Den Strom selbst erzeugen - Wege zur autarken Stromversorgung

Akademie für Lebensunternehmer
Martin Glogger, http://freie-energie.netzwerkkompetenz.org

Ziel

Eine weitestgehend autarke Stromversorgung, die auch als Notstromversorgung dienen kann. Das bedeutet, daß bei einem längeren Stromausfall, die wichtigsten elektrischen Geräte, wie etwa der Wasserkocher, der Kühlschrank, der elektronische Heizungsregler, der Computer, usw. unabhängig vom öffentlichen Stromnetz betrieben werden können.

Ziel

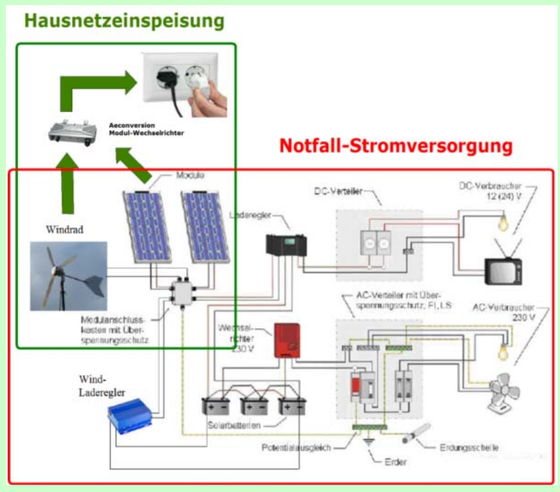
Angebote für eine kombinierte Solar– und Windstromanlage

Geeignet zur autarken Stromversorgung (Inselbetrieb), aber auch als grüne Stromquelle, die Ihren Strombedarf vom öffentliche Stromnetz stark verringert.

Kombination aus Hausnetzeinspeisung und Notstromversorgung

Im Normalbetrieb wird der Wind– und Sonnenstrom direkt in das Hausnetz eingespeist und hilft so Stromkosten zu sparen. Wenn mehr Solarstrom eingespeist wird, wie im Hausnetz verbraucht, dann wird der überschüssige Solarstrom zum Netzbetreiber zurückgespeist. Mit einer geeigneten Schaltvorrichtung könnte man sogar vollständig auf die Rückspeisung verzichten und stattdessen jeden Überschuss an Solarstrom direkt in entsprechenden Akkus speichern.

Im Falle eines Stromausfalls kann die Anlage manuell über einen Schalter auf die Notstromversorgung umgeschaltet werden. Die Solar– und Windkraftanlage läuft dann auf Inselbetrieb, völlig unabhängig vom öffentlichen Stromnetz.



Die Bastelvariante für preisbewusste Selbstbauer

Eine Solar- und Windstromanlage, mit Hilfe einer ausführlichen Fotosammlung und einer schriftlichen Bauanleitung zu dieser Anlage, selber bauen ...

Ich habe eine Solar- und Windstromanlage, weitestgehend aus Schrott und Gebrauchtteilen zusammengebaut und dabei viele Fotos gemacht, die Schritt für Schritt sehr detailliert zeigen, wie ich das Ganze gemacht habe. Diese Fotosammlung mit kurzen Kommentaren, habe ich in ein eBook gepackt. Außerdem existiert für den Bau der Anlage eine sehr ausführliche, schriftliche Bauanleitung von einem Bastler, der schon 30 Jahre solche Anlagen baut und in seinen Bauanleitungen viele Details verrät.

Falls Interesse an der Fotosammlung und der schriftlichen Bauanleitung besteht, so schreiben Sie mir einfach eine kurze Mail (martin.glogger(@netzwerkkompetenz.org).

Eine konkrete Bastlerlösung für die Notstromversorgung aus Wind– und Sonnenstrom

Der über die Solarmodule bzw. den Windradgenerator erzeugte Strom wird in Akkus gespeichert. Vor die Batterien sind Laderegler geschaltet, die die Batterien vor Überspannung (> 14,2 V) schützen. Das Solarmodul wird bei Überspannung, vom zuständigen Laderegler kurzgeschlossen, der Windstrom wird wegen des geringen Innenwiderstandes, des Windradgenerators, auf einen anderen Verbraucher oder eine andere Batterie umgeschaltet. Überspannung bedeutet übrigens, daß die Batterie voll ist und keinen weiteren elektrischen Strom mehr von dem Solarmodul bzw. dem Windradgenerator aufnehmen kann.
Die in der Anlage verwendeten Solarmodule liefern 2 x 5,5 A und einmal 5,3 A. Diese Module erzeugen damit einen maximalen Strom von 16,3 A. Wie aber Praxismessungen ergaben, klettert der Strom auch bei bestmöglichen Bedingungen nicht über 14 A. Damit ist der vom Preis her recht günstigen "KEMO M174 DUAL/TWIN Solar-Laderegler bis 16A!" ausreichend. Um ganz sicher zu gehen wurde zwischen Laderegler und Solarmodul noch eine 15A-Flachsicherung verbaut. Das Gleiche gilt für die Windrad-Stromleitung zur Batterie. Damit wird sichergestellt, daß die Laderegler und vor allem auch die Batterie selbst vor zu hohen Ladeströmen (> 30 A) geschützt sind.
Die 12 V DC-Verbraucher können dann direkt an die Batterie angeschlossen werden, für die 230 V AC-Verbraucher muss ein DC/AC-Wandler dazwischen geschaltet werden, der die 12 V-Gleichspannung von der Batterie in eine 230 V Wechselspannung umwandelt. Gleichzeitig schützt der Wandler die Batterie vor Unterspannung (< 10,8 V) - sie wird dann etwa 5 Minuten nach einem akustischen Signalton abgeschaltet.
An den Wechselrichter können dann Verbraucher mit max. 1200 Watt angeschlossen werden, etwa ein Computer, Ladegeräte oder ein Kühlschrank.
Jetzt möchte ich euch noch ein paar Bilder zeigen, die demonstrieren, wie die Anlage nach und nach entstanden ist.

Internetscout - innovative Energiespargeräte finden lassen

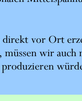
Ich finde für Sie ganz bestimmte, innovative Energiespargeräte und liefere Sie Ihnen direkt nach Hause.

Coachingdienst - selbst Strom erzeugen und Energie sparen

Ich erstelle Stromsparkonzepte mit denen Sie viel Geld sparen und die Umwelt schonen können.

Die Bastelvariante für preisbewusste Selbstbauer

Einen Warmwasserkollektor, mit Hilfe einer ausführlichen Fotosammlung und einer schriftlichen Bauanleitung zu dieser Anlage, selber bauen!



Ich habe einen Warmwasserkollektor, weitestgehend aus Schrott und Gebrauchtteilen zusammengebaut und dabei viele Fotos gemacht, die Schritt für Schritt sehr detailliert zeigen, wie ich das Ganze gemacht habe. Diese Fotosammlung mit kurzen Kommentaren, habe ich in ein eBook gepackt. Außerdem existiert für den Bau der Anlage eine sehr ausführliche, schriftliche Bauanleitung von einem Bastler, der schon 30 Jahre solche Anlagen baut und in seinen Bauanleitungen viele Details verrät.

Falls Interesse an der Fotosammlung und der schriftlichen Bauanleitung besteht, so schreiben Sie mir einfach eine kurze Mail (**martin.glogger@netzwerkkompetenz.org**).

Energie sparen

Bei einer autarken Stromversorgung und noch mehr bei einer Notstromversorgung ist es sehr wichtig, daß diese nur soviel Strom erzeugen muß, wie unbedingt erforderlich ist. Je kleiner die Anlage dimensioniert werden kann, desto weniger kostet sie und desto weniger Material muss gekauft werden, was Rohstoffe und Arbeitszeit spart.

Den Strom wirklich sinnvoll nutzen lautet die Devise. Es ist ein großer Unterschied ob man mit 1 kWh Strom 7 Stunden fernsieht oder einen Tag Lebensmittel im 180 l-Kühlschrank kühlt oder 3 Minuten duscht. Das eine kann man tun, das andere ist lebenswichtig. Es gibt viele Möglichkeiten Strom zu sparen. Etwa die Auswahl des richtigen Standorts des Kühlschranks! Pro Grad Umgebungstemperatur können etwa 6% Strom gespart werden. Wer auf Kochwäsche verzichtet, also seine Wäsche statt mit 95°C nur mit 60°C wäscht, der spart 40% Strom.
Wer **das Wasser für die Waschmaschine direkt von der Sonne aufwärmen lässt (Stichwort: Warmwasserkollektor)**, statt mit Strom, kann zusätzlich sehr viel Strom sparen. Dazu kann man eine Waschmaschine mit Warmwasseranschluss für Solarkollektoren kaufen oder man füllt das heiße Wasser direkt in die Waschmitteleinfüllöffnung.

Angebote für einen Schwerkraft-Sonnenkollektor

Betriebsfähig ohne Umwälzpumpe und kompliziertem Regelsystem. Was nicht da ist, kann nicht kaputt gehen. Außerdem spart man gegenüber den geregelten Kollektoren viel Strom, Arbeitszeit und Rohstoffe.

Angebote für eine Notstromversorgung

Die Notfall-Stromversorgung setzt sich aus den Hauptkomponenten Laderegler, Wechselrichter, Solarmodule, Windrad, Batterien, Batterieladegerät und den Verbindungskabeln zusammen.

neue Technologien für die autarke Stromversorgung finden lassen

Ich finde für Sie ganz bestimmte, Technologien für die autarke Stromversorgung und liefere Sie Ihnen direkt nach Hause.

Coachingdienst - selbst Strom erzeugen und Energie sparen

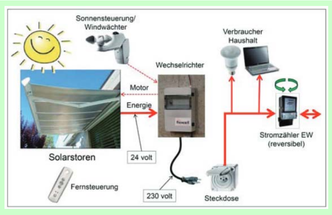
Ich erstelle maßgeschneiderte und bezahlbare Energiekonzepte für autarke, also Stromnetz-unabhängige Stromversorgungen.

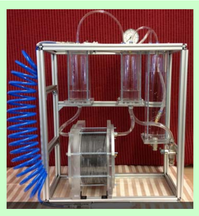
neue Technologien zur autarken Stromversorgung

Es gibt so viele interessante Innovationen im Bereich der autarken Stromversorgung.
Praktische Beispiele sind die HHO-Zelle, die Solarmarkise, Solarzellen aus Holz, die Solarfarbe oder ein Fahrradgenerator.

- die HHO-Zelle, zum Heizen mit Wasser und zum Betreiben von Fahrzeugen
- die Solarmarkise, einfach und platzsparend Solarstrom erzeugen
- die Solarzellen aus Holz, umweltbewusst Solarstrom erzeugen
- ein Fahrradgenerator, mit der beim Heimtraining abgegebenen Muskelkraft Strom erzeugen

Es wäre sehr schade, wenn die vielfältigen Innovationen nicht genutzt werden, nur weil die Nachfrager und die Anbieter keinen Weg zueinander finden. Genau daß ist das Hauptziel meiner Dienstleistung. Ich finde für Ihr spezielles Bedürfnis, die jeweils relevante Technologie zur autarken Stromversorgung. Außerdem helfe ich Ihnen bei der diesbezüglichen Planung und beim Aufbau.



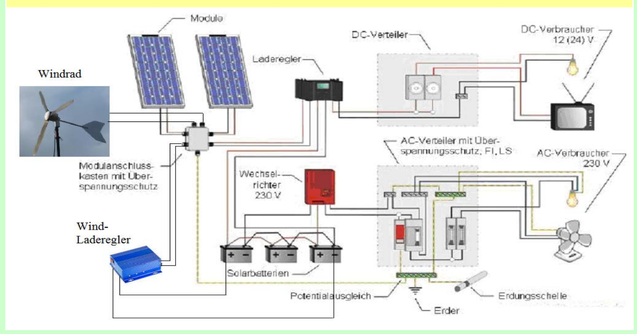


Notstromversorgung, die den Solar– und Windstrom in einer Batterie speichert

Der über die Solarmodule bzw. den Windradgenerator erzeugte Strom wird hier in Akkus gespeichert. Der Akku hat die Aufgabe den wechselhaften Wind– und Sonnenstrom zu speichern und die angeschlossenen Geräte mit dem Strom zu versorgen, den sie brauchen. Da die Akkus sehr empfindlich sind, müssen sie vor folgenden Gefahren geschützt werden: Überspannung, Tiefentladung (max. auf 50 % der Nennkapazität), zu hohen Ladeströmen, dauerhafte Unterladung und zu lange Lagerung mit mangelhafter Ladung. Vor diesen Gefahren, bis auf die beiden zuletzt genannten, schützt der Laderegler die Batterie.
Die 12 V DC-Verbraucher können über einen DC-Verteiler oder auch direkt an die Batterie angeschlossen werden. Für die 230 V AC-Verbraucher muss ein DC/AC-Wandler dazwischen geschaltet werden. Dieser Wechselrichter wandelt die Gleichspannung von der Batterie in eine 230 V Wechselspannung um. An den Wechselrichter können dann Verbraucher mit entsprechender Nennleistung für die der Wechselrichter ausgelegt ist, angeschlossen werden, etwa ein Computer, Akku-Ladegeräte oder ein Kühlschrank.

Für diese Notstromversorgung gibt es ein fertiges Set aus den folgenden Hauptkomponenten: Laderegler, Wechselrichter mit modifiziertem Sinus, Solarmodule, Windrad, Batterien, Batterieladegerät und den Verbindungskabeln.

Wer gerne bastelt, und die Anlage weitestgehend selbst zusammenbaut und dazu möglichst Schrott– und Altmetall nutzt, der kann gegenüber der fertigen Industrieversion einiges sparen. Wie so eine Anlage aussieht, möchte ich euch im nächsten Beispiel zeigen.



Einfachste Notstromquelle: eine Batterie mit Batterie-Ladegerät

Eine ganz einfache Notstromversorgung, allerdings nur für 12V-Gleichstromgeräte bietet diese Kombination. Mit dem Batterieladegerät, kann die Batterie geladen werden und es können dann 12 V-Geräte direkt an die Batterie angeschlossen und betrieben werden.
Für die 230 V-AC-Geräte muß zusätzlich ein Wechselrichter zwischen die Batterie und das Gerät geschaltet werden. Der Wechselrichter macht aus der 12V- Gleichspannung, eine 230 V Wechselspannung.

Im der nächsten vorgestellten Notstromlösung, wird die Funktion des Batterieladegerät durch ein Solarmodul und ein Windrad übernommen, die dann aus Sonne und Wind den Ladestrom erzeugen.

Angebote für eine Hausnetzeinspeisung

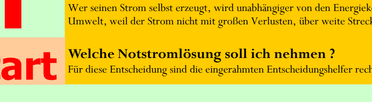
Die Anlage um den Solar– und Windstrom in das Hausnetz einzuspeisen, besteht im Wesentlichen aus den Solarmodulen, dem Windrad, dem Modulwechselrichter und den Verbindungskabeln.

Eine Hausnetzeinspeisung über die der Solar– und Windstrom direkt in das Hausnetz eingespeist wird

Die Hausnetzeinspeisung ermöglicht es den Solar– und Windstrom direkt für den Betrieb des Kühlschranks oder des Wasserkochers zu nutzen. Der Strom muß also nicht zwingend zum E-Werk rückgespeist oder in einem Akku zwischengespeichert werden.
Da der Strom immer den Weg des geringsten Widerstands nimmt, ziehen sich die im Hausnetz aktiven elektrischen Geräte den Strom, den sie brauchen und der am leichtesten verfügbar ist. Das ist natürlich der Solarstrom. Ist nicht genügend Solarstrom verfügbar, so holen sich die Geräte den benötigten Reststrom aus dem öffentlichen Stromnetz.
Dauernde Stromverbraucher sind z. B. der Kühlschrank, der Gefrierschrank oder die elektronische Heizungsregelung. Auf diese sollte die Anlage ausgelegt werden.

Für den Eigenbedarf reichen 1000 Watt. Das sind z. B. 4 Module mit jeweils 250 Watt. Diese erzeugen an einem sonnigen Hochsommertag ca. 6000 Wh. Der Tagesbedarf einer sparsamen Kleinfamilie (Vater, Mutter, 1 Kind) liegt bei etwa 4,5 kWh.

Was passiert, wenn die Solaranlage mehr Strom erzeugt, als verbraucht wird? Ist der Strombedarf der im Hausnetz aktiven Verbraucher geringer, als der von den Solarmodulen gelieferte Strom, dann wird dieser überschüssige Strom automatisch in das öffentliche Netz zurückgespeist. Der Strom fließt jetzt in umgekehrter Richtung über den Hauptstromzähler, der dann rückwärts laufen würde. Deshalb ist im Stromzähler eine Rücklaufsperre eingebaut.



Die Rückspeisung muss beim Netzbetreiber angemeldet werden und der Wechselrichter muss direkt mit einem Zweirichtungszähler (Dreiphasen-Ferraris-Zähler) verbunden werden. Dieser Zähler, der vom Netzbetreiber gekauft werden muss, mißt und protokolliert sowohl den vom E-Werk benötigten Strom, als auch den überschüssigen Solarstrom, der zum E-Werk rückgespeist wird. Außerdem sollte ein zusätzlicher Zähler für den Eigenverbrauch installiert werden. Das alles muss von einem Elektriker gemacht werden.

Damit die am Hausnetz angeschlossenen, elektrischen Geräte betrieben werden können, muss der Solar-Gleichstrom in einen entsprechenden Wechselstrom gewandelt werden. Der Wechselrichter muss diesen Wechselstrom mit dem Netzstrom synchronisieren. Dabei müssen entsprechende vom Netzbetreiber vorgegebenen Sicherheitsstandards eingehalten werden. Diese sind in der VDE-AR-N 4105 genauer beschrieben. So muß der Wechselrichter beispielsweise bestimmte Grenzen einhalten, was Frequenz und Amplitude betrifft. Wenn die Schwankungen zu groß werden oder die Netzspannung ausfällt, dann schaltet sich der Wechselrichter ab.
Wäre der Strombedarf immer höher als der Strom den die Solarmodule liefern, dann könnte man die Solarmodule bzw. den Wechselrichter direkt an die nächste Steckdose im Hausnetz anschließen. In der Regel ist das aber nicht der Fall, so daß ein rückspeisungsfähiger Stromzähler erforderlich ist.
Angenommen es sind folgende Dauerverbraucher am Hausnetz angeschlossen: Ein energiesparender Kühlschrank mit kleinem Gefrierfach: 22,5 Wh | eine sparsamer Gefrierschrank 22,5 Wh | ein Internet-Router: 10 Wh | zwei Schnurlos-Telefone: 0,14 Wh; Der Gesamtstundenverbrauch der Geräte wäre 56 Wh. Eine kleine 500 W-Solaranlage, liefert an einem sonnigen Hochsommertag aber 500 Wh. Daraus folgt, daß schon relativ kleine Anlagen zeitweise mehr Strom liefern, als die im Hausnetz angeschlossenen Geräte verbrauchen.
Eine Alternative zum Zweirichtungszähler, wäre eine Schaltung, die den überschüssigen Solarstrom in einem Akku zwischenspeichert und ihn somit zeitunabhängig verfügbar macht. Die in der nächsten Mail vorgestellten Beispiele zeigen, wie solche Lösungen aufgebaut werden. Diese Lösungen können auch als Notstromversorgung dienen.

Entscheidungshilfe: Solar– und Windstromanlage

Die Sonne und der Wind liefern die Energie relativ ruhig, geruchlos, zum Nulltarif und sind in der Kombination meist verfügbar. Daher empfehle ich als eine gute Lösung für eine kleine Notstromversorgung, die Kombination aus Solar- und Windstromanlage. Je nach den Wetterverhältnissen auch nur Solar oder eben Wind. Mittlerweile gibt es für Selbermacher viele gute und günstige Fertig-Bausätze, die man sich via Internet kaufen kann und mit denen sich kleine Solarstrom-Anlagen (bis 500 Watt) für weniger als 1100 Euro aufbauen lassen. Auch für Klein- Windräder gibt es zahlreiche gute und günstige Bausätze.

Wer seinen Strom mit Hilfe von Sonne und Wind selbst erzeugt, wird unabhängiger von den Strompreisen der Energiekonzerne und hat gleichzeitig im Fall des Falles eine Notstromversorgung. Nicht zuletzt kann man den erzeugten Strom über entsprechende Wechselrichter auch direkt in das Hausnetz einspeisen und kann so fortlaufend von der Energie der Sonne und des Windes profitieren, nicht nur in Notzeiten. Da man den eingespeisten Strom nicht mehr vom E-Werk kaufen muss, spart man bares Geld und innerhalb von 10 bis 15 Jahren amortisieren sich die Ausgaben. **Im Notfall schaltet man dann einfach auf die Inselanlage mit Batteriespeicher um.**

Wer seinen Strom mit Sonne und Wind selbst erzeugt, trägt auch aktiv zum Umweltschutz bei. Dadurch, daß der Strom vor Ort erzeugt wird, vermeidet man die großen Verluste, die bei der Übertragung des Stroms mittels Freileitungen oder unterirdisch verlegten Kabeln über weite Strecken entstehen. Etwa ein Prozent geht bei der Fernübertragung über Hochspannungsleitungen verloren, bei den regionalen Mittelspannungsleitungen rd. zwei Prozent und bei den örtlichen Verteilungsleitungen knapp fünf Prozent.

Wer also seinen Strom selbst mit Hilfe von Solarmodulen und Windrädern direkt vor Ort erzeugt, wirkt dem entgegen. Der hilft nicht nur Energie optimal zu nutzen, der spart auch Geld, denn den beim Transport verloren gegangenen Strom, müssen wir auch mitbezahlen.
Wenn viele Menschen, ihre Energie, auf umweltfreundlichem Wege selbst produzieren würden, dann könnten wir sehr wahrscheinlich sogar auf die zentrale, von oben herab organisierte und sehr kostspielige Energiewende verzichten.

© Martin Glogger, Akademie für Lebensunternehmer

eine Solar– und Windstromanlage

Notstromaggregat, Brennstoffzelle, E-Cat

Wozu brauche ich eine autarke Stromversorgung ?

Im Februar 2010 wurde von der "Deutschen Energie Agentur kurz DENA eine Studie veröffentlicht, in der die Kraftwerksplanung in Deutschland bis 2020 analysiert wurde. Die betreffenden Experten kamen dabei zu dem Ergebnis, daß bei der künftigen Stromversorgung mit mehr Störungen bzw. Ausfällen zu rechnen ist.
Auch in der Welt online und anderen bekannten Nachrichten-Magazinen, werden in den letzten Jahren immer wieder die Auswirkungen längerer Stromausfälle beschrieben. Man rechnet also schon damit, daß unser bisher als absolut sicher gewohntes Stromnetz, in Zukunft instabiler werden könnte. Selbst Staatsbankrotte und Währungsreformen werden nicht mehr für unmöglich gehalten. Beim Staatsbankrott in Argentinien 2001 wurden die Banken geschlossen und eines der ersten Dinge, die im folgenden Chaos passierten, waren Stromausfälle. Vor allem in den Entwicklungsländern,
aber auch in vielen Schwellenländern sind mehrstündige oder gar mehrtägige Stromausfälle an der Tagesordnung. **Was würde passieren, wenn bei uns der Strom über mehrere Stunden oder gar Tage ausfällt ?**

Mit einer autarken, also vom Stromnetz-unabhängigen Stromversorgung können wir sicherstellen, daß wir auch bei einem längeren Stromausfall, wichtige elektrische Geräte betreiben können, etwa Lichtquellen, den Wasserkocher, den Kühlschrank, die Ladegeräte, den PC, den Fön oder wichtige Elektrowerkzeuge.

Wer seinen Strom selbst erzeugt, wird unabhängiger von den Energiekonzernen und ihren Strompreisen und schont die Umwelt, weil der Strom nicht mit großen Verlusten, über weite Strecken, zu ihm transportiert werden muß.

Welche Notstromlösung soll ich nehmen ?
Für diese Entscheidung sind die eingerahmten Entscheidungshelfer rechts und links sehr hilfreich.

Start **Start**

Entscheidungshilfe: Notstromaggregat

Zuerst denkt man bei einer Notstromversorgung an ein Benzin- oder Diesel-Notstromaggregat. Die gibt es heute schon für 200 € im Baumarkt zu kaufen. Bei den billigen Geräten kann man sich aber ziemlich sicher sein, daß die keinen sauberen Sinus liefern.
Ganz allgemein haben Stromaggregate den Nachteil daß sie **stinken und sehr laut sind**. Nicht zuletzt ist man **auf Treibstoff angewiesen, der in Notzeiten möglicherweise nicht mehr in ausreichender Menge verfügbar ist**. Falls der Strom noch länger ausfällt als ein paar Wochen, ist das Stromaggregat keine Lösung mehr, weil auch die ganze Treibstoffversorgung vom Strom abhängig ist. Es gäbe dann weder Schmieröl noch Benzin und Diesel-Nachschub.
Ein 2000 Watt Benzinaggregat braucht innerhalb von 12 Stunden, bei einer 2/3-Auslastung (also ca. 1.300 Watt) schon um die 15 l Benzin. Außerdem **kosten Benzin u. Diesel, vor allem wenn das Aggregat über längere Zeit betrieben wird, sehr viel Geld**. Dieser Benzin sollte auf Vorrat da sein, möglichst für 2 Wochen, daß wären immerhin 250 Liter. Wo sollen diese Benzin-Kanister eingelagert werden ? Brandgefahr!

So ein Stromaggregat hat also mit umweltschonender Stromerzeugung gar nichts zu tun, es dient wirklich nur zur Notstromversorgung. Die Ausgaben für ein Aggregat amortisieren sich auch nicht nach einer gewissen Zeit, sondern **diese Ausgaben erhöhen sich mit jedem Einsatz**.

Der E-Cat

das von dem italienischen Ingenieur Andrea Rossi entwickelte Gerät kann mittels kalter Fusion, sehr günstig und umweltfreundlich heizen und Strom erzeugen

Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad
- arbeitet sehr leise
- gibt es auch als 10 kW-Version für Privathaushalte und ist relativ kostengünstig
- Betriebskosten ca. 20.- Euro im Jahr für den E-CAT Treibstoff (Ni-H) Nickel, kostet tausend mal weniger als Öl und hat eine 100000-mal höhere Energiedichte
- keine Emissionen, keine Verschmutzung
- die E-Cat ist umweltfreundlich, der Reaktor erzeugt und verwendet keinerlei radioaktiven Substanzen. - was rein kommt ist Nickel, Wasserstoff und ein geheimgehaltener Katalysator, der Abfall besteht aus Nickel und ein wenig Kupfer, beides voll wiederverwertbar
- niedrige Wartungskosten
- der E-Cat ist transportabel, d. h. er kann auch in entlegenen Gebieten Wärme und Strom erzeugen

Nachteile

- die Zigarettenschachtel-große Energieeinheit des E-Cat muss jedes halbe Jahr erneuert und das Gerät wieder aufgeheizt werden. Damit fällt es zweimal im Jahr für eine Stunde aus.
- muss mit Strom (Batterie) gestartet werden

die Brennstoffzelle

wandelt chemische Energie ohne Umwege in elektrischen Strom um und dient der mobilen Stromversorgung

Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad (bis 65%), der durch zusätzliche Nutzung der anfallenden Wärmeenergie auf mehr als 80% gesteigert werden kann - aus 10 Liter Methanol werden 9,1 kWh Strom produziert
- arbeitet sehr leise, der Aufwand zur Geräuschdämmung entfällt
- die verwendeten Materialien sind weitestgehend umweltfreundlich und können nach Ablauf der Lebensdauer problemlos wiederverwendet werden
- die Brennstoffzelle ist umweltschonend, denn bis auf die Direkt-Methanol Brennstoffzelle stößt keiner der Brennstoffzellentypen Kohlendioxid (CO2) aus
- der durch Elektrolyse gewonnene Wasserstoff ist in praktisch unbegrenzten Mengen in den Meeren vorhanden

Nachteile

- hohe Investitionskosten, die effektiven Kosten für Strom aus Brennstoffzellen sind noch ca. 40-mal so hoch wie beim Netzstrom
- relativ kurze Lebensdauer, vor allem bei mobilem Einsatz (3000 bis 5000 Betriebsstunden = 125 bis 208 Dauerbetriebstage)