



YACHTGUTACHTEN.EU
B O A T E X P E R T I S E

Leitfaden für Fahrtensegler und Yachteigner
Band 3

Elektrisch Kochen

Praxiswissen für sichere Entscheidungen an Bord

Dipl.-Ing. Frank Reinecke | Yacht-Sachverständiger



(Foto: Frank Reinecke)

Was den Komfort an Bord betrifft, so hat jeder Eigner ganz sicher seine eigenen Bedürfnisse. Die Pantry bei Serienbooten ist meistens mit einem kardanisch aufgehängten Gaskombigerät bestehend aus Ofen und Herd mit mindestens zwei Flammen ausgestattet. Viele Serienboote sehen die Nutzung der blauen 2,75 Kilogramm Butangasflaschen vor. Wenn die Gasanlage regelmäßig kontrolliert und gewartet wird, spricht auch nichts dagegen. Butangas ist eine sehr effiziente Energiequelle und es kocht sich mit Gas sehr gut.

Für den Wochenend- oder Urlaubssegler ist es vielleicht auch reizvoll, sich liebgewonnenen elektrischen Haushaltsgeräten zu bedienen. Der Autor lebt auf seinem Boot und befindet sich auf Langfahrt. Unter Langfahrern ist es durchaus üblich, elektrische Küchengeräte zu nutzen, schließlich verbringen Langfahrer deutlich weniger als 20 Prozent auf Passagen und den weitaus größeren Anteil in Ankerbuchten oder Marinas. Die Voraussetzungen dafür sind auf den meisten Serienbooten mit einem Landanschluss und einem im Boot verbauten 230V Bordnetz vorhanden. In der Pantry befindet sich meistens eine 230V Steckdose.

Wenn man nicht nur vom Landstrom abhängig sein möchte, werden noch ein leistungsfähiger Inverter, ausreichend Akkukapazität und alternative Energiequellen benötigt. Inverter oder auch Wechselrichter genannt, sollten einen sauberen Sinus als Frequenz abbilden. Es wird zwischen Geräten mit reiner Sinusspannung und modifizierter Sinusspannung unterschieden.



Foto (Frank Reinecke): Diese Pantry ist für die Passagen noch mit einem kardanisch gelagerten Gasherd ausgerüstet

Die physikalischen Grundbegriffe kurz erläutert:

Bei einem Wechselstromnetz schwingt der Spannungswert 50-mal pro Sekunde sinusförmig von einem Scheitelwert mit plus 325 Volt zum anderen Scheitelwert mit minus 325 Volt. Diese Schwingung bildet die Frequenz F mit 50 Hertz (Hz) ab. Dabei wird die durchschnittliche Spannung mit 230 Volt angegeben. Das ist die Spannung, die in Europa an unseren Haushaltssteckdosen anliegt und zur täglichen Nutzung zur Verfügung steht.

Wichtig bei der Nutzung von Haushaltsgeräten ist zu verstehen, mit welcher elektrischen Leistung diese Geräte arbeiten. Die elektrische Leistung wird mit P bezeichnet und in Watt (W) angegeben. Sie ist das Produkt aus der elektrischen Spannung U mit der Einheit Volt (V) und dem Strom I mit seiner Einheit Amper (A).

Wenn wir als Beispiel einen Wasserkocher betrachten. Dieser wird mit der üblichen Wechselspannung von 230 V betrieben. Auf dem Typenschild stehen die Werte für die Wechselspannung: 220-240V, die Frequenz: 50/60Hz und die Leistung: 1250-1500W. Da die Stromnetze mit Schwankungen belegt sind, werden auf vielen Typenschildern von-bis Werte angegeben.



Foto (Frank Reinecke) Typenschild Wasserkocher

Herleitung des Strombedarfes aus der Leistung. Wenn wir eine Spannung von 230 Volt annehmen, liegt die benötigte Leistung laut Typenschild bei 1375 Watt. Der Strom wird berechnet in dem man die Leistung durch die Spannung teilt: $1375 \text{ durch } 230 \text{ gleich } 5,98$. Auf die Einheiten Watt, Volt und Amper gehe ich jetzt nicht weiter ein. Die Division der zwei Werte ergibt gerundet 6 Amper.

Das bedeutet, unsere Landstromversorgung sollte mindestens 6 Amper Strom liefern. Der bekannte Yachthafen „Sixhaven“ in Amsterdam hatte bisher auf meiner Langfahrt die niedrigste Absicherung bei 230 Volt mit einem Strom von 6 Amper. Die meisten Häfen sind mit 16 Amper oder darüber abgesichert. Somit kann der beispielhafte Wasserkocher an einer Steckdose in der Pantry betrieben werden.

Das Beispiel Wasserkocher soll auch bei der Dimensionierung des Wechselrichters betrachtet werden.

Die meisten Bordnetze arbeiten mit 12 Volt Gleichspannung. Das heißt der Akku unseres Service Netzes liefert 12 Volt und hat eine begrenzte Kapazität, welche in Amper Stunden angegeben ist. Also wieviel Amper können wir in wieviel Stunden entnehmen?

Der Wechselrichter ist ein elektrisches Gerät, welches aus 12 Volt Gleichspannung 230 Volt Wechselspannung produziert. Wechselrichter gibt es für die üblichen Gleichspannungen 12 und 24 Volt. Die Leistung eines Wechselrichters wird mit der Dauerleistung und Maximalleistung angegeben. Die Dauerleistung beziffert die Leistung, die das Gerät dauerhaft liefern kann. Die Maximalleistung ist die Leistung, welche nur kurzzeitig geliefert wird. Dabei handelt es sich um Werte, die beim Einschalten von Geräten benötigt werden. Nach dem Schaltvorgang fällt das Gerät auf die benötigte Dauerleistung zurück und das sind bei unserem Beispiel des Wasserkochers 1375 Watt. Die höheren Einschaltströme sind für elektrische Küchengeräte ohne Motor zu vernachlässigen. Geräte mit Elektromotoren haben einen geringen Leistungsbedarf. Ein handelsüblicher Mixer ist mit 400 Watt Dauerleistung angegeben. Beim Einschalten des Gerätes ist mit einer bis zu 6-fachen Anlaufleistung zu rechnen. Das bedeutet für die Inbetriebnahme eines solchen Gerätes muss der Wechselrichter für wenige Sekunden 2400 Watt liefern.



Foto (Hersteller): Wechselrichter von Victron Energy

Ein Produkt von Victron Energy neben vielen anderen Produkten ist für die meisten Küchengeräte nutzbar. Dieser erzeugt eine reine Sinuswelle und invertiert die Spannung von 12 auf 230 Volt. Dieses Modell wird auch für Eingangsspannungen von 24 und 48 Volt angeboten. Der Victron Phoenix 12V/3000 liefert eine konstante Ausgangsleistung von 3000 Watt und eine Spitzenleistung von 6000 Watt. Dieses Gerät wiegt 18 kg und die Abmessungen sind Höhe: 362 mm, Breite: 258 mm und Tiefe: 218 mm. Zudem lässt sich dieser Inverter mit anderen Victron Energy Geräten über den VE.Bus koppeln. Zum Beispiel ist eine Parallelschaltung von mehreren Invertern dieser Baureihe möglich, dadurch lässt sich die Ausgangsleistung beliebig erweitern. Das Gerät kostet ca. 1.400 Euro.

Nicht VE.Bus kompatibel ist der Victron Phoenix Smart mit vergleichbaren Leistungswerten und anderen Abmessungen. Diese betragen in der Höhe: 533 mm, die Breite: 285 mm und die Tiefe: 150 mm. Das Gewicht ist mit 19 kg angegeben. Der Preis liegt bei ca. 1.000 Euro.

Bei einer Neuanschaffung eines Inverters für ein Boot wird mindestens eine Dauerleistung von 2000 Watt empfohlen. Das ermöglicht die sinnvolle Nutzung von Küchengeräten.

Der Hinweis ist auch bei Neuanschaffungen Kombigeräte in die Überlegung mit einzubeziehen. Kombigeräte sind in der Lage die Akkus zu laden, kontrollieren den Landstromanschluss und invertieren aus den Akkus die vorhandenen 12 Volt in 230 Volt für unser Bordnetz. Der Vorteil ist, dass diese Geräte beim Ausfall des Landstromes eine unterbrechungsfreie Spannungsversorgung mit 230 Volt zur Verfügung stellen. Eine Reihe weiterer Vorteile steht einem Nachteil entgegen: wenn das Gerät ausfällt, stehen Ladegerät und Inverter an Bord nicht zur Verfügung.

Ein Produkt Beispiel von Mastervolt ist der CombiMaster 12/3000-100. Dieses Gerät erzeugt eine reine Sinuswelle und invertiert die Spannung von 12 auf 230 Volt. Die Dauerleistung ist mit 2600 Watt und die Maximalleistung mit 5200 Watt angegeben. Der Maximal verfügbare Ladestrom ist mit 100 Amper angegeben. Die Abmessungen sind mit der Höhe: 448 mm, der Breite 284 mm und der Tiefe 155 mm sowie das Gewicht mit 9,3 kg angegeben. Der Preis liegt bei ca. 1.700 Euro.

Wer mehr Leistung benötigt dem Stehen von Mastervolt der Mass Combi Ultra zur Verfügung. Hauptleistungsmerkmal ist die Möglichkeit diese Geräte in einer Parallelschaltung zu betreiben. Das bedeutet, es lassen sich sowohl Ladestrom als auch Inverter Leistung erhöhen. Die Inverter Leistung bis zu 35 Kilowatt. Eine Redundanz wird bei einem Parallelbetrieb von mindestens zwei Geräten erreicht. Es steht bei Ausfall eines Gerätes das Zweite zur Verfügung.

Der Mass Combi Ultra ist für Niederspannungen von 12, 24 und 48 Volt verfügbar. Das Gerät für 12 Volt trägt die Bezeichnung 12/3000-150. Es kann eine konstante Inverter Leistung von 3000 Watt und eine Spitzenleistung von 6000 Watt liefern. Der maximale Ladestrom ist mit 150 Amper angegeben. Die Abmessungen betragen in der Höhe: 472 mm, in der Breite: 318 mm und die Tiefe 175 mm. Das Gewicht wird mit 15 Kilogramm beziffert. Die Kosten für diese Lösung liegen bei über 3.000 Euro.



Foto (Frank Reinecke): Die 230 Volt Anlage auf einem Katamaran inklusive Ladegerät und Sinusinverter in einem Kombigerät von Mastervolt

Zugegeben keine billige Lösung aber mit den betrachteten Beispielgeräten können je nach Bedarf professionelle Lösung aufgebaut werden.

Betrachtet man nun die beiden Möglichkeiten, die Nachrüstung eines Inverters mit einer Dauerleistung von 2400 Watt oder eines Kombigerätes mit einer Leistung von 2600 Watt. Diese Geräte professionell auf einem Boot installiert, eröffnen einen Komfortgewinn durch die Nutzung von Haushaltsgeräten an den im Boot installierten Steckdosen.

Bei einer professionellen Installation geht es insbesondere um den Installationsort und dem Kabelquerschnitt zwischen dem Akku und dem Inverter. Beide Geräte sollten möglichst nah zueinander installiert sein. Was den Kabelquerschnitt betrifft muss sich strikt an die Anleitung des Gerätehersteller gehalten werden. Bei einer Distanz von 2,5 Meter wird 70mm² Kabel Querschnitt für die Übertragung von 210 Amper gefordert. Dies entspricht bei einer Nennspannung von 12,8 Volt einer Leistung von 2.688 Watt. Leistungsdaten von üblichen Haushaltsgeräten bei einer Spannung von 230 Volt.

- Einzelne Herdplatte oder ein Induktionsfeld ca. 2000 Watt
- Doppelte Herdplatten haben meistens ein Feld mit ca. 2000 Watt und ein zweites Kochfeld mit ca. 1500 Watt
- Kombigeräte mit Backofen, Mikrowelle und Grill ca. 2000 Watt
- Wasserkocher, Kaffeeautomat oder Kaffeemaschine ca. 1500 Watt
- Brotbackautomat ca. 600 Watt
- Reiskocher ca. 400 Watt

An dieser Stelle greife ich die Frage auf, wieviel Energie wird konkret aus den an Bord befindlichen Akkus für den Betrieb der elektrischen Küchengeräte benötigt.

Eine Annahme ist die Nutzung von Lithium Akkus. Es wird einer der gegenwärtig größten einzeln konfektionierten Akkus betrachtet. LIONTRON bietet mit einer Nennspannung von 12,8 Volt eine nutzbare Kapazität von 300Ah. Das bedeutet es kann z.B. 10 Stunden ein Strom von 30 Amper verbraucht werden. Die Abmessungen sind mit der Höhe: 190 mm, der Breite 349mm und der Tiefe 349 mm sowie ein Gewicht von 34,7 kg angegeben. Der Preis liegt bei ca. 3.000 Euro.



Foto (Hersteller): LIONTRON 300Ah Lithium Akku

Hier einige praktische Beispiele des Energieverbrauches aus den Bord Akkus:

Die Stromstärke wurde während des Kochvorgangs am Batteriemonitor gemessen und die Akkukapazität mittels Batteriemonitor vor und nach dem Kochen ermittelt.

Einen Topf Nudeln auf einer Induktionsplatte kochen. Es wurden mit Vorheizen ca. 15 Minuten 124 Amper Strom aus dem Lithium Akku mit einer Nennspannung von 12,8 Volt entnommen. Dies entspricht einer entnommenen Akkukapazität von 31 Ah. Wieviel Akkukapazität werden benötigt, wenn Bolognese für ca. 2 Stunden eingeköchelt wird? Das Einköcheln verlangt der Induktionsplatte ca. 500 Watt Leistung ab. Bei einer Nennspannung von 12,8 Volt werden dem Akku 39 Amper für ca. 2 Stunden entzogen. Das entspricht einer Entnahme der Akkukapazität von 78 Ah.

Beim Braten von Steaks in einer Gusseisernen Pfanne wird die maximale Leistung von einer Induktionsplatte abverlangt. Der Bratvorgang inklusive aufheizen dauert ca. 10 Minuten. Es werden 10 Minuten ca. 200 Amper Strom aus dem Akku verbraucht und das entspricht einer Akkukapazität von 33 Ah.

Ein letztes Praxisbeispiel erwärmt mittels Wasserkocher 1 Liter Wasser auf Kochtemperatur. Dieser Vorgang dauert 4,5 Minuten und während dieser Zeit wird der Bord Akku mit 140 Amper belastet. Das entspricht einer Akkukapazität von 12 Ah.

Diese Beispiele lassen sich beliebig fortsetzen. In Abhängigkeit der an Bord zur Verfügung stehenden Energiequellen, sind ausgedehnte Kochvorgänge mit elektrischen Geräten auch in einer Ankerbucht möglich. Wichtig ist, bei regelmäßigem elektrischem Kochen den Verbrauch in der Energiebilanz zu berücksichtigen. Schließlich muss die entnommene Energie aus dem Akku wieder in den Akku fließen.

Neben der Energiebilanz stellt sich die Frage der Praktikabilität

Einige Katamaran Hersteller bieten werftseitig die Ausrüstung der Pantry mit einem Induktionsfeld und elektrischen Backofen an. Auf Mehrrumpfbooten sind solche Lösungen auch ohne kardanische Aufhängung möglich, da diese nicht so stark kränken.



Foto (Frank Reinecke): Ein fest eingebauter 2-Flammen-Induktionsherd auf einem Katamaran

Wie verhält es sich in der Praxis bei Booten mit einem Rumpf? Auf Serienyachten empfiehlt sich der Einsatz des kardanisch aufgehängten Gaskochers oder Ofens bei Kränkung unter Segeln. In der Ankerbucht oder im Hafen könnte wegen fehlender Kränkung auch ein mobiler Elektroherd zum Einsatz kommen. Einfache Modelle, ob ein Elektroherd mit zwei Herdplatten oder eine preiswerte Induktionsplatte haben sich bewährt. Jedes elektrische Gerät, welches in der EU vertrieben wird, hat eine CE-Zertifizierung und ist somit geeignet.



Foto (Frank Reinecke): Eine mobile Induktionsherdplatte vor Anker oder im Hafen sicher kein Problem

Der Kreativität, elektrische Geräte in der Pantry nutzbar zu machen, sind keine Grenzen gesetzt. Moderne Serienyachten halten bereits Plätze für Kaffeeautomaten oder eingebaute Mikrowellen vor. Auch ein ständiger Platz eines Brotbackautomaten wäre denkbar, diese Geräte arbeiten auch bei Kränkung und ein frisches Brot auf einer Passage kann die Stimmung enorm steigern. Auch ein Thermomix oder andere Multifunktionskocher finden ihren Weg an Bord und erfreuen sich großer Beliebtheit.

Bei größeren Booten mit ausreichenden Energiequellen an Bord. Zum Beispiel einem Dieselgenerator wäre eine Überlegung, auf Gas als Energieträger zu verzichten. Ein italienischer Hersteller „TECHIMPEX“ bietet marinetaugliche elektrische Geräte in unterschiedlichen Ausführungen an. Beginnend bei 2 Induktionsfeldern nebst Backofen bis zu 4 Induktionsfeldern und einer Kombination aus Backofen, Grill und Mikrowelle. Alle Geräte verfügen über eine kardanische Aufhängung und könnten somit auch in Booten mit Kränkung genutzt werden.

Auch ein britischer Hersteller GnEspace setzte auf diesen Trend und bietet eine Auswahl an Geräten an, die mit 540mm Breite in die meisten kardanischen Aufhängungen passen könnte.



Foto (Hersteller): Kardanisch gelagerter Elektroherd mit Backofen „horizon2“ von TECHIMPEX



Foto (Hersteller): Kardanisch gelagerter Elektroherd mit Backofen „OceanChef 3“ von GNEspace

Das richtige Maß zwischen Minimalismus an Bord oder hohem Komfort auf einer Segelyacht kann nur jeder Eigner für sich selbst finden. In der Praxis haben sich der Einsatz elektrischer Haushaltsgeräte bewährt.

Wenn die technischen Voraussetzungen an Bord erfüllt sind, finden sich neben der Küche auch weitere Einsatzmöglichkeiten von elektrischen Haushaltsgeräten. Beispielsweise kann eine Waschmaschine den Komfort an Bord steigern.