

„Trinity“

Forschungsvorhaben einer regenerativen Produktfamilie in drei Baugrößen

Basisinformation:

Baugrößen

- Gross-Hybride (bestehende Gross-WKA am Markt 600- 2500 kW) gW/P-HyEA
- Medium-Hybride (neu entwickelte wartungsarme WKA 10 kW) mW/P-HyEA
- Klein-Hybride (neu entwickelte wartungsarme WKA 4 kW) kW/P-HyEA

Bauelemente der Hybridanlage

- WKA
- sonnennachgeführter Modulträger (Bepflattungen je nach Anwendung PV, Dish- oder Röhrenkollektor (solarth. Stromerzeugung), Bioreaktoren für FPS)
- innovative Speichertechnologie MDS, reaktionsschneller, leistungs- und bedarfsregulierender Stromspeicher, temperatur- und ladezyklenunabhängig
- nur bei Gross- Hybride -- an Modulträger adaptierte Klein WKA

Anwendungen:

- Netzparallelbetrieb zur Nutzungsförderung und Schaffung von neuem Erschließungsoption für WKA an netztechnisch kritischen Standorten
- Netz stabilisierend in Regionen mit schwachen Lokalnets
- Inselnetzbetriebseinheit in netzfernen Regionen
- Energieerzeugungs-, Energie speichernde und Anwendungseinheit in gleichem Baukörper für FPS (food-power station) und EWS (energy power station)
- Lufttransportfähige, kranlosmontierbare Container -Version kW/P-HyEA

Ziel ist das technische Optimum einer Energieerzeugungsanlage in den wertbestimmenden Charakteristika: Verfügbarkeit, Leistungsfähigkeit, Planbarkeit, Kosten – und Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit.

Dem Vorhaben zur Entwicklung einer W/P- HyEA (W/P – HyEA; (WKA dominierter – Wind/PV-Hybridenergieerzeugungsanlage) basiert auf den folgenden Grundanforderungen

1.) Exportorientierung

Die Zukunftsmärkte für WKA liegen zunehmend in Regionen, in denen die Netzstabilität deutlich geringer ist als in Deutschland. Insbesondere wenn WKA in untereinander nur labil verbundenen regionalen Inselnetzen betrieben werden, spielt die Erzeugungskontinuität eine deutlich größere Rolle als in Deutschland. Dies gilt umso mehr, wenn die WKA einen sehr hohen Anteil an der gesamten Erzeugungskapazität stellen. Spannungsschwankungen sind aus Sicht der Verbraucher zu reduzieren. Hinsichtlich der Statik, Baugröße und insbesondere der Steuerung muss die W/P- HyEA an eine möglichst große Bandbreite von WKA anzupassen sein. In Exportregionen werden durch Energieerzeugungsanlagen z.T. tatsächlich lebensnotwendige Anwendungen ohne Ersatzversorgung betrieben. Dies können z.B. Trinkwassereinheiten, Krankenhäuser etc. sein.

Die Auslegung der Steuerung ist so konzipiert, dass ein Eingriff in die Betriebssoftware der jeweiligen – Basis -WKA unterlassen wird. Dadurch werden Integrationsprobleme und Kompatibilitätsprobleme reduziert. Durch die Auslegung können alle marktgängigen WKA mit Rohrtürmen bis zu einem Durchmesser des Turmfußes von bis zu 6m ohne konstruktive Anpassungen umgerüstet werden.

Die Trinity-Technologie ermöglicht es bisherige und insbesondere zukünftige Bedarfsdeckung in rualen Regionen nicht mit Dieselsystemen, sondern mit den weit umweltfreundlicheren und oft devisenschonenden WKA zu erreichen, da diese als Hybridkomponente die Vorteile der Diesel ohne deren Nachteile bieten.

Eine Notstromversorgung mit PV mag zwar nur während der Tagesstunden die Ersatzversorgung sichern; sie tut dies aber auch bei Bedarf 2 oder 10 oder 20 Tage nach dem der letzte Tropfen Kraftstoff verbraucht ist. Dies dient dem Ziel den Erfordernissen des WKA- Exportmarktes zu dienen, da die Einplanbarkeit von Verbrauchsgütern nicht überall in der Welt so gut eingestellt ist wie in Deutschland oder Situationen denkbar sind, in denen eine bislang gut eingestellte Einplanbarkeit von Verbrauchsgütern durch besondere Ereignisse aus den Normen läuft.

Eine Notstromversorgung mit PV ist weniger abhängig von Ersatzteilen, da die Erzeugungskomponenten (PV- Module) eine Vielzahl in sich redundanter Systeme darstellt. Die PV „läuft“ noch mit z.B. 50 % der Module, wenn auch vermindert in der Leistung. Die USV mit Verbrennungsmotor gibt mit nur noch 50 % der z.B. Zylinderdichtungen keinen Mux mehr von sich.

2.) Kontinuität der Erzeugung

Jede Maschine muss gewartet werden oder kann wegen Schäden ausfallen. Da die Erzeugungskomponenten solitär funktionsfähig bleiben, muss auf die Stromerzeugung nicht völlig verzichtet werden, wenn z.B. die Rotorblätter der WKA gewartet werden, oder die WKA wegen anzuliefernder Ersatzteile außer Betrieb ist.

Wenn die W/P- HyEA die alleinige Energieerzeugungsanlagen für z.B. eine bedeutende Anwendungen andere ohne Ersatzversorgung betreibt, ist es eine breitere Basis der Erzeugung von Bedeutung. In Krankenhäusern sind z.B. viele Eingriffe ohne Strom schlicht unmöglich oder lebensgefährlich.

Dabei greift das **Konzept der multiplen Erzeugung** durch die W/P- HyEA;

Fallannahme	WKA	kWKA	PV	MDS
Tag kein Wind			X	USV
Tag Wind ≤ 4 m/s		X	X	USV
Tag Wind > 4 m/s	X	X	X	USV
Tag Wind > 25 m/s			X	USV
Nacht kein Wind				X
Nacht Wind ≤ 4 m/s		X		USV
Nacht Wind > 4 m/s	X	X		USV
Nacht Wind > 25 m/s				X

3.) Netzqualität verbessern / Abschaltungen der WKA vermeiden

Aber auch als in schwache Netze eingebundene Einheit wirkt die W/P- HyEA deutlich weiter als eine reine WKA.

Gibt es z, B. eine auf niedrigem Niveau stark schwankende WKA - Produktion und eine minimal schwankende PV-Produktion auf ähnlichem Niveau so werden beide Produktionen zusammengefasst und die Ergebnisproduktion schwankte weniger als die zuvor stärker schwankende Einzel-Produktion. Die neu konfigurierte Regelungstechnik sorgt dafür, dass aus den schwankenden Erträgen der WKA und der konstanteren PV- Produktion zuerst eine in der Summer geglättete Produktion resultiert zur Sicherung der angestrebten Spannung und Frequenz entsteht – auch in höchst labilen Netzen.

Zudem wird bei einer Netzschwankung das steuerungsvernetztes MDS – System sofort Strom liefern oder aufnehmen. MDS steht für „magnetdynamischer Speicher“.

Die zwei MDS- Systeme, welche aus min. je 1 und max. je 15 MDS bestehen, werden in spezifizierten Funktionspfaden eingebunden und zwar je in dem Erzeugungs-/Einspeise und in dem

Verbrauchs-/Bezugspfad der Gross- WKA, also gegenseitig wirkungsentkoppelnd zwischen Stromnetz und WKA.

Erzeugungs-/Einspeisepfad

Der gesteuerte Systemweg den die Energie ab ihrem meteorologischem Energieangebot während Ihrer Umwandlung von der mechanischen zur elektrischen Energie (Erzeugung von kWh) in einer bestimmten Zeit bis zum Netzübergabepunkt zurücklegt.

Verbrauchs-/Bezugspfad

Der gesteuerte Systemweg den die elektrische Energie ab dem Netzübergabepunkt während Ihrer Umwandlung von der elektrischen zur mechanischen Energie in einer bestimmten Zeit bis zum Verbraucher in der W/P- HyEA zurücklegt

Die Nutzung des netzparallelen Verbrauchs-/Bezugspfades innerhalb der W/P- HyEA über einen MDS führt zum Ausgleich des Zeitlochs bei einer KU (Kurzunterbrechung der Netzes oder bei einem black-out), da der Bezug über die zu entwickelnde/ erprobende Software im Prototyp im Falle der KU vom Netz zeitlich entkoppelt wird. Aus der „wenn – dann“ Konfiguration (wenn Ausfall, dann Bezug über MDS, wenn die PV nicht ausreichend oder nicht arbeitet) wird die „wenn – dann /und“ Konfiguration. Selbst in einem KU betroffenen Netz ist durch zwei im Bedarfsfall getrennte MDS Systeme mit diversifizierte Funktionen von einander unabhängig sowohl der Verbrauchs-/Bezugspfad als auch der Erzeugungs-/Einspeisepfad gesichert.

Beide MDS werden im speicherabhängigen Takt -Pendel auf den jeweils anderen Pfad geschaltet, sobald die gespeicherte Energie in einem MDS 50% der maximal zu speichernden Energiemenge erreicht hat. Das gesamte MDS-System kann aber auch überbrückt werden und direkt ins Netz gespeist werden, wobei dann die komplett geladenen MDS als USV dienen.

Unter Ausnutzung der letzten Mittelwertdaten des abgelaufenen Zeitraumes, je nach Schwankung des Windangebotes zwischen 15 Minuten und 1 Minute, wird ein für den kommenden Zeitraum gewünschter Bereich um den Mittelwert der Erzeugung angestrebt. Um einen übermäßigen Einsatz der MDS zu unterbinden wird aber ein Toleranzbereich um den Mittelwert geduldet. Die Einspeisung der verfügbaren Erzeugungsquellen regelt den MDS- Einsatz. Überschüsse werden in das MDS-System auf dem Bezugspfad zur Speicherung eingespeist, Unterdeckungen aus dem Erzeugungspfad durch das Abrufen ehemaliger Überschüsse gedeckt.

Die zusätzliche PV- Erzeugung bewirkt durch das „Auffüllen“ der in Relation zu den WKA- Erzeugungsspitzen auftretenden „WKA- Erzeugungstäler“, das der Ausgleichsbedarf reduziert wird.

Dieses Erzeugungs-/Einspeise- Management innerhalb der W/P HyEA wird möglich, da die PC geführte Steuerung die Zeitdifferenz zwischen meteorologischem Energieangebot und mechanischer sowie deren elektrischer Energieumwandlung durch den schnell ansprechenden MDS überbrücken kann.

Die wechselnden Erzeugungsspitzen und „Erzeugungstäler“ der WKA resultieren aus dem schwankenden Windangebot. Ein etwaige vorhandenes Pitch- System der WKA mindert zwar erheblich diesen Effekt findet aber bei Böen seine Grenzen. Ein in die zu entwickelnde/erprobende Software eingebundener Luftdruckmesser an der Narbe der WKA ist geeignet um die Veränderung des Luftdrucks, welche einer Böe vorausseilt, zu erfassen und mit hoher Wahrscheinlichkeit zu quantifizieren und sogar schon vor dem meteorologischem Energieangebot (also folglich auch vor der elektrischen Energieumwandlung) das zur gleichen Zeit anliegende Energieeinspeiseniveau auf die kommende Anhebung durch „Auskoffern des Erzeugungstales“ über den MDS auf dem Bezugspfad-Pfad langsam anzupassen. Wobei „langsam“ mit den Maßstäben der Elektrotechnik zu bemessen ist.

Während einer KU kann sowohl die etwaige Erzeugung in kWh als auch der etwaige Bezug in kWh für die WKA schonend abgefahren werden, ohne dass sich die schädlichen KU- Auswirkungen in die WKA Systeme übertragen können. Im Normbetrieb wird das Netz wegen der Reduktion ungewollter Spannungsschwankungen geschont und die verbesserte Einbindung der WKA in das Netz gewährleistet und zusätzliche, zuvor aus Sicherheitsgründen gesperrte Netz Kapazitäten werden ohne teure Netzausbauten für weitere WKA frei.

Unterbrechungsstromversorgung (USV) mit MDS / Notstrom über PV Sicherheit als Nutzen für die Windenergie

Die Stromversorgung der Blattverstellantriebe ist ein erheblichst, sicherheitsrelevanter Aspekt, denn die Einzelblattverstellung ist das primäre Bremssystem der WKA.

Die Stromversorgung der Blattverstellantriebe bei Netztrennung erfolgt über Akku's. Sind diese entladen erfolgt die Aufladung über ein stromnetzabhängiges Akku Ladegerät. Bei Netztrennung kann keine Ladung der Akku's erfolgen. Dies führte z.B. in Norwegen schon zum Totalverlust einer WKA.

Die Kombination PV und MDS ist eine netzunabhängige Versorgung (Inselbetriebslösung) und damit eine weit hochwertigere Lösung als eine USV über Akku's. Akku's haben eine begrenzte Kapazität, welche zudem abhängig ist von Umwelteinflüssen (Temperatur) und eine mit den Ladezyklen und dem Alter abnehmenden Leistungsfähigkeit. Akku- USV's müssen einem wöchentlichen Selbsttest unterzogen werden. In dieser Zeit steht die WKA aus Sicherheitsgründen, weil eine USV im Falle einer Netztrennung nicht existent wäre. MDS haben diese Einschränkungen nicht.

Der MDS ist temperaturunabhängig und übersteht eine vielfach höhere Zahl von Ladezyklen.

Die PV ist Teil einer Inselbetriebslösung. Eine Inselbetriebslösung dient der WKA. Die bisherige Akku –USV bleibt als sekundäre USV bestehen. Während der wöchentlichen Selbsttests der Akku's besteht eine primäre USV; d.h Stillstände werden unnötig und Ertragsverluste werden vermieden; dies dient der WKA. Die WKA wird durch zwei redundante USV Systeme sicherer. Genau genommen ist die PV eine USV während der Tagstunden und der MDS eine 27h/7D USV. Bei Netztrennungen am Tag (meteorologisch = hell) verfügt die WKA über drei redundante USV (Akku, PV, MDS). Mit Einrichtung der kWKA, welche auf dem Modulträger montiert werden, verfügt die WKA bei Netztrennungen am Tag (meteorologisch = hell) sogar über vier redundante USV (kWKA ,PV – USV durch Erzeugung im Inselbetrieb und , MDS, Akku durch Speicherung).

Notstromversorgung aus der Kombination PV und MDS

Die nachgeführte Hochleistungs- PV springt ein wenn die KU fortdauert und sich zum Netzausfall steigert. Derartige Situationen weisen insbesondere dann ein hochgradiges Schadenspotential auf, wenn die WKA zeitgleich wegen Wartungen oder Reparaturen oder Stillstand wegen Wind größer der Abschaltwindgeschwindigkeit keine Produktion aufweist. WKA sind bei Netzausfällen bei Sturm oder Unwetter anfällig für Schäden. Auch der Ausfall der Kühlung und Lüftung der Leistungselektronik bei hohen Temperaturen ohne Wind ist gefährdend. Hier sorgt die sichere Dimensionierung der nachgeführten PV für die Grundversorgung am Tage und liefert die Speicherenergie für die Aufrechterhaltung der Vorsorgung bei Dunkelheit. Je nach Einstrahlung und Bedarfssituation kann eine einzelne W/P- HyEA auch benachbarte WKA im Rahmen der Teil- oder gar Komplettversorgung unterstützen und wirkt dann nutzbringend über die eigene WKA -Komponente hinweg.

4.) Regelenergie

Derzeit ist der Markt für Regelenergie für WKA rechtlich noch schwer zugänglich. Der Einsatz von leistungsstarken MDS- Schaltungen am Ort der Erzeugung hat deshalb Bedeutung, da MDS sehr schnell auf Netzanforderungen reagieren können und in der Folge die W/P – HyEA mit MDS Komponenten Sekundärreserve bereitstellen können. W/P – HyEA mit MDS Komponenten können Sekundärreserve schneller als z.B. Gasturbinen bereitstellen. Dies dient der Steigerung der

Versorgungssicherheit. Durch die MDS kann positive und negative Regelenergie vorgehalten werden. Dies steigert den Nutzen der WKA, deren Wirtschaftlichkeit.

5.) Netzkapazitäten besser nutzen

In schwachen Netzen stellen Leistungsschwankungen ein erhebliches Problem dar, was oft dazu führt, dass WKA leistungsreduziert betrieben werden müssen.

Repowering- Potentiale für WKA scheitern an den Netzkapazitäten.

Durch dieses Konzept können zuvor bei Drosselung der WKA- Leistung ungenutzte Erzeugungspotentiale in den MDS zwischengespeichert werden und immer dann abgegeben werden, wenn die WKA Leistung windbedingt wieder unter die zulässige Leistungsgrenze abgefallen ist.

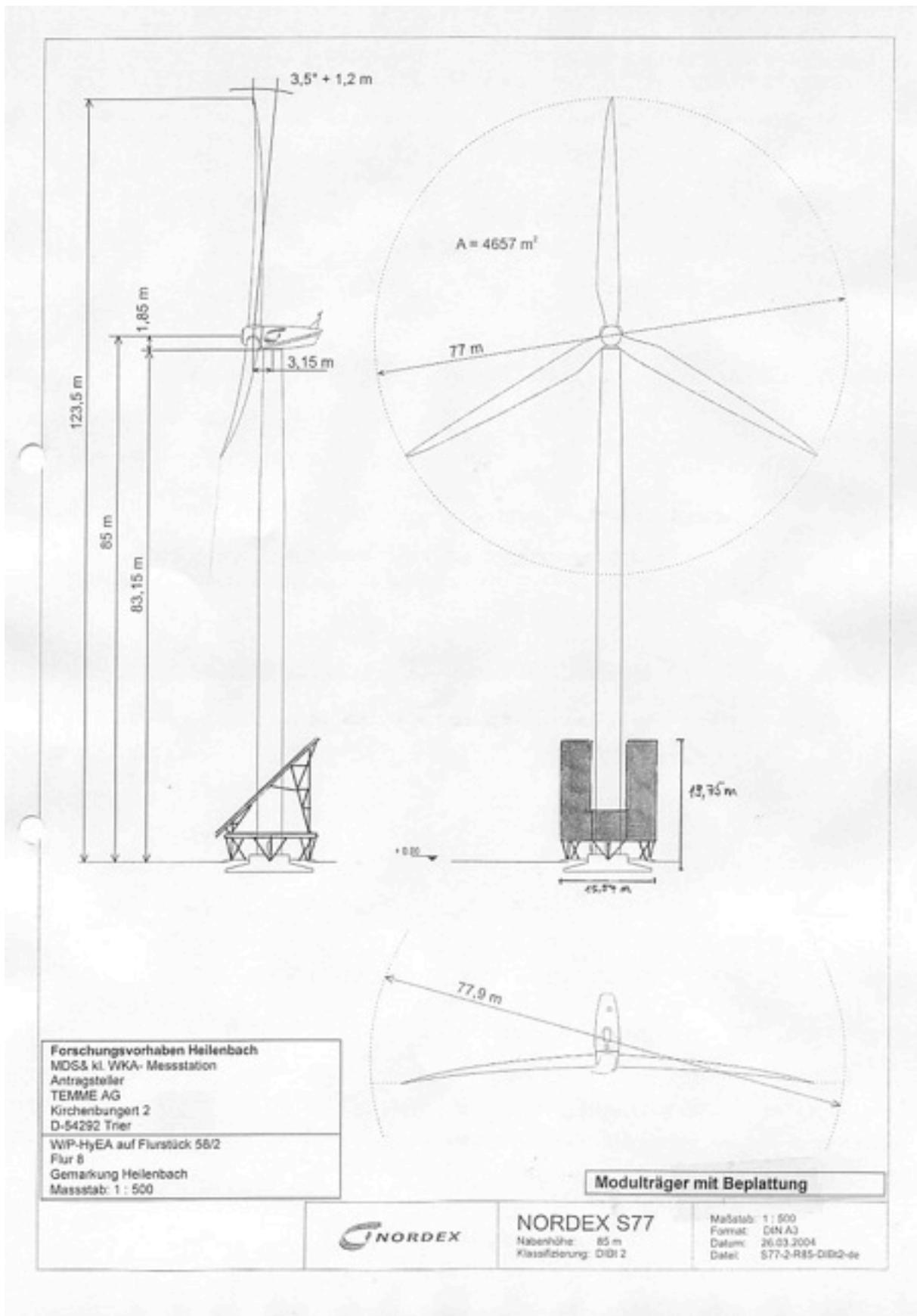
Die PV- stabilisiert durch die Reduktion der Schwankung in niedrigen WKA- Erzeugungsbereichen ($P < 10\%$ der Nennleistung = 50 % Peakleistung der PV) die Netze und verhindert, dass das Netz einen zusätzlichen Verbraucher (WKA) nach dem Ausfall eines Erzeugers (gleiche WKA) verkraften muss. Zudem nutzt die PV auch dann noch die Netze wenn die WKA z.B. wegen Flaute oder Wartung entfällt. Kurze WKA- Ausstiege nach Windmaxima können rund um die Uhr durch MDS netzneutral kompensiert werden, so dass WKA –Ausfälle keine negativen Auswirkungen auf die Netzstabilität und somit auf benachbarte WKA haben.

Das Konzept der W/P- HyEA dient auch der Entwicklung weiterer Anwendungsformen mit anderen Beplattungen des Modulträgers. Die statisch geprüfte Neukonstruktion des Trägermoduls ermöglicht zudem ohne Versiegelung zusätzlicher Böden die Bereitstellung von Nutzraum für Agrarbetriebe, eine Tatsache, welche für z.B. den Anwender einer FPS (Food/Power/Station) in dicht besiedelten Regionen Asiens entscheidend ist

6.) Anwendungseinheit in gleichem Baukörper

EnergyWaterStation

FOOD/ POWER / STATION



Ansicht SPT 34 kWp Photovoltaik an WKA S-77 / 1500 kW Nennleistung