Update                |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
| K                 |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
|                   | Vertrags-<br>Verfügb. | Netto-<br>Verfügb. |                 |                |  |  |
| Datum             |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
| 1                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 24.128                | 23.322             | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 2                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.730               | 99.924             | 100.760         | 99.942         |  |  |
| 3                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 4                 | 100.798               | 98.120             | 100.458               | 97.796             | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.551               | 97.958             | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 5                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 6                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 7                 | 100.440               | 61.870             | 87.415                | 53.600             | 100.812               | 61.731             | 100.906               | 61.562             | 82.767                | 53.988             | 100.830               | 65.632             | 100.802               | 65.475             | 100.415               | 65.060             | 100.836         | 65.150         |  |  |
| 8                 | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 9                 | 99.521                | 98.715             | 99.459                | 98.653             | 99.406                | 98.600             | 99.355                | 98.549             | 98.831                | 98.025             | 98.892                | 98.086             | 99.487                | 98.681             | 99.487                | 98.681             | 99.024          | 98.218         |  |  |
| 10                | 99.452                | 98.646             | 99.514                | 98.708             | 99.625                | 98.819             | 92.845                | 92.039             | 99.672                | 98.866             | 99.429                | 98.623             | 99.498                | 98.632             | 99.274                | 98.468             | 99.521          | 98.715         |  |  |
| 11                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.581               | 99.775             | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 12                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 13                | 100.834               | 38.449             | 14.041                | 5.069              | 100.824               | 38.144             | 100.745               | 37.977             | 94.101                | 43.637             | 100.108               | 45.870             | 100.229               | 45.535             | 100.724               | 45.345             | 100.779         | 44.745         |  |  |
| 14                | 100.814               | 58.704             | 84.863                | 49.458             | 100.829               | 58.965             | 100.868               | 59.137             | 15.583                | 7.829              | 100.806               | 53.139             | 100.806               | 55.273             | 100.329               | 55.146             | 100.836         | 58.486         |  |  |
| 15                | 100.822               | 96.822             | 100.822               | 96.822             | 100.822               | 96.822             | 100.828               | 96.822             |                       | 0.000              | 100.822               | 96.822             | 100.822               | 96.822             | 100.813               | 96.813             | 100.822         | 96.822         |  |  |
| 16                |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
| 17                |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
| 18                | 100.724               | 23.275             | 100.827               | 23.507             | 100.751               | 23.674             | 100.906               | 23.924             | 31.764                | 7.484              | 100.748               | 24.368             | 99.738                | 24.282             | 99.018                | 24.287             | 100.697         | 22.991         |  |  |
| 19                |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                       |                    |                 |                |  |  |
| 20                | 100.864               | 36.072             | 1.548                 | 0.269              | 100.163               | 34.329             | 100.836               | 36.611             |                       | 0.282              | 100.870               | 37.093             | 100.438               | 37.118             | 100.124               | 35.419             | 100.597         | 38.771         |  |  |
| 21                | 100.806               | 100.000            | 71.278                | 70.472             | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 71.237                | 70.431             | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 22                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 23                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 24                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 25                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 26                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 27                | 100.806               | 98.095             | 100.806               | 98.120             | 100.806               | 100.000            | 99.197                | 98.391             | 100.725               | 99.919             | 100.781               | 98.032             | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.734         | 98.002         |  |  |
| 28                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 29                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.771               | 98.116             | 100.806               | 100.000            | 84.707                | 82.312             | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 98.102             | 100.730               | 98.039             | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 30                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| 31                | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806               | 100.000            | 100.806         | 100.000        |  |  |
| <b>Gesamt</b>     | <b>Vertr.V.</b>       | <b>Netto-V</b>     | <b>Vertr.V.</b> | <b>Netto-V</b> |  |  |
|                   | <b>100.694</b>        | <b>80.929</b>      | <b>96.055</b>         | <b>77.177</b>      | <b>100.694</b>        | <b>80.942</b>      | <b>100.373</b>        | <b>80.807</b>      | <b>90.545</b>         | <b>72.994</b>      | <b>100.685</b>        | <b>81.233</b>      | <b>100.657</b>        | <b>81.217</b>      | <b>97.597</b>         | <b>78.726</b>      | <b>100.676</b>  | <b>81.350</b>  |  |  |