

# FAQ

Vielfach gestellte Fragen zu einer autarken Energieversorgung mit -  
Brennstoffzelle, Elektrolysatoren, Batteriepuffer und Wasserstoffspeicherung:

- **Frage: Wie funktioniert dieses Energie – System?**
  - Es ist ein geschlossener Kreislauf. Bei Sonnenschein und selbst an wolkenbedeckten Tagen produzieren die PV – Module Gleichspannung. Mit dieser Gleichspannung wird in erster Linie über die 3-Phasigen Wechselrichter der Haushalts– Tagesbedarf abgedeckt und zugleich der Batteriepuffer geladen. Überschüssige Energie dient dazu über den Elektrolysatoren Wasserstoff zu erzeugen.
  - **Wichtig!** Die PV – Modul – Anzahl (Leistung) muss so gewählt werden, dass ausreichend Energie erzeugt werden kann, damit die Ladefunktionen gewährleistet sind.
- **Frage: Was benötige ich, um Netzautark zu sein?**
  - Es sind verschiedene Energiequellen möglich (Einzeln, oder im Verbund) wie zum Beispiel:
    - PV – Module, Windgenerator, Wasserkraft, Bioanlage
    - Batteriepuffer
    - Wechselrichter,
    - Elektrolysatoren
    - Brennstoffzelle
    - Verdichter
    - Wasserstoffbehälter
- **Frage: Kann das Energie – System komplett im Haus (Keller) untergebracht werden?**
  - Ja, für die Wasserstoffspeicherung sind jedoch ein paar Sicherheitskriterien zu beachten:
  - Es muss wie in einem Heizkeller eine Durchlüftung gewährleistet sein
  - Ähnlich wie bei einem Öltank, muß ein Entlüftungsröhr ins Freie geführt werden in welchem der Wasserstoff abgeleitet werden kann
  - Es ist ein H<sub>2</sub> – Sensor im Raum zu installieren
- **Frage: Kann der Wasserstoffspeicher im Freien gelagert werden?**
  - Ja, dass erspart verschiedene Installations- u. Überwachungseinrichtungen, denn der Wasserstoff kann ungehindert entweichen.
  - Direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden, weil sonst der produzierte, gespeicherte Wasserstoff über das Überdruckventil entweichen könnte und das wäre schade.
  - Minustemperaturen sind für die Wasserstoffspeicherung ideal.
- **Frage: Welche Informationen sind erforderlich um die Anlagengröße zu definieren?**
- **Wichtig! Der Energiebedarf in einem Haushalt setzt sich aus zwei Verbrauchsgrößen zusammen:**
  - 1) **Dem Stromverbrauch, welcher vom Energieversorger auf der Jahresabrechnung aufgeführt wird und**
  - 2) **Dem Wärmebedarf, welcher in der Regel durch Gas, Ölheizung, Hackschnitzel, Pellet etc. erzeugt wird**

**Um eine komplette autarke Stromversorgung für beide Verbrauchsgrößen zu gewährleisten, muß unbedingt eine ausreichende PV – Fläche auf dem Dach als Energiequelle zur Verfügung stehen. Besser zu viel PV-Module als zu wenig!**

  - Strom – Jahres-Verbrauch (steht in der Rechnung des Energieversorgers)
  - Wie groß ist die Dachfläche (Länge / Breite)
  - Ist schon eine PV – Anlage vorhanden? Wenn ja, welche Peak-Leistung erbringt die Anlage noch?
  - **Wenn der Strombedarf und der Wärmebedarf im Haushalt Netzautark erzeugt werden soll, dann ist die genaue Angabe des bisherigen Verbrauchs des Wärmeenergieträgers (Öl, Gas etc.) erforderlich.**
  - **Siehe dazu Informationen im Anhang Seite 4**
  - **Im Anhang finden Sie eine Liste mit dem Umrechnungswerten in kWh (Seite 6)**
  - Sind bereits Wechselrichter vorhanden, welche auch für einen Insel – Betrieb geeignet sind?
  - Ist bereits ein Batteriepuffer vorhanden? Wenn ja, welche Größe?
  -

- **Frage: Wer kann die Anlage montieren und anschließen?**
  - Ein Installation– Fachbetrieb, welcher mit Wasserstoff / Hochdruckanlagen vertraut und zugelassen ist. Empfehlungen können je nach Örtlichkeit gegeben werden
- **Frage: Wieviel Wasserstoff kann mit einem 2,4KW Elektrolysator produziert werden und wie lange dauert das?**
  - Mit eine 2,4KW – Ely kann in 23 Stunden 1 Kg H2 erzeugt werden
  - Mit eine 5KW – Ely kann in 23 Stunden 2 Kg H2 erzeugt werden
  - Mit eine 14KW – Ely kann in 23 Minuten 6 Kg H2 erzeugt werden
- **Frage. Wieviel Leitungswasser / Brunnenwasser ist erforderlich, um 1 Kg H2 zu erzeugen?**
  - 1Kg H2 benötigt 9Ltr. Wasser
- **Frage: Wenn sich mein Haushalt und damit mein Verbrauch vergrößert, ist es dann erforderlich Brennstoffzellen und Elektrolysator zu erweitern?**
  - Wenn eine ausreichende PV – Fläche vorhanden ist, so dass im Sommer ein Überschuß an Energie in den Wasserstoffbehältern gespeichert werden kann, ist es nicht erforderlich die Geräte zu erweitern, sondern es bietet sich eher die günstige Lösung an, indem ein oder zwei H2 – Speicherflaschen installiert werden (jeweils 33kwh/Flache bei 150-200bar) - oder die PV – Module erweitert werden.
- **Frage: Wie groß sollte eine PV – Anlage sein, um einen Stromverbrauch von ca. 4.000KWh / p.a. selbst im Inselbetrieb erzeugen zu können?**
  - Es sollten ca. 25 Module mit je 325W/Modul das entspricht ca. 8KWh (Peak) zur Verfügung stehen
- **Frage: Welche Batterie – Pufferkapazität sollte die Batterie haben, um ca. 4.000KWh / p.a. ausreichend zwischenpuffern zu können?**
  - Ideal wäre es, wenn der Strombedarf im Haushalt für 24h aus der Batterie gespeist werden könnte und erst dann der Wasserstoff – Einsatz (H2) erfolgt. Bei einem Strombedarf von 4.000kwh/ p.a wären dies ca. 10KWh an Batterieleistung.
- **Frage: Wie groß sollte die Brennstoffzelle gewählt werden, um für ca. 4.000KWh / p.a. den Batteriepuffer ausreichend laden zu können?**
  - ca. 2,5KW
- **Frage: Wie groß sollte die Elektrolyse - Einheit gewählt werden, um für ca. 4.000KWh / p.a. ausreichend Wasserstoff erzeugen zu können?**
  - ca. 2,4KW
- **Frage: Wieviel Wasserstoffflaschen sollten installiert werden, um für ca. 4.000KWh / p.a. (Energieverbrauch) ausreichend Wasserstoff speichern zu können?**
  - Erforderlich sind min. 5 Flaschen a 50Liter, welche mit 150-200 bar befüllt werden, besser wären 7-10Fl. Bei 5 Flaschen können daher ca. 5kg H2, dies entspricht ca.156kwh (brutto) gespeichert werden
- **Frage: Wieviel Energie (PV) ist erforderlich, um 1KG H2 zu erzeugen?**
  - Über die PV - Module werden 55KWh (Solar) benötigt, um 1 Kg H2 zu erzeugen.
- **Frage: Wieviel H2 kann in einer 50Liter Spezialflasche gespeichert werden?**
  - Der Druck bestimmt die Speichermenge. Mit ca.200 bar kann 1Kg H2 gespeichert werden
- **Frage: Wieviel Energie ist in 1 Kg H2 enthalten?**
  - 1Kg H2 enthält bei einem Speicherdruck von 150-200bar = 33,3 KWh Energie (Brutto) Nach Abzug von Umwandlungsverlusten verbleiben real ca. 21KWh
- **Frage: Welche Wartung benötigt der Elektrolysator?**
  - Im Grunde „Keine“. Es muss lediglich einmal im Jahr eine kleine Kalilauge (1L) nachgefüllt werden, sofern die Bajog electronic – Einheit verwendet wird. Und es sollten die Feinstaub- Filter am Lüfter- Einlass gereinigt, bzw. ausgetauscht werden. Verschiedene Sensoren überwachen den Durchfluss, Temperatur und Druckverhältnisse. Die Behälter sollen von Sonneneinstrahlung geschützt sein. Es müssen die Sicherheit Kriterien beachtet werden.

- **Frage: Welche Wartung benötigt die Brennstoffzelle?**
  - Im Grunde „Keine“. Es sollten jedoch einmal Jährlich die Feinstaub- Filter am Lüfter-Einlass gereinigt, bzw. ausgetauscht werden.
- **Frage: Lebenszeit Brennstoffzelle?**
  - Die Brennstoffzelle muss so ausgelegt sein, dass sie ca. 1-5h/Nacht in den Wintermonaten die Batterie wieder auflädt. Die Lebensdauer liegt bei ca. 10.000 h bis 15.000 h = ca. 14Jahre bei einer Durchschnittsaktivität von 2h/Tag. Zu beachten ist dabei, dass sich die Betriebszeit der Brennstoffzelle nur auf die Wintermonate beschränkt, oder wenn nicht ausreichend Sonnenenergie zur Verfügung stehen. In der Nacht wird in der Regel die Batterieladung genutzt. Während den Sommermonaten steht ausreichend Energie zur Verfügung vorausgesetzt, dass die Pufferbatterie entsprechend dem Haushaltsverbrauch angepasst ist.
  -
- **Frage: Lebenszeit Elektrolyator?**
  - Die Elektrolyseproduktion( Wasserstofferzeugung) beginnt, sobald über die PV – Anlage Überschuss-Energie eingespeist und schaltet erst in der späten Dämmerung ab. Die Lebensdauer liegt bei min. ca. 30.000h = min 16 Jahre bei einer Durchschnittsaktivität von 5h/Tag über das Jahr gesehen. Zu beachten ist dabei, dass sich die Betriebszeit nur auf die Tageszeit beschränkt, in welcher die überschüssige Solarenergie ausreicht, um Wasserstoff zu erzeugen und die H<sub>2</sub>- Behälter noch nicht gefüllt sind. Sobald dies geschehen ist, schaltet die Elektrolyse - Einheit ab.
- **Frage: Wie wird die Anlagenfunktion überwacht?**
  - Die gesamte Energie- Einheit wird über eine IP – Adresse auf den PC, Tablett und iPhone übertragen. Die Energieerzeugung, Verbrauch und Anlagenzustand wird im Sekunden- u. Minutentakt aktualisiert und dargestellt
  - Auf Kundenwunsch können auch wir als Hersteller die Anlage über eine REMOTE – Funktion kontrollieren und den Kunden informieren, wenn eine Wartungsarbeit erforderlich wäre.
  -
- **Frage: Energiemanagement?**
  - Das Energie – Management überwacht die aktuellen System- und Energiewerte. Aus dem Energiebedarf für den Haushalt und den zur Verfügung stehenden Energiequellen, werden die „wirtschaftlichsten und effizientesten“ Systemkonfigurationen aktiviert und ständig optimiert
- **Frage: Wasserstoff – Sicherheit?**
  - Wasserstoff ist ein sehr flüchtiges Gas und entweicht sofort nach oben weg. Sobald dies geschehen ist kann Wasserstoff nicht mehr entzündet werden. Es ist daher in einem Kellerraum / Betriebsraum für Umluft zu sorgen und ähnlich wie bei einer Ölheizung wird ein Lüftungsrohr am höchsten Raumpunkt nach außen geführt. Die Anlage selbst wird auf H<sub>2</sub> überwacht und sofort abgeschaltet, wenn eine undichte Stelle detektiert würde. Zudem schlagen wir eine H<sub>2</sub>- Raumüberwachung vor.
  -
- **Frage: Werden Brennstoffzellen vom Bund gefördert?**
  - Ja, es gibt Förderprogramme von der KfW welche entsprechend den Änderungen der Bundesregierung variieren und angepasst werden: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003811\\_M\\_433\\_Brennstoffzelle.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003811_M_433_Brennstoffzelle.pdf)

➤ **Frage: Kann neben der Stromversorgung auch Wärme erzeugt werden?**

- Ja, je nach PV – Größe könnte von der zur Verfügung stehenden Energie eine elektrische Fußbodenheizung mit Heizstäben im Pufferkessel betrieben werden.
- Mit der Solarenergie kann auch das Brauchwasser aufgeheizt werden.
- Unsere Brennstoffzellen erzeugen im Winterbetrieb eine Abluftwärme von 48-55°C, welche als Direktwärme genutzt werden kann, oder über einen Wärmetauscher einer bereits bestehenden Energiequelle zugeführt werden (zum Beispiel in den Rücklauf einer Öl-Heizung, oder Rücklauf in den Pufferkessel für Warmwasser).
- Damit können auch Häuser mit einem geringeren Isolationswert über bestehende Radiatoren beheizt werden, ohne dafür große Außenisolierungen vorsehen zu müssen, sofern hierfür die Solar/PV – Energie ausreicht.

Wir haben darauf Wert gelegt, dass unser Energiesystem ein „offenes System“ ist und dadurch nicht nur die Produktpalette von Bajog electronic eingesetzt werden kann, sondern auch alle Energiequellen und künftige Marktentwicklungen, welche mit einer standardisierten Schnittstelle ausgerüstet sind.

Wenn in einem Haushalt eine Pelletheizung, Hackschnitzel oder andere zugelassene Energiequellen vorhanden sind, binden wir diese in unser Energiekonzept mit ein und steuern diese gezielt nach unserem Wetter und Energie-Vorratsprogramm.

Diese Ausbaumöglichkeit bietet auch den Grundstock, mit einer kleinen Basisanlage zu beginnen und diese Zug um Zug auszubauen, ohne dass bestehende Komponenten ersetzt, oder ausgetauscht werden müssen.

Alle Komponenten sind in 19 Zoll – Größen ausgeführt und können ohne Montageaufwand ergänzt werden.

Wenn mit der eigenen, erzeugten Energie der Jahresstromverbrauch und die Wärme (Heizung) abgedeckt werden soll, dann ist es sinnvoll, dass bei einem Neubau eine geeignete Hausdämmung und die Wärmeerzeugung so effektiv wie möglich gewählt wird.

Bajog electronic ist seit vielen Jahren Energieautark und kann auf der Basis von Eigenerfahrung seit 2008, wie auch aus den vielen Installationsprojekten Vorschläge unterbreiten. Da jeder Haushalt individuell ist, sind auch die Lösungsansätze vielschichtig. In allen Fällen kommt es jedoch auf die Wirtschaftlichkeit und Flexibilität in der Ausbaumöglichkeit an.

## Umrechnung Fossile Energieträger in kWh

---

### Gas umrechnen - m<sup>3</sup> in kWh

Ist der Gasverbrauch auf Ihrer Rechnung oder auf dem Gaszähler in m<sup>3</sup> (Kubikmeter oder auch m<sup>3</sup>) angegeben, können Sie wie folgt in kWh umrechnen. Die benötigte Zustandszahl sowie den Brennwert für Erdgas finden Sie neben ihrem Gasverbrauch auf der Jahresabrechnung des Energielieferanten. Sie können ihn auch bei ihrem Energieversorger erfragen. Die Zustandszahl wird auch als z-Zahl bezeichnet und beschreibt das Verhältnis von einem Gasvolumen im Normzustand zu einem Gasvolumen im Betriebszustand. Die Zustandszahl ist wichtig für die Gasabrechnung, da der Gaszähler den Verbrauch des Gasvolumens im Betriebszustand ermittelt, während die Abrechnung im Normzustand erfolgt. Der Brennwert liegt in der Regel zwischen 9,7 und 12,8 (kWh x Brennwert x Zustandszahl)

**Tip:** Geht es Ihnen nur um eine grobe Schätzung des Verbrauchs, so können Sie für die Zustandszahl 0,95 und für den Brennwert 11 kWh/m<sup>3</sup> ansetzen.

Rechenbeispiel:

Jahresverbrauch in m <sup>3</sup> :	2.000
Brennwert in kWh/m <sup>3</sup> :	9,7
Zustandszahl:	0,95
<b>Jahresverbrauch in kWh:</b>	<b>18.430</b>

---

### Heizöl: Leistung und Energie aus dem Heizwert in kWh berechnen

Heizöl hat einen Heizwert von knapp 10 Kilowattstunden je Liter (10kWh/l) und eine Dichte von etwa 0,82 bis 0,86 Kilogramm je Liter. Die Dichte ist nur relevant, wenn der Heizölbedarf in kg berechnet wird.

Rechenbeispiel:

Öl-Heizwert kWh/l:	9,8
Verbrauchte Menge/L:	2.000
Zeitraum für Verbrauch:	180 Tage
<b>Jahresverbrauch in kWh:</b>	<b>19.600</b>

---

### Vergleich Pellet mit anderen Energieträgern:

1kg Pellet ca. 4,8kWh = 0,48m<sup>3</sup> (Gas) = 0,53l (Heizöl) = 1,2kg (Brennholz, trocken)

### Energie von Fossilen Energieträgern in kWh

1kg Hartholz	ca. 4,0kWh
1kg Erdgas	ca. 10,1kWh
1kg Heizöl	ca. 9,8kWh
1kg Kohle	ca. 8,2kWh

## Heizkosten für alle Brennstoffe im Vergleich

Hier finden Sie alle Heizkosten mit verschiedenen Brennstoffen und Gebäuden im Vergleich. Wir sind immer von einem 4-Personen-Haushalt ausgegangen. Zu zweit oder alleine benötigt man jedoch nicht immer drastisch weniger Energie, weil gewisse Leistungen ohnehin anfallen.

Brennstoff	Heizwert	Gebäude (140 m <sup>2</sup> )	Wärme + Warmwasser (4 Personen)	Heizkosten pro Jahr / m <sup>2</sup>
Heizöl EL (leicht)	ca. 9,8 kWh pro Liter	Bj. 1955	28.000 kWh	1.800 € / 13 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	1.300 € / 9 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	600 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
Erdgas	ca. 10,1 kWh pro m <sup>3</sup>	Bj. 1955	28.000 kWh	1.700 € / 12 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	1.200 € / 9 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	600 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
Pellets	ca. 5 kWh pro kg	Bj. 1955	28.000 kWh	1.600 € / 11 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	1.100 € / 8 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	600 € / 4 € pro m <sup>2</sup>

<b>Hackschnitzel</b>	ca. 4 kWh pro kg	Bj. 1955	28.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	600 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	500 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	300 € / 2 € pro m <sup>2</sup>
<b>Scheitholz</b>	ca. 800 kWh pro SRm	Bj. 1955	28.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	600 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	500 € / 4 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	300 € / 2 € pro m <sup>2</sup>
<b>Heizstrom</b>	1 kWh	Bj. 1955	28.000 kWh	6.200 € / 44 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	4.400 € / 31 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	3.300 € / 24 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	2.200 € / 16 € pro m <sup>2</sup>
<b>Wärmepumpenstrom</b>	ca. 3 - 5 kWh Wärme pro kWh Strom	Bj. 1955	28.000 kWh	1.300 € / 9 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1975	20.000 kWh	900 € / 6 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 1990	15.000 kWh	700 € / 5 € pro m <sup>2</sup>
		Bj. 2005	10.000 kWh	500 € / 4 € pro m <sup>2</sup>