

Schlussbericht 2003, 18. September 2003

ALBOCA

(Anhalten von Linienbussen und Speisung) (der Verbraucher mit BOOSTCAPS)

Autor und Koautoren	Karl Meier-Engel Andreas Kessi
beauftragte Institution	HTI Biel; Abteilung Automobiltechnik
Adresse	Quellgasse 21; Postfach, 2501 Biel
Telefon, E-mail, Internetadresse	032 321 63 62; karl.meier@hta-bi.bfh.ch ; www.hta-bi.bhf.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	BFE Projekt: 45074 / Vertrag: 85135
Dauer des Projekts (von – bis)	6.6.02 bis 30.6.03

ZUSAMMENFASSUNG

Die Batterien in Bussen, welche vor allem im städtischen Linienverkehr eingesetzt werden, erreichen eine Lebensdauer von lediglich etwa 1,5 Jahren. Bei einem Personenwagen rechnet man mit einer Lebensdauer von 4 bis 5 Jahren. Geht man von der mittleren Lebensdauer eines Linienbusses mit 15 Jahren aus, bedeutet dies, dass die Starterbatterie etwa 10 mal ersetzt werden muss.

Entgegen der ersten Annahme ist nicht der Anlassvorgang der Grund für diese kurze Lebensdauer sondern die Entladung der Batterie bei den Endstationen. Dabei wird der Motor abgestellt und die elektrischen Verbraucher werden von der Batterie gespeist. Die Stromstärke beträgt 20 bis 30 A [7]. Bei einem Linienbus ergibt dies im Jahr etwa 15'000 Entladezyklen. Auch wenn diese Entladungen nur einen kleinen Teil der Entladekapazität betragen, führt dies zu einer begrenzten Lebensdauer der Batterie. Bereits heute werden aus diesem Grunde bei Linienbussen zyklensfeste Traktionsbatterien anstelle von Starterbatterien eingesetzt. Bei letzteren beträgt die Lebensdauer lediglich ein paar Monate. Ein weiteres Problem zeigte sich bei den untersuchten Bussen durch den relativ hohen Stromverbrauch der Billetautomaten während der Nacht.

Nun besteht die Absicht mit Hilfe von Boostcaps die Pause bei den Endstationen zu überbrücken und damit die Anzahl Zyklen massiv zu verringern.

Das bedeutet eine Änderung gegenüber dem Antrag zu diesem Projekt.

In Biel wurde ein Prototyp entwickelt, welcher die Funktionsfähigkeit eines derartigen Systems demonstriert.

Schlussbericht

Forschungsprojekt

ALBOCA

Anhalten von Linienbussen und Speisung der Verbraucher mit BOOSTCAPS

V1.4

Karl Meier-Engel



Dieses Projekt wird unterstützt vom Bundesamt für Energie.

Nr. 45074



Inhalt

1. Zusammenfassung	3
2. Glossar	4
3. Einführung	4
4. Beurteilung einer defekten Batterie	5
5. Prinzipschaltung	6
6. Aufladung der Boostcap	7
7. Stromversorgung während den Haltephasen	9
8. Berechnung der Boostcap	10
9. Schaltung der Boostcap	11
10. Protokoll der ausgeführten Arbeiten	12
11. Kosten	12
12. Schlusswort und Ausblick	13
13. Weitere Anwendungsmöglichkeiten	13
Literaturverzeichnis	14
Anhänge	15

Projektpartner

Berner Fachhochschule
HTI Biel-Bienne
Abteilung Automobiltechnik
Karl Meier Engel
Dipl. Ing. HTL
Professor für Elektrotechnik und Elektronik
Quellgasse 21
2500 Biel

Projektleitung

☎ 032 321 63 62
FAX 032 321 65 00

e-mail: karl.meier@hta-bi.bfh.ch

Andreas Kessi
Dipl. Ing. FH
HTI Biel-Bienne
Abteilung Automobiltechnik
Quellgasse 21
2501 Biel

Projektingenieur

☎ 032 321 63 61
FAX 032 321 65 00

e-mail: andreas.kessi@hta-bi.bfh.ch

Carosserie HESS AG
Markus Blaettler
Dipl. Automobilingenieur
Bielstrasse 7
Bellach

☎ 032 617 34 11
FAX 032 617 34 00

e-mail: markus.blaettler@hess-ag.ch

MAXWELL Technologies
Dr. Adrian Schneuwly
R & D
1728 Rossens

☎ 026 411 22 22
FAX 026 411 25 25

e-mail: adrian.schneuwly@montena.com

1. Zusammenfassung

Die Batterien in Bussen, welche vor allem im städtischen Linienverkehr eingesetzt werden, erreichen eine Lebensdauer von lediglich etwa 1,5 Jahren.

Bei einem Personenwagen rechnet man mit einer Lebensdauer von 4 bis 5 Jahren.

Geht man von der mittleren Lebensdauer eines Linienbusses mit 15 Jahren aus, bedeutet dies, dass die Starterbatterie etwa 10 mal ersetzt werden muss.

Entgegen der ersten Annahme ist nicht der Anlassvorgang der Grund für diese kurze Lebensdauer sondern die Entladung der Batterie bei den Endstationen. Dabei wird der Motor abgestellt und die elektrischen Verbraucher werden von der Batterie gespeist. Die Stromstärke beträgt 20 bis 30 A [7]. Bei einem Linienbus ergibt dies im Jahr etwa 15'000 Entladezyklen. Auch wenn diese Entladungen nur einen kleinen Teil der Entladekapazität betragen, führt dies zu einer begrenzten Lebensdauer der Batterie. Bereits heute werden aus diesem Grunde bei Linienbussen zyklens-feste Traktionsbatterien anstelle von Starterbatterien eingesetzt. Bei letzteren beträgt die Lebensdauer lediglich ein paar Monate.

Ein weiteres Problem zeigte sich bei den untersuchten Bussen durch den relativ hohen Stromverbrauch der Billetautomaten während der Nacht.

Nun besteht die Absicht mit Hilfe von Boostcaps die Pause bei den Endstationen zu überbrücken und damit die Anzahl Zyklen massiv zu verringern.

Das bedeutet eine Änderung gegenüber dem Antrag zu diesem Projekt.

In Biel wurde ein Prototyp entwickelt, welcher die Funktionsfähigkeit eines derartigen Systems demonstriert.

2. Glossar

Boostcap	Das ist die Produktbezeichnung von Maxwell für Doppelschichtkondensatoren grosser Kapazität. Im technischen Sprachgebrauch hat sich die Bezeichnung Supercap durchgesetzt.
HTI	Hochschule für Technik und Informatik
Kapazität	Entladedauer * Entladestrom in Amperestunden [Ah] Dieser Wert ist abhängig von der Entladedauer.
Starterbatterien:	Diese Batterien zeichnen sich durch einen geringen Innenwiderstand aus. Damit können die sehr grossen Ströme erreicht werden, welche für den Anlassvorgang benötigt werden.
Supercap:	Doppelschichtkondensatoren mit grossen Kapazitäten.
Traktionsbatterien:	Diese Batterien zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine grössere Anzahl Ladezyklen erreichen. Dies wird vor allem durch dickere Platten erreicht.

3. Einführung

Verschiedene Projektarbeiten an der HTI Biel [1][2][3][4][5][6] zeigen, dass Motoren mit Hilfe von Supercap bzw. BOOSTCAPS angelassen werden können.

Das bedeutet, dass Boostcap nicht nur grosse Ströme abgeben können, sondern auch mit grossen Strömen aufgeladen werden können.

Im Rahmen einer Projektarbeit [7] in der Stadt Schaffhausen wurden die Stromflüsse in Linienbussen während dem normalen Einsatz gemessen. Dabei stellte sich heraus, dass der Entladestrom der Batterie bei den Endstationen 20 bis 30 A beträgt. Der Motor wird während etwa 5 min. abgestellt. Das ergibt eine Entladekapazität von 1,67 bis 2,5 Ah. Dazu kommt die für das Anlassen benötigte Kapazität von etwa 0,5 Ah.

Dieser Vorgang findet etwa 3 mal pro Stunde statt. Das ergibt im Jahr bei einer Tagesfahrzeit von 16 h während 300 Tagen 14'400 Entladezyklen. Bei diesen Bussen erfolgt während den 8 h in der Nacht eine weitere Entladung durch den elektronischen Billetautomaten. Dieser verursacht mit einem Stromverbrauch von 2 A einen Kapazitätsverlust von 26 Ah.

Im Gegensatz zu Bleibatterien gibt es bei Boostcap keine chemische Umformung der Materialien. Dadurch erreichen sie eine sehr viel höhere Zyklenzahl.

Wenn die Boostcap die Speisung der Verbraucher während den Haltepausen übernehmen, kann die Zahl der Ladezyklen deutlich reduziert werden. Die Boostcap sind zyklensfest. Sie sollten während der Lebensdauer des Linienbusses nicht ersetzt werden müssen.

Die Lebensdauer der Batterien sollte dadurch verdoppelt werden können.

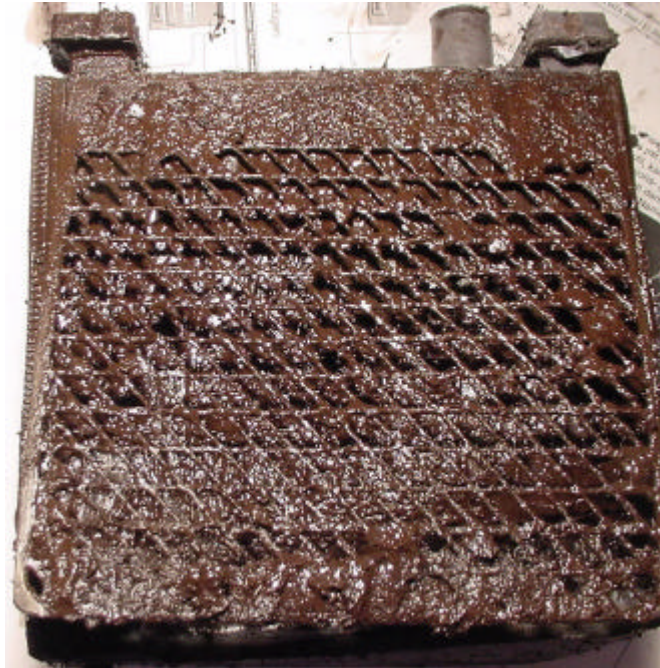
Erkenntnis: Nicht das Anlassen ist der kritische Vorgang für die Batterien der Linienbusse, sondern der Betrieb der Verbraucher mit abgestelltem Motor während den Haltepausen bei den Endstationen!

Variante: Anstelle von Boostcap ist eine Lösung mit Brennstoffzellen als Hilfsaggregat für die Stromversorgung denkbar.

4. Beurteilung einer defekten Batterie

Eine defekte Starterbatterie eines Linienbusses der Stadt Schaffhausen wurde an der HTI-Biel zerlegt, um den Ausfallgrund festzustellen.

Defekte Starterbatterie



Die Plusplatte einer Starterbatterie nach einer Einsatzzeit von etwa 3 Monaten in einem Linienbus. Die aktive Masse ist verschlammt und löst sich vom Bleigitter. Die Batterie ist nicht mehr funktionstüchtig.

Anlässlich einer Kapazitätsmessung wurde die schwächste Zelle ermittelt und anschliessend geöffnet. Dabei stellten wir fest, dass sich die aktive Masse vom Gitter gelöst hat. Die Ursache für diese „Verschlammung“ ist die hohe Zahl der Entladezyklen, welche durch die Pausen an den Endstationen entstehen.

Schlussfolgerung:

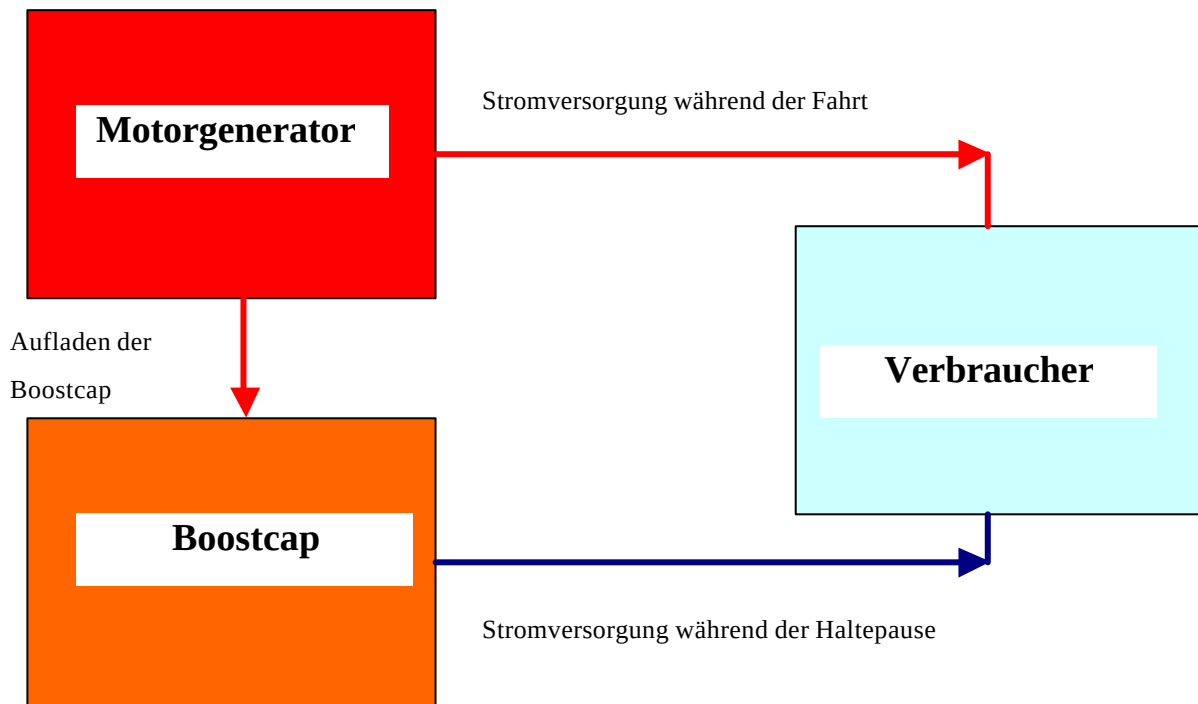
Die grosse Zahl der Entladezyklen an den Haltestellen ist verantwortlich für den vorzeitigen Ausfall der Batterie.

Das häufige Anlassen ist demnach nicht die Hauptursache, weil die Entnahme der Kapazität für einen Startvorgang vernachlässigbar klein ist.

Damit ergibt sich eine Änderung des Lösungsansatzes:

Die Boostcap müssen die Stromversorgung der Verbraucher während den Haltepausen übernehmen!

5. Prinzipschaltung

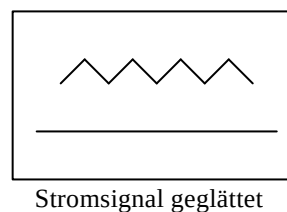
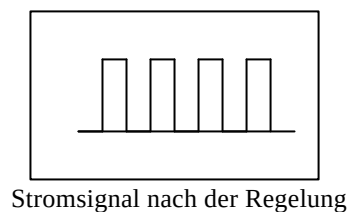
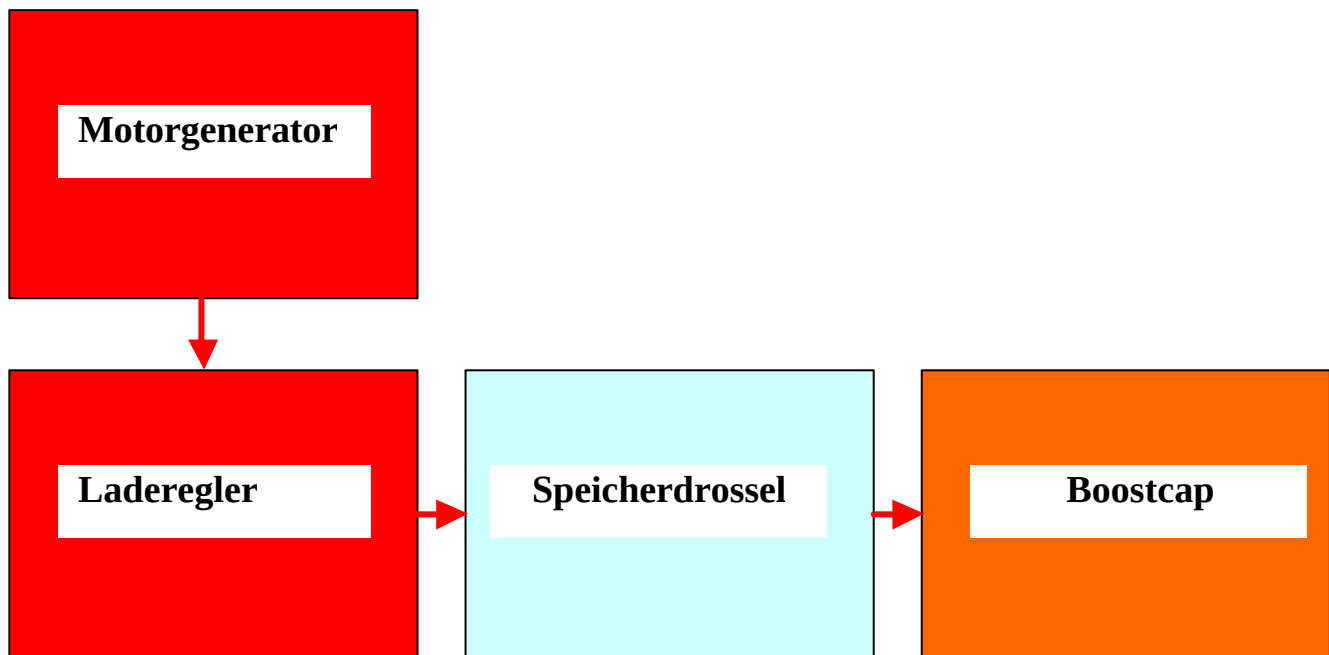


Prinzipschaltung der Anlage

Das obenstehende Bild zeigt das Prinzip der Anlage. Während der Fahrt werden die Verbraucher vom Motorgenerator aufgeladen. Sobald der Motor abgeschaltet wird, übernehmen die Boostcap die Stromversorgung.

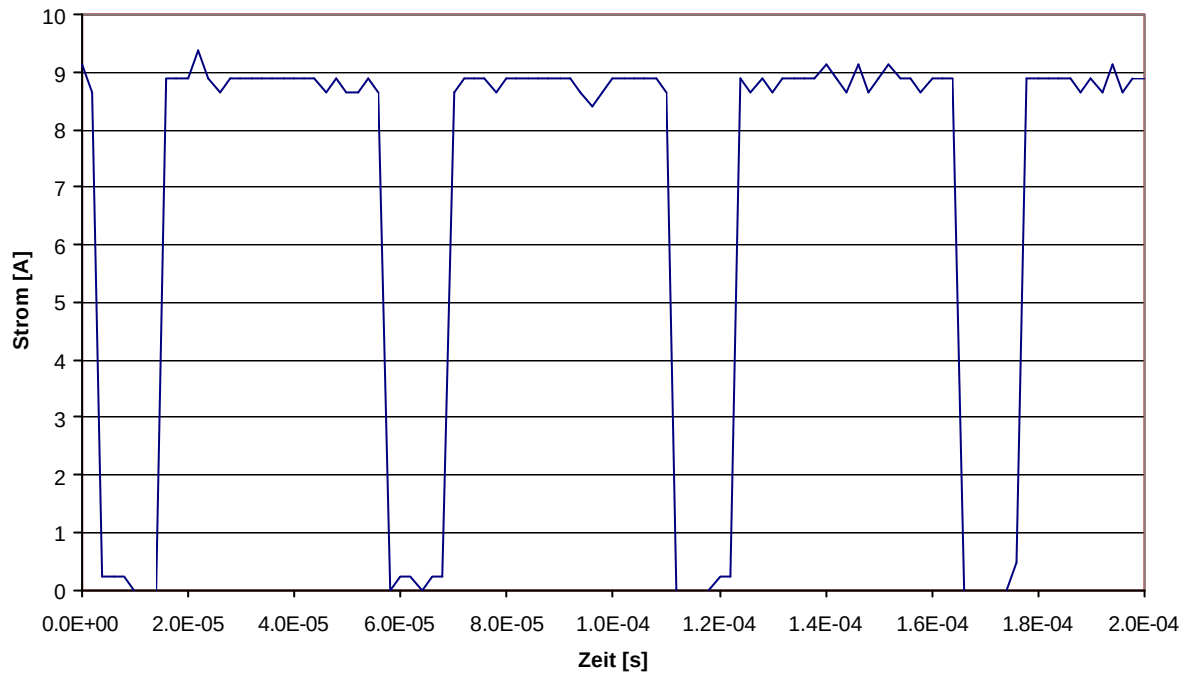
Die Batterie hat dabei keine Funktion. Sie wird nur benötigt, wenn die Boostcap entladen sind.

6. Aufladung der Boostcap

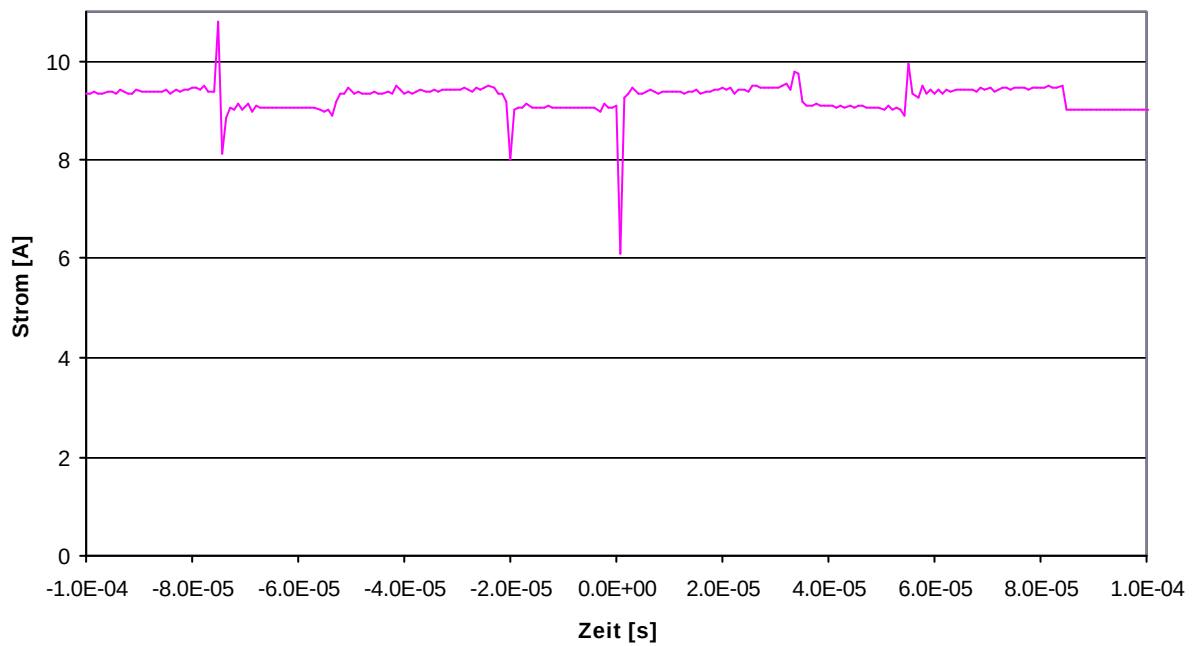


Block diagramm und Stromsignale während der Ladephase

Während der Fahrt werden die Boostcap vom Motorgenerator aufgeladen. Der Laderegler regelt den Strom und die Gesamtspannung mittels Pulsweitenmodulation. Das daraus resultierende rechteckige Stromsignal wird über eine Speicherdrossel geglättet.

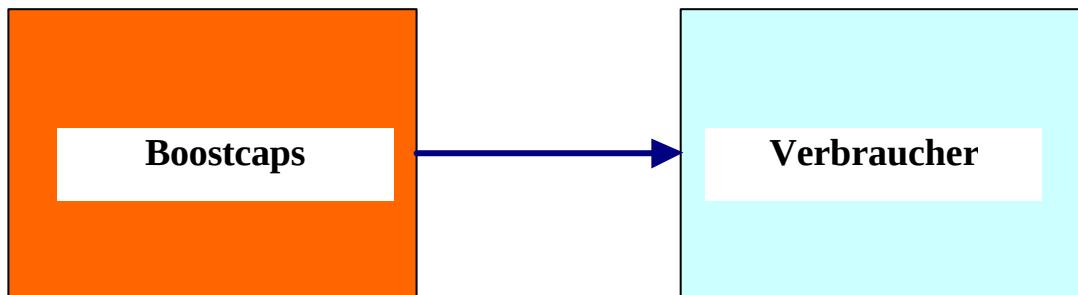


Stromverlauf nach der Regelung



Stromverlauf nach der Speicherspule

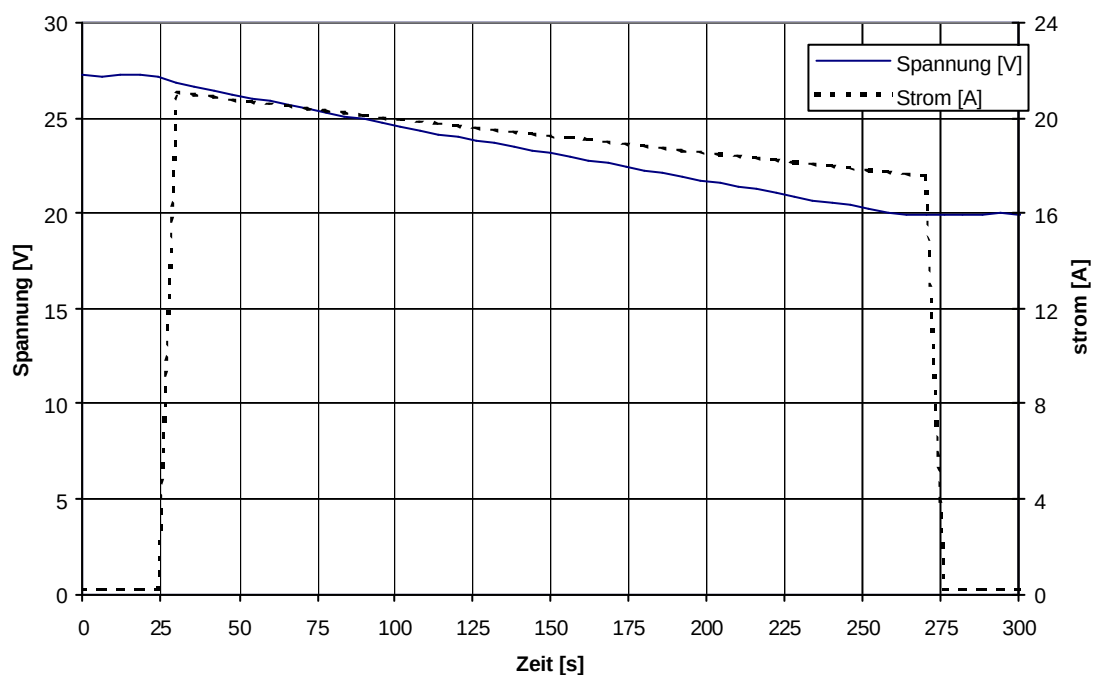
7. Stromversorgung während den Haltephasen



Prinzipschaltung der Anlage

Während den Haltephasen werden die Verbraucher von den Boostcap gespeist. Damit wird die zyklische Belastung der Batterie erheblich reduziert. Sobald der Motor wieder gestartet wird, übernimmt der Motorgenerator die Stromversorgung der Verbraucher.

Spannungs- und Stromverlauf der Boostcap während der Haltephase



8. Berechnung der Boostcap

C	=	Kapazität	[F]
C _S	=	Kapazität eines Stranges der Serienschaltung	[F]
C _T	=	Totalkapazität	[F]
N	=	Zahl der Boostcap	
P	=	Zahl der parallelen Stränge	
t	=	Zeit	[s]
U	=	Spannung	[V]
U _A	=	Anfangsspannung	[V]
U _E	=	Endspannung	[V]
W	=	Energie	[Ws]

Die Energie für eine Überbrückung von 20A während 5 Minuten bei einer 24 V Anlage beträgt:

$$[4.1] \quad W = U * I * t = 24 * 20 * 300 = 144'000 \text{ Ws}$$

Berechnung der benötigten Totalkapazität wenn die Maximalspannung 28 V und die Minimalspannung 17 V betragen soll.

$$[4.2] \quad C_T = \frac{2 * W}{(U_A^2 - U_E^2)} = \frac{2 * 144000}{(28^2 - 17^2)} = 581,8 \text{ F}$$

Berechnung der Anzahl Boostcap, wenn die Nennkapazität C = 2600 F beträgt und die Spannung 2,5 V nur knapp überschreiten darf.

$$[4.3] \quad n \frac{U_A}{U_C} = \frac{28}{2.5} = 11,2 \Rightarrow 11$$

Es müssen demnach 11 Boostcap in Serienschaltung eingesetzt werden.

Anzahl der parallelen Stränge:

$$[4.4] \quad p = \frac{C_T}{C_S} = \frac{581,8}{236,4} = 2,46 \Rightarrow 3$$

$$[4.5] \quad C_S = \frac{C}{n} = \frac{2600}{11} = 236,4 \text{ F}$$

Es sind 3 Stränge à 11 Boostcap also 33 Boostcap notwendig für diese Energiespeicherung.

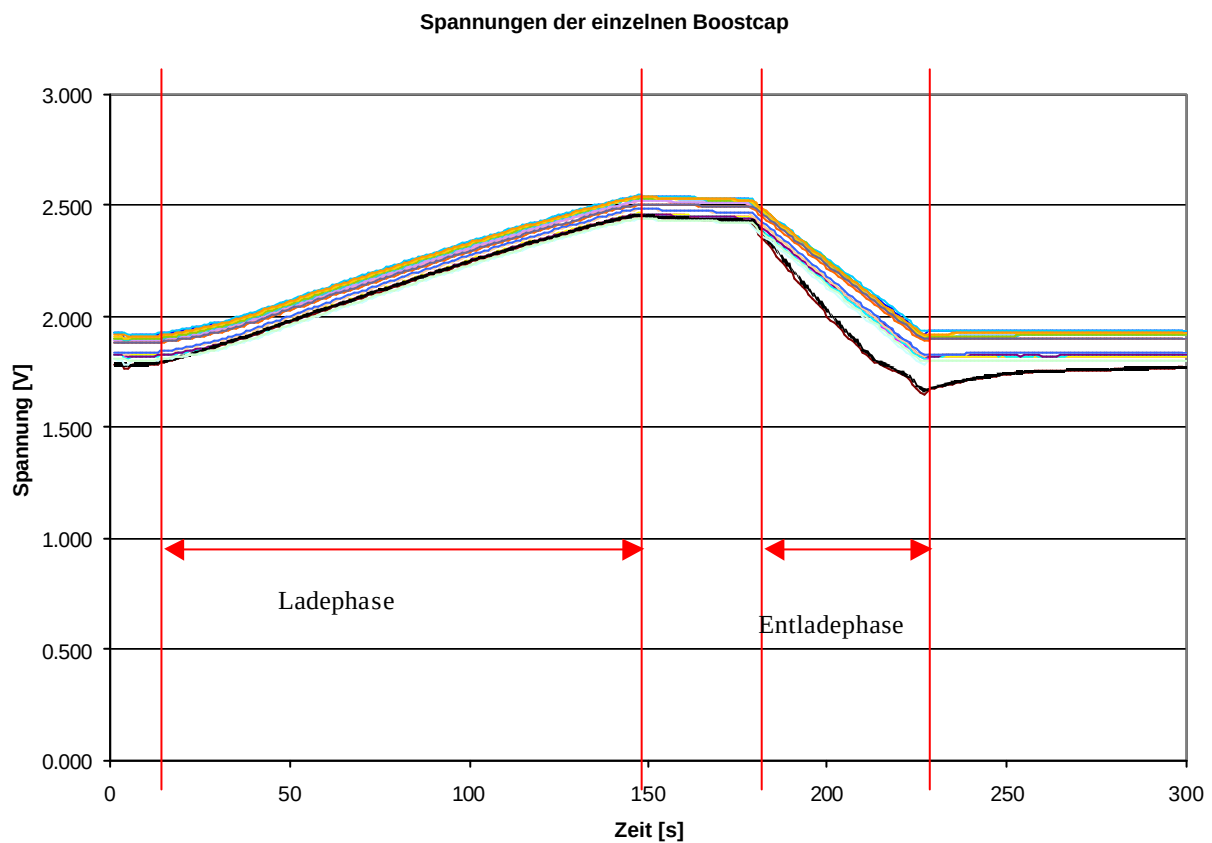
9. Schaltung der Boostcap

3 Stränge à 11 Boostcap werden in Serie geschaltet. Zu jedem Boostcap wird ein Widerstand $R = 1 \text{ k}\Omega$ parallel dazu-geschaltet. Damit ergibt sich ein gemischter Spannungsteiler. Dieser sorgt dafür, dass die Verteilung der Spannung möglichst gleichmässig auf alle Boostcap erfolgt.

Drei derartige Stränge werden in Parallelschaltung miteinander verbunden.

Diese Schaltung ist im Anhang dargestellt.

Messungen der Klemmenspannungen der einzelnen Boostcap sowohl in der Lade- wie auch in der Entladephase ergaben folgende Werte:



Messung der einzelnen Klemmenspannungen der Boostcap

Technische Daten der Boostcap:

Lieferant:

MAXWELL Technologies
Dr. Adrian Schneuwly
R & D
1728 Rossens

☎ 026 411 22 22
FAX 026 411 25 25
e-mail: adrian.schneuwly@montena.com

Typenbezeichnung: BCAP0010
Kapazität: 2600 F
Nennspannung: 2,5 V
Abmessungen: 60 mm x 172 mm
Gewicht: 525 g
Anzahl: 33

10. Protokoll der ausgeführten Arbeiten

Um mit einem Minimum an Kosten dieses Projekte zu realisieren, wurde es teilweise im Rahmen von Studentenprojekten ausgeführt.

Oktober 2001 bis Februar 2002:

Projektarbeit „Energiemanagement von Linienbussen [8] von Neuenschwander Walter und Schwegler Stephan. Im Rahmen dieser Arbeit wurde festgestellt, dass die tatsächliche Ursache für die kurze Lebensdauer von Starterbatterien die zyklische Belastung ist.

März bis August 2002

Projektarbeit „Boostcap als Energiespeicher für Busse“ [9] von Neuenschwander Walter und Schwegler Stephan. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine low-cost-Methode entwickelt für das Aufladen und Entladen der Boostcap. Die technischen Schwierigkeiten zeigen, dass man den Prototypen nicht sofort in ein Fahrzeug einbauen kann. Die ganze Einrichtung muss zuerst auf einem Prüfstand aufgebaut und ausgetestet werden.

September bis Dezember 2002

Der Prüfstand wird von den Assistenten der Abteilung Automobiltechnik aufgebaut.

Januar bis Ende Juni 2003

Weiterentwicklung des Prüfstandes

Juli / August 2003

Test und Erstellen des Berichtes

11. Kosten

Die Entwicklung bei den Preisen der Boostcap sieht beim Lieferanten der Boostcap wie folgt aus:

2003 (heute): 3 €cent/F	2600 F → Euro 78.-- = sFr. 110.--
2004: 1 €cent/F (Stückzahl >100k)	2600 F → Euro 26.-- = sFr. 36.40
2006: 0.5 €cent/F (Stückzahl >1M)	2600 F → Euro 13.-- = sFr. 18.20

Material:

Boostcap: (Basis 2004)		1'201.20
Steuerung:		388.52
Arbeit: #		3000.00
	Total	<u>4589.72</u>

Geschätzter Aufwand für die Herstellung eines Prototypen.

Nach einem Industrialisierungsprozess kann von einer Halbierung der Arbeitskosten ausgegangen werden.

12. Schlusswort und Ausblick

Das vorliegende Demonstrationsmodell zeigt, dass eine derartige Lösung möglich ist.

Dieses System muss in einer weiteren Phase in einem Fahrzeug erprobt werden. Dazu ist die Umschaltung der Verbraucher aus dem Batteriebetrieb in den Boostcapbetrieb zu entwickeln und zu erproben.

Da die Spannungsdifferenz zwischen der Batterie und den Boostcap zu Funkenbildung und Verschleiss an den Schaltkontakten führen kann, ist dieser Punkt bei der Entwicklung besonders zu beachten.

13. Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Die vorliegende Problemlösung zeigt, dass Boostcaps mit PWM und Speicherdrossel kostengünstig aufgeladen werden können.

Damit ergeben sich viele neue Anwendungen für die Zukunft.

Zum Beispiel:

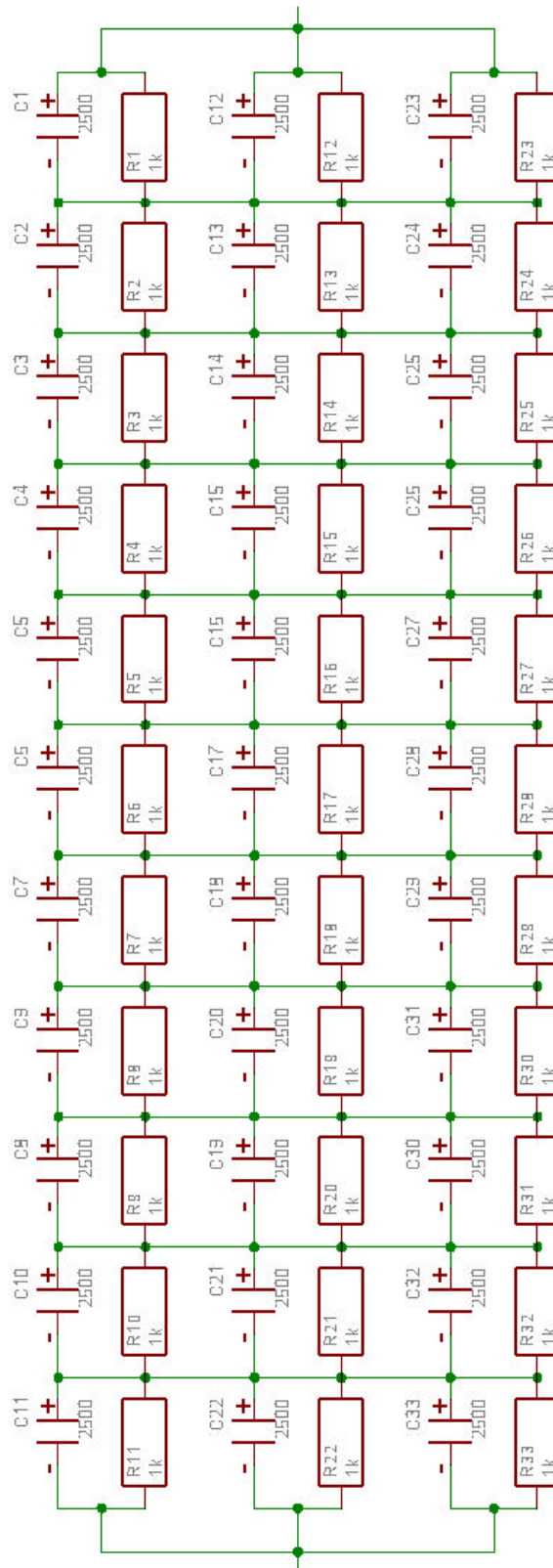
- Notspeisung von Lenkungen von „Drive by wire“-Systemen
- Notspeisung von Bremsen von „Drive by wire“-Systemen
- Notspeisung von elektrischen Schliesssystemen für Türen und Fenster
- Bremsenergieerückgewinnung
- Speisung von elektrischen Antrieben während der Beschleunigung
- Starten von Verbrennungsmotoren

Literaturverzeichnis

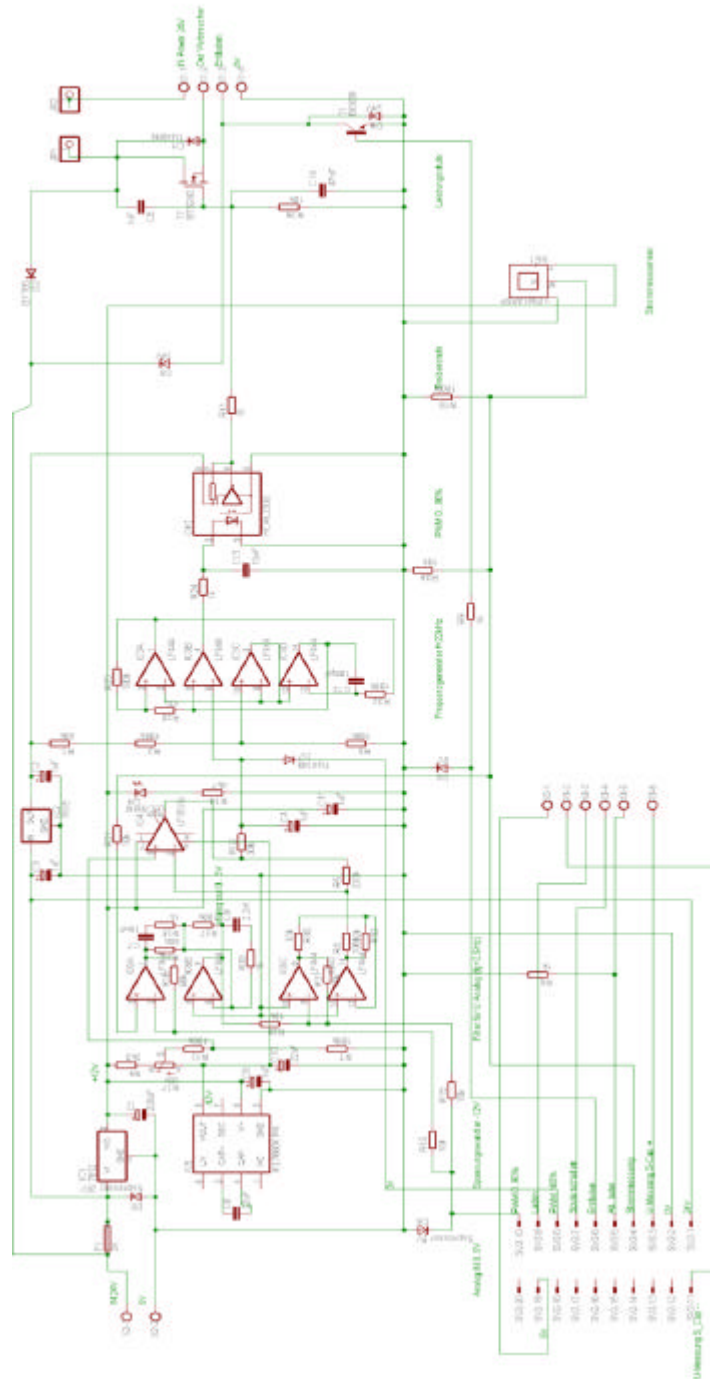
- [1] Donatucci Domenico: Boostcap, HTA Biel-Bienne, Abteilung Automobiltechnik; Diplomarbeit 1999
- [2] Bütikofer S.; Streit A.: Anlassen mit Boostcap; HTA Biel-Bienne; Abteilung Automobiltechnik; Projektarbeit 2000
- [3] Meier-Engel Karl: Starting internal combustion engines with Boostcap; Second Boostcap Meeting 2001
- [4] Montena: Tagungsband vom ersten Boostcap-Meeting 1999
- [5] Montena: Tagungsband vom 2. Boostcap-Meeting 2001
- [6] Rohner Linus; Schaller Martin: *Anlassen des Opel-Motors mit Boostcap*; HTA Biel-Bienne; Abteilung Automobiltechnik; Projektarbeit 2001
- [7] Niemeyer Ch.: Travail de développement: Test de batterie, EI Bienne, Département de technique automobile, Travail de diplôme 1991
- [8] Neuenschwander Walter; Schwegler Stephan: *Energiemanagement von Linienbussen*; HTA Biel; Abteilung Automobiltechnik; Projektarbeit 2002
- [9] Neuenschwander Walter, Schwegler Stephan: *Boostcap als Energiespeicher für Busse*; HTA Biel-Bienne; Abteilung Automobiltechnik; Projektarbeit 2002

Anhänge

Anhang 1: Schaltung der Boostcap



Anhang 2 Schaltplan der Steuerelektronik



Anhang3 Kostenaufstellung

Anzahl	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Preis	Total
33	Boostcap	Maxwell	BCAP0010	36.40	1'201.20

Anzahl	Bezeichnung	Lieferant	Bestellnummer	Preis	Total
1	Kernsatz PM87/70	Distrelec	332150	121.--	121.--
1	Spulenkörper PM87/70	Distrelec	331440	8.20	8.20
1	Bügelhalterung	Distrelec	331450	11.70	11.70
1	Kühlkörper	Distrelec	652421	23.30	23.30
1	Kühlkörper	Distrelec	650827	2.40	2.40
1	C-Control- Modul	Conrad	12 40 79-33	89.95	89.95
2	Printplatten 100*160	Distrelec	450028	8.00	16.00
2	Header 20Pol	Distrelec	121660	2.70	5.40
2	Flachbandstecker 20Pol	Distrelec	121216	4.10	8.20
50cm	Flachbandkabel 20adrig	Distrelec	513090	4.50	2.25
1	Kondensator 220uF	Distrelec	801812	1.10	1.10
1	Kondensator 10uF	Distrelec	801807	0.40	0.40
1	Kondensator 470nF 5mm	Distrelec	820616	0.45	0.45
1	Kondensator 470nF 15mm	Distrelec	821429	0.95	0.95
1	Kondensator 22uF 35V	Distrelec	800486	0.35	0.35
1	Kondensator 0.1uF	Distrelec	831596	0.40	0.40
6	Kondensator 1uF Tantal	Distrelec	811056	1.00	6.00
1	Kondensator 1nF	Distrelec	831109	0.30	0.30
2	Kondensator 22uF	Distrelec	801115	0.85	1.70
2	Kondensator 10nF	Distrelec	830356	0.85	1.70
1	Kondensator 2.2nF	Distrelec	830348	0.25	0.25
1	Kondensator 100pF	Distrelec	830332	0.30	0.30
1	Kondensator 47nF	Distrelec	831594	0.85	0.85
1	LED 3mm grün	Distrelec	251915	0.50	0.50
3	LED 5mm grün	Distrelec	251932	0.50	1.50
1	LED 5mm gelb	Distrelec	251536	0.50	0.50

1	Diode 1N4148	Distrelec	603016	0.15	0.15
1	Diode 4007	Distrelec	600098	0.20	0.20
1	Diode BYV79E200	Distrelec	603597	2.70	2.70
14	Suppresordiode VA5A150	Farnell	446683	0.95	13.30
4	SuppresordiodeVA26A150	Farnell	446-749	1.25	5.00
1	Sicherung 2A	Distrelec	270034	0.35	0.35
2	Sicherungshalter	Distrelec	271016	0.45	0.90
1	Spannungsregler 12V	Distrelec	645206	1.60	1.60
1	Spannungsregler 15V	Distrelec	645208	1.50	1.50
1	Spannungsregler LM2940	Distrelec	640721	1.70	1.70
1	Transistor BTS 240	Distrelec	612321	11.30	11.30
1	Transistor BC639	Distrelec	610370	0.65	0.65
2	Quad Op-Amp LF444	Distrelec	641617	1.90	3.80
1	Op-Amp LF351	Distrelec	641605	1.70	1.70
1	Spannungswandler SI7661	Farnell	641-881	9.90	9.90
1	U-Überwachung TL7705A	Distrelec	644258	1.90	1.90
1	Optokoppler HCPL3120	Distrelec	630065	5.80	5.80
2	Widerstand 50k?	Distrelec	714352	0.13	0.26
8	Widerstand 100k?	Distrelec	714359	0.13	1.04
5	Widerstand 1k?	Distrelec	714310	0.13	0.65
9	Widerstand 10k?	Distrelec	714334	0.13	1.17
1	Widerstand 220k?	Distrelec	714367	0.13	0.13
1	Widerstand 3.3k?	Distrelec	714322	0.13	0.13
1	Widerstand 33k?	Distrelec	714347	0.13	0.13
1	Widerstand 47k?	Distrelec	714351	0.13	0.13
2	Widerstand 4.7k?	Distrelec	714326	0.13	0.26
1	Widerstand 68k?	Distrelec	714355	0.13	0.13
1	Widerstand 20k?	Distrelec	714342	0.13	0.13
4	Widerstand 1.5k?	Distrelec	714314	0.13	0.52
1	Widerstand 5.7k?	Distrelec	714328	0.13	0.13
1	Widerstand 24k?	Distrelec	714344	0.13	0.13
1	Widerstand 100?	Distrelec	714287	0.13	0.13
1	Widerstand 15? 2W	Distrelec	712133	0.50	0.50
1	Potentiometer 1k?	Distrelec	742214	2.60	2.60
1	Potentiometer 100k?	Distrelec	742226	2.60	2.60



1	Stromsensor LA55P	Distrelec	362621	33.80	33.80
4	Klemmen Phönix 2P	Distrelec	140272	1.30	5.20
2	Klemmen Phönix 3P	Distrelec	140274	2.00	4.00
2	Stiftleisten 36 Pol	Distrelec	122202	2.80	5.60
			Total Material		388.52