

Batteriekonzept für Tutzinger Hütte – erster Entwurf zur Diskussion mit Herrn Haack

Umsatz der Batterie: Sommermonate ca. 35 kWh/Tag, Winter ca. 8 kWh/Tag

Laufzeit BHKW: Sommermonate ca. 10 h/Tag, Winter ca. 1,5 h/Tag

Leistung BHKW: 12 kW auf 300 m über NN, geringe Leistung in 1300 m über NN

Ladekennlinien und Regelschwellen des Ladegerätes: Ladegeräteleistung: 35 A max. (ca. 4 kW) gemäß Herstellergerätebeschreibung bekannt (geregelt U/I Ladung)

Batteriespannung 116 V (58 Zellen in Serie), 490 Ah, Varta, 7 TOPzS 490 (490 Ah, K10)

Laderegime: Entladung bis 1,9 V/Zelle, Aufladung bis 2,4 V/Zelle, Gasungsladung alle drei Monate bei Ladung bis 2,65 V/Zelle, dabei Stromlimitierung auf 20 bis 25 A und Temperatur < 50°C

Vom Hersteller Varta wurden für den **Betrieb mit 58 Zellen** folgende Angaben vorgegeben:

Entladung bis zu 30%, d.h. 1,90 V/Zelle oder 110,2 Volt.

Ladung: 2,40 Volt/Zelle = 139,2 Volt bei möglichst 40 A.

Der Ladebetrieb vor Ort speist Ladegleichrichter und Hausnetzverbraucher gleichzeitig, so dass vom Ladegleichrichter maximal 30 A abgegeben werden..

Zur Vermeidung von Säureschichtung oder zum Ausgleich von Ladedefiziten aus dem Zyklusbetrieb, im Abstand von 3 Monaten, bzw. am Beginn und Ende der Saison, laden bis zur Ladeschlussspannung von 2,65 Volt /Zelle = 153 Volt bei 20 A bis max. 25 A und t max. < 50 °C.

Wie lange bleibt die Batterie bei der Spannung von 2,65 V/Zelle?

Im gegenwärtigen Betrieb lässt sich wegen starker Individualisierung der Zellen diese Spannung nicht erreichen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass beim Erreichen der Entladespannung (110 V), 30 % der Ladung, also 160 Ah oder 18 kWh nicht entnommen wurden sondern erheblich weniger. Beim Betriebswechsel in den Ladebetrieb steigt die Klemmenspannung um bis zu 20 V an.

Wenn das so ist, dann muss die Batterie bereits in einem sehr schlechten Zustand sein. Bei einem Strom im Bereich 110 (50 A) sollten zum einen bei 1,9 V/Zelle mindestens 70% der Kapazität bereits entnommen worden sein und zum anderen sollte der Sprung von Entladen auf Laden kleiner als 20 V sein. Mögliche Ursachen für Ihre Beobachtungen können daher m.E. entweder ein sehr hoher Entladestrom (vielleicht im Bereich 70 bis 80 A) der eine schlechte Batterie sein. Wenn einer der Umstände zutrifft, dann sind die Beobachtungen erklärlich.

Beim Erreichen der Ladeschlussspannung 139 V ist ebenfalls weniger als die 30% der Batteriekapazität zugeführt worden. Den genauen Wert zur Bestimmung des Ladefaktors können wir nicht. Mit den Übergang in Stromentnahme sinkt die Klemmenspannung stromabhängig bis zu 15 V. Diese Angaben sind aus der Erinnerung zitiert, könnten aber mit den Aufzeichnungen vor Ort genauer ermittelt werden.

Haben Sie an der Batterie irgendwelche Geräte, die den ein- und den ausgehenden Strom messen und aufzeichnen?

Nein,

Steuerung des Systems über Aixcon-Wechselrichter

Batterie wird entladen über zwei verschiedene Wechselrichter, soweit erkennbar keine weiteren DC-Verbraucher an der Batterie angeschlossen, während des Ladebetriebs wird der große Wechselrichter abgeschaltet und das Hausnetz direkt vom Motorgenerator versorgt, der kleine WR bleibt auch bei Motorgeneratorbetrieb aktiviert.

Ist das BHKW ganzjährig wärmegeführt? Kann überschüssige Wärme bei Mehrbedarf an Strom abgeführt werden? Wie wird das BHKW geregelt, wenn die Batterie in die Spannungs- und damit Leistungsbegrenzung geht? Wird dann auch die Wärmeabgabe verringert?

Das BHKW ist nicht wärmegeführt. Die ca. 8000 l Wärme-Wasserspeicher reichen aus, alle Kühlwärme des Generators aufzunehmen. Wenn die Vorlauftemperatur des Generatorkühlwassers zu hoch ist (ca. > 80 °C) schaltet die Generatorsteuerung ab. „Notkühlung“ im Notfall kann geschaltet werden, war aber bisher nicht erforderlich. Dadurch dass oftmals auch während des Sommerbetriebes eine gewisse Zusatzheizung nötig ist, um Behaglichkeit in der Hütte zu schaffen, und den Gästen Warmduschen unentgeltlich ermöglicht wird, ist ausreichend Warmwasserverbrauch vorhanden. Wir sind der Meinung, dass auch die thermische Energie genutzt und nicht mit Notkühlung verschwendet werden sollte. Man muß die Wärmespeicher entsprechend groß dimensionieren und Schichtspeicher vorsehen.

Ich bin völlig der gleichen Meinung, dass wenn eben möglich die thermische Energie genutzt werden sollte. Allerdings scheitern in der Praxis BHKW-Konzepte in autonomen Stromversorgungen meist daran, dass zumindest im Sommer kein ausreichender Bedarf an Nutzwärme besteht. Daher meine Frage nach der Notkühlung. Wie Sie dargelegt haben, können Sie die Wärme prima verbrauchen und dann ist das Konzept ja stimmig. Allerdings könnte es aus Sicht eine optimierten Batteriebetriebs sinnvoll und notwendig sein, den Motorgenerator vielleicht zweimal im Jahr über einen längeren Zeitraum von bis zu 24 Stunden am Stück laufen zu lassen. Dies ist ggf. nur möglich, wenn eine Notkühlung vorhanden ist.

Notkühlung per Hand wäre über eine Absenkung der Temperatur im Wärmespeicher möglich, durch Heißwasserentnahme.

Verfügt das Notstromaggregat (Hatz) auch über einen Ladegleichrichter zur Batterie?

Ja, der Hatz kann Hausnetz und oder Ladegleichrichter bis 5 kW bedienen, allerdings erlaubt die Luftkühlung keine Nutzung der thermischen Energie.

Zustand nach Beschreibung von Herrn Haack: Batteriebetriebsführung ist schlecht wg. Mängeln an Systemmanagementsoftware des Aixcon-WR, Tiefentladungen sind aufgetreten, Batterie zeigt starke Sulfatierung, teilweise reversibel durch Spezialladungen, 20 Zellen nach 3 Jahren Betrieb ausgetauscht.

Die Systemsteuerung mit dem Aixcon Gerät wurde durch eine Uhrzeitsteuerung ersetzt

Grundsätzliche Ideen und Anforderungen für ein Batteriekonzept

1. Die Ladungsumsätze in der Anlage sind hoch und es ist eine tägliche Nachladung der Batterie über das BHKW gewährleistet. Je nach Auslegung der Batterie resultiert daraus ein hoher relativer Ladungsumsatz (im Prinzip ist ein Umsatz von 80% der Nennkapazität in der Sommersaison möglich). Dies kann übers Jahr zu nahezu 200 Kapazitätsumsätzen der Batterie führen. Die Batterie kann natürlich größer dimensioniert werden, dies wäre energetisch aber nur notwendig, wenn z.B. während des Winters Verbraucher in der Anlage über längere Zeit alleine aus der Batterie und ohne BHKW-Betrieb versorgt werden müssten.

Mit einer telefonischen Fernabfrage sollte mindestens im Winter sicher gestellt sein, eine Betriebsstörung des Generators binnen 24 h zu erkennen. Witterungsbedingt kann der Hüttenzustieg für ca. 1 Woche verhindert sein, so dass erst danach eine Entstörung vorgenommen werden kann. Im Regelfall sollte aber täglich der Generator für begrenzte Zeit im oberen Lastbereich laufen, um der Hütte eine gewisse Mindestwärme zuzuführen. Das Heiz- und Kühlsystem der Hütte ist nicht frostsicher.

Das ist eine wichtige Information. Gibt es denn im Winter noch erheblichen Bedarf an Strom

oder werden die Batterien dann eigentlich die ganze Zeit im Vollladezustand gehalten? Wird der Strom ebenfalls für die Beheizung kritischer Bereiche verwendet?

Solange das BHKW ordnungsgemäß arbeitet, wird der Vollladezustand der Batterien erhalten. Es muß aber sicher gestellt sein, dass ein möglichst großer Ladestrom während der vorgegebenen Ladezeit fließt, damit auch entsprechend Wärme produziert wird. Strom für zusätzliche Heizzwecke könnte ausschließlich während der Ladephase geschaltet werden.

2. Beim Einsatz einer Batterie mit flüssigem Elektrolyten, sollte unbedingt eine Elektrolytumwälzung verwendet werden.
Heute würden wir auch darauf bestehen. 1999 hat es der Hersteller als nicht erforderlich beurteilt. Unsere zwei Vorgänger Batterieanlagen alter Bauweisen (110 V) hielten auch jeweils fast 20 Jahre ohne Umwälzung, wurden aber auch nicht im zyklischen Betrieb genutzt,
Dazu kommt leider, dass heute keine Batterien gebaut werden, die 20 Jahre halten, zumindest keine, die für den Normalbenutzer bezahlbar wären.
3. Zur genauen Beurteilung der Batteriebelastung sollte eine Vermessung von Batteriestrom und Batteriespannung über einen Zeitraum von mindestens 6 Wochen während der Sommersaison und während der Wintersaison vorgenommen werden.
Ist Ihr Institut in der Lage, uns für diese Zeiten mit entsprechenden Geräten leihweise zu versorgen, oder müssten die erst angeschafft werden? Das könnten wir sicher machen, zumindest wenn es ein Projekt gibt. In einem Projekt würden wir dann aber sicher so oder so eine Messwerterfassung fest installieren.
Wie träge sind diese Geräte? Würden die kurzzeitigen Anlaufströme z.B. der Kühlmotoren erfasst werden?
Das müsste im Einzelfall geprüft werden. Typischerweise tasten die Messgeraete etwa alle Sekunde Strom und Spannung ab und integrieren dann jeweils über 20 Millisekunden. Noch schnellere Ereignisse tragen zur Ah und Energiebilanz typischerweise kaum etwas bei. Denn diese Stromspitzen verursachen ein Abwürgen des Generators, der dann nach mehreren missglückten Anlaufversuchen in permanent blocked übergeht.
Solche Ereignisse würde man mit einem Transientenrecorder analysieren. Das kann aber auch in einer Messkampagne vor Ort in vielleicht zwei bis drei Tagen untersucht werden. Außerdem erhält man keine Erkenntnis darüber, welcher Stromanteil parallel zur Ladephase in das Hüttennetz geht.
Die Messwerterfassungen haben typischerweise ausreichend Kanäle, um alle Energieflüsse zu erfassen. Allerdings ist die Installation dann schon wieder aufwendiger → Teil des Projektes.
4. Es muss auf jeden Fall ein geeignetes Batteriemangement implementiert werden. Dieses Management muss vier Aufgaben erfüllen, die ggf. auf unterschiedliche Komponenten verteilt werden können:
 - Ladezustandsbestimmung und damit Realisierung des Tiefentladeschutzes. Eine spannungsgeführte Tiefentladeschutzschwelle ist nicht zu empfehlen. Der minimale Ladezustand sollte 20% nicht unterschreiten.
Jede spannungsgeführte Steuerung hat nach meinen bisherigen Beobachtungen den Nachteil, immer nur den momentanen Summenwert bewerten zu können, der durch einzelne individuell abgedriftete Zellen total verfälscht sein kann (Umpolung einzelner Zellen). Eine Kontrolle der entnommenen und eingespeisten Ladung mit entsprechendem Ladefaktor kann alleine eine relative Drift der Batterieanlage zu einem wachsenden oder abnehmenden Ladungspegel auch nicht dauerhaft verhindern. Welche Messgrößen der diversen ermittelbaren Summenwerte sind hier miteinander zu kombinieren um eine zuverlässige Aussage zum Ladezustand zu erhalten?
Gerade um auch noch Kapazität der Batterie nutzen zu können, wenn sie insgesamt schon gealtert ist, ist eine Regelung über den Ladezustand sinnvoll. Wir verwenden

hier ein Verfahren, dass eine Kombination aus einer Strombilanzierung und einer Auswertung von Strom, Spannung und Temperatur mittels eines Expertensystems kombiniert. Damit lässt sich der Ladezustand recht zuverlässig und Langzeitstabil bestimmen. Insbesondere hat eine ladezustandsbezogene Regelung gegenüber einer spannungsbezogenen Regelung den Vorteil, nicht bei kurzzeitig auftretenden Strömen durch unterschreiten der Spannungsschwelle direkt zu einem Start des Motorgenerators zu führen.

- Ein Energiemanagement sollte das BHKW möglichst dann einschalten, wenn im Haus ein hoher direkter Strombedarf existiert. Dies ermöglicht den Betrieb des BHKW in einem möglichst optimalen Betriebswirkungsgradbereich. Daher sollte ein Start des BHKW nicht nur erfolgen, wenn der minimale Batterieladezustand erreicht worden ist. Zu klären ist allerdings, welche Freiheitsgrade der thermische Bedarf bei der Einsatzplanung des BHKW zulässt.

Der Zustand eines länger dauernden hohen Strombedarfes ist durch konsequente Vorrangschaltung der einzelnen Verbraucher und Gleichverteilung auf die 3 Phasen des Drehstromnetzes bei unserem Betriebsfall vermieden. Spitzenverbrauch tritt nur kurzzeitig beim gleichzeitigen Einschalten sämtlicher Sparlampen (z.B. nächtliche Betriebsumschaltung des Generators mit kurzzeitiger Netzabschaltung) oder beim Anlauf von Motoren auf, wobei aber auch hier für die Motoren von Wasserpumpen, Materialeiseilbahn und Kühlung eine Vorrangschaltung besteht. Alle Phasen sind im Haus so schwach abgesichert dass unerwünschte Verbraucher nicht anschaltbar sind. Es gibt weder Kaffeeautomaten, noch Mikrowelle, noch Waschmaschinen etc. Der Geschirrspüler arbeitet nur mit Pumpe, ohne Heizung mit Heißwasser. Das nenne ich eine vorbildliche Planung ☺

- Realisierung einer geeigneten Ladekennlinie im Normalbetrieb. Das Ladegerät muss zumindest eine geregelte IU-Ladung fahren können. Idealerweise kann die Spannung während der U-Phase durch das Batteriemangement entsprechend den aktuellen Bedingungen (Temperatur, Ladungsumsatz, Dauer seit der letzten Vollladung) individuell eingestellt werden.

Die Akkuzellen stehen im Raum des BHKW, dessen Stromgenerator luftgekühlt ist (Umwälzung) Damit herrscht immer eine ausreichend hohe Temperatur für die Zellen. Notfalls werden im Sommer die Fenster geöffnet und ein zusätzlicher Ventilator setzt temperaturgesteuert ein. Defekte Zellen machen sich durch eine relativ höhere Betriebstemperatur bemerkbar, die man deutlich fühlen, oder mit einem Infrarotgerät berührungslos messen kann.

Wichtig wäre es hier zu wissen, welche Freiheitsgrade das Ladegerät bzgl. der Ladekennlinie lässt. Wer ist denn der Hersteller / Produktbezeichnung des Ladegerätes?

Eine Gerätebeschreibung des Herstellers liegt vor und kann übergeben werden

- Es muss eine regelmäßige vollständige Ladung der Batterie sichergestellt werden. Hierfür muss eine verlängerte Laufzeit eines Stromerzeugers durch das Batteriemangement angefordert werden. Bei derartigen Ladungen sind mindestens 5 ggf. mehr Stunden Ladedauer über den normalen Ladebetrieb hinaus sicherzustellen. Wenn dies mit besonderen Stromnutzung z.B. Holzspaltung, etc. verbinden lässt, dann sollte das angestrebt werden. Derartige Vollladung sind etwas einmal im Monat anzustreben. Vermutlich handelt es sich bei der Vollladung um die Ladung bis 2,65 Volt/Zelle, die uns vom Hersteller im Abstand von 3 Monaten empfohlen wurde. Gegenwärtig erfolgt dies mit unserer Zeitsteuerung, die dazu per Hand geändert wird. Das Hausnetz hängt mit seinen Verbrauchern immer parallel zum Ladegleichrichter. Wie lange werden denn die 2,65 V aufrecht erhalten?

Im Prinzip meine ich aber nicht die Gasungsladung, die ja zudem bei hohen Strömen durchgeführt wird. Ich halte zusätzlich Ladung im monatlichen Abstand, bei denen bei einer Spannung von etwa 2,45 V/Zelle für 3 bis 5 Stunden geladen wird, für sehr wichtig. Ca. monatlich 1 mal lassen wir die Ladung für mehrere Stunden zusätzlich im Ladebereich von 150 V laufen; dabei zeigt sich auch bereits eine Absenkung des Ladestromes.

5. Für die Bestimmung der Kapazität der Batterie und deren Kapazitätsregenerierung ist es von Vorteil, wenn in etwa 6monatigen Abständen die Batterie vollständig entladen und wieder aufgeladen wird (möglichst zweimal hintereinander). Dies ist typischerweise aufwendig, wenn spezielles Equipment zur Entladung der Batterie herbeigeschafft werden muss. Wenn allerdings die normale Last des Hauses verwendet werden kann, dann reduziert sich der Aufwand auf ein akzeptables Mass. Ein derartiges Verfahren sollte bei der Elektroplanung des Batterieanschlusses vorgesehen werden.

Die vollständige Entladung eines Batterieblockes mit 58 Zellen haben wir bisher nicht gezielt versucht, weil die Kapazität der einzelnen Zellen zu unterschiedlich ist. Es lassen sich mindestens 3 Gruppen erkennen, a) die neuen, 1 Jahr alten Ersatzzellen, b) die erfolgreich regenerierten Zellen und c) die alten unbehandelten Zellen. Aus meinen Versuchen mit den regenerierten Zellen ist mir bekannt, dass die Entladung jeder Zelle recht individuell ist und die Ladung nach einer versehentlichen Tiefentladung ein bis zum Faktor 3 größeres Ladevolumen erforderlich macht.

Von der Belastung durch das Hausnetz her gesehen wäre der Vorgang aber möglich. Woran soll das Ende der vollständigen Ladung bei einem divergierend zusammengesetzten Akkublock erkannt werden? Es ist weder möglich die Einzelspannungen mit vertretbarem Aufwand zu kontrollieren, noch den Säuregehalt.

Idealerweise sollte der Säuregehalt schon zweimal im Jahr für alle Zellen bestimmt werden. Wenn dies durchgeführt werden kann, nach dem die Batterie insgesamt entladen worden ist, dann ist das sicher vorteilhaft. Ich gehe auch davon aus, dass aufgrund der von Ihnen beschriebenen Randbedingungen eine Einzelüberwachung nicht möglich ist. Unser Vorgehen ist in diesen Fällen, dass wir die Batterie bei einer Stromstärke um I₁₀ auf eine mittlere Zellspannung von 1,7 V runter fahren. Natürlich liegen die verschiedenen Gruppen von Zellen dann auf verschiedenen Niveaus, aber das lässt sich nur mit sehr großem und damit auch teuren Aufwand vermeiden. Die tiefste Spannung, die Sie erreichen können, hängt dabei natürlich vom Eingangsspannungsfenster der Wechselrichter ab. Zusätzliche Gleichstromentladeeinheiten können im Rahmen eines Überwachungs- und Begleitungsprojektes mitgebracht und angeschlossen werden, das ist aber kein Vorgehen für den Normalbetrieb.

Wenn die regelmäßigen guten Volladungen durchgeführt werden können, kann hoffentlich eine vorzeitige Sulfatierung der Batterien vermieden werden kann. Sollte dies aber trotzdem eintreten (z.B. weil aus technischen Gründen über einen längeren Zeitraum keine vollständigen Ladungen durchgeführt werden konnten oder es zu übermäßigen Tiefentladungen gekommen ist) wäre es von Vorteil, die Batterien einer IULa-Ladung (mit Konstantstromnachladung) zu unterziehen. Hierbei müssen nach Abschluss der monatlichen speziellen Vollladung wenigstens weiter 10, besser 15% der Nennkapazität über eine Nachladung mit kleinem Strom zugeführt werden. Der Strom in dieser Zeit darf etwa 0,1 x I₁₀ bei verschlossenen und 0,2 x I₁₀ bei Batterien mit flüssigem Elektrolyt betragen. Dies bedeutet je nach Batterie zwischen 5 und 15 Stunden zusätzliche Ladung bzw. Betrieb des BHKW's. Für eine oben beschriebene Konstantstromladung einzelner Zellen oder von Zellenblöcken bis 7 Zellen im off line Betrieb verfügen wir über entsprechende Geräte und haben dies auch schon öfters mit Erfolg praktiziert. Mit regenerierten Ersatzzellen können wir angetötete Zellen aus dem Block herausnehmen und sie vor Ort auch notfalls behandeln (laden ,

entladen. Die Geräte würden mit Hilfe des kleinen Wechselrichters betrieben, also ohne Generatorbetrieb. Allerdings sind nach meiner Erfahrung die erforderlichen Ladezeiten um Faktoren größer, bis sich bei den Zellen eine nachweisbare Verbesserung einstellt. In der Tat brauchen richtig schlechte Zellen deutlich mehr Ladung. Die Zuführung von 2x der Nennkapazität kann da oftmals noch nicht einmal ausreichend sein. Meine Zahlen bezogen sich auf eine regelmäßige Behandlung, die möglichst in der Betriebsführung automatisiert durchgeführt wird. Durch die regelmäßige Behandlung soll im Vorfeld verhindert werden, dass es den Batterien so recht schlecht geht.

Grundsätzlich muss geklärt werden, ob im normalen Betrieb der erzielbare Ladefaktor groß genug ist, damit in dem String von 55 Zellen nicht mit starken Tendenzen zur Individualisierung gerechnet werden muss. Dies kann nur durch eine detaillierte Datenerfassung (wie oben bereits beschrieben) festgestellt werden. Wenn es sich um eine Batterie mit flüssigem Elektrolyt handelt, kann dies auch über das bei Wartungsarbeiten nachgefüllte deionisierte Wasser abgeschätzt werden. Wenn der Ladefaktor nicht im Bereich von wenigstens 1,08 bis 1,12 liegt, dann besteht die Gefahr der Individualisierung der Zellen und damit einer sich selbstbeschleunigenden Alterung der Gesamtbatterie. Sollte sich herausstellen, dass die Ladefaktoren aufgrund der Betriebsweise nicht ausreichend hoch zu bekommen sind, müssen die speziellen Volladungen ggf. noch weiter intensiviert werden. Eine weitere Option ist auch der Einsatz eines ChargeEqualising-Systems, das einen Ladungsausgleich zwischen den Zellen realisieren kann.

Mit der Realisierung einer Volladung haben wir nach meinen Erkenntnissen an unserer Anlage keine Schwierigkeiten, solange wir eben händisch steuern. Den Ladefaktor können wir dabei nicht messen, sondern nur rechnerisch ermitteln. Die feststellbare Individualisierung hat, wie bereits beschrieben, historische Gründe. Die neuen Batterien scheinen aber mit der bisherigen Behandlung ein Jahr lang gut zurecht zu kommen, denn die regelmäßig erfassten Messwerte liegen in einem engen Toleranzbereich. Ich vermute, dass die vorhandene Batterieanlage allenfalls noch dazu dienen kann, ausreichend Erfahrung mit Managementmöglichkeiten zu sammeln, damit bei einem Einsatz eines neuen einheitlichen Blockes alle bekannten Betriebsfehler weitgehend ausgeschlossen werden können. Mit macht vielmehr Sorge, wie komplex am Ende eine Managementkonzept aussieht und wie lange die Wartung, Ersatzteilbeschaffung, Programmanpassung etc. gewährleistet sind. Wir hatte in der Vergangenheit diesbezüglich überwiegend negative Erfahrungen.

In der Tat muss dazu ein stimmiges Gesamtkonzept erstellt werden. Es ist völlig klar, dass ggf. in einer Phase, in der es ein laufendes Begleitprojekt gibt noch relativ aufwendige Lösungen gerechtfertigt sein können, dass das Ziel aber einfach zu betreibende Anlagen sein müssen. Sofern die einzelnen Komponenten über Ansteuermöglichkeiten verfügen, ist das Management eigentlich nicht so aufwendig, aber natürlich muss vor allem der Support gewährleistet werden.

Haben Sie Angaben dazu, wie viel Wasser in die Batterien insgesamt pro Jahr nachgefüllt wird?

Mindestens 50 Liter

Sollte sich herausstellen, dass mit der Betriebsweise durch das BHKW eine Volladung der Batterie nicht oder nur unter großen energetischen Verlusten realisiert werden kann, dann muss über Konzepte mit Parallelsträngen nachgedacht werden. Dabei wird die Batterie in mindestens zwei, besser 3 parallele Stränge aufgeteilt. Die Zuschaltung eines Strangs zum Ladegerät oder dem Verbraucher kann individuell erfolgen. Zudem kann ein Strang auch auf Kosten der anderen Stränge zur Volladung gebracht werden. Durch ein derartiges System kann eine optimale Batteriebetriebsführung realisiert werden, ohne dass deutlich längere Laufzeiten des BHKW notwendig sind. Derartige Systeme sind allerdings nicht kommerziell am Markt erhältlich. Für das System „Rappenecker Hof“ im Schwarzwald wird derzeit ein solches Systems als Prototyp realisiert.

Während des Winters ist sicherzustellen, dass die Batterien stets so weit geladen sind, dass eine Einsbildung in den Zellen sicher vermieden werden kann. Hierzu müssen die Unterbringung der Batterie und die Dauer der Perioden ohne Nachladung und der in diesen Zeiten anliegende Verbrauch analysiert werden. Sollten längere Perioden zu Überbrücken sein, kann über einen kleinen PV-Generator zur Ladeerhaltung nachgedacht werden. Da es hier nicht um eine Ertragsmaximierung durch die PV geht, könnte eine senkrechte Montage erfolgen, so dass ein Einschneien des Generators sicher verhindert werden kann.

Den Winterbetrieb haben wir relativ gut mit einer Zeitsteuerung im Griff. Allerdings wird die entnommene Leistung (ca. 10%) täglich regeneriert. Der Anfangsladestrom ist leider relativ hoch und fällt dann merklich ab, so dass der Generator nicht mit Vollast arbeitet. Vielleicht lässt sich hier noch eine Verbesserung mit zeitverzögertem Zuschalten von Heizschwertern zur Erhöhung der Generatorlast erzielen. Wärme können wir im Winter immer brauchen. Die Batterien haben auch bei großer Kälte mindestens 11 °C Eigentemperatur in der Randzone.

Wenn Sie etwa 10% entnehmen und die Batterie wie ja auch schon weiter oben von Ihnen angegeben täglich nachgeladen wird, dann entstehen hier keine Probleme. Die Auslastung des Generators ist natürlich ein Problem. Da Sie aber die Wärme brauchen und damit täglich den Generator fahren müssen, sehe ich da wenig Möglichkeiten. Grundsätzlich sehe ich allerdings wenig Notwendigkeit die Auslastung des Generator künstlich hoch zu setzen.

Sofern es der Transport und die Unterbringung der Batterie erlauben, ist eine Batterie mit flüssigem Elektrolyt hier vorzuziehen. Wenn die Batterie relativ klein gewählt wird, was aus ökonomischen Gründen empfohlen wird, ist eine Batterie aus dem Traktionsbereich (Gabelstapler) wahrscheinlich eine angemessene Wahl. Aufgrund der dann sehr hohen Zyklenzahl wird die Lebensdauer begrenzt sein (bei 200 Ladungsumsätzen im Jahr kann mit 4 bis 5 Jahren gerechnet werden). Allerdings ist dies unter den Gesichtspunkten einer Lebensdauerkostenrechnung zu betrachten.

Sollte die Realisierung aller Maßnahmen zur Erreichung von Vollladungen und ausreichenden Ladefaktoren nicht möglich sein, kann über eine mobile Batterieregenerierungseinheit nachgedacht werden. Diese kann ggf. für eine Reihe von Anlagen eingesetzt werden (Verteilung über den DAV?). Eine derartige Einheit würde im Wesentlichen aus einer Hilfsbatterie, einem Motorgenerator, einem Ladegleichrichter und einer elektronischen Last bestehen. Die Batterie der Anlage wird dabei aus dem System herausgeschaltet und die Hilfsbatterie stattdessen zugeschaltet. Die Anlage läuft dann im Prinzip unverändert weiter. Die Anlagenbatterie wird mit Hilfe des Motorgenerators, des Ladegerätes und der elektronischen Last dann einem Lade-/Entladeprogramm unterzogen, in dessen Rahmen zum einen die aktuelle Kapazität bestimmt werden kann und zum anderen eine Regenerierung der Batterie durchgeführt werden kann. Ein derartiger Test dauert etwa 3 bis 5 Tage. Prototypen solcher Regenerierungseinheiten wurden gebaut und getestet. Drei wesentliche Probleme sind dabei zu berücksichtigen: 1. eine derartige Einheit ist schwer (Ersatzbatterie) und kann sicher nur ein Teil der Alpenhütten mit einer derartigen mobilen Einheit (z.B. auf einem Anhänger montiert) erreicht werden; 2. um eine möglichst große Flexibilität bzgl. Spannungslagen und Kapazität zu erreichen, sind erhebliche Investitionen in elektronische Lasten und Ladegeräte zu tätigen; 3. um eine Minimierung der Betriebskosten der Einheit zu erreichen, muss die Testprozedur im Wesentlichen vollautomatisch ablaufen können (dies ist bislang so auf dem Markt nicht erhältlich). Der Vorteil einer derartigen Einheit neben der Regenerierung ist aber vor allem auch, dass sich normgerechte Kapazitätsprüfungen durchführen lassen und damit z.B. Abnahmetests oder

Prüfungen über die Notwendigkeit eines Austausch der Batterie gemacht werden können.

Mit unseren Gerätschaften aus der Zellendesulfatierung sind wir in der Lage eine Regenerierungsstation in ähnlicher Form vor Ort einzurichten, allerdings ohne Stromgenerator, sondern wir würden den kleinen einphasigen Wechselrichter an der Hauptbatterie (unterbrechungsfrei) nutzen. Dieses Verfahren könnte jeder, bei dem die Notwendigkeit besteht, relativ kostengünstig für seinen Bedarf zusammenstellen. Sektionen mit mehreren Hütten und weitgehend identischen Problemen könnten noch leichte Einzelgeräte der Einrichtung mobil einsetzen, wobei eben die Transportmöglichkeiten ausschlaggebend sind.

Das finde hört sich gut an. An einem solchen Konzept sollten wir auf jeden Fall dann arbeiten.

Konzept für ein Projekt zur Optimierung und Begleitung der Batterieanlage Tutzinger Hütte mit dem Ziel der Erarbeitung eines generalisierten Batterieleitfadens für Alpenhütten

Bei der Planung der Batterieanlagen sowie der Betriebsführung der Batterieanlagen werden immer wieder erhebliche Fehler gemacht, die zu einer erheblichen Verkürzung der Lebensdauer führen. Die Ursache sind vielfältig:

- Mangelndes Grundverständnis für Batterieanlagen in autonomen Stromversorgungen
- Ungenügende Berücksichtigung von Lebensdauerkostenaspekten bei Dimensionierung des Systems
- Verteilung der Verantwortlichkeiten für die Anlagenplanung auf verschiedene Personen / Firmen, aus der oftmals eine ungenügende Abstimmung und integrale Anlagenplanung resultiert
- Überlastung der Batterie durch im Vorfeld nicht erfasste Verbraucher oder gesteigerten Energiebedarf
- Fehlerhafte oder ungenügende Systemkomponenten, die zumindest nicht so zusammen spielen, dass eine gute Batteriebetriebsführung resultiert.

Als ein zentrales Problem muss angesehen werden, dass auch bei den Fachfirmen, die die Planungen und Installationen vornehmen nur ungenügendes Wissen in diesem Bereich vorliegt. Der Grund ist vor allem in einer mangelnden Ausbildung zu diesem Thema sowohl in Ausbildungsberufen als auch Universitäts- oder Fachhochschulstudien zu suchen. Auch Fachliteratur zu diesem Thema ist für die praktische Planung von Anlagen nicht ausreichend vorhanden.

Daher wird vorgeschlagen, unter Einbindung von mindestens zwei Pilotprojekten (Tutzinger Hütte) als Beispiel für ein Motorgenerator-Batterie-System und eine weitere Anlage mit regenerativer Energieerzeugung einen Leitfaden für die Batterieplanung zu entwickeln. Dieser Leitfaden soll sich an Anlagenplaner und Errichter wenden und klare Checklisten enthalten, die bei der Planung zu beachten sind. Damit soll auch die Erstellung von Leistungskatalogen für Ausschreibungen vereinfacht werden.

Zudem sollte parallel dazu ein Fortbildungskurs mit speziellem Fokus auf die Hüttenwarte bzw. Energiereferenten zum Thema Batterien entwickelt und in regelmäßigen Abständen angeboten werden. Dabei sollten Grundkenntnisse zur Batterie allgemein, zur Pflege der Batterien und zur Erkennung und Identifikation von Problemen vermittelt werden. Dieser Kurs soll die Zielgruppe in die Lage versetzen, durch Eingriffe in die Anlagensteuerung negativen Effekten gegenzusteuern.

Anhand der Pilotanlagen soll „Best Practice“ demonstriert werden und auch die im Leitfadens dargestellten Prozeduren auf deren Tauglichkeit und Anwendbarkeit überprüft werden. Zudem soll eine Langzeitbegleitung der Pilotanlagen eingerichtet werden, in deren Rahmen eine kontinuierliche Datenerfassung erfolgt, regelmäßig eine Anlagenüberprüfung stattfindet und die Kapazität der Batterie bestimmt werden. Zusätzlich wird eine vereinfachte Überwachung von Batterieanlagen in einer großen Zahl von Anlagen vorgeschlagen. Dabei sollen Daten zu den Lebensläufen der Batterien zusammengetragen werden, damit über eine langfristige statistische Auswertung bessere Aussagen über die Eignung verschiedener Batterietechnologien und anderer Einflussfaktoren gemacht werden soll. Dafür ein einfacher, einmal im Jahr auszufüllender Fragebogen, der durch die Hüttenreferenten auszufüllen ist entworfen und ausgewertet. Zudem sollte einmal innerhalb von 5 bis 8 Jahren eine Begehung der Anlage durch einen Spezialisten erfolgen, um vor Ort eine Bestandaufnahme der vorhandenen Technik zu machen. Ergebnis der Begehung kann dann auch die Empfehlung an die Sektion sein, ggf. eine eingehendere Untersuchung bzw. Optimierung vorzunehmen.

Die Erstellung des Leitfadens, die Ausarbeitung des Fortbildungskurses sowie die Implementierung des Begleitungsprogramms für eine große Zahl von Batterieanlagen kann innerhalb eines halben Jahres abgeschlossen sein. Die Realisierung der Pilotanlagen kann zeitversetzt zum Beginn der Ausarbeitung des Leitfadens einsetzen. Die Betreuung der Pilotanlagen und der anderen Anlagen sollte auf mindestens 5 Jahre angesetzt sein. Andernfalls ist eine sinnvolle Aussagen zu Batterielebensdauern leider kaum möglich. Die Fortbildungsseminare sollten, stetig erweitert und aktualisiert um die Ergebnisse des Programms, jährlich oder nach Bedarf und Anforderung des DAV bzw. seiner Sektionen angeboten werden.

Ihre vorgeschlagene Vorgehensweise finde ich gut, und sie sollte nicht allzu lang einer Fachdiskussion ausgesetzt werde. Nach meiner Einschätzung geht es in erster Linie um Handeln und Erfahrung sammeln, konsequent Daten erfassen und gemeinsam die richtigen Schlüsse ziehen. Am Ende sieht die Lösung vermutlich doch etwas anders aus als ursprünglich angenommen. Die Lösung sollte für die Berücksichtigung neuer Erkenntnisse oder Weiterentwicklungen offen sein. Aber die Hauptsache ist, für diesen Problembereich schrittweise ein unanfechtbares Lösungskonzept zu erarbeiten.