



Kraft-Wärme-Kopplung und Erneuerbare Energien

R. Zilch
SenerTec Kraft-Wärme-Energiesysteme GmbH.
Carl Zeiß-Straße 18, 97242 Schweinfurt
Tel. (09721) 651217 , Fax: (09721) 651 417
e-Mail: rzilch@senertec.de

1 Die Geschichte der Senertec GmbH

1.1 Die Vorgeschichte

Die Wurzeln der SenerTec Kraft-Wärme-Energiesysteme GmbH liegen im Jahr 1979. Der damalige Vorstand der Fichtel & Sachs AG beschloß, weitere Standbeine - außer im Automobilbereich - zu schaffen. Dies war die Zeit der „Ölkrise“ mit prognostizierten Primärenergiepreisen von 1,50 DM je Liter Heizöl und mehr. Traditionell war die Fichtel & Sachs AG auch Motorenbauer und das Thema Wärmepumpe war in aller Munde. Daher war es nicht verwunderlich, daß die Entscheidung für die Entwicklung eines neuen Produktes auf eine verbrennungsmotorisch betriebene Wärmepumpe fiel. Sehr schnell mußte man feststellen, daß es nicht möglich war, mit einem herkömmlichen Verbrennungsmotor die weitgesteckten Forderungen wie hohe Lebensdauer, geringste Störanfälligkeit, geringe Wartungskosten, Schall- und Emissionsarmut usw. darzustellen. Konsequenterweise fiel die Entscheidung, für diesen Einsatzfall einen speziellen Motor zu konstruieren und zu bauen. Dieser Motor findet heute in etwas optimierter und modifizierter Art seinen Platz in der DACHS Heiz-Kraft-Anlage (HKA).

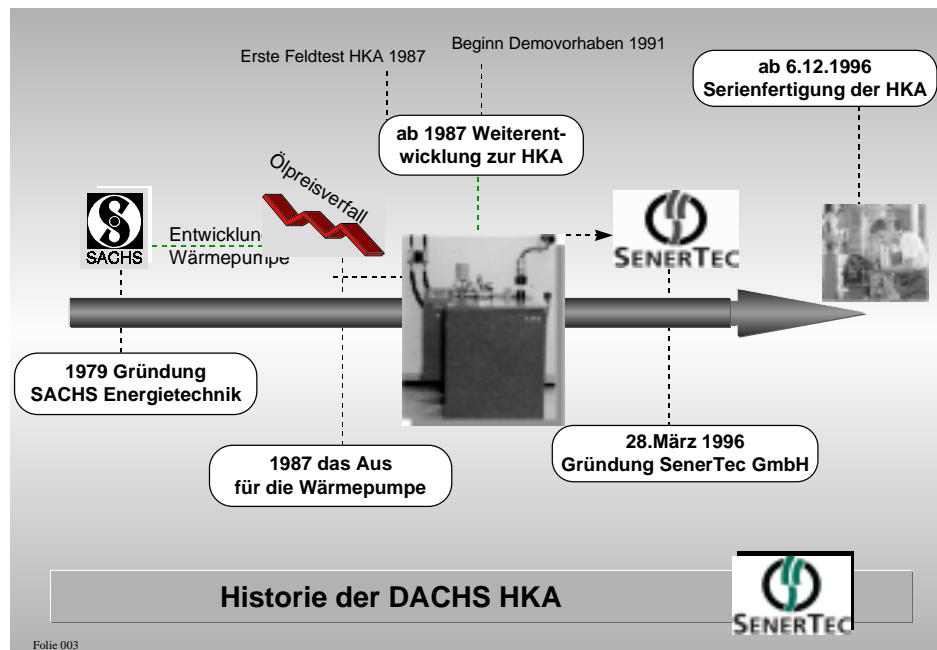
In Verbindung mit einem renommierten Motorenentwicklungsinstitut wurden über viele Jahre kontinuierlich Motorenprüfungen und Aggregatprüfungen durchgeführt. Insgesamt wurden ca. 80 Feldtest-Anlagen gebaut, von denen heute noch Anlagen in Betrieb sind. Die längst laufenden Wärmepumpen-Aggregate absolvierten über 70.000 Betriebsstunden. Es gab mehrere Baureihen der Wärmepumpen bis im Jahr 1987 das Aus kam.

Die Ursache lag an nicht gestiegenen, sondern gefallenem Primärenergiepreisen, wodurch die Wirtschaftlichkeit eines solchen Aggregates nicht mehr darzustellen war. Da in der Zwischenzeit jedoch ein Produkt geschaffen wurde, das schon viele Entwicklungsziele verwirklicht hatte, entschied man sich, die Wärmepumpe in ein Klein-BHKW zu modifizieren. Im Klartext hieß das: Entfernung des Kältekreises und Anbau eines



Generators. Die erste DACHS-HKA wurde 1987 als Prototyp gefertigt. Insgesamt gab es auch bei diesen Aggregaten mehrere Baureihen, wobei jeder Baureihentyp im Feld getestet wurde.

Nachdem 1995/1996 sowohl die technische Zuverlässigkeit wie auch die entsprechenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen getestet und für positiv empfunden wurden, stand dem Markteintritt eigentlich nichts mehr im Wege. Lediglich in der Firmenpolitik der Fichtel & Sachs AG - mittlerweile zugehörig zum Mannesmann Konzern - war die Devise nicht mehr Diversifizierung, sondern Fokussierung auf das Kerngeschäft, und somit kein Platz mehr für branchenfremde Produkte.





1.2 Die Gründung der Firma SenerTec GmbH

Die Lösung war eine Ausgliederung der Energietechnik aus der Fichtel & Sachs AG und die Gründung der SenerTec Kraft-Wärme-Energiesysteme GmbH am 28.03.1996. Dazu wurden 75 % der Anteile durch die Bayerische Kapitalbeteiligungsgesellschaft (eine 100%ige Tochter der Bayerischen Landesbank) übernommen und 25 % der Anteile behielt die Fichtel & Sachs AG. Seit Anfang 1998 ist die Bayerische Kapitalbeteiligungsgesellschaft alleiniger Gesellschafter der SenerTec GmbH.

Die SenerTec GmbH hat als Aufgabe die DACHS-HKA zu produzieren und zu vertreiben. Dazu wurde im Jahr 1996 der Produktions- sowie der Vertriebsaufbau begonnen. Die erste seriengefertigte, erdgasbetriebene HKA verließ am 06.12.1996 die Fertigungsstraße. Offizieller Verkaufsstart war im Januar 1997. Die Variante mit Flüssiggas folgte im April 1997, mit Heizöl im November 1997. Seit Januar 1998 steht eine HKA mit dem Brennstoff RME zur Verfügung.

Auf einer Fläche von etwa 1.500 m² wurde die weltweit erste Serienfertigung für (Mini)-BHKWs aufgebaut. Die Kapazität der PPS-gesteuerten Montage bei 3 Schichtbetrieb und einer sechs-Tage-Woche beträgt maximal 7.000 HKAs pro Jahr.

Die Durchlaufzeit für eine HKA beträgt 11,3 Stunden, wobei sieben Stunden für die Montage und 4,3 Stunden für die Prüfung aufgewendet werden. Denn um eine ständig hohe Qualität und Zuverlässigkeit zu gewährleisten, wird jeder Motor, aber auch jede gefertigte HKA auf Herz und Nieren geprüft.

Dies bedeutet, daß ein Motor eine einstündige gefeuerte und geschleppte Leistungsprüfung durchlaufen muß und während der Endprüfung der HKA, die für jede Einheit protokolliert wird, 50 Meßdaten (z. B. Emissionen, Leistung, Wirkungsgrad,...) erfaßt werden.

2 Einleitung

Wir haben in Deutschland und Europa eine gute Infrastruktur bei der Versorgung von Strom über ein öffentlich zugängliches Stromnetz. Trotzdem gibt es viele Regionen und Landschaftsbereiche, in denen keine Netz gebundenen Energien zur Verfügung stehen. Es wäre auch ökonomisch und ökologisch nicht sinnvoll, alle Gebäude außerhalb der bevölkerungsdichten Gebiete an ein Strom- oder Gasnetz anschließen zu wollen.

Stand der Technik ist es, diese Objekte derzeit unter Nutzung eines z. B. Dieselaggregates mit Synchronmotor mit elektrischer Energie zu versorgen. Die Leistung des Aggregates wird dabei auf die erforderliche elektrische Spitzenleistung mit entsprechender Reserve gemäß DIN 6820 ausgelegt. Im Regelfall wird diese Leistung aber nur zu Bruchteilen gefordert, mit der Folge, dass der Motor in einem Teillastbereich mit sehr



niedrigem Wirkungsgrad betrieben wird. Um diese uneffektive Betriebsweise z. B. für die Funktion eines Kühlschranks, einer Glühlampe und eines Fernsehgerätes zu vermeiden, verwendet man eine Batterie mit Ladegerät und Wechselrichter zur Versorgung der 230 V - Verbraucher. Meist muss die Ladung der Batterie manuell durchgeführt werden.

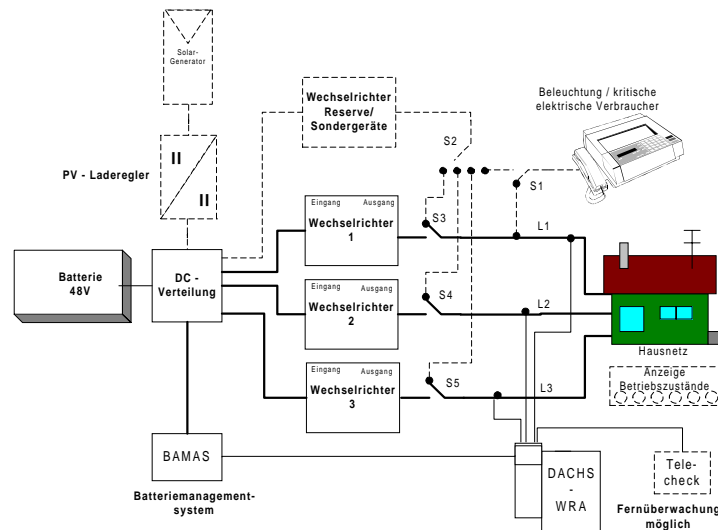
Die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme wird bei diesen Geräten als Abwärme über Ablüftung abgeführt und so dem ökologisch sinnvollem Gebrauch in der Warmwasserbereitung und in der Beheizung von Gebäuden entzogen. In der Bilanz ergeben sich dabei Gesamtnutzungsgrade von teilweise unter 10 Prozent.

Ausgehend von dieser Situation entschied sich die Senertec GmbH für eine völlig neue Systementwicklung auf der Grundlage von erprobten Komponenten mit hoher Effizienz bei der Stromerzeugung und bei der Wärmenutzung unter Nutzung der erneuerbaren Energien.

Das Ergebnis dieser Entwicklung war ein System aus Batterieanlage, 3-Phasen-Wechselrichter, neu entwickeltem Batteriemanagement und der tausendfach bewährten DACHS Heiz-Kraft-Anlage (HKA) unter Einbeziehung der Photovoltaik.



3 Systemkonfiguration



Elektrisches Blockschaltbild Inselnetz



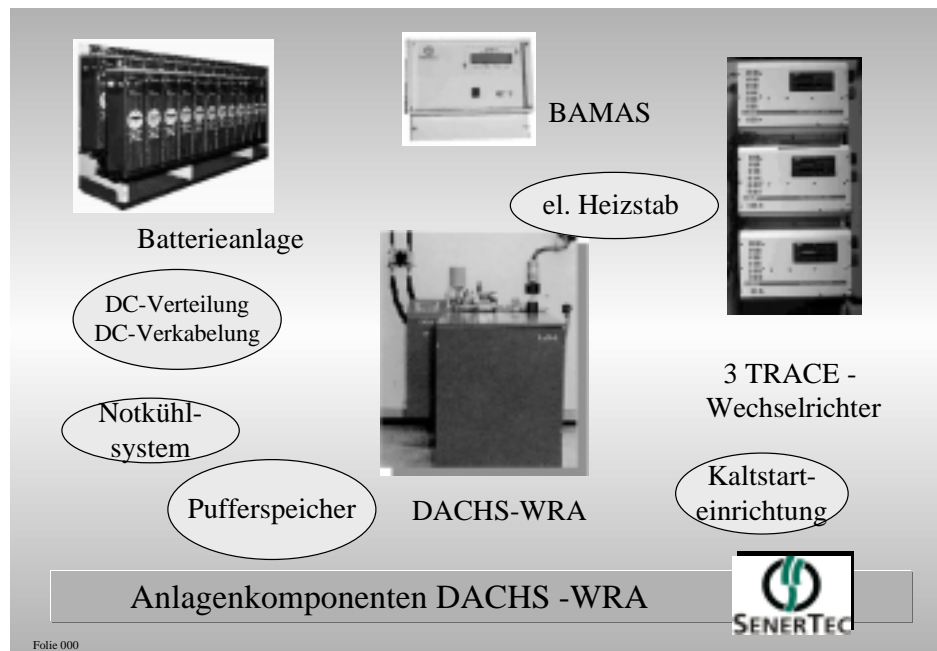
Folie 000

Die inselbetriebsfähige DACHS WRA stellt zusammen mit drei einphasigen Wechselrichtern, die zu einem Drehstromnetz verschaltet werden, und einer Batterieanlage die Stromversorgung eines Gebäudes dar. Die ständig verfügbare elektrische Leistung resultiert aus der Dauerleistung der Wechselrichter, sofern die Batterien geladen sind. Bei Betrieb der DACHS WRA steht als verfügbare Leistung die DACHS - Leistung plus die Dauerleistung der Wechselrichter zur Verfügung. Die vorhandene Batteriekapazität bestimmt die Versorgungsdauer in Abhängigkeit der Verbraucherleistung bei Stillstand der DACHS-WRA. Bei Einbindung der DACHS-WRA in ein Heizungssystem mit Pufferspeicher kann auch die Wärmeversorgung des Gebäudes abgedeckt werden.

Es ist ökologisch sehr sinnvoll, in dieses System eine PV - Anlage zu integrieren, die bei sonnigen und hellen Tagen einen Teil des Strombedarfs abdecken kann. Der Stromertrag kann bei sehr langen, sonnigen Tagen bei einer installierten Leistung von 1 kWp ca. 5 kWhel betragen.



4 Systemkomponenten für die DACHS WRA



4.1 Batterieanlage

Für diesen Anwendungsfall ist ausschließlich eine ortsfeste Blei - Batterie mit positiven Panzerplatten und Spezialseparation, Typ OPzS, zu verwenden.

Die Batterien sind in geschlossener stationärer Ausführung mit Flüssig - Elektrolyt im schlagfestem glasklarem Kunststoffgehäuse als 2V-Zellen mit unterschiedlichen Kapazitäten erhältlich. Die 24 Zellen müssen zu einer 48V-Anlage verschaltet werden (Reihenschaltung). Die Installation ist mit passendem Batteriestell und Säurewanne auszuführen.



4.2 DC - Verteilung

Der DC- Schaltschrank mit Klemmstellen für alle DC- Leitungen, Sicherungsorganen sowie dem Strom - Meßshunt. stellt die Verbindung zwischen der Batterieanlage und den Wechselrichtern her. Auch eine PV – Anlage, DC – seitig eingebunden, sollte auf diese Verteilung aufgeschaltet werden.

4.3 DACHS WRA

Die DACHS WRA ist ein Klein - BHKW , das Strom und Wärme auf der Grundlage der Kraft – Wärme - Kopplung mit einem Gesamtwirkungsgrad von 90 % zur Verfügung stellt. Für den Betrieb am 3-phasigen Inselnetz darf ausschließlich der Typ DACHS WRA verwendet werden. Diese HKA ist zum größten Teil identisch mit der erprobten Netzparallelanlage , wurde jedoch für das Inselsystem mit einer Leistungsregelung und einer Generatorsanftzuschaltung ausgerüstet. Die Leistung wird im Bereich von 2,5 bis 5,5 kW geregelt.

4.4 Wechselrichter

Der Betrieb der DACHS WRA ist ausschließlich in Verbindung mit den Wechselrichtern der Fa. TRACE (3 * Typ SW 3048E oder SW 4548E für Dreiphasenbetrieb mit Synchronisationseinrichtung) möglich.

Die verwendeten einphasigen Wechselrichter der Fa. Trace sind in der Lage, ein Drehstromnetz zu erzeugen, auf welches der DACHS aufgeschaltet werden kann. Ferner kann der Strom im Wechselrichter in beide Richtungen, d. h. sowohl von der Batterie ins Netz als auch vom Netz in die Batterie, fließen. Als zusätzliche Sicherheit wird auch die Batteriespannung überwacht. Die Wechselrichter werden mit einem speziellen Dreiphasenkabel verbunden. Dieses Kabel überträgt die Signale zur Phasenlage der drei Geräte untereinander. Ansonsten arbeiten die Wechselrichter unabhängig voneinander. Die Überlastabschaltung der Wechselrichter ist gegenüber den einphasigen Wechselrichtern geändert, um das automatische Wiedereinschalten bei Überlast zu gewährleisten. Etwa eine Sekunde nach einer Überlastabschaltung schaltet sich der Wechselrichter wieder ein. Eine Netzeinspeisung mit dem Dreiphasensystem ist nicht möglich.

4.5 Batteriemanagementsystem BAMAS

Das BAMAS dient als Meß-, Regel- und Steuergerät zur Überwachung und Ladung der Batterie sowie zur Ansteuerung von Meldeleuchten mit integriertem Lastabwurf. Kommunikation mit der Dachs WRA bzgl. Start- / Stoppsignal und Regelung der benötigten Leistung anhand der Ladekennlinie findet über RS 485 Schnittstelle statt. Vom BAMAS werden die Batteriespannung, die Lade- bzw. Entladeströme und die Batterietempera-



tur gemessen. Anhand dieser Daten erfolgt die Zu- und Abschaltung der Dachs WRA sowie die Leistungsregelung gemäß der Ladekennlinie der Batterie. Die gezielte Anforderung der HKA erfolgt sowohl in Abhängigkeit der Batteriespannung, der aktuellen Verbraucherleistung und des Ladezustandes der Batterie. Dadurch wird ein optimaler Gesamtwirkungsgrad und eine maximale Batterielebensdauer erreicht, da die Batterie nicht erst bis zu einem bestimmten Grad entladen wird bis eine Nachladung erfolgt, sondern größere Verbraucherleistungen direkt von der HKA versorgt werden (minimale Verluste) und die Anzahl der Batteriezyklen wesentlich verringert werden. Durch die Temperaturkompensation der Ladespannung wird die Batterieladung zusätzlich optimiert.

Anzeige:

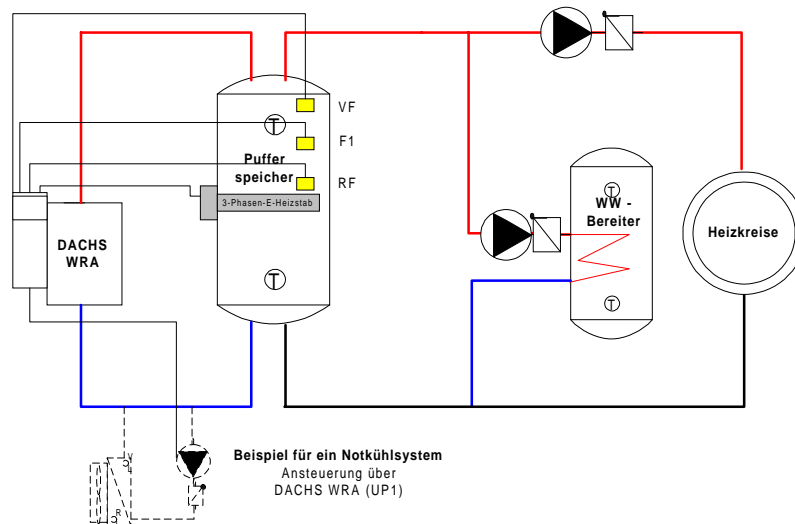
- LCD-Display (2 * 20 Zeichen)
- Ladezustand, Batteriespannung,
- Batterietemperatur, Lade-/Entladestrom

6 integrierte potentialfreie Relaiskontakte (Kontaktbelastbarkeit 4 A):

- 1 Relais zur Ansteuerung Batterieraumlüfter
- 2 Relais zur Ansteuerung Meldeleuchten
(abhängig von Verbraucherleistung / Ladezustand)
- 3 Relais für Lastabwurf



5 Hydraulische Einbindung



Hydraulische Einbindung (Strom/Wärme)



Folie 000

Bei dieser Betriebsweise regelt die DACHS WRA sowohl nach den Kriterien der Stromführung als auch der Wärmeführung. Ist keine Kaltstarteinrichtung erforderlich, so sollte der Elektroheizstab im Puffer installiert werden. Wird eine Kaltstarteinrichtung benötigt, dann muß der Elektroheizstab in der Rücklaufleitung zur HKA mit einer Leistung von ca. 2 kW installiert werden.



6 Planungshinweise für Batterie- und Anlagengröße

Max. el. Energieverbräuche pro Tag

HKA-Nennleistung	5,5 kW	5,0 kW	4,5 kW	4,0 kW
entspricht Aufstellhöhe	bis 1000 m	bis 1500 m	bis 2000 m	bis 2500 m
maximaler elektrischer Verbrauch in kWh pro Tag	90 kWh	82 kWh	73 kWh	64 kWh

Richtwerte für Batteriegröße nach Energieverbrauch

durchschnittlicher elektrischer Verbrauch in kWh pro Tag	bis 15 kWh	bis 20 kWh	bis 30 kWh	bis 50 kWh	bis 70 kWh	bis 90 kWh	über 90 kWh
empfohlene Batteriegröße in Ah bei einer Batteriesystemspannung von 48 V	420 Ah	490 Ah	600 Ah	800 Ah	1000 Ah	1200 Ah	1500 Ah und mehr

Planungshinweise max. Verbrauch/Batteriegröße



Folie 000

6.1 Maximaler elektrischer Verbrauch des Objektes

Der elektrische Verbrauch im Objekt darf das Angebot an elektrischer Energieerzeugung natürlich nicht übersteigen. Damit die DACHS WRA auch in der Lage ist, das Objekt mit ausreichend Strom zu versorgen, darf der elektrische Verbrauch im Objekt nicht größer sein als dies in der Tabelle angegeben ist. Bei diesen Angaben kann es sich nicht um exakte Angaben sondern nur um Richtwerte handeln, die Wirkungsgrade und diverse Verluste etc. berücksichtigen.



6.2 Richtwerte für die Auslegung der Batteriegröße

Batterie- spannung	Batterie- kapazität	durchschnittlich benötigte Verbraucherleistung	voraussichtliche Zeit bis eine Nachladung erfolgt	mögliche Versorgungsdauer in Stunden, ausgehend von einer vollgeladenen Batterie
48 V	420 Ah	0,5 kW	6,5 Stunden	24 Stunden
		1,0 kW	3,5 Stunden	13 Stunden
		2,0 kW	2 Stunden	6,5 Stunden
		4,0 kW	1 Stunden	2,5 Stunden
		6,0 kW	0,5 Stunden	1 Stunden
48 V	600 Ah	0,5 kW	9,5 Stunden	35 Stunden
		1,0 kW	5,5 Stunden	19 Stunden
		2,0 kW	3 Stunden	10 Stunden
		4,0 kW	1,5 Stunden	4 Stunden
		6,0 kW	1 Stunden	2 Stunden
48 V	800 Ah	0,5 kW	13 Stunden	48 Stunden
		1,0 kW	7 Stunden	26 Stunden
		2,0 kW	4 Stunden	14 Stunden
		4,0 kW	2 Stunden	6 Stunden
		6,0 kW	1,2 Stunden	3,5 Stunden
48 V	1000 Ah	0,5 kW	16 Stunden	57 Stunden
		1,0 kW	9 Stunden	29 Stunden
		2,0 kW	5 Stunden	16 Stunden
		4,0 kW	2,5 Stunden	8 Stunden
		6,0 kW	1,5 Stunden	4,5 Stunden

Planungshinweise Auslegung Batterie



Folie 000

Als Anhaltswerte für die Auslegung der Batteriegröße dient die Tabelle „Richtwerte für die Auslegung der Batteriegröße“. Bei Einbindung einer Photovoltaikanlage ist eine größere Batterie zu empfehlen. Ferner wird die Anzahl der benötigten Lade- und Entladezyklen durch eine größere Batterie reduziert und damit die Batterielebensdauer erhöht. Bei größeren Verbräuchen (größer DACHS-Leistung) über einen längeren Zeitraum (größer ca. 2 Stunden) ist ebenfalls eine größere Batterie zu wählen.

Richtwerte für die voraussichtliche Zeit, bis eine Nachladung (Ladezustand < Sollwert) erforderlich ist und die mögliche Versorgungsdauer bei Stillstand der DACHS WRA (Wartung/Störung) in Abhängigkeit der angeschlossenen durchschnittlichen Verbraucherleistung bei verschiedenen Batteriegrößen sind der entsprechenden Tabelle zu entnehmen.



7 Technische Daten und Versorgungsleistungen

Technische Daten Inselsystem:

1) zeitbegrenzt durch die Kapazität der Batterieanlage
2) abhängig von der DACHS-Leistung (Brennstoff, Aufstellhöhe)

DACHS-WRA mit 3 TRACE-Wechselrichter, Typ:		SW 3048/E	SW 4548/E
Nennspannung		3 * 230/400 V	3 * 230/400 V
Nennstrom je Außenleiter	ohne DACHS	14 A ¹⁾	19 A ¹⁾
	mit DACHS	21,5 A ²⁾	27 A ²⁾
max. Ausgangsstrom	ohne DACHS	34 A	34 A
max. Wirkungsgrad der Wechselrichter		95 %	96 %
Nennleistung je Außenleiter	ohne DACHS	3,3 kVA ¹⁾	4,5 kVA ¹⁾
	mit DACHS	4,9 kW ²⁾	6,1 kW ²⁾
3-phasige-Nennleistung	ohne DACHS	9,9 kVA ¹⁾	13,5 kVA ¹⁾
	mit DACHS	14,9 kW ²⁾	18,5 kW ²⁾
System-Dauerleistung mit DACHS		5,5 kW ²⁾	5,5 kW ²⁾
Frequenz		50 Hz	50 Hz
Spannungsform der Wechselrichter		Sinus, 34 bis 52 Stufen pro Zyklus	
statische Spannungskonstanz		± 2 - 6 %	
statische Frequenzkonstanz		± 2 %	
Zuschaltung induktiver Verbraucher		bis 500 Watt pro Außenleiter; ohne Einschränkung bis 2000 Watt pro Außenleiter; abhängig vom verwendeten Verbraucher	
Brennstoff	II _{HELLIP}	Erdgas oder Flüssiggas (Propan)	
Thermische Leistung der DACHS		12,5 kW ²⁾	
Batteriedaten:			
Polspannung		48 V	
Batteriekapazität:		min. 420 Ah	min. 420 Ah

Technische Daten 3-phasiges Inselnetz



Folie 000

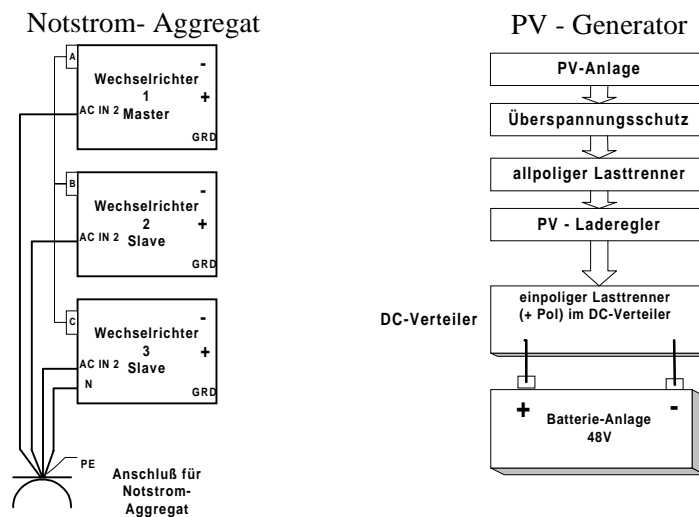
Das WRA - System bietet die Möglichkeit, eine 3-phasige Nennleistung unter Nutzung der Wechselrichter- und HKA - Leistung bis zu 18,5 kW zur Verfügung zu stellen. Die Dauer dieser Spitzenleistung ist natürlich begrenzt und wird durch die Batteriegröße bestimmt.

Bei einer voll geladenen Batterie mit einer Kapazität von 1000 Ah kann z. B. zusammen mit der HKA eine Leistung von 11 bis 12 kW über ca. 4 Stunden abgefordert werden. Die Einbindung einer zweiten HKA in das System läßt sich diese Spitze nochmals um die zusätzliche HKA - Leistung erhöhen. Das System ist für die Einbindung dieser zweiten HKA vorbereitet, die bei einer Leistungserweiterung im Objekt jederzeit ergänzt werden kann.



Bei der Zuschaltung von induktiven Verbrauchern sind die Verbraucherleistungen, abhängig von der benötigten Blindleistung ($\cos \varphi$) begrenzt. Hohe Einschaltströme sind ggfs. durch einen Sanftanlauf zu begrenzen.

8 Optionale Stromerzeuger / Redundanzmöglichkeiten



Optionale Stromerzeuger



Folie 000

Bei Ausfall eines Wechselrichters wird die Stromversorgung mit 2 Wechselrichtern zum Teil aufrecht erhalten. Der DACHS wäre jedoch nicht betriebsfähig. Installationsseitig ist bei Bedarf ein Umschalten von Verbrauchern auf eine alternative Phase vorzusehen.

Zusätzlich kann am Wechselrichter - Eingang ein Notstromaggregat (1- oder 3-phasig) angeschlossen werden, das bei Ausfall des DACHS die Batterieladung übernehmen könnte. Die Einspeisesteckdose in Drehstromausführung sollte in jedem Fall installiert werden.



Bei Einsatz eines Reserve - Wechselrichters (gleicher Typ) kann bei Ausfall einer der Führungswechselrichter für die DACHS WRA die Anlage mit Umschalten des Reserve - Wechselrichters weiterhin funktionieren. Es ist zu empfehlen, den Reserve Wechselrichter für die Versorgung der Beleuchtung und besonders kritische, elektronische Geräte zu nutzen, da dieser Wechselrichter dann unabhängig vom Drehstromnetz mit den großen Verbrauchern eine konstante Versorgungsspannung liefern kann.

Speziell bei Objekten mit eingeschränkter Betriebsweise (Winterpause auf einer Almhütte) sollte mit einer PV - Anlage die Erhaltungsladung für die Batterieanlage gesichert werden. Gleichzeitig dient die dann die PV - Anlage zur Abdeckung eines Teils des Objektstrombedarfs

9 Kundennutzen

Strom und Wärme aus einer Anlageder Kundennutzen:

- höchste Zuverlässigkeit durch abgestimmte und geprüfte Komponenten
- ein tausendfach bewährtes Serienprodukt mit über 3600 netzparallele Anlagen
- minimale Primärinnerenergiekosten durch ein Schaltungskonzept mit abgestimmter Regelung
- Einbindung einer PV-Anlage oder einer zweiten HKA regelungstechnisch vorbereitet
- nachweisliche Lebensdauer des Motors von über 40.000 Stunden
- kostengünstige Installation und Service durch flächendeckendes Partner -und Centernetz
- Ein kompetender Ansprechpartner für alle Komponenten der Anlage



Folie 000



Der Kundennutzen resultiert vor allem aus der effizienten Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie durch Verwendung der erzeugten elektrischen und thermischen Energie. Mit über 3600 in Betrieb befindlichen Anlagen, zumeist im Netzparallelbetrieb, steht ein bewährtes Aggregat zur Verfügung. In der Praxis wurden bereits Laufzeiten für den Spezialmotor von über 70.000 h nachgewiesen. Die Einbindung einer PV - Anlage für die Nutzung der regenerativen Energien ist regelungstechnisch vorbereitet und kann problemlos sowohl auf der AC - Seite als auch auf der DC - Seite integriert werden.

Wärme- und Stromerzeugung und alle Regel- und Steuerungsaufgaben werden von einem abgestimmten System übernommen und von **einem** Ansprechpartner betreut.

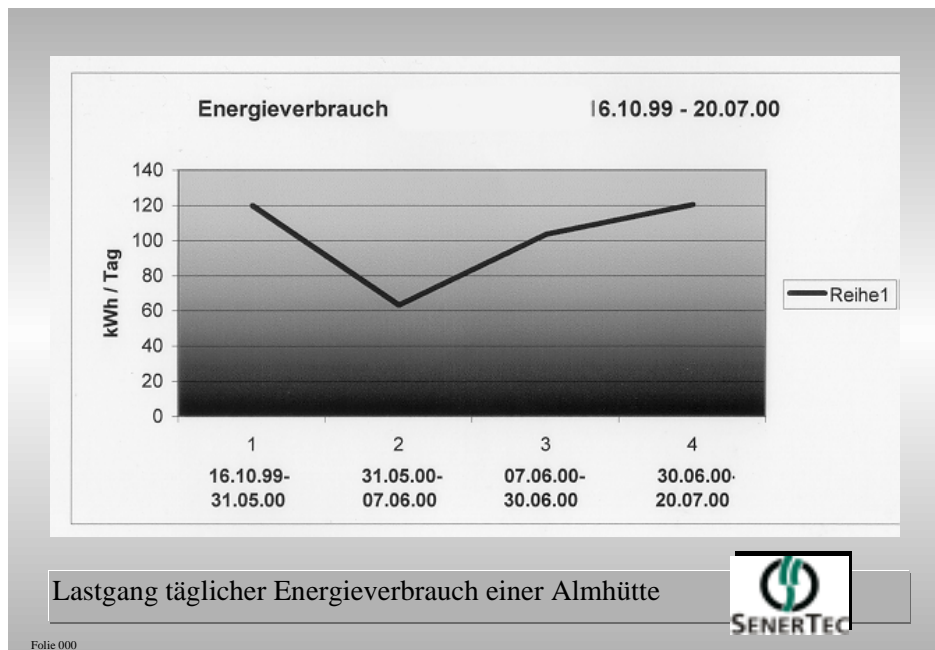
9.1 Leistungsmerkmale

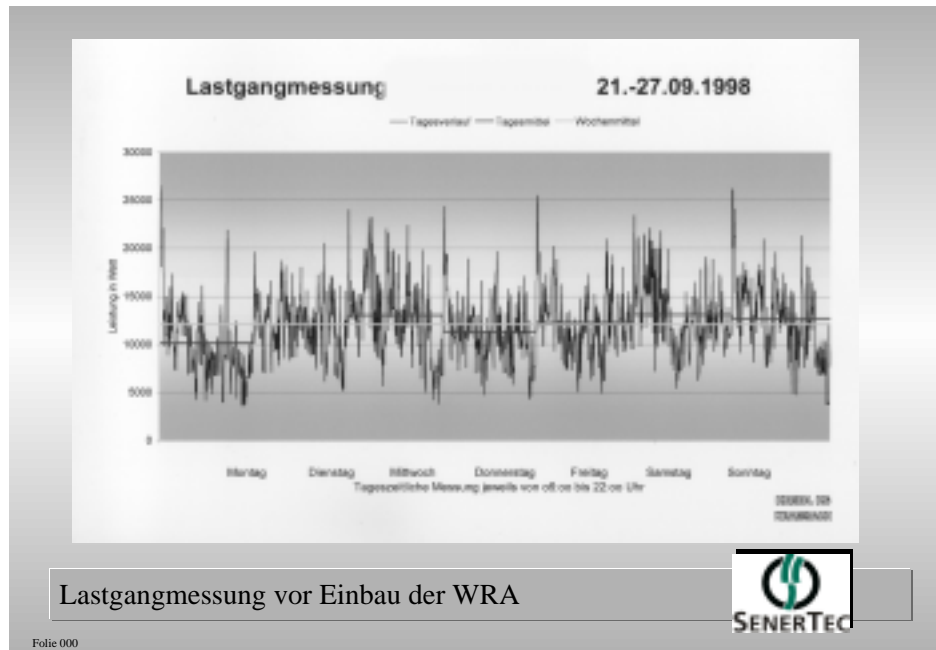
- automatischer DACHS-Start bei Unterschreitung einer definierten Batteriespannung/Batterieladezustand
- automatischer DACHS - Start bei Überschreitung einer einstellbaren Verbraucherleistung in einer definierten Zeitspanne
- automatischer DACHS - Start bei Unterschreitung einer einstellbaren Pufferspeichertemperatur
- manuelle Anforderung des DACHS möglich
- Überwachung der Batteriespannung mit Abschaltung des DACHS über die Sicherheitskette
- Batterieladekennlinien abgestimmt auf den mit gelieferten Batterietyp
- reine Stromführung oder Strom- und Wärmeführung wählbar
- Pufferspeicherladung für Wärme- oder für Stromführung
- Ansteuerung eines Elektroheizstabes oder eines Kessels möglich, falls momentan mehr Wärme als Strom benötigt wird
- Ansteuerung eines Notkühlsystems möglich, falls die Wärmeerzeugung den Wärmeverbrauch übersteigt und der Pufferspeicher bereits geladen ist
- Start des DACHS mittels Netzstartgerät am Inselnetz (keine zusätzliche Starterbatterie notwendig)
- Ansteuerung einer Kaltstarteinrichtung für Start und Betrieb der Anlage bei Heizwasser- bzw. Umgebungstemperaturen $< +5\text{ °C}$ möglich
- Ausfallsicherheit durch 3 unabhängig betreibbare Wechselrichter; Einbindung eines Reserve-Wechselrichters sowie Anschluß eines Notstromaggregates und/oder Photovoltaikanlage möglich
- Ansteuerung einer Betriebs-, Stör- und Wartungslampe möglich. Empfohlen werden zusätzlich die Anzeige der 3 Spannungen und der Ströme. Die Störmeldung des DACHS muß gut sichtbar für den Betreiber erkennbar sein.



10 Praxisbeispiel

Auf einer bewirtschafteten Almhütte im Karwendelgebirge ist eine Dachs WRA als Doppelanlage installiert. Dies hatte zwei Gründe. Zum einen war die erforderliche Leistung in einer Größenordnung, die 2 HKA erforderlich machten und gleichzeitig sollte eine Redundanz gegeben sein bei Ausfall eines Systems. Ein Ausfall erfordert zwar eine Einschränkung des Stromverbrauchs, doch können wichtige elektrischen Verbraucher weiter betrieben werden. Der elektrische Energieverbrauch wurde mit 100 kWh/Tag geplant. Dies erforderte sinnvolle Energieeinsparmassnahmen durch Ausrüstung der Beleuchtung mit Energiesparlampen, Wegfall der elektrischen Warmwasserbereitung und Ersatz durch Nutzung der KWK- Wärme, etc. Es sind noch nicht alle Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung abgeschlossen, daher auch Energieverbräuche von derzeit 120 kWh/Tag, wie in nachfolgender Grafik erkennbar.





Literaturhinweis

Die Grafiken und Daten sind Senertec – Unterlagen oder entstammen den Datenblättern der Batterie- oder Wechselrichter – Hersteller.