

# Stromversorgung im Bereich Automotive

# Inhalt

1. Einsatz von Testsignalen im Automotive Bereich .....	3
2. Normen und Transiente Impulse (ISO 7637) im Automobil-Bordnetz.....	3
3. Wichtige Kategorien von Tests bei Automotive Prüfaufbauten .....	7
4. Anforderungen an Laborstromversorgungsgeräte (z.B. SYSKON KONSTANTER) .....	7
5. Die neue KONSTANTER Generation: SYSKON P-Serie .....	9
6. Produktübersicht: Rechnersteuerbare Labor-Stromversorgungen der SYSKON P-Serie.....	11



Kevork-Deniz Vartanoglu  
Dipl.-Ing. (FH)  
Product Manager Power Supply  
Telefon +49 911 8602-717  
Telefax +49 911 8602-80717  
Mobil +49 171 2662717  
deniz.vartanoglu@gossenmetrawatt.com

# Leistungsfähige Labor-Stromversorgungsgeräte generieren Testsignale (ISO 7637) im Bereich Automotive Elektrotechnik

## 1. Einsatz von Testsignalen im Automotive Bereich

Die Automobilindustrie ist verstärkt daran interessiert im internationalen Wettbewerb die wirtschaftlich vernünftigen und perfekten Lösungen in der Automobilherstellung zu realisieren. Hochkomplexe Anforderungen sind in der modernen Automobiltechnik zu Hause.

Um diese anspruchsvollen Funktionalitäten in Personenkraftfahrzeugen oder Nutzfahrzeugen umzusetzen, müssen sich elektrische und elektronische Komponenten und Bauelemente während der Entwicklungs- und Herstellungsphase einer Vielzahl von Tests und Analysen unterziehen.

Diese Auswertungen und Informationen sind wichtig, um fundierte Entscheidungen im Bereich Qualitätsstandard und Serienreife zu treffen. Hierbei wird immer darauf geachtet, dass die Prüfungen überwiegend unter realen Einsatzbedingungen durchgeführt werden, damit eine fehlerfreie und sichere Funktionalität im Vorfeld gewährleistet werden kann.

Für die Prüfbedingungen bedeutet dies, dass die Testumgebung, das Testsignal und die Testprozedur den variantenreichen Betriebszuständen gerecht werden, um die unterschiedlichen Bedingungen im Fahrzeug so perfekt wie nur möglich zu simulieren.

Motorgesteuert oder elektronisch geregelt und überwacht - Hierzu gehören im Automobilbau unter anderem der komplexe Airbag, das ABS, die Scheinwerfertechnik, komplette Bedieneinheiten in der Mittelkonsole, sowie elektronisch geregelte Komponenten in Türen, Scheiben und im Dach. Diese Vielzahl von Funktionsbaugruppen müssen so zuverlässig und sicher wie möglich getestet und später im Serienbau gewährleistet werden.

Damit auch unterschiedliche Impedanzen im Fahrzeug-Netzwerk die spätere Serienreife vor keinerlei Probleme stellt, müssen fahrzeug-typische Testsignale und Variationen der standardmäßigen Testimpulse entwickelt werden.

## 2. Normen und Transiente Impulse (ISO 7637) im Automobil-Bordnetz

In SAE (Society of Automotive Engineers) Normen sind Testsignale definiert, die markante Funktionen und Einsatzverhältnisse abdecken. Darüber hinaus gibt es auch von den Herstellern spezifizierte Testsignale.

Transiente Impulse im Bordnetz entstehen durch Schalten von Lasten oder Induktivitäten. Für die Störfestigkeitsprüfung werden sie in der ISO 7637 (Impulse) beschrieben.

Je nachdem, wie nun das Testobjekt im Bordnetz verschaltet ist, kann es durch verschiedene Impulse beeinträchtigt werden.

In der ISO-Norm unterscheidet man fünf verschiedene Arten von Impulsen (**E1** bis **E5**, Bilder 1 bis 5), die sich je nach Art ihrer Entstehung in Amplitude und Länge unterscheiden.

Der in der ISO 7637 genannte Impuls **E1** (Bild1) wird durch eine parallel zur Elektronik [3] angeordnete Induktivität [1] (z. B. Sitz- oder Scheibenheizung [4]) nach Abschaltung der Batterie generiert. Diese Induktivität entlädt sich dann durch das Elektroniksystem und generiert einen negativen Impuls **E1**. Die Impulsdauer liegt im Mikrosekundenbereich.

Der in der ISO 7637 genannte Impuls **E1** (Bild1) wird durch eine parallel zur Elektronik [3] angeordnete Induktivität [1] (z. B. Sitz- oder Scheibenheizung [4]) nach Abschaltung der Batterie generiert. Diese Induktivität entlädt sich dann durch das Elektroniksystem und generiert einen negativen Impuls **E1**. Die Impulsdauer liegt im Mikrosekundenbereich.

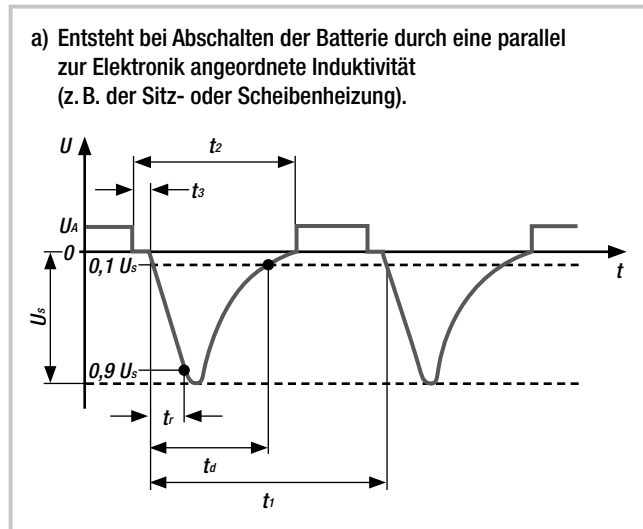
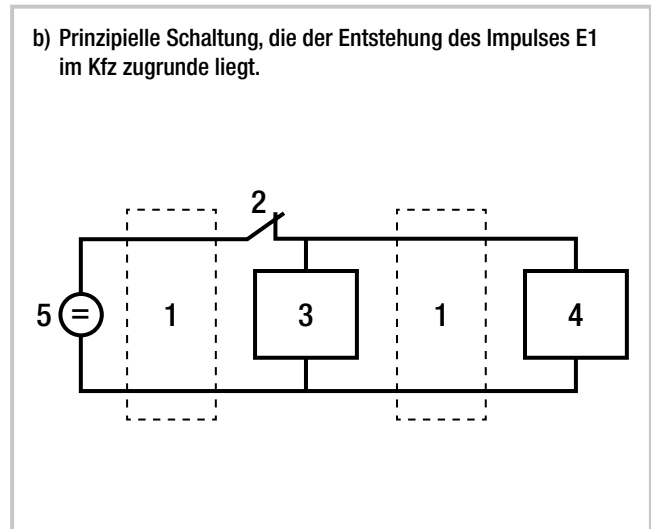


Bild 1: Der Impuls E1, z. B. Sitz- oder Scheibenheizung beim Kfz



Durch das Abschalten einer Steuerelektronik, während ein DC-Motor noch dreht, z. B. Scheibenwischermotor oder Fensterheber, entsteht der Impuls E2 (Bild 2). Solange der Motor durch seine Schwungmasse noch dreht, wird er dabei zum Generator. Auch dieser Impuls liegt im Mikrosekundenbereich, ist jedoch gegenüber dem Impuls E1 deutlich kürzer.

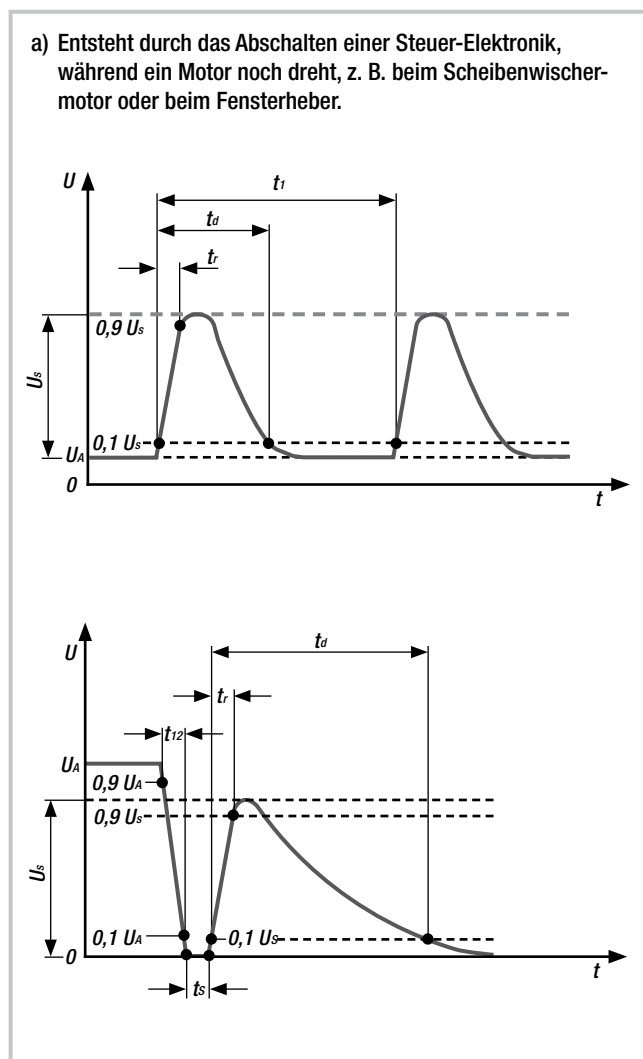
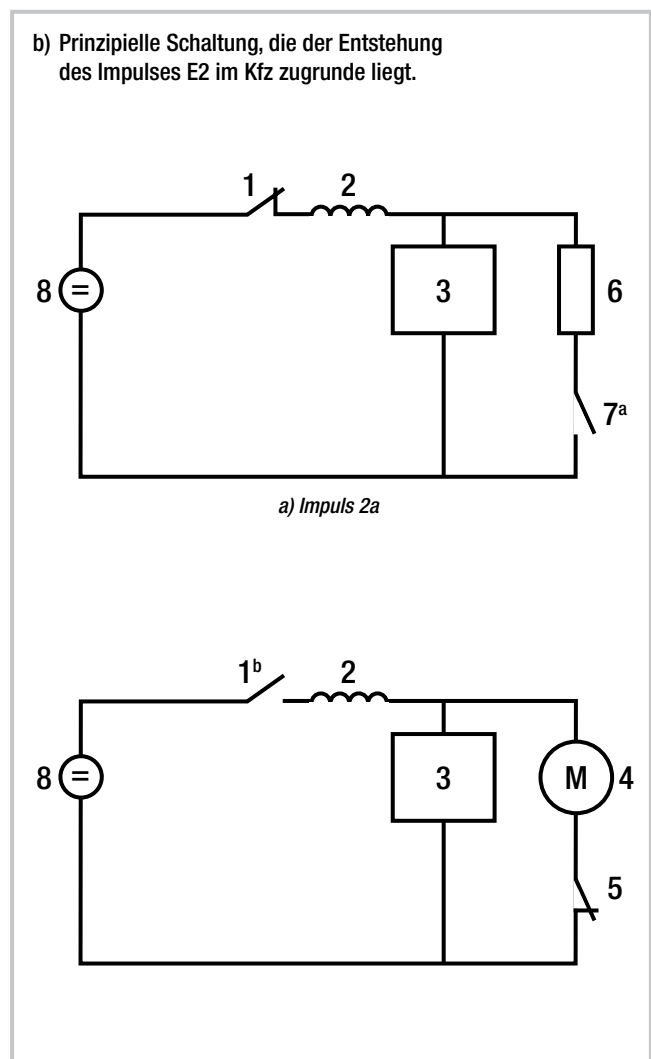


Bild 2: Der Impuls E2, z.B. Kfz-Scheibenwischer oder -Fensterheber



Der wohl bekannteste Impuls ist der Impuls E3 (Bild 3; 3a negativ, 3b positiv). Er entsteht durch die Abschaltung kleiner Induktivitäten und Kapazitäten, die im Kabelbaum parasitär vorhanden sind. Das Prellen des Schaltkontaktes erzeugt dann die schnellen Transientenimpulse. Hierbei handelt es sich um unipolare Impulse, die zwar positiv oder negativ sein können, nicht jedoch alternierend. Die simulierten Prüfpulse 3a und 3b sind transiente Impulse im Nanosekundenbereich, jedoch mit einer im Vergleich zu den anderen Impulsen geringen Energie.

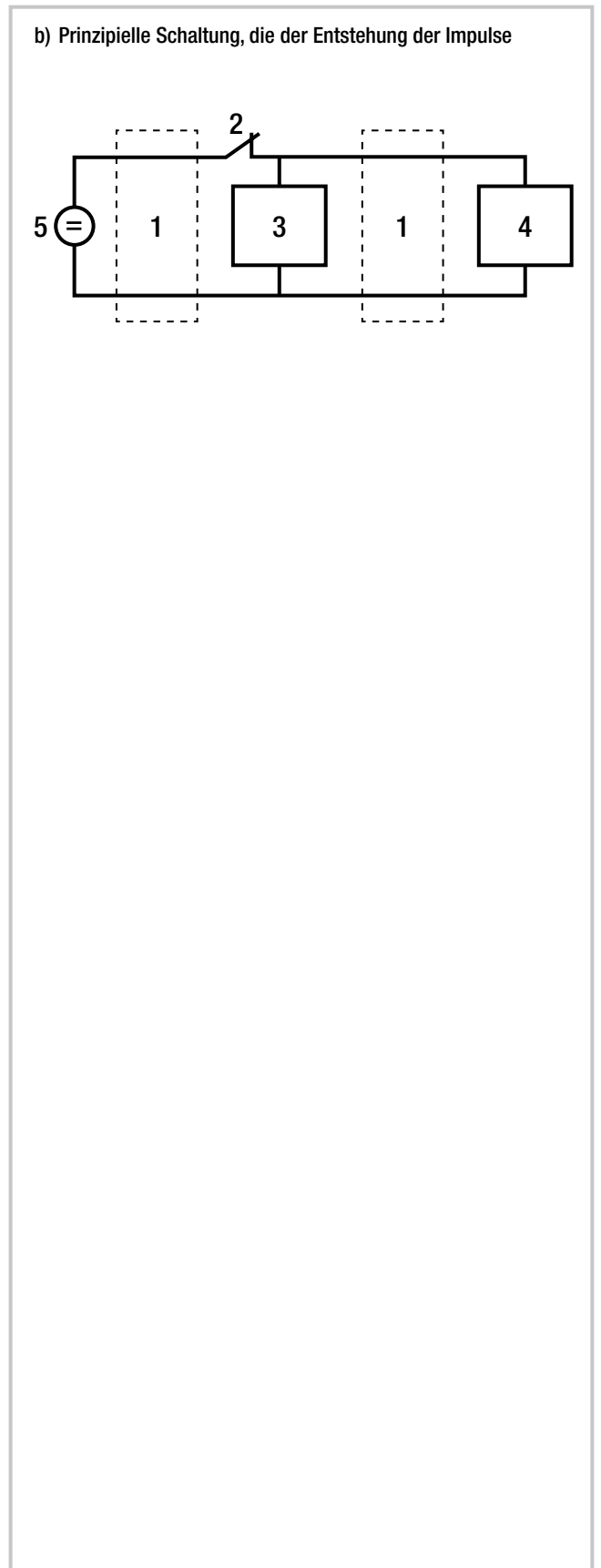
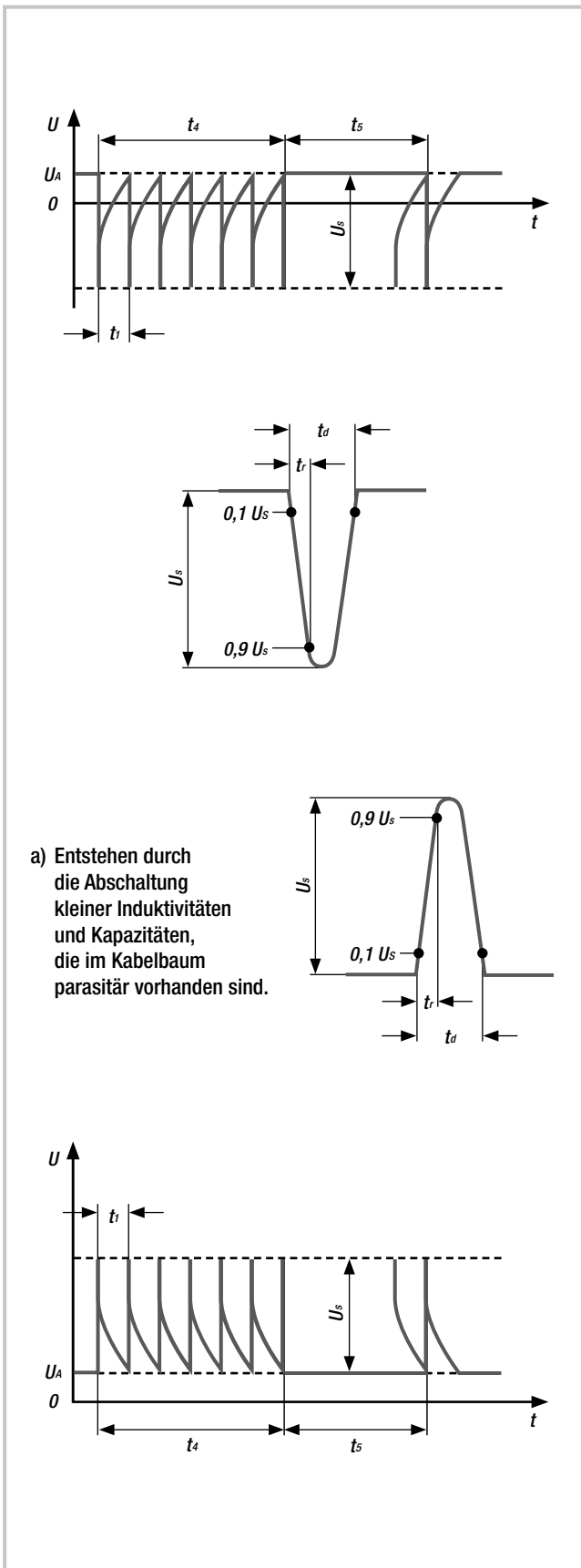


Bild 3: Der Impuls E3, z.B. Abschaltung kleiner Induktivitäten und Kapazitäten im Kfz-Kabelbaum

Der Impuls E4 (Bild 4) entsteht durch den Startvorgang des Autos. Durch den hohen Energiebedarf des Startermotors bricht das Bordnetz ein. Die örtlichen Umstände bedingen auch, dass dieser Impuls mit den verschiedensten Parametern auftritt; man denke nur an die Umgebungstemperatur oder die Viskosität des Motoröls, die den Anlassvorgang beeinflussen. Mit in diesen Bereich fällt der Impuls 2b, der Motor-Shut-Down-Impuls, der durch eine Bordnetzabschaltung erzeugt wird, während sich die Lichtmaschine weiter dreht. Sie erzeugt dann nochmals eine Spannung, wobei dies keine Überspannung sondern nur eine kurzfristige Bordnetzspannung ist.

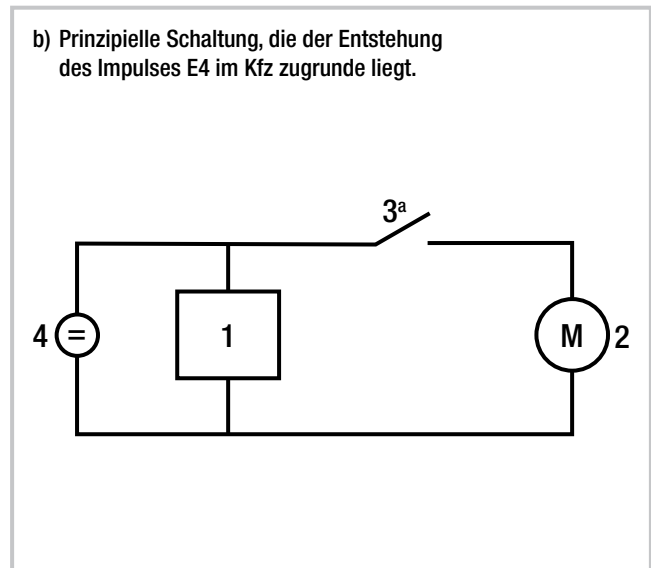
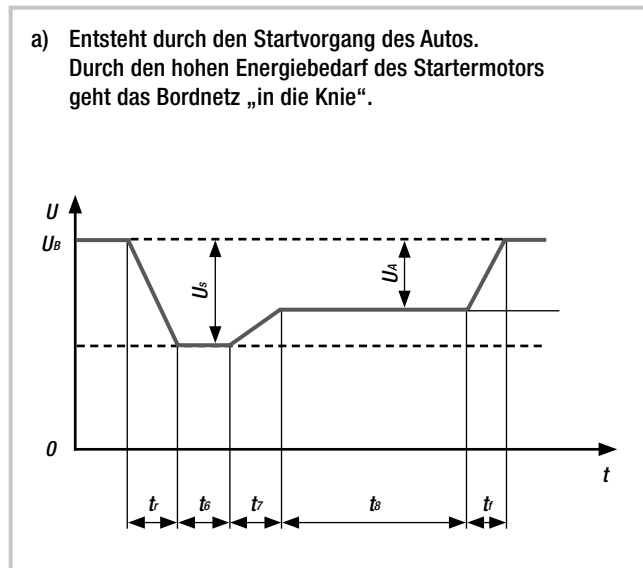


Bild 4: Der Impuls E4 , z.B. Startvorgang des Autos , sogenannte „Anlasserkennlinie“

Wird die Batterie abgeschaltet, oder die Verbindung dorthin unterbrochen, während die Lichtmaschine Energie liefert, entsteht der Impuls E5 (Bild 5). Durch das Fehlen der niedrigen Impedanz der Batterie entstehen Überspannungen, die direkt an der Elektronik liegen. Diese Verbindungsunterbrechung entsteht z. B. durch Ausfall der Batterieverbindung, hervorgerufen durch Korrosion oder Überbrückung der Batterie durch Fremdstarten. Es handelt sich hierbei um einen energiereichen Impuls im Millisekundenbereich.

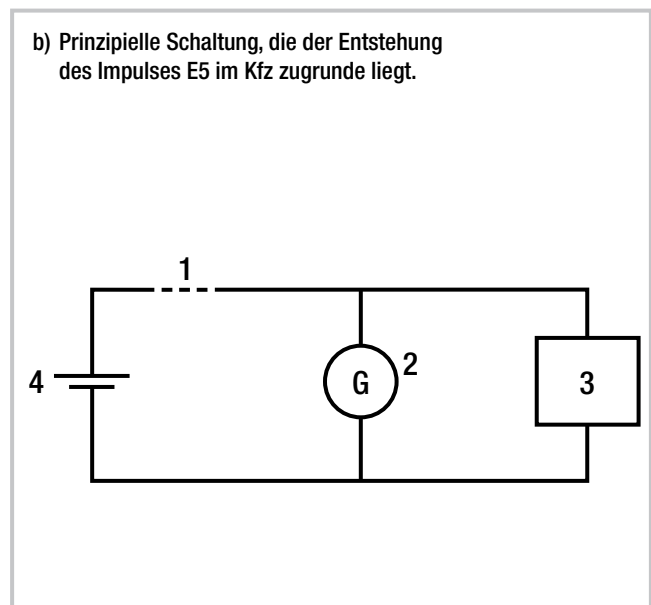
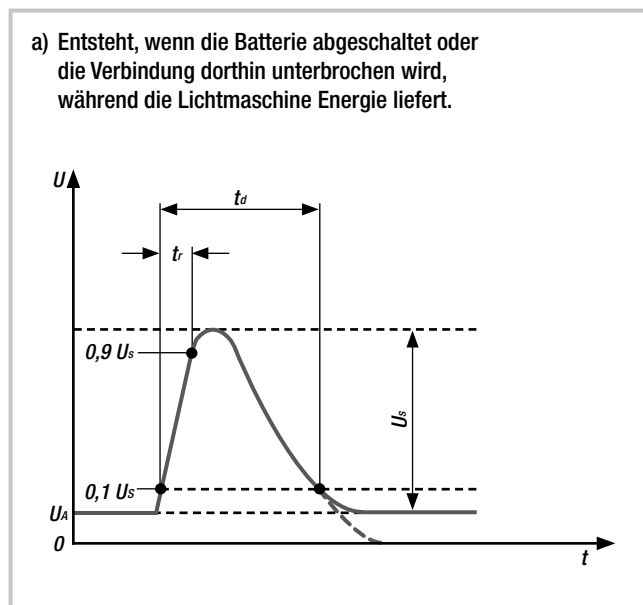


Bild 5: Der Impuls E5 , z.B. Batterieunterbrechung trotz Energiezufuhr von der Lichtmaschine

### 3. Wichtige Kategorien von Tests bei Automotive Prüfaufbauten

Die Impulse E1 bis E5 zeigen Eindrucksvoll, welche Kategorien von Tests u.a. im Automotive Bereich gestellt werden und welche von Laborstromversorgungsgeräten in der Test-, Entwicklungs- und Produktionsphase zu realisieren sind.

Für die messtechnische Ermittlung der verschiedensten Impulse sind drei Kategorien von Prüfaufbauten festgelegt:

- Prüfungen mit hochfrequenten Testsignalen, mit Flankensteilheiten im  $\mu\text{s}$ -Bereich
- Prüfungen im mittleren Dynamikbereich, bei denen Flankenanstiege im ms-Bereich benötigt werden
- Prüfungen im quasi statischen Betrieb entsprechend der Toleranzen der Batteriespannungen

Die schnellen und hochfrequenten Impulse (bis in den  $\mu\text{s}$ -Bereich) werden mit einem speziellen mechanischen Schalter, einer Netznachbildung und einem Oszilloskop gemessen. Der Prüfaufbau ist exakt in der ISO 7637 beschrieben und muss zwingend eingehalten werden, da sonst die Ergebnisse nicht reproduzierbar sind.

Die mittleren bzw. statischen Impulse (bis in den ms-Bereich) sind mit einem elektronischen Schalter, Bordnetznachbildung und einem Oszilloskop in ähnlicher Art zu ermitteln. Genau in diesem Arbeitsbereich setzt die neue Stromversorgung von GMC-I Messtechnik neue Maßstäbe und erfüllt mit den KONSTANTERN der SYSKON P-Serie nahezu alle gewünschten Anforderungen aus der Automotive Branche.

### 4. Anforderungen an Laborstromversorgungsgeräte (z.B. SYSKON KONSTANTER)

Alle gezeigten Impulse und Signale (E1 bis E5) können in den mittleren Dynamikbereich eingeordnet werden, das bedeutet, es werden Einstellzeiten im ms-Bereich gefordert (E1 und E2 im  $\mu\text{s}$ -Bereich, E3 im ns-Bereich). Diese Zeiten beziehen sich dabei auf Änderungen der Sollwerte in beide Richtungen sowohl von niederen Werten zu höheren und umgekehrt. Um diese Zeiten bei Stromversorgungsgeräten zu realisieren, sind schon einige Besonderheiten und Herausforderungen in der Konzeption zu beachten, unter anderem auch deswegen, weil die zu versorgende Last als Teil der Regelstrecke zu sehen ist und in das dynamische Verhalten direkt eingreift.

Moderne Laborstromversorgungsgeräte sind in Schaltregler-Technologie ausgeführt, um auch bei diesen Geräten höhere Wirkungsgrade zur Reduzierung von Gewicht und Volumen zu erzielen. Allerdings benötigen Schaltregler im Ausgangskreis ein entsprechendes Filter mit Ausgangskondensator. Dieser Kondensator, dessen Größe je nach Leistung bei einigen Tausend  $\mu\text{F}$  liegen kann, bestimmt in direkter Linie das dynamische Verhalten. Für das Erzielen kurzer Einstellzeiten von niederen zu höheren Ausgangsspannungen muss zusätzlich zum Laststrom ein ausreichend hoher Ladestrom zulässig sein. Dieser Ladestrom beeinflusst damit die Dimensionierung des gesamten Leistungsteils bis zum Netzeingang.

Für die andere Richtung, dem Herabsetzen der Ausgangsspannung, ist für eine schnelle Entladung zu sorgen.

Da nicht immer von einem ausreichend hohen Laststrom ausgegangen werden kann, ist die Entladung durch das Stromversorgungsgerät selbst zu lösen. Für eine Beschleunigung der Entladefunktion gibt es die Möglichkeit, diese über eine integrierte dynamische Last oder Stromsenke zu erreichen. Dieses Konzept kommt auch bei der SYSKON P-Serie zur Anwendung.

Eine andere Variante sieht vor, den Ausgangskondensator dadurch schnell zu entladen, indem seine Energie über den Leistungsübertrager zurück in den primärseitigen Zwischenkreis transportiert wird. Dieses Konzept vermeidet weitere Verlustleistung im Gesamtsystem und kommt bei allen Hochpräzisions-KONSTANTERN (z.B. auch bei KONSTANTER der Serie SLP und SSP) von GMC-I Messtechnik zum Einsatz als sogenannte BET-Technologie (Bidirektionaler Energie Transport).

Bei beiden Konzepten ist die Auswirkung auf die thermische Bilanz des gesamten Leistungsteils zu beachten. Darüber hinaus müssen diese Zusatzfunktionen auch in der Auslegung und Dimensionierung des Reglers beachtet und berücksichtigt werden. Der gesamte Regelkreis wird dadurch um eine zusätzliche Funktion erweitert.

Neben der Berücksichtigung im Leistungsteil und in den Regelkreisen ist für die Generierung solcher Signale auch der interne Datenspeicher (Setup- und Sequence-Speicher) der Stromversorgungsgeräte und deren Bedienoberfläche angemessen auszulegen. Die für die Nachbildung der Signale erforderlichen Stützpunkte müssen in ausreichender Menge in der Stromversorgung selbst abgespeichert werden können, um eine Signalausgabe auch ohne Rechnerbetrieb (Remote) zu erlauben. Dazu ist ein ausreichender Datenspeicher notwendig. Dieser ist unterteilt in einen kleineren Bereich (Setup-Speicher), in dem komplette Gerätekonfigurationen abgelegt werden können und in den größeren Bereich zum Speichern der Sequenzen Sequence-Speicher).

Im kleineren Konfigurationsspeicher lassen sich wesentliche Parameter hinterlegen, die für gewisse Applikationen benötigt werden. Die benötigte Konfiguration für eine Anwendung kann dann einfach und schnell wieder aufgerufen werden.

Der größere Speicherplatz ist für die Ablage der Parameter für Spannungs- und Stromprofile, sogenannte Sequenzen, vorgesehen. Somit ist die Stromversorgung in der Lage eingespeicherte Sequenzen eigenständig abzuwickeln und auszugeben, unabhängig von zeitlichen Abläufen des Datenverkehrs mit dem steuernden Rechner und um andererseits den Rechner frei zu machen für andere Arbeiten.

Je nach Umfang der Sequenzen können im SYSKON KONSTANTER mehrere Profile abgespeichert und über die Start- und Stoppadresse definiert werden. Die notwendige flexible Anpassung an Applikationen ist dadurch ermöglicht. Für die Darstellung derartiger Prüfpulse als Sequenz werden pro Stützpunkt (Sequenz-Nummer, No.) im Speicherplatz vier Parameter benötigt (Bild 11, Tableau „View and Edit“):

- Spannungswert (Uset in V)
- Stromwert (Iset in A)
- Verweilzeit (Tset in s)
- Funktionsparameter (Fset)

Die Eingabe von Spannungs- und Stromwert erlaubt in Verbindung mit der Last die freie Festlegung, ob in diesem Punkt für den Verbraucher eine Spannungs- oder Stromeinprägung erfolgen soll. Die einzugebende Verweilzeit pro Stützpunkt bestimmt beim Ablauf der Sequenz die Dauer, wie lange dieses Wertepaar ausgegeben werden soll und bestimmt den zeitlichen Ablauf der Sequenz. Das minimale Raster beträgt 1 ms.

Zur weiteren Festlegung einer Sequenz gehören noch Start- und Stoppadresse, entsprechend dem ersten bzw. letzten Speicherplatz einer Sequenz. Festzulegen ist auch die Wiederholrate, wie oft eine Sequenz ausgegeben werden soll und schließlich die Information, was nach Ablauf einer Sequenzreihe am Ausgang geschehen soll. Je nach Wahl kann der Ausgang auf dem letzten Wert stehen bleiben oder es kann der Ausgang auf OFF geschaltet werden.

Mit dem Funktionsparameter kann u.a. das Abschalten festgelegt werden. Ist der letzte Speicherplatz einer Sequenz im Funktionsparameter mit CLR (clear) belegt, so wird dieser Platz innerhalb der Wiederholung übersprungen. Beim letzten Durchlauf bedeutet dies aber, dass der Ausgang am Ende auf OFF geschaltet wird, z. B. zum Wechseln des Prüflings.

Werden mehrere Geräte in einem System benötigt, so kann es notwendig werden, die zeitlichen Abläufe untereinander zu synchronisieren. Mit Hilfe eines Hardware-Triggereingangs kann auch das realisiert werden. Der Start einer Sequenz kann beim SYSKON KONSTANTER von Hand erfolgen (Menu Tasten am Gerät) oder vom Rechner (via USB Schnittstelle) oder von einem Triggersignal (Analog Schnittstelle, ANIF).



## 5. Die neue KONSTANTER Generation: SYSKON P-Serie

Die neuen programmierbaren KONSTANTER der innovativen SYSKON P-Serie (Bild 6, z.B. SYSKON P1500) erfüllen alle Maßstäbe, welche von der ISO Norm, oder von der Automotive Industrie an Stromversorgungsgeräte gestellt werden. Mit diesen modernen Geräten stehen hochwertige manuell- und fernbedienbare Gleichstromversorgungen für den Labor- und Systemeinsatz im Automotive Sektor zur Verfügung. Sie überzeugen durch ein breites Funktionsspektrum und ausgeprägte Praxisorientierung. Bei ihrer Entwicklung wurden Bedürfnisse und Anregungen von Anwendern aus zahlreichen Einsatzgebieten konsequent umgesetzt.



Bild 6: Der KONSTANTER: SYSKON P1500

Auf dieser breiten Anwenderbasis bieten die SYSKON KONSTANTER in den verschiedensten Konfigurationen ein hochpräzises und durchgängiges Leistungsspektrum (Bild 7, Leistungskennlinie).

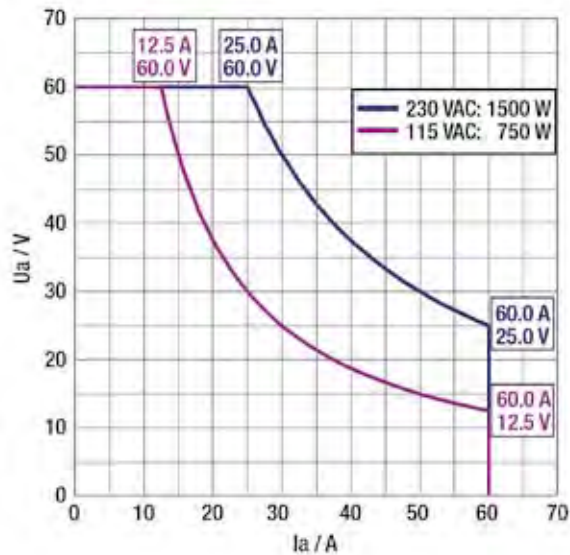


Bild 7: Leistungskennlinie vom SYSKON P1500

In Produktion und Prüffeld überwiegt heute der automatisierte Betrieb (z.B. Dauertestläufe). Aus diesem Grund, sind SYSKON KONSTANTER serienmäßig mit einer analogen und zwei digitalen Fernsteuerschnittstellen ausgestattet. Spezielle Schaltungstechniken sorgen für extrem kurze Einstellzeiten (Bild 8, zeigt das Uset Diagram) und ermöglichen einen schnellen, effizienten Prüfablauf.

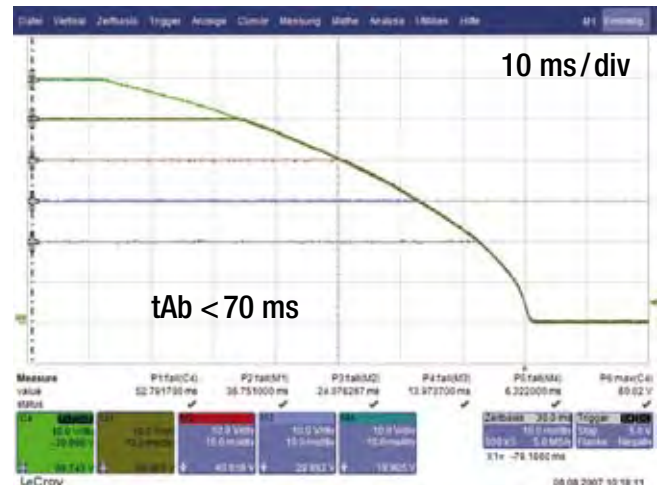
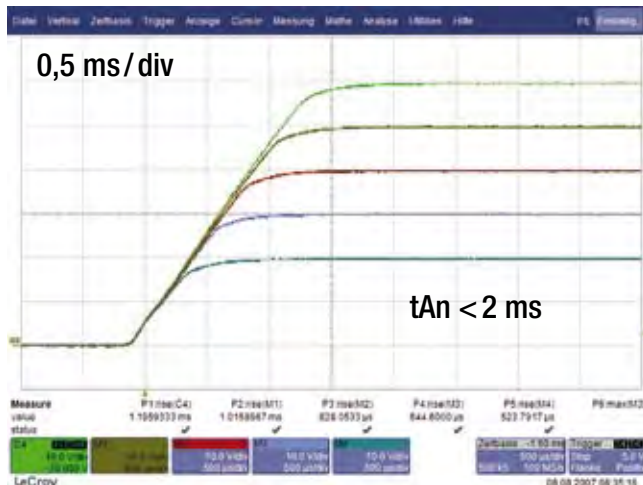


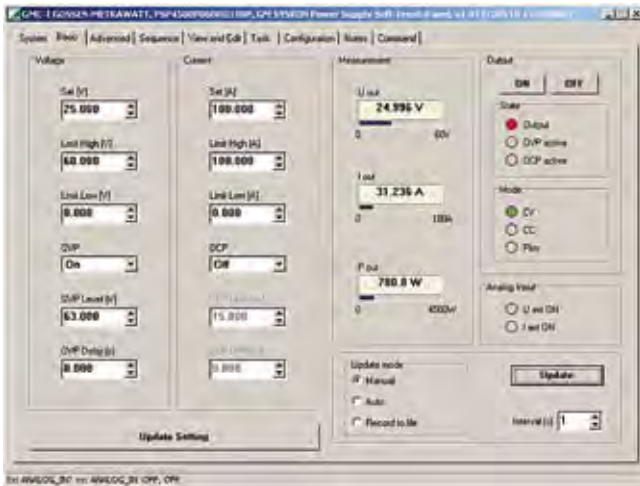
Bild 8: Anstiegs- und abfallende Zeit von Uset (bei Leerlauf)

Zur einfachen und schnellen Bedienung von rechnergesteuerten Systemen besitzt der SYSKON KONSTANTER standardmäßig eine komfortable Software. Ihr zentrales Element ist das Soft-Front-Panel, SFP (Bild 9).



**Bild 9:**  
Soft-Front-Panel (SFP)  
am Beispiel: SYSKON P1500

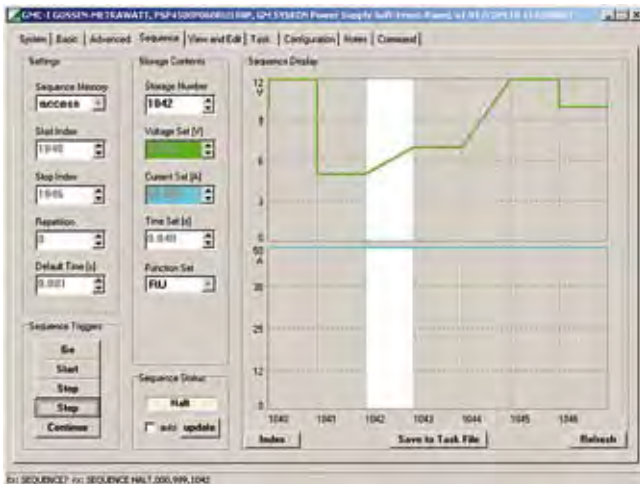
Es ermöglicht dem Anwender, die umfangreiche Funktionspalette der Geräte in seiner Applikation gezielt zu nutzen und das völlig ohne eigenen Programmieraufwand. Das Panel ist übersichtlich gestaltet und in aufgabenspezifische Tableaus (Bild 10 bis 13, nur selektierte Tableaus-Ausschnitte) gegliedert.



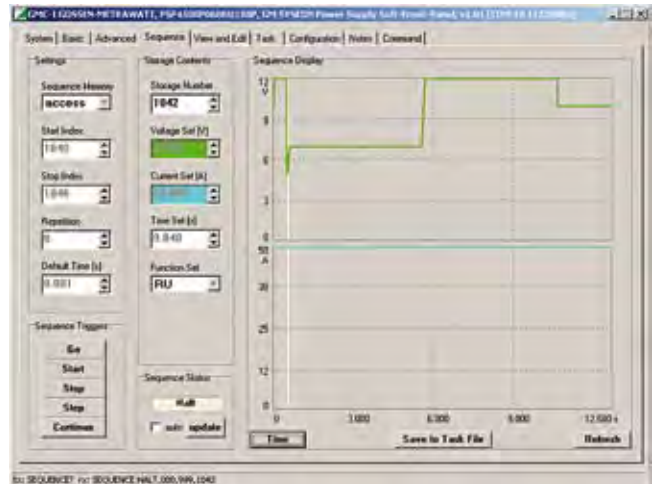
**Bild 10:** Tableau „Basic“



**Bild 11:** Tableau „View and Edit“ inkl. Parameter Info



**Bild 12:** Tableau „Sequence“ mit „Index“ Anzeige

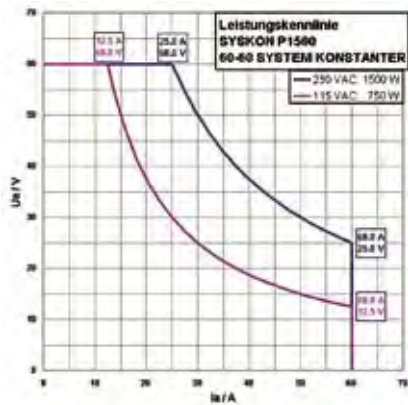


**Bild 13:** Tableau „Sequence“ mit „Time“ Anzeige

Die Software sucht nach angeschlossenen KONSTANTERN an den möglichen Schnittstellen USB, RS232 und GPIB. Die gefundenen KONSTANTER werden automatisch identifiziert und können für die Anwendung ausgewählt werden. Sind mehrere KONSTANTER angeschlossen, so kann die Software für jedes Gerät einzeln gestartet werden. Auf diese Weise kann jedes Gerät mit seinem eigenen SFP-Fenster gleichzeitig parallel zu den anderen gesteuert werden.



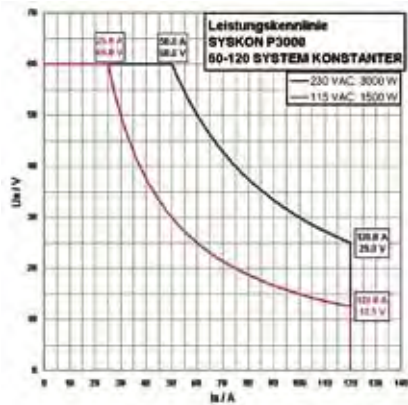
## 6. Produktübersicht: Rechnersteuerbare Labor-Stromversorgungen der SYSKON P-Serie



SYSKON | P1500



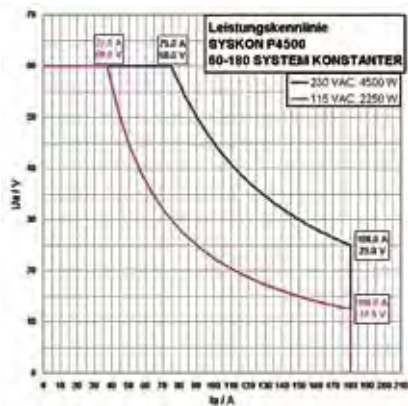
1500 W-Ausgangsleistung



SYSKON | P3000



3000 W-Ausgangsleistung



SYSKON | P4500



4500 W-Ausgangsleistung



SYSKON-Transporter

Typ	Artikelnummer
1500 W SYSKON P1500	K353A
3000 W SYSKON P3000	K363A
4500 W SYSKON P4500	K364A
IEEE488-Interface	K384A
Netz-Anschlussleitung 3,5 m	K991B
SYSKON TRANSPORTER	Z116A



**GMC-I Messtechnik GmbH**

Südwestpark 15

D - 90449 Nürnberg

Telefon: +49 911 8602-111

Telefax: +49 911 8602-777

E-Mail: [info@gossenmetrawatt.com](mailto:info@gossenmetrawatt.com)

[www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com)