

Ausarbeitung

Beispiel für die Erstellung eines Ausstattungskonzeptes und der dazugehörigen Unterlagen sowie Stücklisten und Verschaltungsplänen zum Einbau einer Wohnmobilelektrik in einen Sprinter Kastenwagen.



Copyright © A. Weingand 2020

Strombedarfsanalyse und Lösungsvorschlag erstellt und überreicht am 26.4.2020 von:

Wohnmobil Beratung
A. Weingand
E-Mail womo-beratung@t-online.de

1. Auftragsgrundlage

Auf Basis unseres Telefongesprächs und Ihrer Mail vom xx.xx.xxxx und der darin beschriebenen Anforderungen wird zwischen:

Wohnmobil-Beratung, XXXX (Auftragnehmer) und

Hr. XYZ, PLZ, Ort (Auftraggeber)

ein Beratungs- bzw. Dienstleistungsvertrag geschlossen. Der Auftraggeber erteilt hiermit dem Auftragnehmer den Auftrag, ihn bei den unter Punkt 4 aufgeführten Themen zu beraten und die notwendigen Unterlagen in Textform bzw. als Zeichnung zur Verfügung zu stellen. Der Kostensatz für die unter Punkt 4 aufgeführten Arbeiten beträgt netto 45,-€ die Stunde.

2. Ausgangssituation und Daten des Auftraggebers

Mail von Herr Mustermann vom

Ich möchte mein Fahrzeug, einen MB Sprinter 213 CDI Kastenwagen, zum Reisemobil ausbauen. Meine Frau und ich möchten mit dem Wagen abseits von Campingplätzen und Stellplätzen für ca. 3 Tage autark stehen. Der Sprinter soll aber auch mit Landstrom benutzbar sein. Für Ausflüge mit unseren Pedelec Fahrrädern soll eine Lademöglichkeit für die Akkus eingebaut sein. Kochen werden wir mit Campingkocher, Warmwasser benötigen wir nicht, aber eine Kaffeemaschine für den Morgenkaffee möchten wir anschließen können. Für kalte Nächte im Frühjahr/Herbst möchten wir eine kleine Heizung. Im Winter reisen wir aber nicht. Wir stellen uns ein gasfreies Reisemobil vor weil ich mich vor dem Einbau einer Gasanlage scheue. Den handwerklichen Ausbau mache ich selbst, die elektrischen Arbeiten übernimmt ein Bekannter, aber für die Auswahl der notwendigen Geräte, für die Planung und für eine Zeichnung der Verschaltungen benötige ich Unterstützung. Können Sie mir bei diesen Themen helfen?

Die nachstehenden Punkte geben Ihnen Aufschluss darüber, was Sie aufgrund der oben aufgeführten beispielhaften Mail an Informationen und Unterlagen von mir erhalten werden.

3. Anforderungen des Auftraggebers an den Ausbau:

Was möchte der Auftraggeber?

- Autarkie für 2-3 Tage,
- Heizung, Kühlschrank, Wasserpumpe, Frischwasserversorgung über Kanister,
- Auswahl der notwendigen Geräte und Ausbauteile, Plan zur Verschaltung der Geräte
- weitere Details müssen noch telefonisch geklärt werden

4. Aufgabenstellung an den Auftragnehmer:

- Telefonische Aufnahme bzw. Rückfragen der Wünsche und Gegebenheiten ✓
- Analyse der Gegebenheiten und der individuellen Wünsche ✓
- Erfassung des Energiebedarfs, Erstellung einer Analyse zu Energiebedarf ✓
- Beratung zu Möglichkeiten der Energieerzeugung und Speicherung, ✓
- Beratung zu Heizungsarten ✓
- Beratung zu Ein- und Umbauarbeiten ✓
- Erstellung eines Grobkonzeptes zum individuellen Ein- Ausbau ✓
- Erstellung einer Komponentenliste mit Bezugsadressen
- Gegenüberstellung, Vergleich eventuell anderer Komponenten oder Lösungen ✓
- Erstellung eines Verschaltungsplans der elektrischen Komponenten ✓
- Erstellung eines Plans zur Leitungsverlegung bzw. Leitungsführung
- Zusammenstellung wichtiger Vorschriften, Normen und technischer Informationen für den Ein- und Umbau. ✓

5. Komponentenliste, Vorschlag, Zusammenstellung:

Was ist vorhanden, was wird zusätzlich benötigt?

Vorhanden ist:

- Lichtmaschine 120 Ah
- Startbatterie 75 Ah

Benötigt wird:

- 1x Heizung Planar 1,8 kW, Diesel, Umluft
- 1x Aufbaubatterie 200 Ah, Lithium
- 1x 230V Batterieladegerät
- 1x Solaranlage 100 Wp mit Solarregler
- 1x Wechselrichter
- 1x Kompressorkühlschrank mit Kältespeicher
- 1x Sicherungsverteiler
- 1x Wasserpumpe
- 1x Lichtband, 3x LED Spots
- 1x Anzeigepanel
- 2x Stromverteilerschienen
- 1x CEE Anschlussdose
- 1x FI/LS Schutzschalter, Camping, 16 A

Für diese Geräteliste schlage ich folgende Hersteller und Typen vor:

A, B, C,

Die technischen Daten dieser Geräte sind Grundlage der nachfolgenden Energiebilanz

6. Links zu Produkten:

BlueBattery	Solar- & Batteriecomputer auf Smartphone
Büttner MT	Ladegeräte, Batterien, Solar
Fraron electronic:	Ladegeräte, Controlpanel, Wechselrichter
Gasfachfrau Nötter	Gastanks
Liontron	LiFePO4 Batterien
LISUNENERGY	individuelle LiFeYPO4 Batteriesets
Kissmann	Kompressorkühlschränke
Martin.Gmbh	Motoranbausätze, 2. LiMa
Movera	Ausbau- & Campingartikel
preVent GmbH	Solaranlagen, WR, Anlagenzubehör
Philippi GmbH:	Ladegeräte, Laststromverteiler, Controlpanel
Speedrail System	Dachbefestigung Solar
Truma	Dieselheizung/Boiler
Planar	Dieselheizung ohne Boiler, 2-8kW
Elgena	Warmwasserboiler 10l, 12/24/230V, Motorwärme
Victron energy:	Ladegeräte, Kombigeräte, Solar, Zubehör
Votronic	Ladegeräte, Kombigeräte, Solar, Zubehör
Vor-Ort Techniker	mobiler Wohnmobil-Technikerservice

7. Strombedarfsanalyse und daraus resultierenden Lösungsvorschläge:

Eine Strombedarfsanalyse aufgrund der vorliegenden Angaben als Beispiel:

Energiebilanz & Simulation						
Energiebilanz 12/24/230V auf Ah/Wh (auf Bordspannung umgerechnet)	Anzahl (n)	Leist. (W)	Strom (A)	Std/ Tg	Strom (Ah)	Leist. (Wh)
V3.7, Stand 9.6.2020, © A.Weingand	(n)	W	W:V	h	A*h	W*h
Spannung im Aufbau 12V oder 24V?	12					
Chassis Lichtmaschine max. Ampere?	1	1440	120			
Ankunft mit 100% geladene Batterie am Standplatz empf. Entladungstiefe bei Blei = 60%, Lithium = 90%						
Batteriekapazität & Entladung	Entlad	DoD auf	Kapazität in Ah		Wh	
Batteriekapazität lt Hersteller	%	%	brutto		200	
Nettokapazität, Entlad. x% auf y% DoD	90	10	verfügbar.		180	2160
Energiequellen, zur Ladung der Aufbaubatterie	Anzahl (n)	Leist. (W)	Strom (A)	Zeit (h)	Strom (Ah)	Leist. (Wh)
Chassis LiMa, 40% für Lad. Aufbau Batt.	1	576	48	2,0	96,0	1152
zusätzl. LiMa, nur für Aufbau, Ampere?	0	1800	120	2,0	0,0	0
Kühlschrank bei Fahrt auf 12/24V?	1	-130	-10,8	2,0	-21,7	-260
Solar Ø Sommer 80% od. Winter 20% ??	80%					
Solarmodule Anzahl & Wp, liegend	2	100	16,7	8,0	133,3	1600
Summe Energieerzeugung bei Fahrt			174		208	2492
Summe Energieerzeugung im Stand			17		133	1600
Verbrauch Beleuchtung & Geräte 12/24V	(n)	(W)	(A)	(h)	(Ah)	(Wh)
LED Beleuchtung, Spots	3	8	2,0	3,0	6,0	72
LED Ambiente Beleuchtung, Strip 5 m	1	30	2,5	3,0	7,5	90
Kompressor-Kühlschrank, Betrieb 12/24V	1	45	3,8	12,0	45,0	540
Absorber-Kühlschrank, Betrieb Gas	0	6	0,0	24,0	0,0	0
Boiler, Betrieb 12/24V	0	400	0,0	0,5	0,0	0
Heizung/Warmwasser, Betrieb Gas/Diesel	0	55	0,0	8,0	0,0	0
Wasserpumpe, Tauch/Membran	1	55	4,6	0,5	2,3	28
TV & Sat-Receiver Betrieb 12/24V	0	40	0,0	3,0	0,0	0
Notebook, Tablett, Ladegeräte	1	30	2,5	3,0	7,5	90
+ weitere 12/24V-Geräte	0	0	0,0	0,0	0,0	0
Summe Verbrauch 12/24V pro Tag			15		68	820
Verbrauch 230V über Wechselrichter	(n)	(W)	(A)	(h)	(Ah)	(Wh)
Föhn, und/oder Wasserkocher 1,2l	0	1800	0,0	0,2	0,0	0
Kaffemaschine, Nespresso, Senseo	1	1500	125,0	0,3	31,3	375
Pedelec-Akkulader mit Akku 400W/36V	2	400	22,2	3,0	74,1	889
+ weitere 230V-Geräte	0	0	0,0	0,0	0,0	0
Verluste im WR (x % Zuschlag)	1	15%			15,8	190
Summe Verbrauch 230V Geräte proTag			147		121	1453
Summe Verbrauch gesamt pro Tag					189	2273
Bilanz gespeichert/Erzeugung/Verbrauch im Stand					124	1487
Berechnung Stromkosten CP/SP						Wh
Bezugsdauer in Tagen	3					2.358
Berechnet pro kW (1000W)	2,0 €					5 €
Autarkie ohne bzw. mit Standortwechsel					ohne	mit
Energiebilanz Womo mit Batterie am Ende Tag				2	124	124
Energiebilanz Womo mit Batterie am Ende Tag				3	-65	142
Energiebilanz Womo mit Batterie am Ende Tag				4	-255	-47

Fazit der erstellten Energiebilanz:

Stromerzeugung während der Fahrt	172 Ah
Stromerzeugung im Stand	133 Ah
Verfügbare Batteriekapazität	180 Ah
Verbrauch Licht, Notebook, Senseo, Pedelec laden	198 Ah
Standzeit autark	stark 2 Tage

Die Kaffeemaschine, der Kompressorkühlschrank und die Ladung von zwei Pedelec Akku über einen Wechselrichter und das 230V Pedelec Ladegerät belasten die Energiebilanz stark. Mit einer Gasversorgung könnte man den Kühlschrank auf Gas betreiben und würde hier elektrische Energie einsparen. Aber auch der Ausbau der Batteriekapazität auf ca. 300 Ah würde die Situation entschärfen

8. Noch zu beantwortenden Fragen seitens des Auftraggebers:

- Kennt der Bekannte, der die elektrischen Arbeiten durchführt, sich in Elektroarbeiten aus?
- Wird eine Toilette eingebaut?
- 2. 3. 4. etc.

9. Umsetzung und Durchführung

Bei dem Fahrzeug handelt es sich um einen Sprinter Kastenwagen 213 CDI (W 906), Bj. 2000. Die 90 A Lichtmaschine kann ca. 40% ihrer Leistung zur Ladung der Aufbauatterie zur Verfügung stellen. Als Aufbauatterie schlage ich eine 200 Ah Lithiumbatterie mit integrierter Schutzschaltung vor.

Geladen wird die Batterie während der Fahrt über Lichtmaschine und Solar, im Stand über Solar und ggf. ein 230V Ladegerät. Der Solarladeregler lädt auch die Startbatterie mit einer Erhaltungsladung.

Ein Wechselrichter mit einer Leistung von 2000 Watt Dauerleistung versorgt die Kaffeemaschine und die Pedelec Lader mit Strom aus der Lithiumbatterie.

10. Tipps zur Installation und Umsetzung:

Spezielle Eigenheiten an Komponenten, Verschaltung, etc.

MB Sprinter, BM 906, Bj 2016, Chassisanschlüsse

Alle Angaben finden Sie in den Ausbaurichtlinien. Dies ist nur ein Auszug zur Elektrik.

Die Hauptbatterie befindet sich im Bodenbereich links, vor dem Fahrersitz. Kapazitäten >100Ah dürfen nicht direkt mit dem Bordnetz verbunden werden da es zu Schäden am Grundfahrzeug kommen kann. Der Ladestrom für eine Zusatzbatterie darf 40A nicht überschreiten. Je nach Ausstattung (Code EK1) ist im Fahrersitzkasten Mitte, links eine Klemmleiste EK1 angebracht an der Kl. 30, Dauerplus (12V/25A), Kl. 15 Zünd+ (12V/15A) und Kl. D+ (12V/10A) aufgelegt sind.

Ein weiterer Anschlusspunkt für eine Aufbauatterie ist der Anschlusspunkt der MB Zusatzbatterie an der Sicherungsdose in der Fahrersitzkonsole zur Verfügung. Die Sicherungsdose befindet sich rechts am hinteren Teil der Fahrersitzkonsole

Das Geschwindigkeitssignal (GAL) kann an Pin 9 des Anschlusssteckers des Kombiinstrumentes abgenommen werden.

11. Durchgeführte Tätigkeiten, Zeitnachweis

1.1.2020	Zusammenstellung Daten, Grobkonzept	ca. 1 h
2.1.2020	Fragen an den Auftraggeber	oh. Berechnung
3.1.2020	Auswahl der Geräte, technische Daten des Fahrzeugs	ca. 2 h
4.1.2020	Zeichnung der Schaltpläne, mit Gerätebilder	ca. 3 h
5.1.2020	Einarbeitung der Änderungswünsche	ca. 1 h
Zeitaufwand		7h
Kostensatz 45 € pro Stunde		315,-€

Folgende Ausführungen sind nur ein Teil der wichtigen Informationen zum Ausbau eines Fahrzeuges als Wohnmobil und werden in Ihrer Ausarbeitung individuell an Ihre Ausbauwünsche angepasst um allen Beteiligten die notwendigen Informationen zur Verfügung stellen zu können.

Bestimmungen, Vorschriften und techn. Informationen zum Ausbau eines Wohnmobils:

Hier liefere ich Ihnen Details, die helfen das Fahrzeug so auszubauen, dass Sie es als Wohnmobil „So. Kfz Wohnm. ueb. 2,8t“ zulassen können.

Wohnmobile oder auch **Reisemobile** sind im **zulassungstechnischen Sinne** alle Kfzs, die verschiedene Bedingungen erfüllen. Sie haben:

Im **steuertechnischen Sinne** gelten für Deutschland folgende Anforderungen:

Im **verkehrstechnischen Sinne** gilt:

Im **Sinne von TÜV und AU** gilt:

Im **Sinne der Umschlüsselung und Zulassung** gilt:

Wenn man selbst Hand anlegen möchte, gibt es einige Normen, Vorschriften und technische Vorgaben, die man beachten sollte.

Kurz, aber wichtig! **Jeder ist für sein Tun selbst verantwortlich.**

Alle Vorschläge und Angaben sind zwar nach bestem Wissen gemacht, Haftungsansprüche muss ich aber ablehnen. Technische Laien sollten unbedingt einem Fachmann (z.B. Kfz-Werkstatt, Bosch-Dienst, Elektriker) die Arbeit überlassen. Das gilt ganz besonders für die 230V Anlage und die Gasanlage mit ihren Geräten.

Bitte schalten Sie alle Leitungen spannungsfrei, entweder durch Entfernen der Sicherungen oder Abklemmen der Kabel. Denken Sie daran, dass nicht nur die Batterie sondern eventuell auch eine Solaranlage, eine Brennstoffzelle oder der CEE-Außenanschluss Spannung liefert!

Keine Regelung oder Vorschrift gibt es für die Dinge, die man bei einem elektrischen Umbau oder Einbau aus Reparatur- und Servicegründen beachten sollte:

- Lassen Sie die Kabel lang genug, um Regler, Batterien etc auch noch bewegen zu können.
- Bauen Sie die Teile nicht zu eng ein, damit Sie im eingebauten Zustand auch noch mit einem Messgerät messen können.
- Wenn es trotzdem eng zugehen muss, planen Sie eine Kontaktleiste mit den wichtigsten Messpunkten mit ein (Steuerspannungen, Zugangs- und Abgangsspannung).
- Vollständige Isolation aller Hochstrom-Batterieleitungen.

Vorschriften und VDE Richtlinien zum eigenen Verständnis

VDE Normen sind eine Sammlung von Regelungen und Richtlinien zur Installation und Betrieb elektrotechnischer Anlagen und gelten rechtstechnisch bei Haftungsfragen als "Stand der Technik". Die Anwendung von VDE Normen ist erst einmal freiwillig, aber durch die Nennung in Gesetzen oder Verträgen wird ihre Einhaltung verpflichtend. Die VDE 100 hat damit, als Teil des **Energiewirtschaftsgesetzes EnWG**, eine gesetzliche Grundlage. Viele VDE Normen ergänzen andere, manche VDE Normen widersprechen inhaltlich anderen Richtlinien und manche Texte sind eine Sache der Auslegung. Wichtig ist es auch nicht nur den Text sondern auch die Kopfinformationen mit Datum, Status und Änderungspunkten zu lesen.

Kurzum, es handelt sich um eine Sammlung von und für Fachkräfte die wissen was sie in diesem oder in jenem Fall zu befolgen haben, für Laien ist das ganze Zusammenspiel nur schwer ersichtlich.

In Wohnmobilen/Caravans sind/werden für den 230V-Bereich überwiegend TN-S Netze installiert. Für deren elektrische Einrichtung und Betrieb gelten u.a. die DIN VDE 0100-410: 2019-10 und die aktuelle DIN VDE 0100-721: 2019-10, Teil 7-721. Diese VDE Normen gelten für Campingfahrzeuge ohne eingebaute 230V Stromgeneratoren und Ersatzstromerzeuger (WR)!

Der 230V-Anschluss an die CP-Stromsäule **muss** über ein verpolungssicheres CEE-Anschlusskabel nach DIN VDE 0285-525:2012-01, Teil 2-21, erfolgen. Am Besten ein Gummikabel Typ H05RR-F 3G 2,5 mm² in Signalfarbe, mit blauen CEE-Steckern und Kupplungen.

In Bezug auf Personenschutz mittels FI/RCD gilt die DIN VDE 0100-410:2018-10 und die DIN EN 60204-01:2019-6 (VDE 0113-1) in diesem Zusammenhang stellt sich die Frage:

Für die Niederspannungsanlagen (Verkabelung, Batterien, Gasanlagen), die mit DC 12/24/48V betrieben werden, gelten DIN EN 1648-1, 2018-04 und DIN EN 1648-2, 2012-10. Für Stromkreise die mit 12V oder 24V Gleichspannung betrieben werden ist nur ein Schutz gegen eine eventuelle Überlast vorzusehen.

Für 12V Leitungen benutzt man am besten den Kabeltyp FLRY mit 1,5 mm², oder eine Einzelleitung mit einem, dem Strom und der Länge, angemessenem Querschnitt.

Für den Batterieeinbau gilt:

Nassbatterien dürfen nicht in Wohnräumen verbaut werden und benötigen eine Entgasungsleitung ins Freie. Alle Batterien müssen crashsicher (20g/8g Bestimmung) befestigt werden.

Für Batterieanlagen im Kfz gelten die DIN EN 62281 und VDE 0509-6:2018-07 sowie die DIN EN 50272-2 VDE 0510-2:2001-12.

Für Photovoltaikanlagen gilt:

DIN VDE 0100-712:2016-10 und für eine eventuelle Netzkoppelung die DIN EN 62446:2010-07.

Leitungsquerschnitt, Kabelbelastbarkeit und Sicherungsstärken

Leitungsquerschnitt: Querschnitt (qmm) 1,0 1,5 2,5 4,0 6,0 10 16 25 35 50 70 95 120 bzw.

Sicherungsstärke:	Belastbarkeit (A)	11	15	20	25	33	45	61	83	103	132	165	197	235
	Absicherung (A)	6	10	16	20	25	35	50	63	80	100	125	160	200

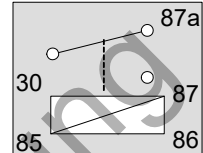
Sicherungen

Direkt für die Batteriepole gibt es sogenannte **CF8-Sicherungen**. Sie sind Polklemme und Sicherung in einem. Weitere Hochstromsicherungen sind die schraubbaren **Streifen- bzw. Blocksicherungen (ANL, BF1)**, die sich z.B. direkt bei der Starterbatterie befinden.

Für die heutigen Kfz-Flachstecksicherungen (**FSK bzw. ATO Sicherungen**), Größe: Micro2, Micro3, low Profile Mini, Mini (2-30A), ATO normal (30-125A) und Maxi (150-500A) gibt es einen Farbcode für die Stromstärke der Sicherungen.

Klemmenbezeichnung in der Kfz-Elektrik:

- Kl 15 Plusspannung, wenn Zündung eingeschaltet ist, Steuerung Sat-Schüssel, autom. Treppe, elektr. Hubstützen, etc. (auch IG)
- Kl 15r Zündungs + für Radioanschluss (auch R)
- Kl 30 Plusspannung, direkt von der Batterie (auch ACC)
- Kl 30T geschaltetes Dauerplus für Ruhemodus
- Kl 31 Minusleitung, direkt von der Batterie bzw. Masse
- Kl 58d dimmbare Instrumentenbeleuchtung
- Kl 61 auch **D+**, Ladekontrollleuchte, Steuersignal für Trennrelais Batterien, Kühlschrank
- Kl 75 Autoradio, Zigarettenanzünder (auch S)
- Rel. Kontakt 85 Spule Steuerstromkreis am Relais
- Rel. Kontakt 86 Spule Steuerstromkreis am Relais
- Rel. Kontakt 30 gemeinsamer Kontakt (C)
- Rel. Kontakt 87 Arbeitskontakt (NO) am Relais (Schließer)
- Rel. Kontakt 87a Ruhekontakt (NC) am Relais (Öffner/Wechsler)

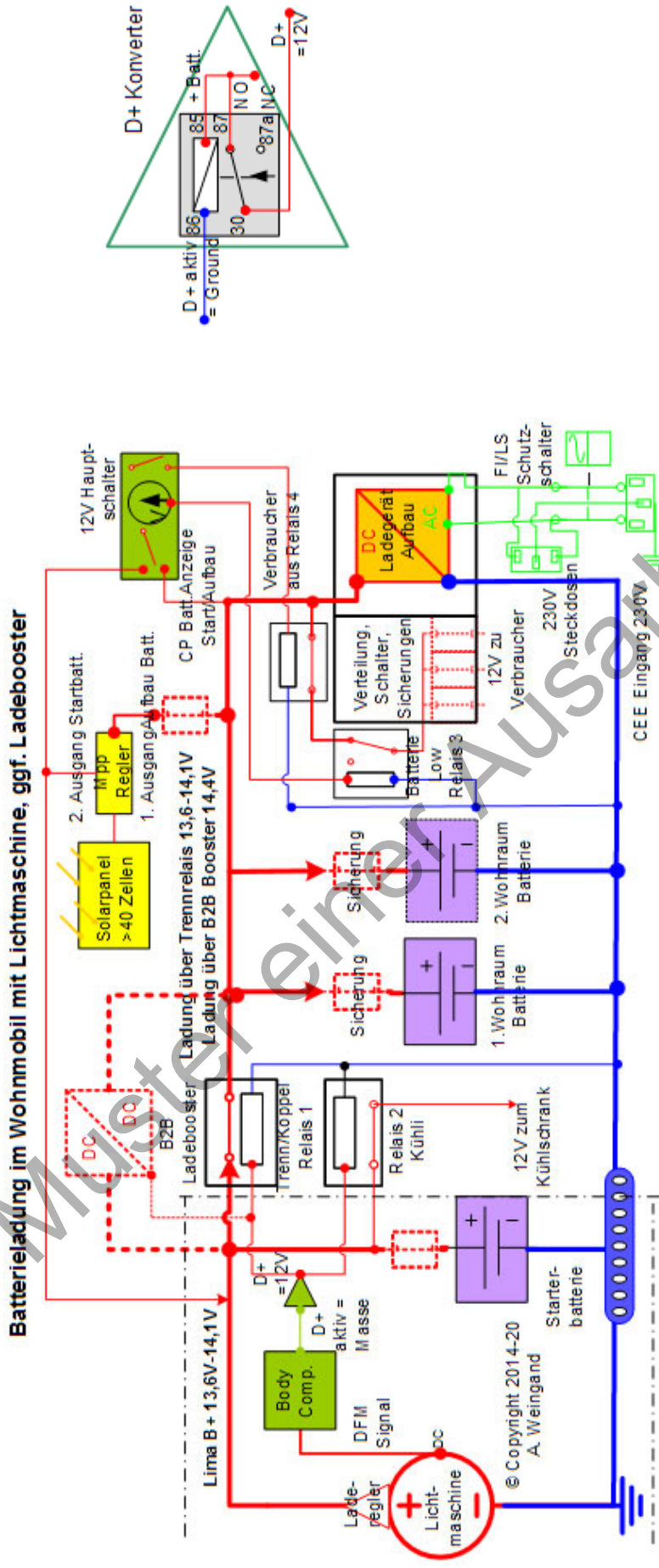


So, aber weitaus genauer und informativer werden Ihre individuellen Unterlagen aussehen!

Ich hoffe, Ihnen damit genügend Informationen und Anschauungsmaterial für eine Auftragserteilung zur Verfügung gestellt zu haben.

Danke, dass Sie sich Zeit genommen haben dies alles durchzulesen.

Beispiel: Schema Chassis- und Wohnmobilelektrik



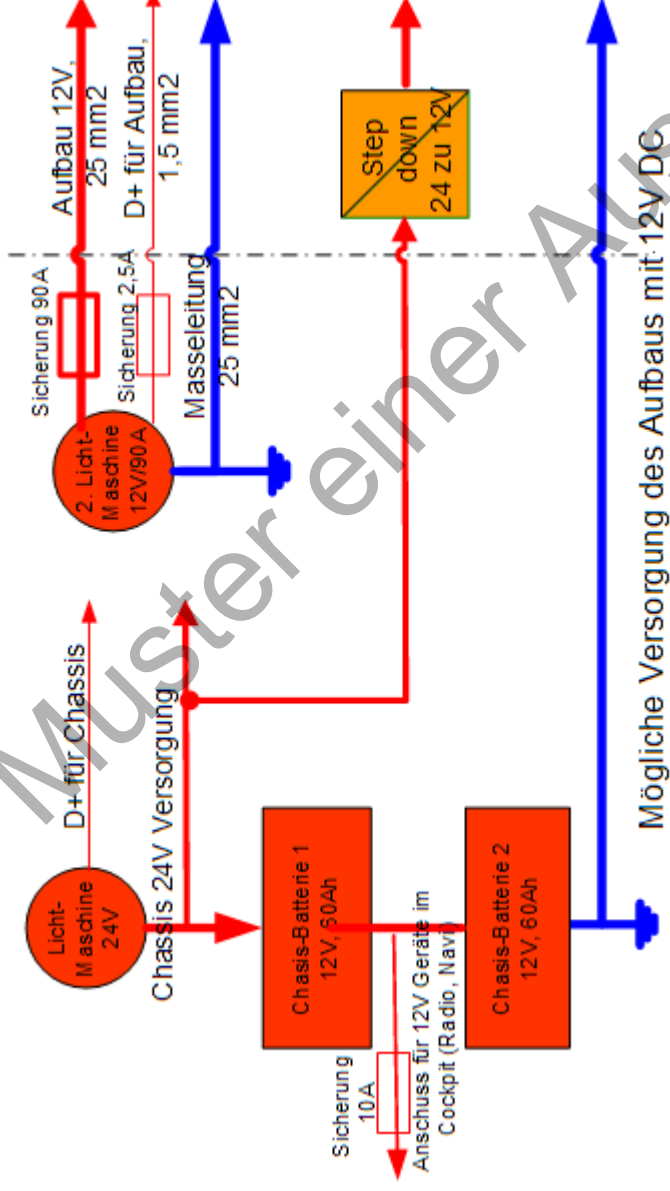
Diese Zeichnung ist ein schematisches Blockdiagramm einer Standard Wohnmobil Elektrik. Zur Erklärung:

Der linke Teil ist die Chassis Elektrik mit Lichtmaschine, Startbatterie und Motorsteuerung.

Rechts davon befindet sich das Trenn/Koppel Relais (1) bzw. darüber der eventuelle B2B Ladebooster. Darunter ist das Trennrelais (2) für den 12V Betrieb des Absorberkühlstranges während der Fahrt. Beide Relais benötigen ein Umschaltsignal Fahrt/Standbetrieb, das ist das Signal D+ = 12V. Dieses Signal wird leider nicht mehr von der Lichtmaschine zur Verfügung gestellt, es kommt als D+ = aktive ground aus der Motorsteuerung und muss daraus mit einem D+ Konverter (rechtes Bild) erzeugt werden.

Zwei weitere Relais sind das Relais (3) zur Erkennung einer Batterie-Unterspannung und das Relais (4) mit dem über einen Schalter im Controlpanel die meisten 12V Verbraucher abgeschaltet werden können.

Beispiel: Verkabelung eines 24V Chassiselektrik mit 2. Lichtmaschine oder DC/DC Wandler

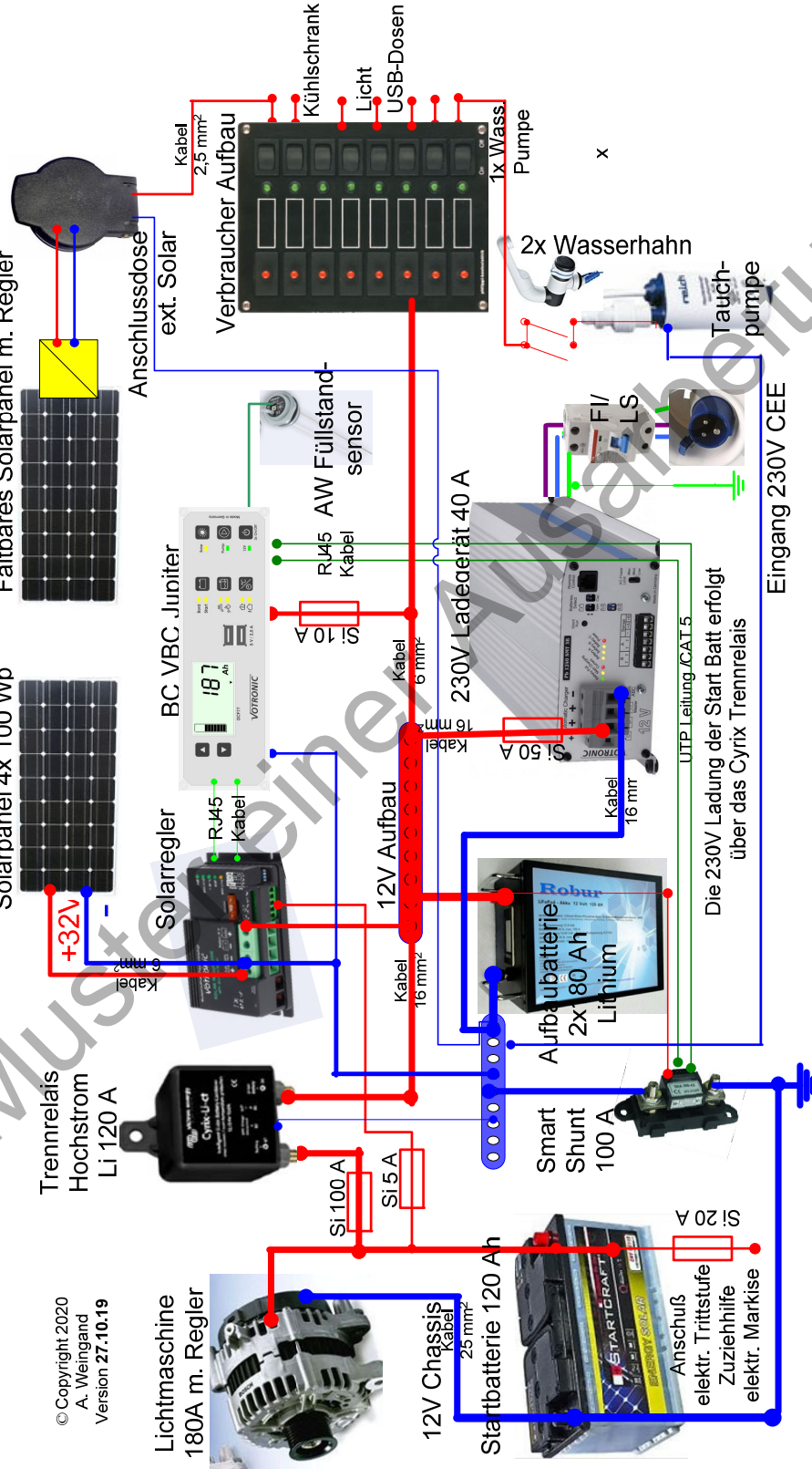


Bei den Leitungen von Lima/Starbatterie zum Aufbau müsste strombelastungstechnisch ein Querschnitt von 25 mm² reichen! Wenn man die Länge des Kabels von der 2. Lima zum Aufbau kennt kann man den Spannungsverlust auf dem Kabel errechnen (bei 4m Länge, 30mm² und 80A ca. 0,5V). Die verwendeten Kabel sollten hochflexibel sein (Schweißkabel) und in einem Schutzschlauch vom Motorraum zum Aufbau geführt werden. Um unnötige Leitungslängen zu vermeiden sollte die Aufbauelektrik/Batterien möglichst weit links vorne installiert werden.

Es wird empfohlen, die Kabel zwischen 2. Lima bzw. zwischen Chassis Lima und Step down Wandler zum Aufbau von z.B. Fraron fertig zu konfektionieren zu lassen. Eigene Pressungen von entsprechenden Kabelschuhen/Kabelösen sind später meist problembehaftet!

Beispiel: Verschaltung der Geräte mit Angabe zum Kabelquerschnitt

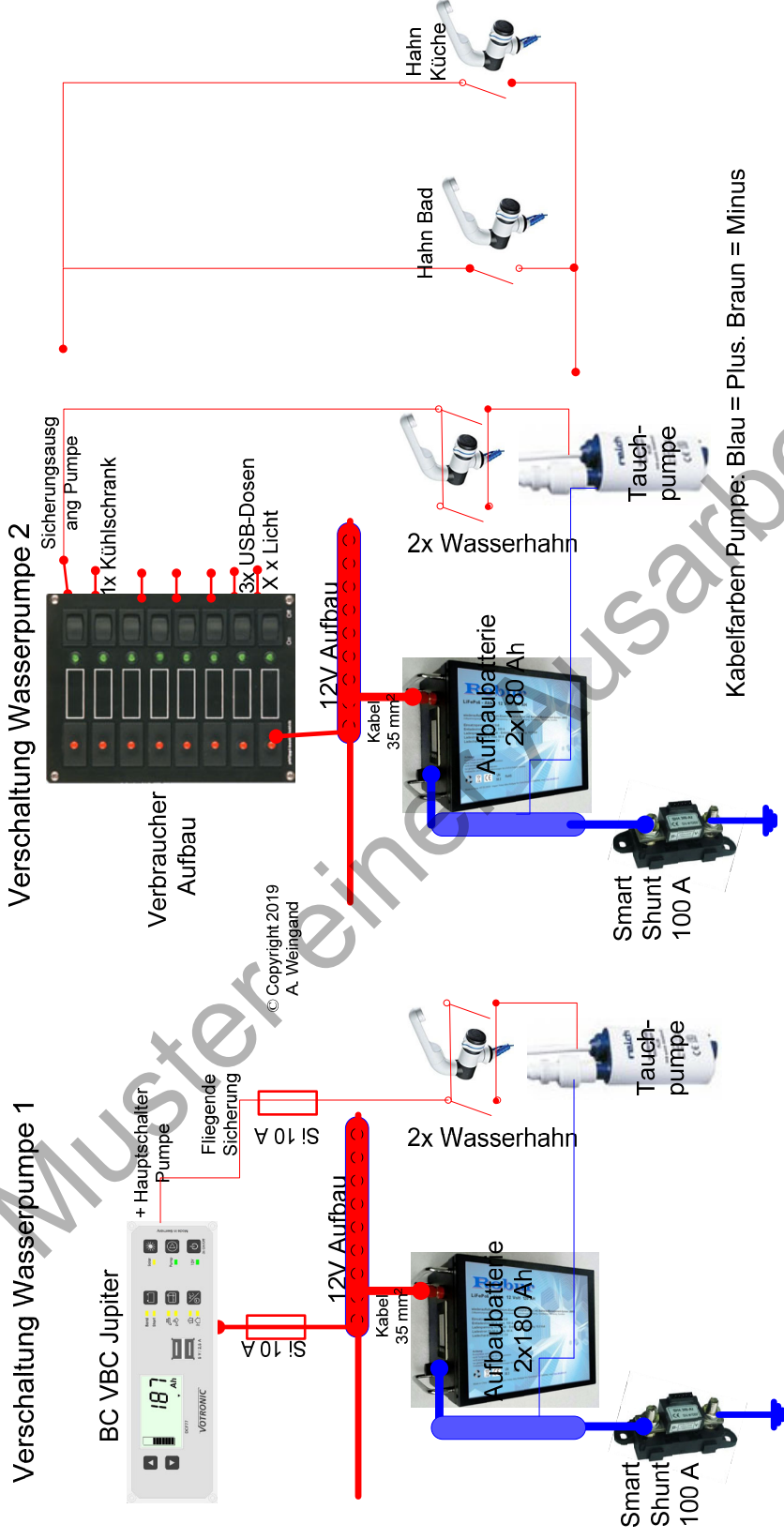
Verschaltungsvorschlag: Verkabelung mit Cyrix Trennrelais und Votronic 230V Lader



Die angegebenen Kabelquerschnitte sind aufgrund der unklaren Länge bzw. Verlegung und der rauen Kfz Umgebung alle eine Stufe höher gewählt

Querschnitt (qmm)	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	16	25	35	50	70	95	120
Belastbarkeit (A)	11	15	20	25	33	45	61	83	103	132	165	197	235
Abisierung (A)	6	10	16	20	25	35	50	63	80	100	125	160	200

Beispiel: Verschaltung von Wasserhähnen über Verteilerpanel



Verschaltung der Wasserpumpe über die beiden Wasserhahnhschalter

Der Wasserhahnhschalter am Controlpanel ist eigentlich aus Sicherheitsgründen für den Betrieb einer Druckpumpe vorgesehen. Bei einem Druckwassersystem wird die Pumpe nicht über Wasserhahnhschalter sondern über einen Wasserdruckschalter eingeschaltet. Fällt der Wasserdruck ab (auch bei Schlauchbruch) schaltet die Pumpe ein. Bei diesem Fahrzeug ist aber eine **Saugpumpe** eingesetzt, damit kann dieser Hauptschalter entfallen und man kann die beiden Schalter direkt an der 12V Versorger Verteiler anschließen. Damit entfällt auch die fliegende Sicherung in der Schalterzuleitung (Verschaltung 2).