

## Nachbausicheres Labornetzteil

=====

### Teil 1: Zielfestlegung

=====

Autor: Possetitjel  
Version: 2  
erstellt: 23.10.2017  
geändert: 25.10.2017

#### 1.1 Zielkennwerte -- Zusammenfassung

-----

##### obligatorische Ziele:

-----

- \*  $U_a$  (min/max, DC): 0V bis (15...30)V
- \*  $I_a$  (min/max, DC): 0A bis (1...3)A
- \* stufenlose Spannungs- und Stromeinstellung ("klassisch" durch Drehknöpfe)
  
- \* dauerbetriebsfest, dauerkurzschlussfest
- \* betriebssicher (Berührungsspannung [VDE])
- \* tauglich als Doppelnetzteil, d.h. Kanäle reihen- und parallelschaltbar
- \* Kanäle galvanisch getrennt, erdfrei
  
- \* Konstantspannungsbetrieb/Konstantstrombetrieb
- \* automatischer Wechsel der Betriebsart
- \* Betriebsartanzeige (durch Leuchtdiode o.ä.)
- \* stabile Ausgangsspannung (d.h. keine Schwingneigung, wenig Überschwängen bei Lastwechsel)
- \* Anzeigen für Spannung und/oder Strom
  
- \* nachbausicher
  
- \* Aufbau aus Standard-Bauteilen, die von Privatleuten problemlos bezogen werden können

##### fakultative ("optionale") Ziele:

-----

- \* Lastschalter
- \* "Testknopf" für Maximalstromeinstellung
- \* Bereichsumschaltung für Maximalstromeinstellung (z.B. 100mA/1A)
- \* Temperaturüberwachung
- \* "Sense"-Eingänge für Vier-Leiter-Anschluss
- \* Mikrocontrollersteuerung
- \* Möglichkeit zur Fernsteuerung
- \* Vorregler, Trafo-Umschaltung

## 1.2 Entscheidungsgrundsätze

---

### 1.2.1 "Konsens beim Ausschluss, Wahlfreiheit beim Einschluss."

---

Für ein gemeinsames Entwicklungsvorhaben ist es meiner Meinung nach unverzichtbar, eine von der Mehrheit getragene Zielvorstellung für das Projekt schriftlich niederzulegen. Allerdings gehen die Vorstellungen darüber, was ein Labornetzteil können muss und was nicht, außerordentlich weit auseinander. Was für den einen unverzichtbar ist, stellt für den anderen fast einen Ausschlussgrund dar. Daher wurde die Befürchtung geäußert, ein gemeinsames Projekt könne nicht zustandekommen, da eine -- dringend notwendige -- Einigung ohnehin nicht zu erzielen sei.

Ich teile diese Befürchtung nicht.

Eine Einigung in allen Details ist überhaupt nicht erforderlich.

In der Anfangsphase erforderlich ist nur

1. eine UNGEFÄHRE Einigkeit über
2. MISSIONSKRITISCHE (=konzeptbestimmende) Kennwerte.

Es muss also nur grob vorsortiert werden,...

- was AUF JEDEN FALL erreicht werden soll (--> "obligatorische Ziele"),
- was KEINESFALLS erreicht werden muss und
- welche Wahlmöglichkeiten bestehen sollen (--> "fakultative Ziele").

### 1.2.2 "Keine Probleme lösen, die sich gar nicht stellen!"

---

Dass es schädlich ist, notwendige Entscheidungen auf die lange Bank zu schieben, das ist eine Binsenweisheit. Genauso schädlich ist es aber, Dinge festzulegen, die der Festlegung gar nicht bedürfen -- nur ist diese Tatsache weit weniger bekannt :)

Zu frühe zu detaillierte Festlegungen schaffen unnötige Einschränkungen und bewirken keinen echten Projektfortschritt.

Beispiele:

- \* Wenn ganz am Anfang entschieden wird "kein Mikrocontroller im Netzteil", dann wird damit auch verhindert, dass sich jemand ein Doppel-Panelmeter für die Spannungs- und Stromanzeige ausdenkt.  
Warum? Wem ist dadurch geholfen? Welches Problem wird dadurch gelöst?
- \* Wenn festgelegt wird "kein Schaltnetzteil als Versorgung", dann werden diejenigen ausgeschlossen, die ein I/U-Regelmodul am Laptop-Netzteil betreiben und so der Herummurkserei mit Netzspannung entgehen wollen.  
Warum diese Festlegung? Welcher Projektfortschritt wird erzielt, wenn man von vornherein ganze Nutzergruppen ausschließt?

Festgelegt müssen nur Dinge werden, die KONKRETE, WEITREICHENDE AUSWIRKUNGEN auf andere Dinge haben. Das betrifft z.B. Fragen der elektrischen Sicherheit oder der Beschaffbarkeit von Bauteilen.

Alles andere sollte so lange wie möglich wahlfrei bleiben.

Dem widerspricht nicht, dass in der Fertigstellungsphase ein Beispielgerät fix und fertig durchkonstruiert werden könnte.

### 1.2.3 "Man soll den zweiten Schritt nicht vor dem ersten tun."

---

Schrittweises, folgerichtiges Vorgehen sollte sich nach meiner Ansicht ungefähr an folgendem Ablauf orientieren:

- Wünsche sammeln und Ziele formulieren,
- Problempunkte und Lösungsvarianten sammeln,
- Lösungsvarianten im Detail diskutieren und bewerten,
- Entscheidungen treffen.

Vorliegender Text beschränkt sich in voller Absicht darauf, den Punkt "Wünsche sammeln und Ziele formulieren" abzudecken; die folgenden Schritte sind nachfolgenden Texten vorbehalten.

## 1.3 Erläuterungen zu den obligatorischen Zielkennwerten

---

### 1.3.1 Maximale Ausgangsspannung

---

Die formulierten Wünsche reichen von "höchstens 15V" bis "mindestens 30V". Maximalspannungen unter 15V wurden nicht ernsthaft gefordert und bleiben daher außen vor.

Wenn man eine ausgewogene Mischung von Einfachheit und Universalität in den Vordergrund stellt, kristallisieren sich zwei "natürliche" Grenzen heraus:

- $U_{a\_max} = 15V$   
Diese Wahl bietet den Vorteil, ein gängiges Laptop-Netzteil (19V) als Speisung verwenden zu können. Das hat den Charme, dass keinerlei Probleme mit dem Berührungsschutz mehr zu lösen sind. Die Stromergiebigkeit ist mit typisch  $>2A$  reichlich bemessen, und die Spannung ist vorstabilisiert.
- $U_{a\_max} = 25V$   
Diese Grenze ergibt sich daraus, dass typische Standard-OPV für  $\pm 15V$  (symmetrisch; entspricht 30V asymmetrisch) Versorgung spezifiziert sind; damit können (bei Beachtung aller Zuschläge) etwas 25V Ausgangsspannung erreicht werden.

In beiden Fällen (a bzw. b) ist dasselbe Konzept für den Spannungsregler einsetzbar, nämlich ein OPV mit Spannungsfolger; der Unterschied liegt primär in der Bereitstellung der Rohspannung (und ggf. in der Dimensionierung der Schaltung).

Grundsätzliche Auswirkungen auf des Konzept des I/U-Reglers ergeben sich erst für Ausgangsspannungen deutlich größer als 30V (was aber überwiegend abgelehnt wird).

Für höhere Spannungen siehe auch Punkt 1.3.5

### 1.3.2 Maximaler Ausgangsstrom

---

Die Wünsche liegen etwa im Bereich 1A...4A.

Der Maximalstrom hat kaum Einfluss auf das Reglerkonzept, sondern hängt primär von der konkreten Dimensionierung ab (Belastbarkeit der Rohspannung, Auslegung der Längstransistoren). Daher ist meiner Meinung nach im Moment

keine detailliertere Festlegung erforderlich.

Siehe dazu auch Punkt 1.3.5

### 1.3.3 Stufenlose Spannungs- und Maximalstromeinstellung

-----

Gefordert wird, dass die Sollwertvorgabe klassisch durch Potenziometer MÖGLICH sein soll (Minimalanforderung).

Es soll ausdrücklich NICHT ausgeschlossen werden, dass (zusätzlich oder alternativ) eine digitale Sollwertvorgabe (z.B. durch externen oder internen Mikrocontroller) realisiert werden kann.

### 1.3.4 betriebs- und berührungssicher, dauerbetriebs- und -kurzschlussfest

-----

Minimalforderungen; Diskussion erübrigt sich meiner Meinung nach.

### 1.3.5 Doppelnetzteil, Kanäle galvanisch getrennt, erdfrei, reihen- und parallelschaltbar

-----

Mein Wunsch nach einer Auslegung als Doppelnetzteil hat unerwartet divergierende Meinungsäußerungen hervorgerufen. Die Einschätzung geht von "völlig übertriebenes Super-Duper-Weltraumnetzteil" bis "sinnvoll und unbedingt wünschenswert".

Ich möchte trotz der kontroversen Meinungen gern an diesem Konzept festhalten, und zwar aus drei Gründen:

- Der zusätzliche Aufwand ist überschaubar.
- Der potenzielle Nutzen ist erheblich.
- Für diejenigen, die es nicht benötigen, entsteht kein Nachteil.

Im Detail:

"Der zusätzliche Aufwand ist überschaubar"

Tauglichkeit für Reihenschaltung ist am leichtesten zu erreichen und erfordert nur potenzialgetrennte Speisung, Rückstromdioden und ausreichend robuste Längstransistoren. Weitere Maßnahmen sind (nach meinem Kenntnisstand) nicht notwendig.

Parallelbetrieb setzt passende Auslegung des Regelkreises und ggf. Signalumschaltung im Regelkreis voraus.

Diese Dinge sind im Entwurfsprozess leicht zu berücksichtigen, in einer fertigen Schaltung aber nur mit Mühe nachzurüsten.

"Der potenzielle Nutzen ist erheblich"

Potenzielle Anwender, die den Wunsch nach 40V Ausgangsspannung oder 6A Ausgangsstrom äußern, benötigen nur in den allerseltensten Fällen 40V Ausgangsspannung und 6A Ausgangsstrom GLEICHZEITIG. Der übliche, normale Fall ist der, dass man auch für die (relativ seltenen) Fälle gerüstet sein möchte, in denen ENTWEDER 40V Ausgangsspannung ODER 6A Ausgangsstrom benötigt werden.

Dieser Wunsch ist verständlich: Wer die Arbeit auf sich nimmt, ein aufwendiges, hochwertiges Netzteil zu bauen (bzw. zu kaufen), möchte auch sicherstellen, dass dieses Netzteil WIRKLICH groß genug für die allermeisten Anwendungsfälle ist.

Die Lösung kann im Beispiel ein Doppelnetzteil mit 2x 20V/3A sein. Es deckt erfahrungsgemäß die meisten Anwendungsfälle ab, denn es kann sowohl in Reihenschaltung mit 40V/3A als auch in Parallelschaltung mit 20V/6A betrieben werden.

"Für diejenigen, die es nicht benötigen, entsteht kein Nachteil."  
Das ist eigentlich selbsterklärend. Natürlich kann man statt der möglichen zwei Kanäle auch nur einen aufbauen; natürlich kann man auch zwei Kanäle aufbauen, aber beide aus derselben Rohspannung versorgen (was die Reihenschaltung unmöglich macht).

Möglichkeiten, die durch passenden Entwurf gegeben sind, muss man nicht nutzen -- aber Möglichkeiten, die NICHT gegeben sind, KANN man nicht nutzen.

Abschließend: Ja, ich gestehe freimütig, dass ich durch mein seit vielen Jahren treues Statron 3205 geprägt bin. Ich möchte es um keine Preis missen.

#### 1.4 Erläuterungen zu den fakultativen Zielen

---

Die fakultativen Entwicklungsziele betreffen Eigenschaften, die zwar den Komfort erhöhen, für eine zweckentsprechende Verwendung aber nicht zwingend erforderlich sind.

Einfluss auf das globale Gerätekonzept ist (nach meinem Wissensstand) nicht gegeben. Diese Ziele sollten bei der Entwicklung der einzelnen Baugruppen bedacht und verfolgt werden.