



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

ENERGIEMESSUNGEN VON 1-PHASIGEN USV-ANLAGEN

28. November 2007

Ausgearbeitet am

Testlabor S.A.L.T., Ringstrasse, 7000 Chur, www.salt.ch

durch

Bush Energie GmbH, Rebweg 4, 7012 Felsberg, www.bush-energie.ch
und

Hochschule für Technik und Wirtschaft Chur, Ringstrasse, 7000 Chur,
www.fh-htwchur.ch

Autoren

Eric Bush, eric.bush@bush-energie.ch

Max Schalcher, max.schalcher@fh-htwchur.ch

Thomas Bruggmann, thomas.bruggmann@fh-htwchur.ch

Peter Kühne, peter.kuehne@fh-htwchur.ch

Stefan Kammermann, stefan.kammermann@fh-htwchur.ch

Impressum

Datum: 23. November 2007

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Elektrizität

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Projektbegleiter: Roland Brüniger, roland.brueniger@R-BRUENIGER-AG.CH

BFE-Bereichsleiter: Felix Frey, felix.frey@bfe.admin.ch

BFE-TP Nr.: 6940

BFE-Konto Nr.: 55300900

BFE-Projekt Nr.: 101928

BFE-Vertrag Nr.: 152378

Bezugsort der Publikation: www.energieforschung.ch / www.electricity-research.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Abstract	4
Résumé	4
Verwendete Abkürzungen	5
1. Ausgangslage und Ziele	6
2. Grundlagen	7
2.1 USV-Geräte	7
2.2 Beschaffung von Geräten	11
3. Messungen	12
3.1 Methodik	12
3.2 Betriebsarten	13
3.3 Bestimmung des Wirkungsgrades	13
3.4 Messresultate	13
4. Diskussion der Messresultate	21
4.1 Messresultate allgemein	21
4.2 Wirkungsgrad	21
4.3 Code of Conduct	21
5. Anhang	25
5.1 Internetadressen	25
5.2 Literaturverzeichnis	25
5.3 Zusätzliche Auswertungen	26
5.4 Messwerttabellen 21 VI-USV	30
5.5 Messwerttabellen 23 VFI-USV	34
5.6 Messwerttabellen 3 VFD-USV	38

Zusammenfassung

Im vorliegenden Messprojekt konnten 46 einphasige USV-Geräte im Leistungsbereich von 350VA bis 3000VA in Bezug auf den Wirkungsgrad und den Energieverbrauch ausgemessen werden.

Die Klassifizierung in VFD-, VI- und VFI-Geräte sowie die Durchführung der Messungen wurde nach IEC 62040-3 mit ohmscher und nichtlinearer Last vorgenommen.

Wie erwartet weisen die VFD-Geräte den besten Wirkungsgrad auf, gefolgt von den VI- und den VFI-Geräten.

Die Wirkungsgrade bei 50%, 75% und 100% der Nennbelastung unterscheiden sich nur wenig und liegen mehrheitlich über 90%. Dagegen fällt der Wirkungsgrad deutlich ab bei einer Belastung von 25% (zum Teil unter 80%).

Bei den Standby-Verlusten (eingeschaltet, ohne Last) gibt es grosse Unterschiede, die sich nur zum Teil durch die unterschiedliche Technologie der verschiedenen USV-Geräteklassen erklären lassen.

Im Vergleich zum Code of Conduct für USV-Geräte mit einer Leistung grösser 10kVA schneiden die leistungsmässig kleinen Geräte relativ gut ab, vor allem dank geringem Aufwand für die Kühlung.

Abstract

In the present measuring project, 46 single phase UPS-devices in the power range from 350VA up to 3000VA could be measured with regard to efficiency and energy consumption.

The classification into VFD-, VI- and VFI-devices as well as the carrying out of the measuring was accomplished in compliance with IEC 62040-3 with resistive and nonlinear load.

As expected, the VFD-devices showed the best efficiency level, followed by VI- and VFI-devices.

The efficiency rate at 50%, 75% and 100% of the nominal power differs only slightly and in most cases exceeds 90%. However, at a load of 25% the efficiency decreases considerably (in individual cases to below 80%).

There are large differences in the area of standby losses (switched on, without load) which can only partly be explained by the different technologies of the various types of UPS-devices.

Compared to the Code of Conduct for UPS-devices with a power of more than 10kVA, the devices with lower power compare relatively well, especially because of the small power demands for cooling.

Résumé

L'objet du présent projet était de mesurer le rendement et la consommation énergétique de 46 onduleurs monophasiques ASI (système d'alimentation sans interruption), répartis dans une gamme de puissance allant de 350 VA à 3000 VA.

Le classement en appareils DVF (dépendants des voltages et fréquences), IV (indépendants des voltages) et IVF (indépendants des voltages et fréquences), ainsi que la réalisation des mesures ont été effectués d'après le standard IEC 62040-3 avec charges ohmiques et charges non linéaire.

Comme prévu, les appareils IVF présentent le meilleur rendement, suivi par les appareils IV et IVF.

Le degré d'efficacité à 50%, 75% et 100% de la charge nominale ne diffère que peu et se situe en majorité au dessus de 90%. En revanche, une charge de 25% provoque une nette diminution de l'efficacité (dans certains cas en-dessous de 80%).

Les mesures de déperditions en mode stand-by (branché, sans charge) laissent apparaître de grandes différences. La variété des technologies employées par les systèmes ASI n'expliquent que partiellement ce phénomène.

Comparés au Code of Conduct concernant les onduleurs ASI d'une puissance supérieure à 10 kVA, les appareils de moindre puissance affichent des résultats relativement bons, surtout grâce à leur moindre demande en refroidissement.

Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Ausgeschrieben in Worten	Bemerkungen
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	
UPS	Uninterruptible Power Supply	Englischer Ausdruck für USV
VFI	Voltage Frequency Independent	
VI	Voltage Independent	
VFD	Voltage Frequency Dependent	
AVR	Automatic Voltage Regulator	Regelt die Ausgangsspannung der USV

1. Ausgangslage und Ziele

USV (Unterbruchsfreie Strom Versorgungs-)Systeme werden zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Informatik, Kommunikations-, Medizin- und weiteren Sicherheits-Infrastrukturen eingesetzt. Insbesondere werden Sie zum Schutz der Verbraucher vor Störungen im Netz, dem Ausfall der Netzversorgung sowie zur Reduktion von Netzrückwirkungen verwendet. Die detaillierte Kenntnis der Anforderungen und der Qualität von Verbrauchern und des Netzes bilden die Basis für einen optimierten und kosten sparenden Einsatz der USV-Systeme (vgl. Merkblatt Optimierter Einsatz von USV-Anlagen, BFE, 2005).

Seit einigen Jahren engagiert sich das BFE für die Erarbeitung von Grundlagen zur Umsetzung einer europäischen freiwilligen Vereinbarung (Code of Conduct für USV-Anlagen im Leistungsbereich über 10 kVA).

Für USV-Anlagen mit einer Leistung unter 10 kVA besteht die Idee, zusammen mit der EU ein entsprechendes Energielabel zu entwickeln. Dazu ist es als Voraussetzung wichtig und notwendig, einen Überblick über die aktuellen Verbrauchswerte des Marktangebotes zu erhalten.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes sollen dazu rund 40 Messungen an typischen USV-Anlagen ausgeführt werden. Zu diesem Zweck sind die stückzahlmäßig wichtigsten USV-Anlagen (1-phasig, bis 6 kVA) betreffend ihrer energetischen Eigenschaften in den wichtigsten Betriebs-Zuständen zu messen und zu analysieren. Das Ziel ist eine fundierte und möglichst umfassende Darstellung des Energieverbrauchs von 1-phasigen USV-Anlagen.

2. Grundlagen

2.1 USV-Geräte

Der ständige Zuwachs von PC's und Servern in Netzwerken und die steigenden Ansprüche an die Verfügbarkeit einerseits sowie das erhöhte Risiko von Stromausfällen und Netzstörungen im liberalisierten Strommarkt andererseits gibt der Sicherung der zugehörigen Stromversorgung einen immer höheren Stellenwert.

USV-Systeme sind eine geeignete Lösung, um die Stromversorgung von kritischen Betriebsmitteln für eine beschränkte Zeit sicherzustellen.

Laut EN-50091-1 ist eine USV ein Stromversorgungssystem mit Energiespeicher, welches bei einem Ausfall der Versorgungsspannung eine lückenlose Versorgung der Last sicherstellt.

Eine USV wird zwischen Netz und Verbraucher geschaltet. Das Kernstück sind die Batterien, die im Bedarfsfall für eine begrenzte Zeit die Versorgung der angeschlossenen Verbraucher gewährleisten.

Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen und Sicherheitsbedürfnissen gibt es verschiedene Typen von USV-Anlagen. Diese lassen sich grob in drei Klassen einteilen.

Klassifizierung von USV-Anlagen:

Die im Folgenden aufgezeigte Klassifikation ist Teil der Norm IEC 62040-3, welche die USV-Typen nach deren Eigenschaften definiert. Die Klassifizierungsnorm orientiert sich stark nach der Ausgangsspannung, da ihre Konstanthaltung und Qualität das wichtigste Kriterium einer USV-Anlage bildet.

Man unterscheidet 3 Klassifizierungs-Stufen:

Stufe 1: Grad der Abhängigkeit der USV-Ausgangsversorgung vom Netzeingang im Normalbetrieb

Stufe 2: Die Spannungskurvenform der USV-Ausgangsversorgung

Stufe 3: Dynamische Toleranzkurven der USV-Ausgangsversorgung

Stufe 1: Abhängigkeit des USV-Ausgangs vom Netz

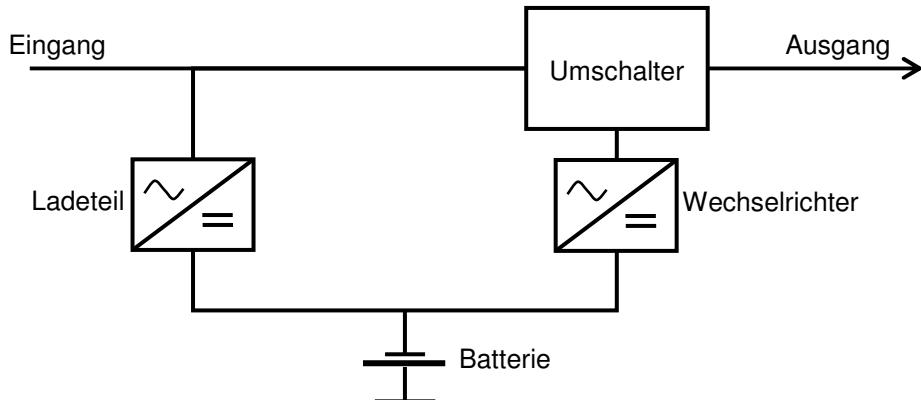
Tabelle 1: Code Stufe 1

bisherige Bezeichnung	Bezeichnung gemäss IEC 62040-3 Code	Bedeutung
Offline Bereitschaftsbetrieb Stand-by passiver Mitlaufbetrieb	VFD „Voltage and Frequency Dependend“	Die Ausgangsspannung ist abhängig von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz, wenn keine technischen Komponenten wie Trenntrafos, EMV-Filter oder Varistoren zu Verbesserungen eingebaut sind.
Netzinteraktiv Line Interactive Single Conversion aktiver Mitlaufbetrieb	VI „Voltage Independent“	Die Ausgangsspannung ist abhängig von der Netzfrequenz. Die Ausgangsspannung wird durch aktive oder passive Regeleinrichtungen innerhalb bestimmter Grenzen aufbereitet.
Online Double Conversion Dauerwandler	VFI „Voltage and Frequency Independent“	Die Ausgangsspannung ist unabhängig von allen Netzspannungs- und Frequenzschwankungen und wird gemäss IEC Norm elektronisch geregelt.

Arbeitsprinzip der Offline-USV (VFD)

Offline USV leiten den Strom im Normalbetrieb direkt vom Eingang an den Ausgang weiter. Sie schützen nur bei Netzausfall. Je nach Eingangsfilter halten sie einen Teil der (hochfrequenten) Störungen ab. Die angeschlossenen Verbraucher müssen eine Umschaltzeit von einigen Millisekunden verkraften können. Als Last kommen vor allem Geräte in Frage die mit primär getakteten Netzteilen ausgerüstet sind (z.B. PC's).

Liegt die Netzspannung innerhalb der zulässigen Toleranz, wird sie über den Umschalter mit den Ausgang verbunden und die Batterien werden geladen. Bei einer Netzstörung schaltet die Kontrolleinheit auf Batterieversorgung. Der Wechselrichter läuft an und mit Hilfe des Umschalters wird seine Ausgangsspannung an den USV-Ausgang gelegt. Gleichzeitig wird das Netz abgetrennt.

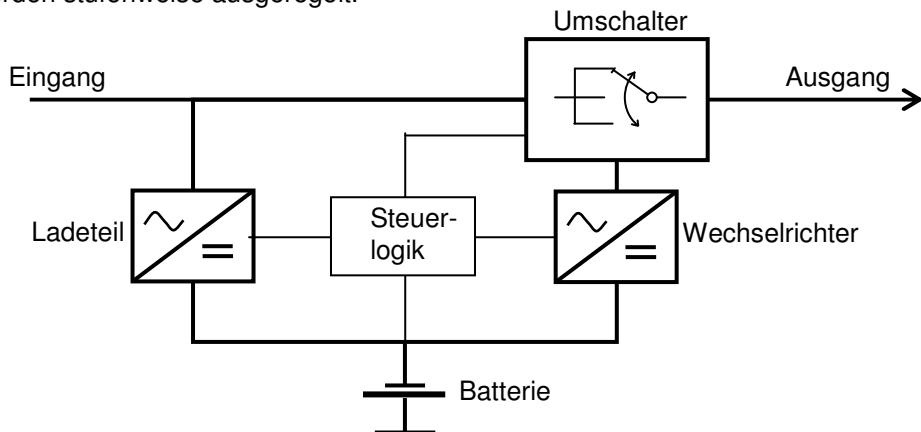


Figur 1: Offline-USV (VFD)

Bei Offline USV-Geräten ist die Ausgangsspannung gleich der Eingangsspannung. Alle eingesetzten Störungen und Schwankungen werden zum Verbraucher weitergeleitet. Die Ausgangsfrequenz ist gleich der Eingangsfrequenz. Frequenzschwankungen werden nicht ausgeregelt. Die Umschaltzeiten sind relativ lang (mehrere Millisekunden). Bei Batteriebetrieb ist die Spannungsform meist stufenförmig. Von Batterie- auf Netzbetrieb gibt es keine Umschaltzeiten.

Arbeitsprinzip der Netzinteraktiven-USV (VI)

Die Netzinteraktiven USV-Geräte funktionieren ähnlich wie Offline USV-Geräte. Spannungsschwankungen werden stufenweise ausgeregelt.



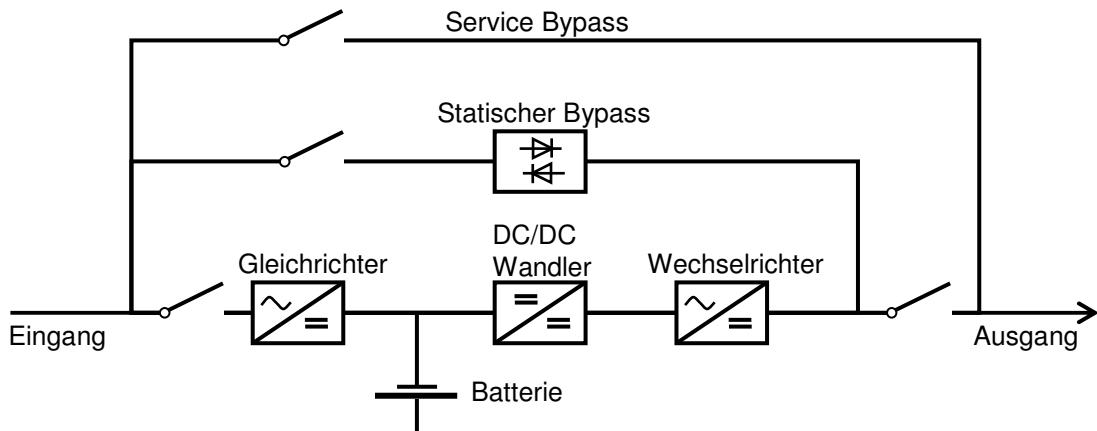
Figur 2: Netzinteraktive-USV (VI)

Als Ausgangskurvenform stehen Trapez oder Sinus zur Verfügung. Die Spannungsregelung erfolgt stufenweise. Die Ausgangsfrequenz ist gleich der Eingangsfrequenz und es findet keine Ausregelung von Frequenzschwankungen statt. Die Umschaltzeiten betragen (wie bei der Offline-USV) ca. 2 bis 4 Millisekunden. Bei der Umschaltung vom Batterie- auf Netzbetrieb gibt es keine Umschaltzeiten.

Arbeitsprinzip der Online-USV (VFI)

Online USV-Geräte sind als echte Dauerwandler nach EN 50091-1 mit zweifacher Energiewandlung aufgebaut. Ein Gleichrichter am Eingang (AC/DC-Wandler) formt die Wechselspannung um in eine Gleichspannung. Mit der Gleichspannung wird einerseits die Batterie geladen und andererseits die für den nachfolgenden Wechselrichter benötigte Energie bereitgestellt. Der Wechselrichter (DC/AC-Wandler) formt die Gleichspannung um in eine sinusförmige Wechselspannung. Da die Ausgangs-

spannung ausschliesslich vom Ausgang des Wechselrichters stammt, ist ein störungsfreier und von der Netzqualität unabhängiger Betrieb möglich (keine Umschaltung im Störungsfall).



Figur 3: Online-USV (VFI)

Eingang und Ausgang sind galvanisch getrennt. Der statische Bypass schaltet die angeschlossenen Verbraucher bei Überlastung oder defektem Wechselrichter (Inverter) automatisch ans Netz. Eine automatische Rückschaltung erfolgt nur, wenn die Last entsprechend reduziert wurde oder der Einschaltstromstoss abgeklungen ist. Über einen Service-Bypass können alle angeschlossenen Verbraucher unterbrechungsfrei weiterversorgt werden, während die USV-Anlage zu Wartungszwecken spannungsfrei geschaltet wird. Ausgangsspannung und Ausgangsfrequenz sind unabhängig von eingesangsseitigen Störungen. Es gibt keine Umschaltzeiten zwischen Netz- und Batteriebetrieb.

Stufe 2: Die Spannungskurvenform des USV-Ausganges

Die Stufe 2 ordnet die Kurvenform der Ausgangsspannung in ein relativ grobes Raster ein, jeweils in den beiden Betriebsarten „Netzbetrieb“ und „Batteriebetrieb“.

Tabelle 2 Code Stufe 2

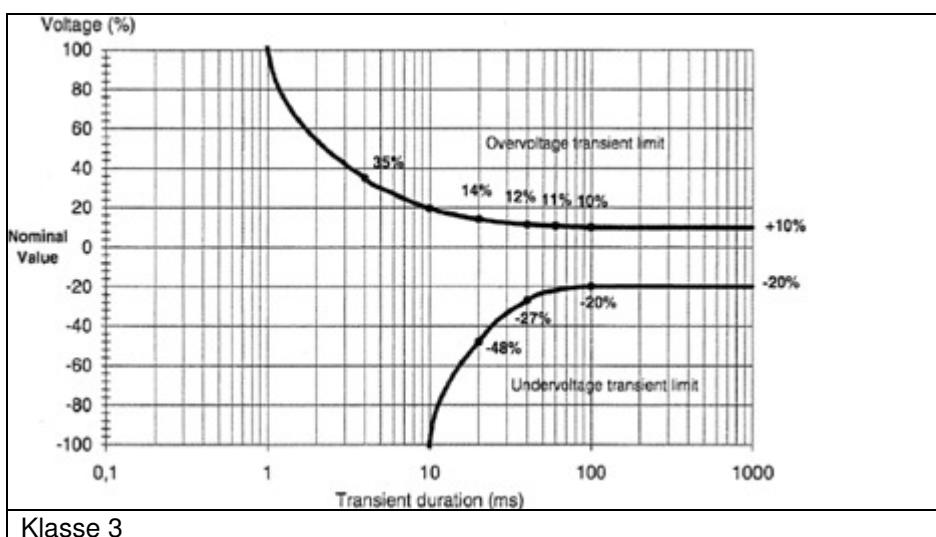
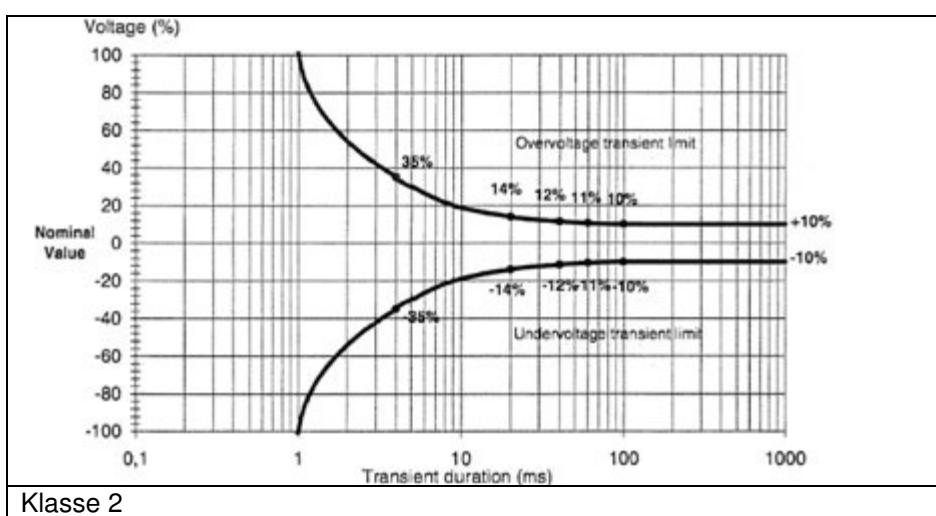
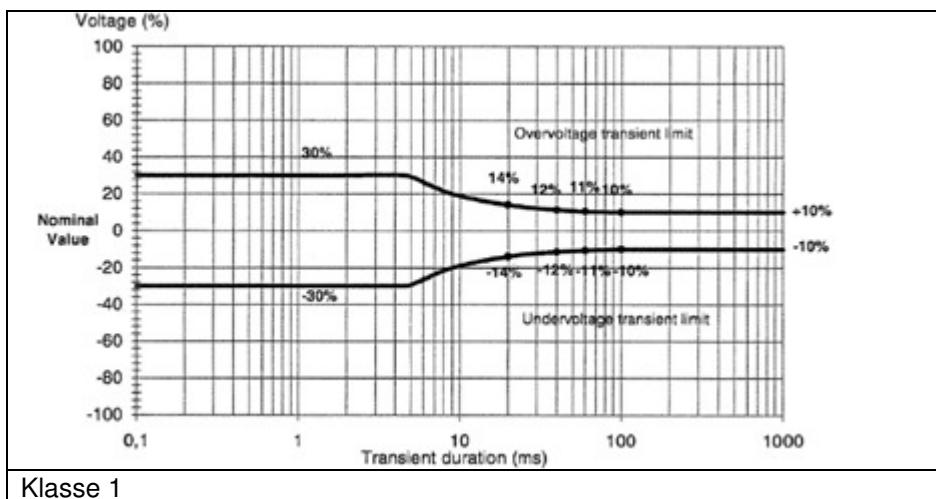
Code		Bemerkungen
Normal- betrieb	Batterie- betrieb	
S	S	sinusförmig: Verzerrungsfaktor $D < 0,08$ (IEC 61000-2-2) bei allen linearen und nichtlinearen Referenzlasten
X	X	nicht-sinusförmig: $D > 0,08$ bei nichtlinearer Referenzlast (Trapez-Form)
Y	Y	nicht-sinusförmig: überschreitet auch die Grenzwerte von IEC 61000-2-2 (Stufen-Form)

Insbesondere bei USV-Geräten des Typs VFD oder bei VI-Typen der unteren Leistungsklasse (<1000VA) kann die Spannungskurvenform im Batteriebetrieb rechteck- oder trapezförmig sein, d.h. sie weicht erheblich von der Sinusform ab. Längst nicht alle Verbraucher sind dafür geeignet.

Stufe 3: Dynamische Toleranzkurven des USV-Ausganges

Kritische Anwendungen benötigen zwingend eine rein sinusförmige Spannung. Durch die Definition der maximal zulässigen dynamischen Abweichungen von der Sinusform werden die höchsten Ansprüche in Bezug auf die Qualität der Ausgangsspannung festgelegt.

Man unterscheidet 3 Toleranzklassen mit den zugehörigen Toleranzkurven:



Der Code für die Ausgangstoleranzkurven besteht aus drei Ziffern, welche drei verschiedenen typischen dynamischen Fällen im Betrieb entsprechen:

1. Ziffer: Toleranz bei Änderung der Betriebsart, z.B. Netz-, Batterie-, Bypassbetrieb
2. Ziffer: Toleranz bei Lastsprüngen mit linearer Last im Normal- und Batteriebetrieb
3. Ziffer: Toleranz bei Lastsprüngen mit nichtlinearer Last im Normal- und Batteriebetrieb

Vollständiger Klassifizierungscode:

Der Vollständige USV-Klassifizierungscode lautet somit:

Abhängigkeit des Ausgangs vom Netz	Verzerrung der Ausgangskurvenform	Toleranz der Ausgangsspannung
VFI	SS	111
VI	SX	122
VFD	XY	333

Tabelle 3: Klassifizierungscode

Der dreistufige Code beschreibt die Eigenschaften einer USV zweckmäßig und detailliert.

2.2 Beschaffung von Geräten

Zur Beschaffung von Testgeräten wurden verschiedene Hersteller und Vertriebsorganisationen von USV's in der Schweiz kontaktiert. Dies sind im Wesentlichen die Vertreter der Industrie, die auch vom Bundesamt für Energie direkt kontaktiert und eingeladen wurden sowie zusätzlich einige weitere potenzielle Lieferanten.

Firma	Ansprechpartner	Produkte
ALMAT AG	B. Kessler	ALMAT
ATC Frech & Cie	V. Garapic	AROS
APC Switzerland / Gutor Electronic GmbH	J. Ruders	American Power Corporation
GE Consumer & Industrial SA	G. Andriguetti	General Electric
MGE UPS Systems	L. Raciatti	MGE
Rotronic AG	M. Werner	APC,
Service Net AG	P. Niggli / I. Gentsch	Ally, Megaline, NeWave, ..
Sicon Socomec AG	O. Saladin / Kaufmann	Modulys
NeWave SA	R. Molteni	NeWave
Online	P. Jaberg	Online-USV

Die meisten kontaktierten Firmenvertreter zeigten sich sehr interessiert und waren bereit, uns USV-Geräte zur Ausmessung zu überlassen. Dafür möchte sich das Projektteam herzlich bedanken.

3. Messungen

3.1 Methodik

Erfassung der Geräte:

Die zu prüfenden Geräte werden zuerst registriert und gemäss IEC 62040-3 den drei Typen (VFI, VI und VFD) zugeordnet. Es wird der Standardbatteriensatz verwendet.

Testvorbereitung:

Die Testgeräte werden während mehr als 12 Stunden im „Power-On“-Mode an das Versorgungsnetz (230V / 50Hz) angeschlossen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Batterien voll aufgeladen sind. Dies ist eine Voraussetzung für die korrekte Messung der Leistungen.

Durchführung der Messungen:

Die Leistungsmessungen erfolgen im Standby- und im Normal-Betrieb. Bei elf Geräten mit manuellem Bypass-Betrieb wurden die Leistungen von 50% und 100% aufgenommen.

Für die Leistungs-Aufnahme und -Abgabe wird je ein Leistungsmessgerät eingesetzt. Ein Messwert ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert von drei aufeinander folgenden Messungen. Anschließend werden die Messgeräte getauscht und das ganze wiederholt. Das Resultat einer Messung ist dann das arithmetische Mittel der zwei vorher ermittelten Messwerte.

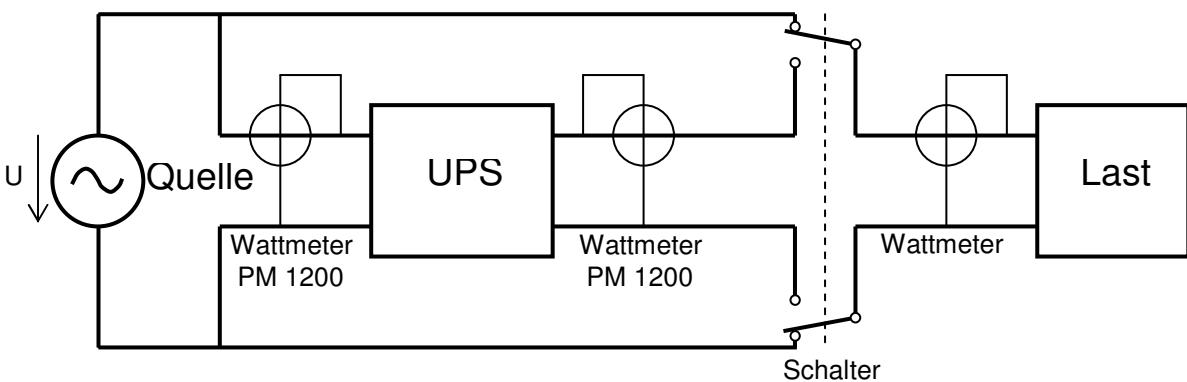
Für eine konstante Eingangsspannung sorgt eine elektronisch stabilisierte 4kVA Wechselstromquelle.

Die Last wird zuerst gemäss der Norm IEC 62040-3, Anhang E für die nichtlineare Last mit einem separaten Leistungsmesser vorbereitet. Nach einer Kontrolle am 230V/50Hz Versorgungsnetz schaltet man die Last an den Ausgang des Prüflings.

Die Belastung im Normal Mode wird in 4 Stufen von 25% auf 100% der Nenn-Scheinleistung S_N erhöht. Zur Kontrolle wird auch die Grenzlast des Prüflings ermittelt. Sie ist in der Regel wenig höher als die in den Spezifikationen angegebene maximale Last S_N .

Im Wirkleistungsbereich mit den gleichen 4 Stufen (25% bis 100%) erfolgt die Einstellung der jeweiligen Last direkt.

Für die Messungen wurde folgender Messaufbau verwendet (schematisch)



Figur 4 Messaufbau

Quelle:	Stabilisierte Spannungsquelle 230V/50Hz, Pacific Smart Source 140-ASX
Wattmeter	PM 1200 von Voltech
UPS	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Prüfling)
Schalter	Umschaltung zur Einstellung der Last (25%, 50%, 75%, 100%)
Last	ohmsche oder nichtlineare Last gemäss IEC 62040-3

3.2 Betriebsarten

Standby

Die Betriebsart Standby erfasst den Leerlaufbetrieb ohne Belastung. Eine Leistungsaufnahme besteht bei den meisten USV auch im Power-Off-Mode (Zustand der USV ausgeschaltet). In diesem Zustand wird nur der Akkumulator gestützt. LED's, die Schnittstellen und Anzeigen sind ausgeschaltet.

Ist die USV eingeschaltet erhöht sich der Bedarf für die Regelung und die diversen Anzeigen (Displays und LEDs)

Normal Mode

Im Normal-Mode arbeitet die USV mit einer Last. Die Verluste der USV entstehen in der Leistungselektronik, der Regelung, in der Belüftung und in der Anzeige.

Bypass Betrieb

Im Bypassmode ist die USV überbrückt, d.h. Eingang und Ausgang sind direkt miteinander verbunden. Dieser Zustand tritt auf z.B. bei einer Störung in der USV oder im Servicefall auf (Austausch der Batterien, Umschaltung auf eine andere USV).

Messung der Leistungen

Die Leistungsmessungen wurden am Ein- bzw. Ausgang der USV mit zwei PM1200-Geräten von Voltech vorgenommen. Diese Geräte gestatten die Bestimmung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung und des Leistungsfaktors aus einer Strom- und Spannungsmessung bis zu einer Grenzfrequenz von 100kHz. Die Genauigkeit der Messwerte ist besser als 1%.

Die Messwerte (Strom, Spannung, Wirkleistung) lassen sich mit Hilfe einer Halte-Funktion gleichzeitig erfassen. Anschliessend erfolgt die Ablesung und der Eintrag in die entsprechende Messtabelle.

3.3 Bestimmung des Wirkungsgrades

Der Wirkungsgrad einer USV ist gemäss EN 62040-3, Abschnitt 3.3.19 wie folgt definiert:

„Verhältnis der Ausgangswirkleistung zur Eingangswirkleistung unter festgelegten Betriebsbedingungen, ohne Energieaustausch mit den Energiespeichern.“

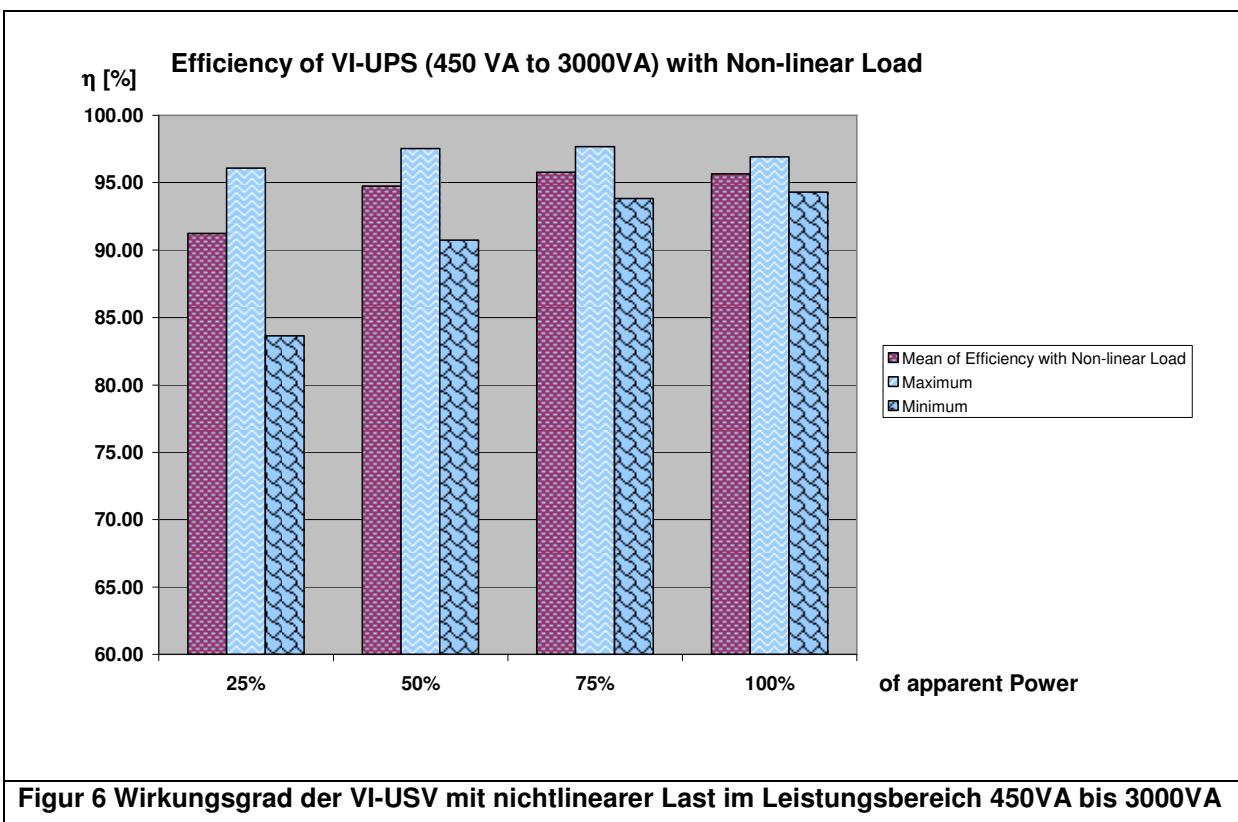
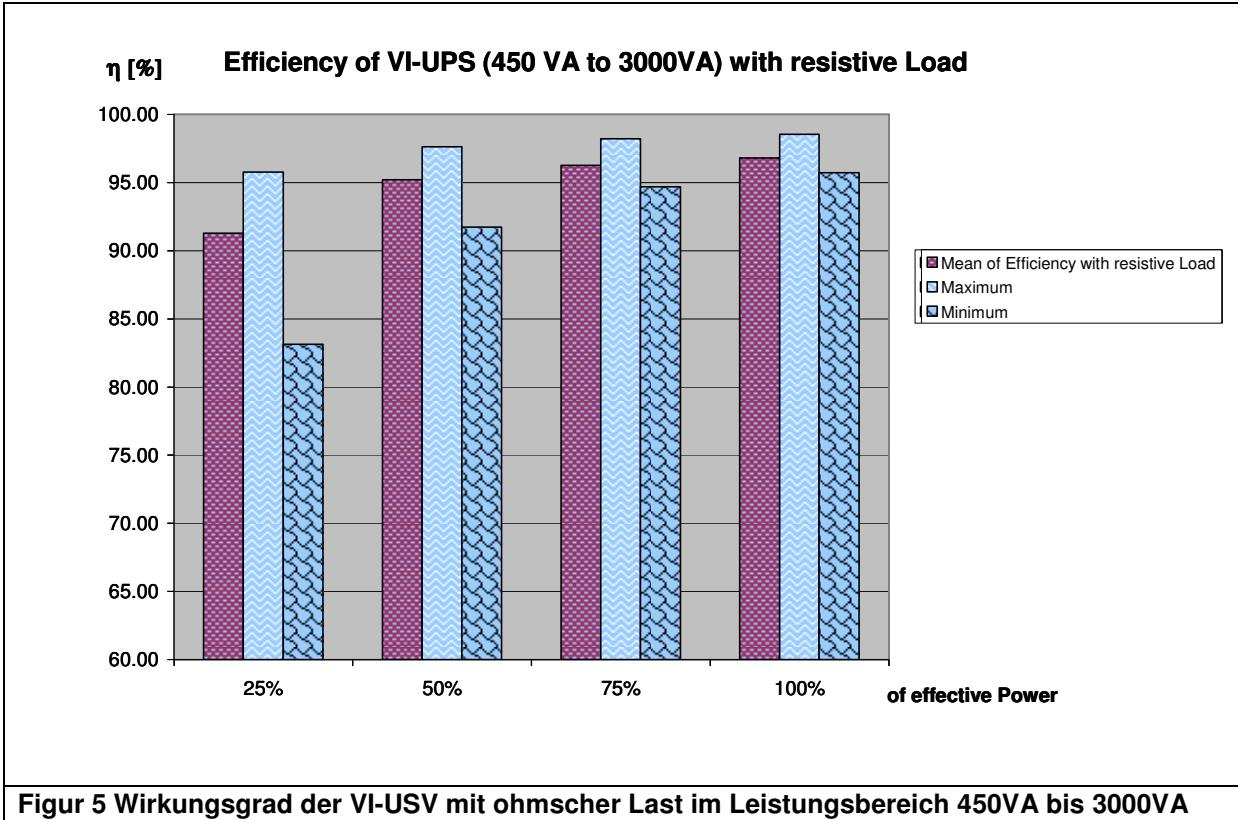
Somit gilt für den Wirkungsgrad:
$$\eta = \frac{P_{\text{Ausgang}}}{P_{\text{Eingang}}}$$

3.4 Messresultate

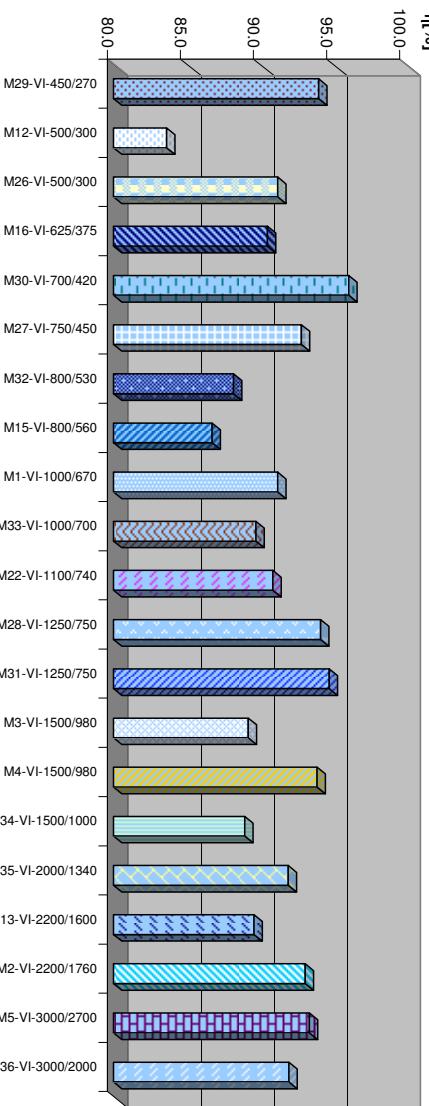
Die folgenden Diagramme zeigen die graphischen Auswertungen der Messresultate.

Die zugehörigen Tabellen mit den Messwerten sowie zusätzliche Auswertungen befinden sich im Anhang.

a) VI-Geräte

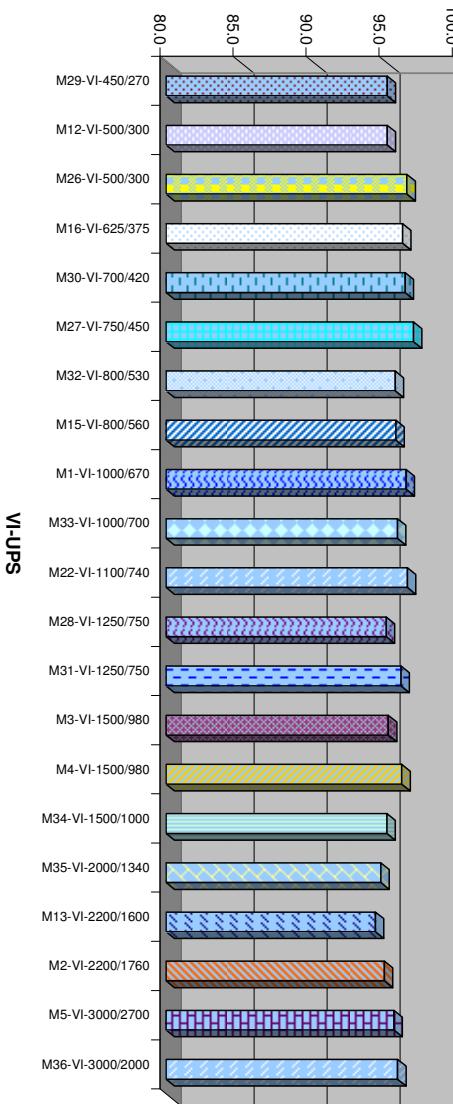


Efficiency of VI-USV (450VA to 3000VA) with Non-lineare Load as per IEC 62040-3 at 100% apparent Power



Figur 7 Wirkungsgrad von VI-USV bei 25 % nichtlinearer Last

Efficiency of VI-USP (450VA to 3000VA) with Non-lineare Load as per IEC 62040-3 at 100% apparent Power



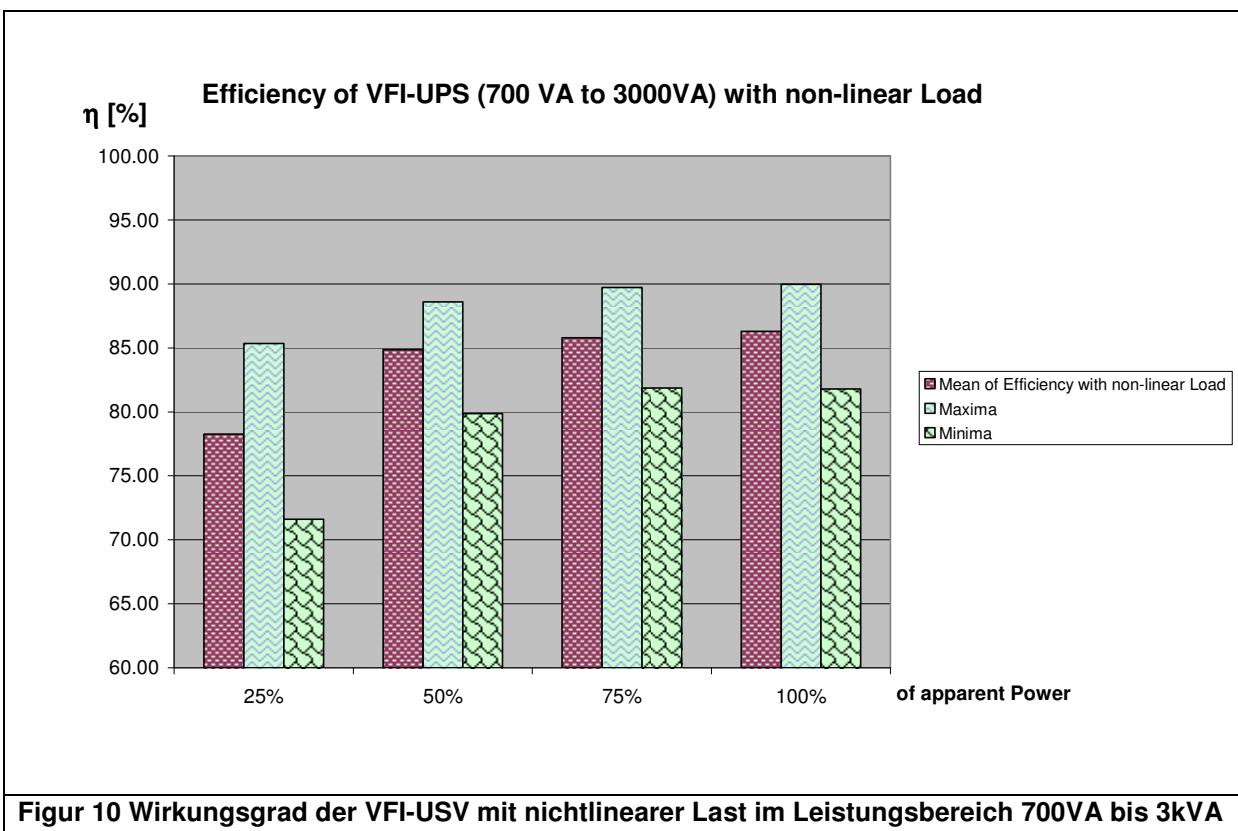
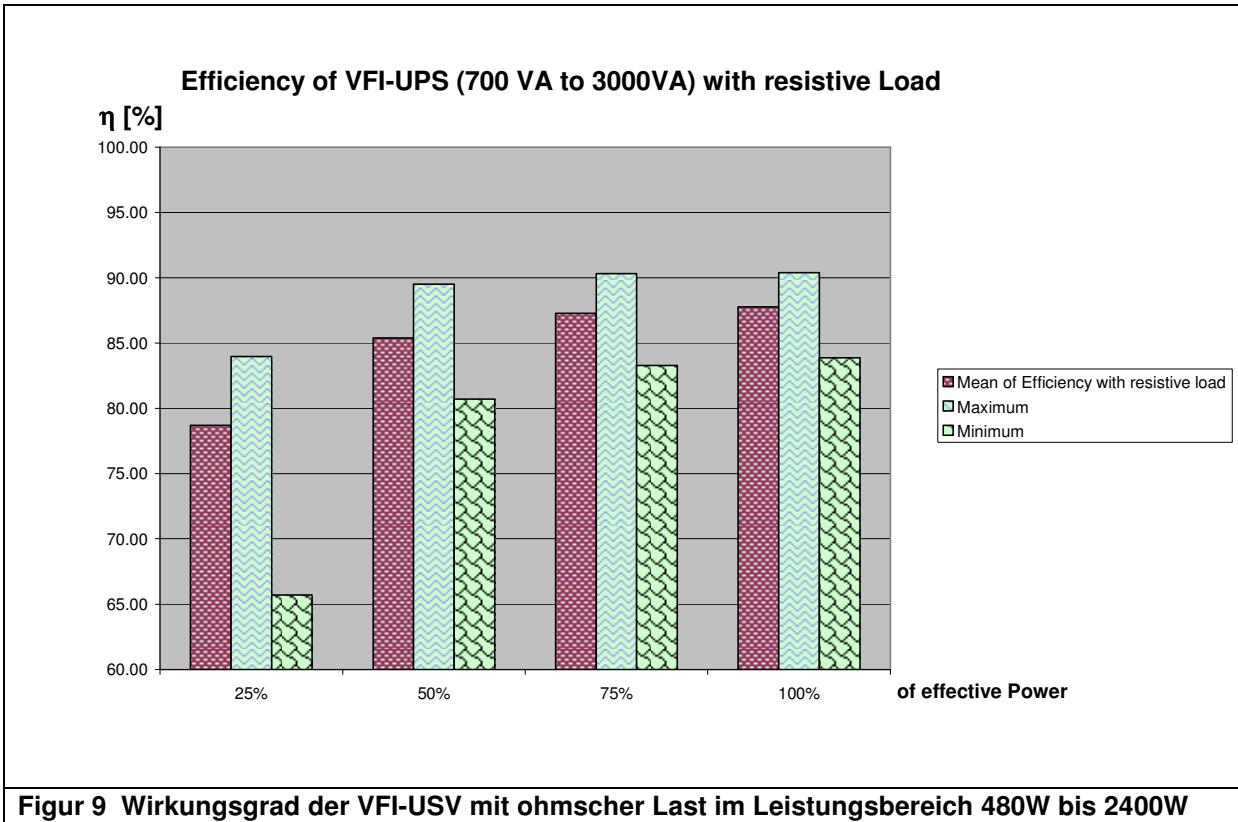
Figur 8 Wirkungsgrad von VI-USV bei 100 % nichtlinearer Last

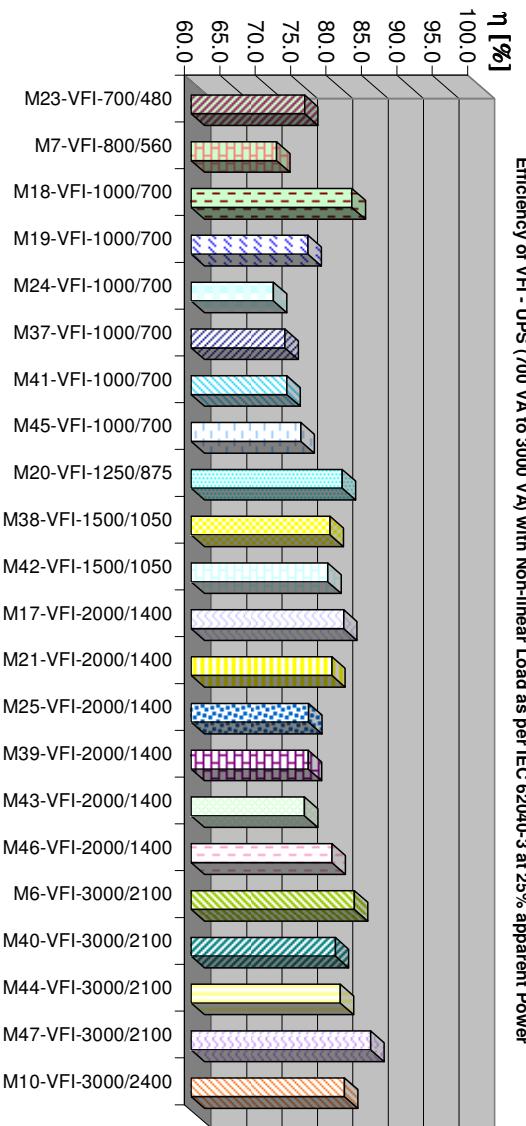
Efficiency of VI-USV (450VA to 3000VA) with Non-lineare Load as per IEC 62040-3 at 100% apparent Power

VI-USP

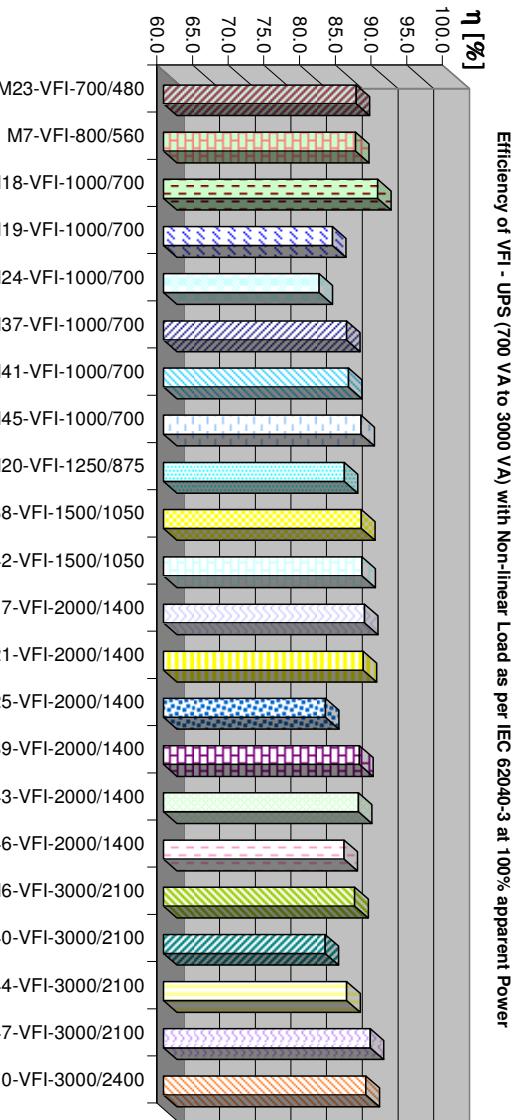
VI-JPS

b) VFI-Geräte



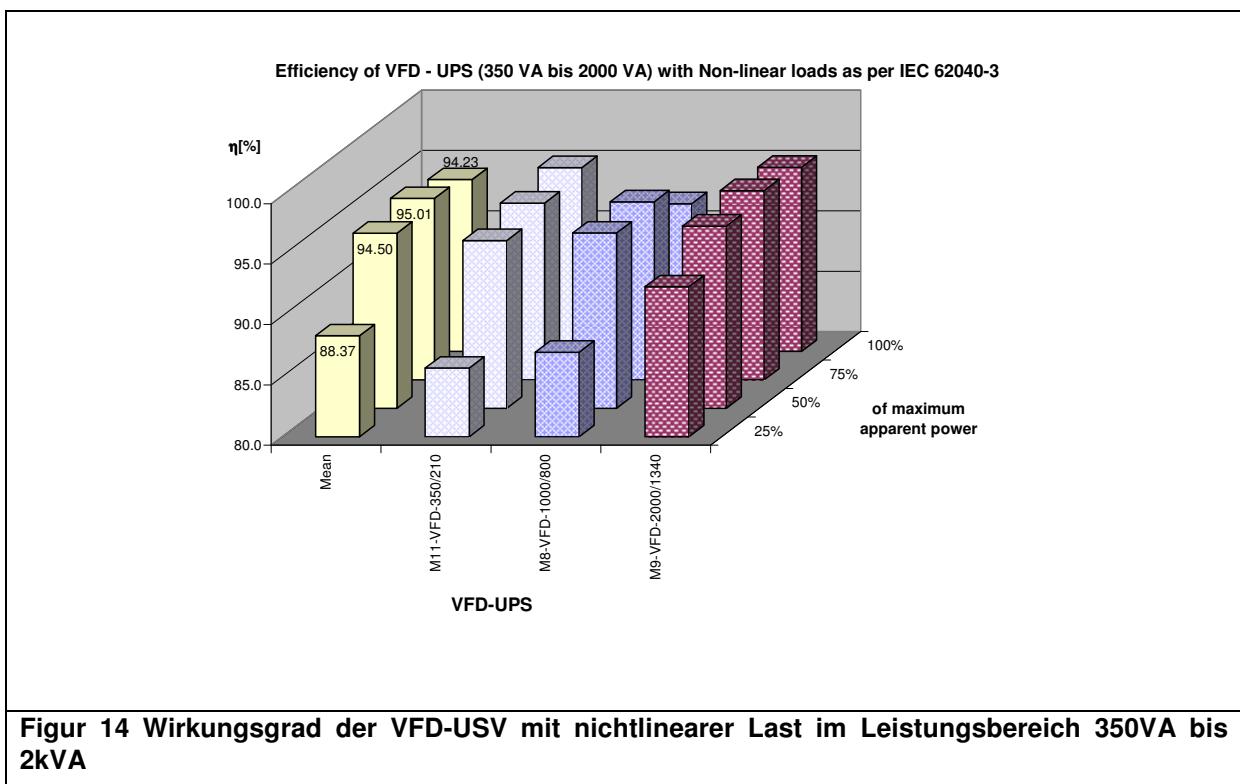
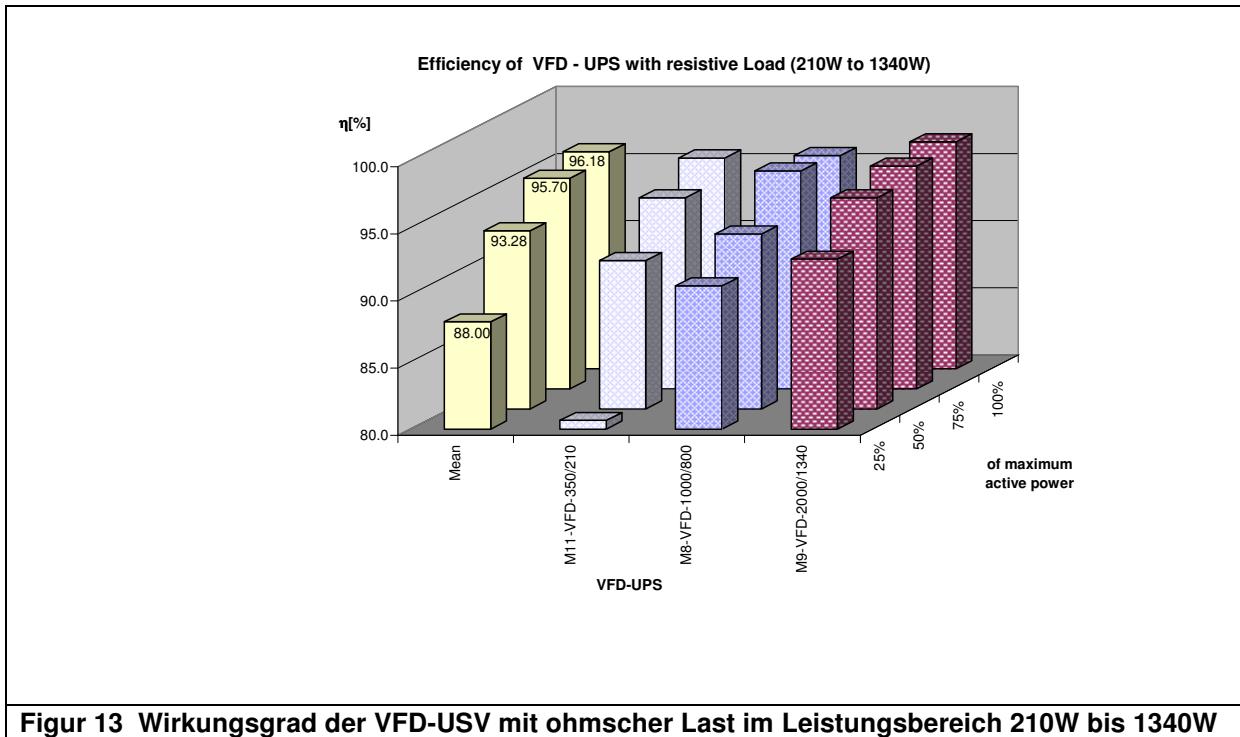


Figur 11 Wirkungsgrad von VFI-USV bei 25 % nichtlinearer Last

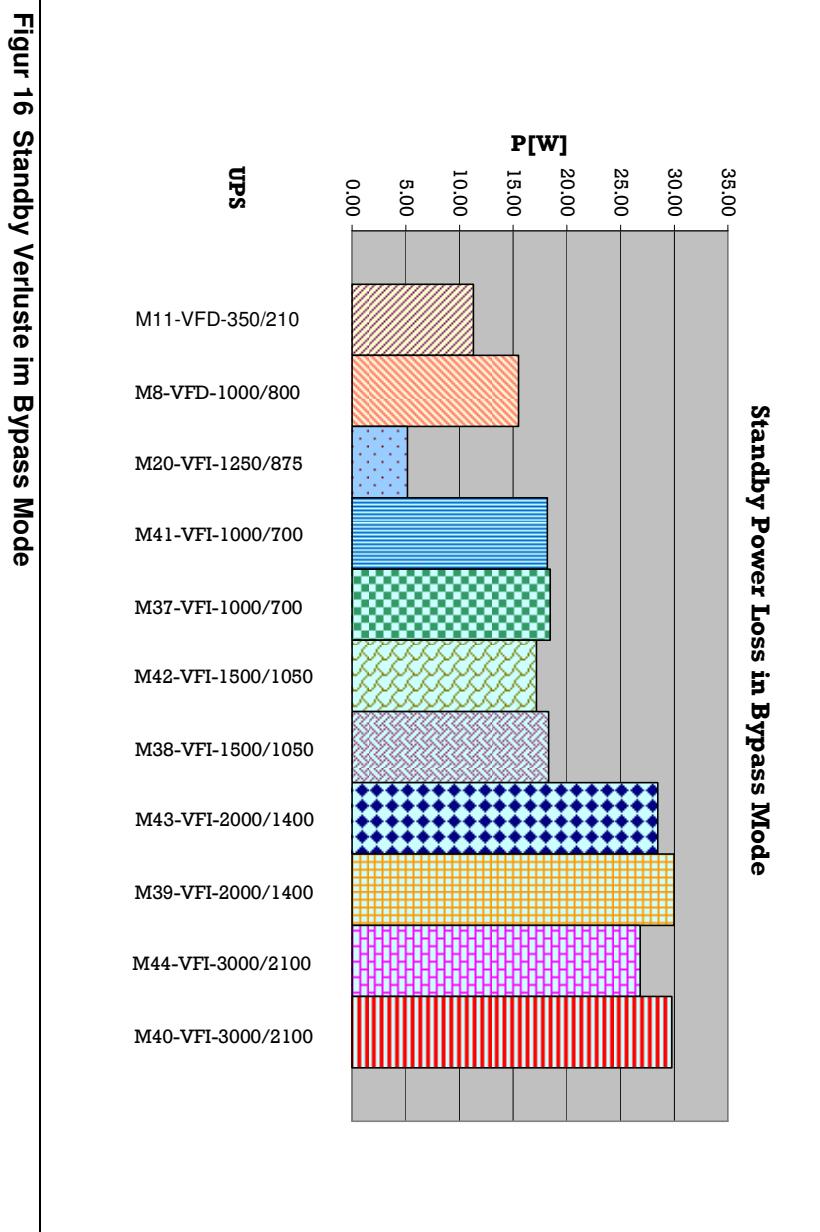
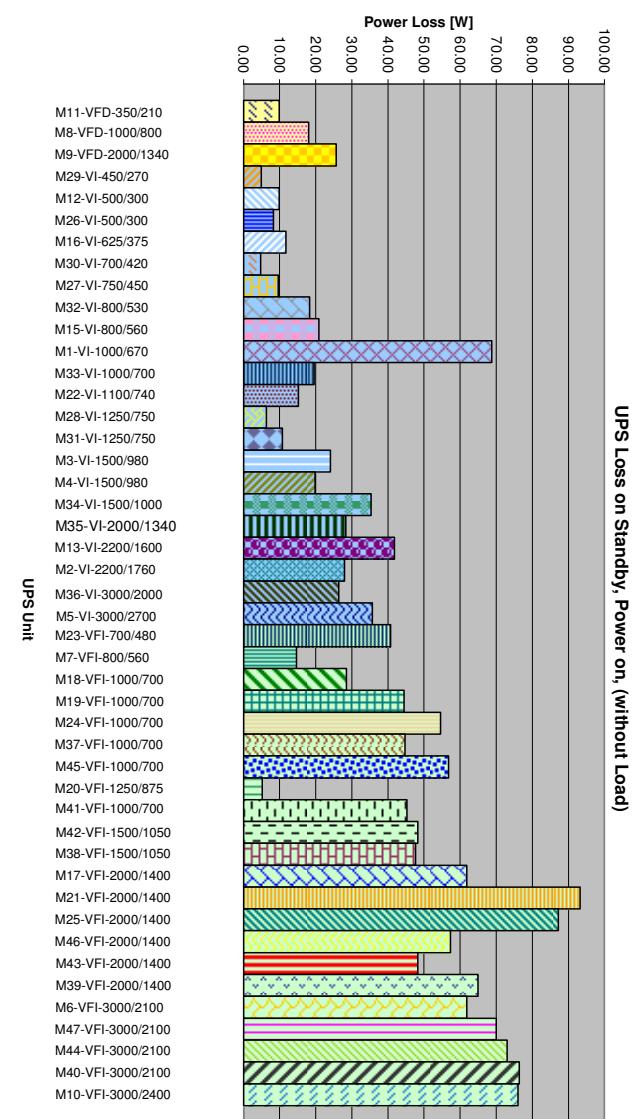


Figur 12 Wirkungsgrad von VFI-USV bei 100 % nichtlinearer Last

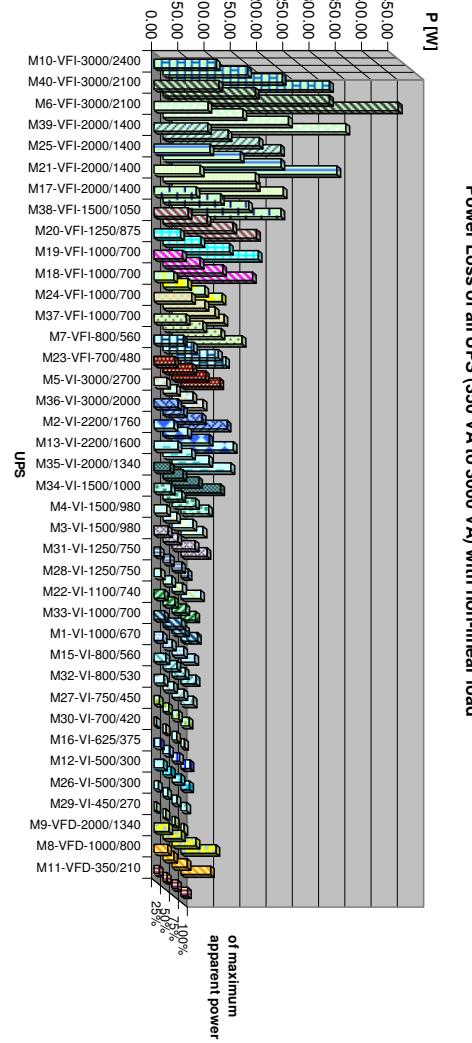
c) VFD-Geräte



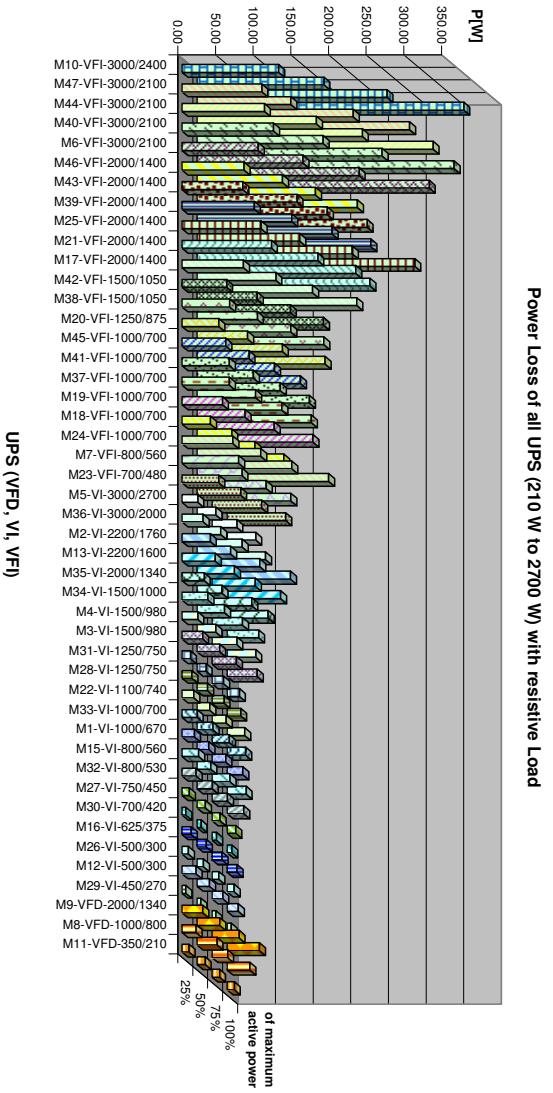
d) Standby Verluste im Bypass und im Normal Mode



e) Verluste aller USV-Geräte



Figur 17 Verlustleistung aller USV-Geräte mit nichtlinearer Last (350VA bis 3000VA)



Figur 18 Verlustleistung aller USV-Geräte mit ohmscher Last (210W bis 2700W)

Die Verlustleistung ist die Differenz zwischen der Eingangs- und der Ausgangswirkleistung.

Die Verlustleistung steigt sowohl mit zunehmender Bauleistung als auch mit zunehmender Belastung.

4. Diskussion der Messresultate

4.1 Messresultate allgemein

Es konnten 47 Geräte ausgemessen werden. Ein Gerät wies einen Defekt auf und wurde zwar ausgemessen, in den Auswertungen der Messungen jedoch nicht berücksichtigt.

Die Qualität der Ausgangsspannung und der Schutz gegen Netzstörungen haben ihren Preis: je besser die Qualität und je umfangreicher der Schutz, desto geringer ist der Wirkungsgrad. So haben die VFD- und VI-Geräte durchwegs einen höheren Wirkungsgrad als die VFI-Geräte. Der Grund dafür ist vermutlich der höhere Regel-, Steuerungs- und Überwachungsaufwand.

Die Messungen zeigen am Beispiel von einzelnen Geräten, dass noch Verbesserungspotenzial vorhanden ist.

Die Verluste bei den VFI-Geräten sind erwartungsgemäß grösser als bei den VI- und VFD-Geräten. Dies manifestiert sich durch einen um ca. 10% geringeren Wirkungsgrad.

Da nur 3 VFD-Geräte für die Messungen verfügbar waren, sind die zugehörigen Aussagen weniger relevant als bei den beiden andern Geräteklassen (21 VI-Geräte und 22 VFI-Geräte).

In Bezug auf das Angebot ist zu bemerken, dass bei den VI-Geräten eher kleinere Leistungen vorherrschen, während bei den VFI-Geräten mehrheitlich Geräte über 1 kVA vertreten sind.

4.2 Wirkungsgrad

Erwartungsgemäß sollte der Wirkungsgrad mit zunehmender Bauleistung steigen. Dies trifft zu für die VFI-USV Geräte. Eine Ausnahme bilden die VI-USV Geräte, bei denen der Wirkungsgrad bei Volllast praktisch über den ganzen Leistungsbereich von 0,5kVA bis 3kVA konstant hoch ist.

Die VFD-Geräte zeigen ein ähnliches Verhalten in Bezug auf den Wirkungsgrad wie die VI-Geräte. Bei beiden liegt der Wirkungsgrad bei Volllast bei rund 95% und ändert nur wenig in Funktion der Bauleistung.

Bei Teillast fällt auf, dass die Streuung der Messwerte grösser ist als bei Volllast. Bei einzelnen Geräten besteht somit noch Potential für eine Verbesserung des Wirkungsgrades.

Geräte vom gleichen Hersteller haben meist auch sehr ähnliche Wirkungsgrade. Dies lässt darauf schliessen, dass die verwendeten Schaltungen bzw. die Strategie für die Ansteuerung der Leistungs halbleiter (Regelungen, Gleich- und Wechselrichter) sowie die verwendeten Bauelemente entscheidend sind für den Wirkungsgrad und die Verluste.

Aus energetischer Sicht ist es empfehlenswert VI-Geräte auszuwählen und VFI nur sofern wirklich unterbruchsfreie Netzversorgung gefordert ist. Bei VFD-Geräten ist die Unterbruchszeit häufig zu lang und sie werden daher nur noch selten eingesetzt.

4.3 Code of Conduct

Der bestehende Code of Conduct¹ ist anwendbar auf Geräte ab 10kVA und kann deshalb nicht als Referenz für die USV-Geräte bis 3kVA benutzt werden. Trotzdem gestatten wir uns an dieser Stelle, den Code of Conduct¹ heranzuziehen, um eine Interpolation auf Kleinanlagen durchführen zu können.

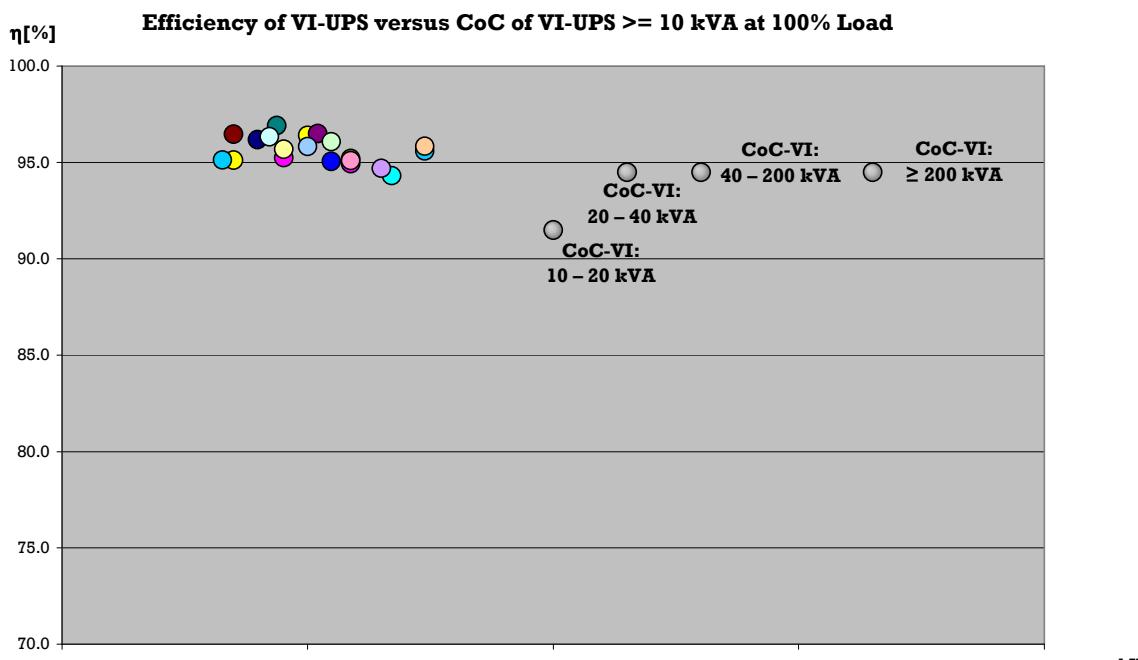
Der Code of Conduct¹ enthält Vorgaben für den Wirkungsgrad bei vier Lastfällen (25%, 50%, 75%, 100%) mit linearer und nichtlinearer Last.

Alle VI-USV Geräte erfüllen bei 100% Last den CoC. Bei Teillast sind es nur wenige Geräte, welche der CoC nicht erfüllen. Bei dieser Gerätekasse stellt sich die Frage, ob nicht der CoC für grössere Anlagen angepasst bzw. verschärft werden müsste, da der Wirkungsgrad mit zunehmender Bauleistung erwartungsgemäß höher sein sollte.

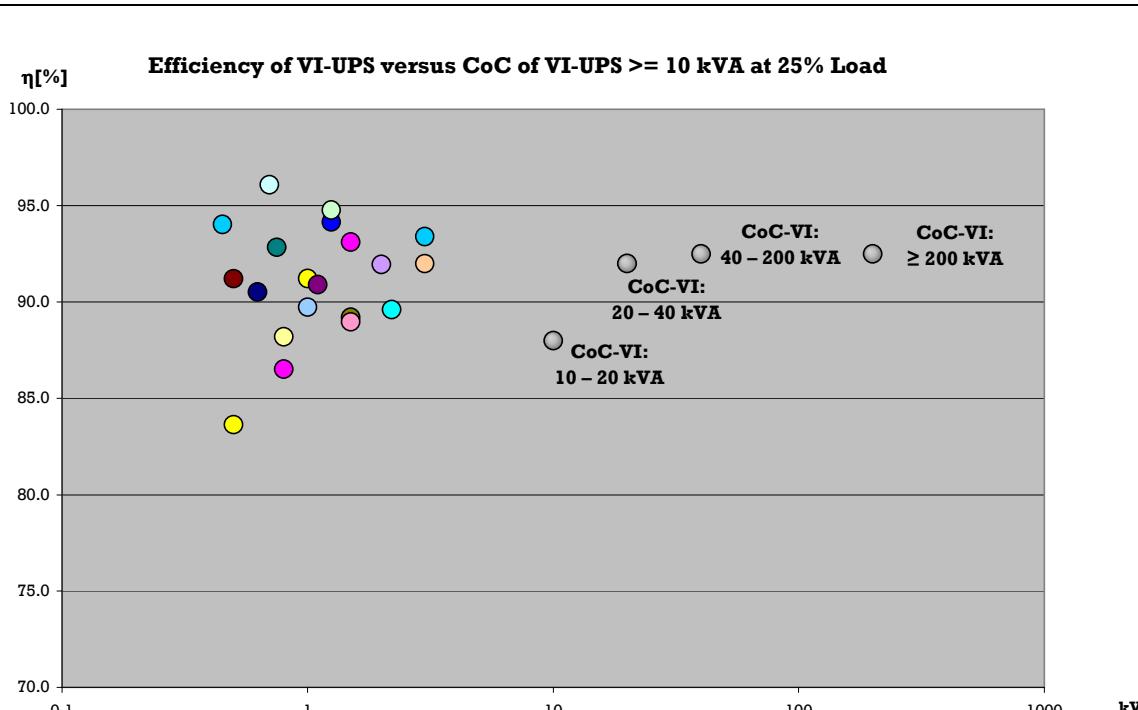
Bei den VFD-USV Geräten ist eine Aussage aufgrund von nur drei Messungen fragwürdig.

Die VFI-USV Geräte verhalten sich wie erwartet, wobei einzelne Geräte den CoC für 10kVA erfüllen.

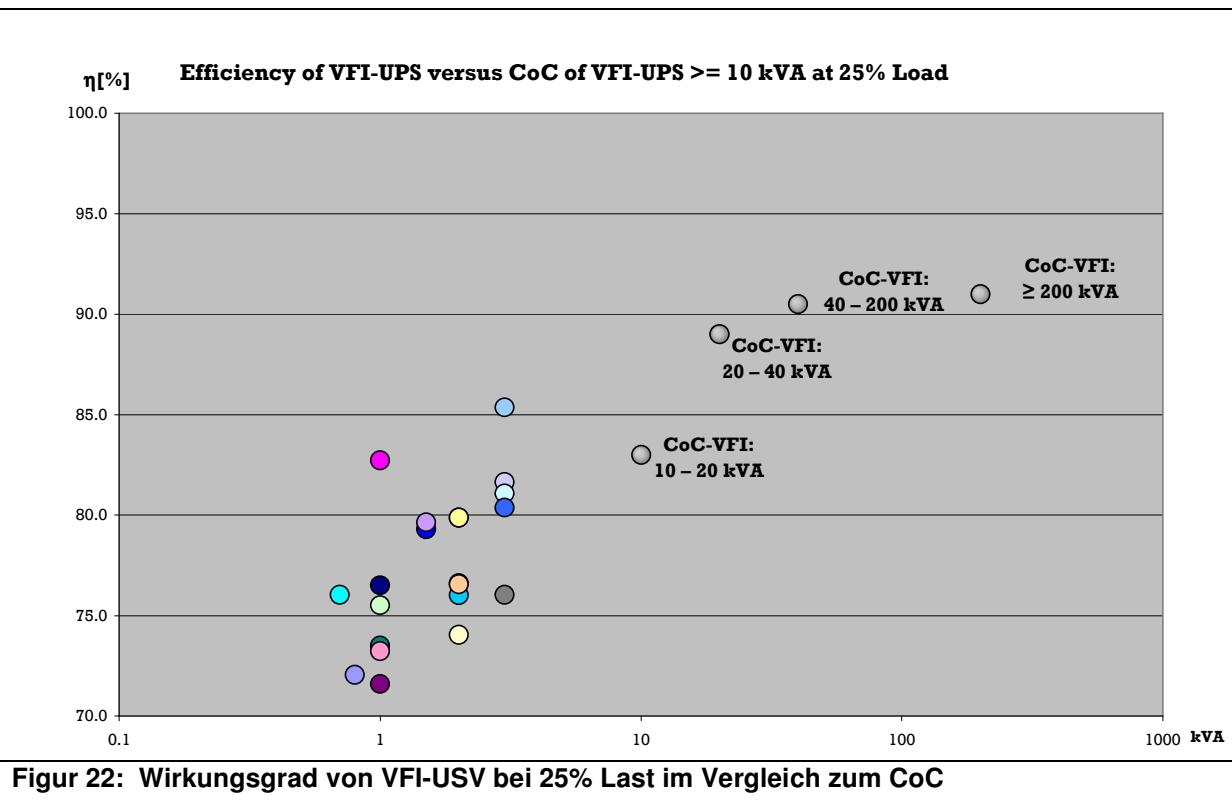
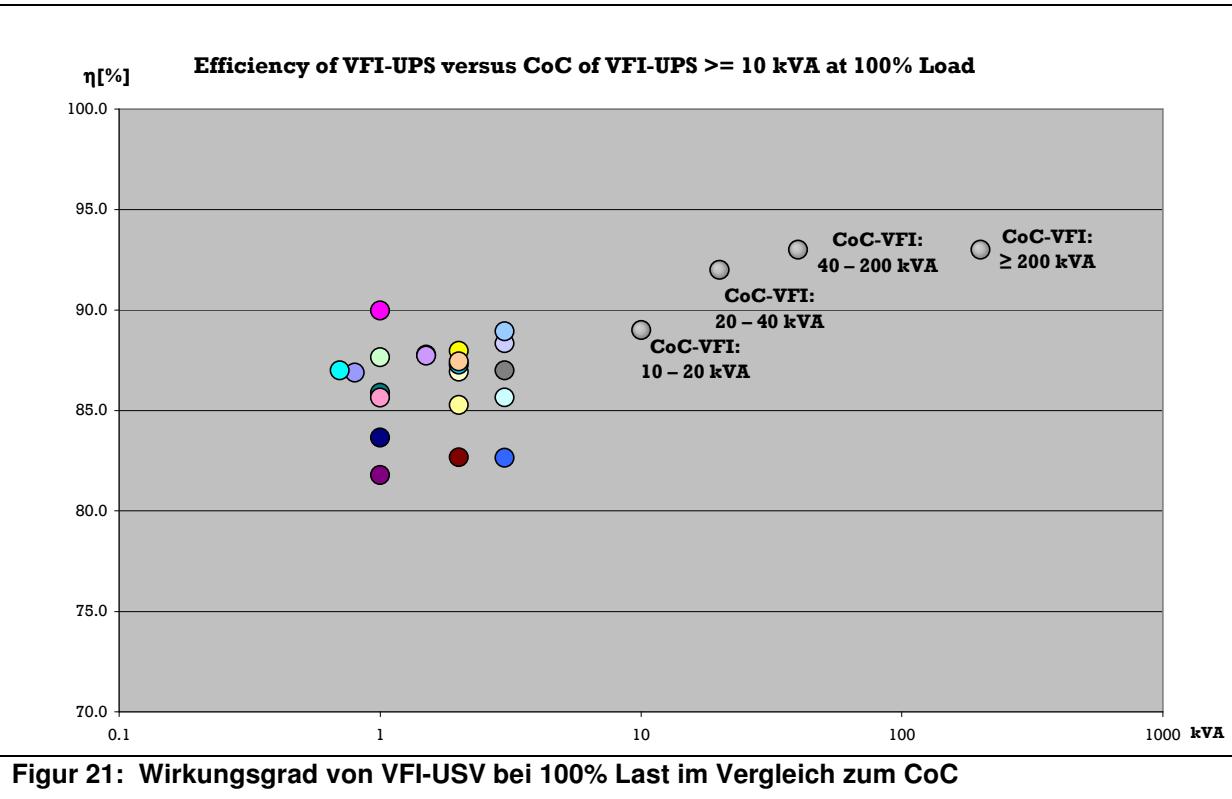
¹ Code of Conduct on Energy Efficiency and Quality of AC Uninterruptible Power Systems (UPS), Version 1.0a, Annex B, Seite 7ff, Ispra, 22. December 2006

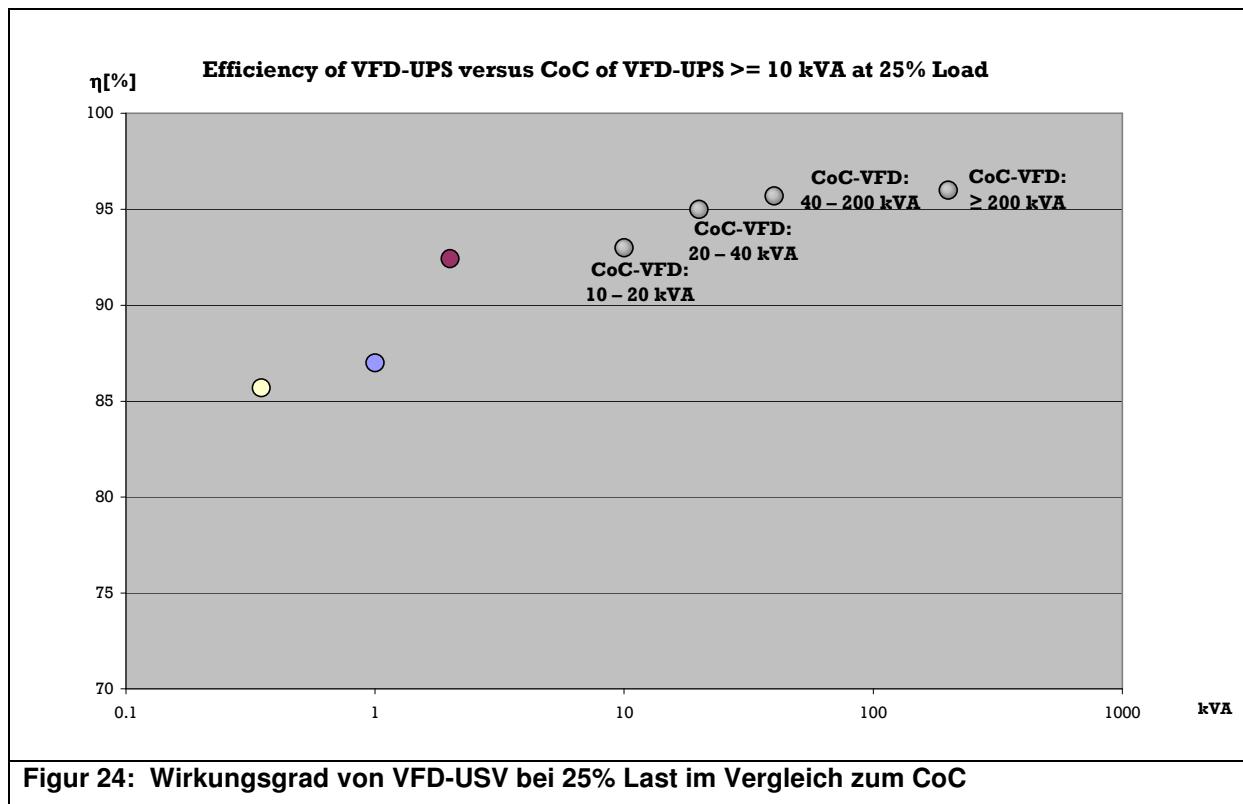
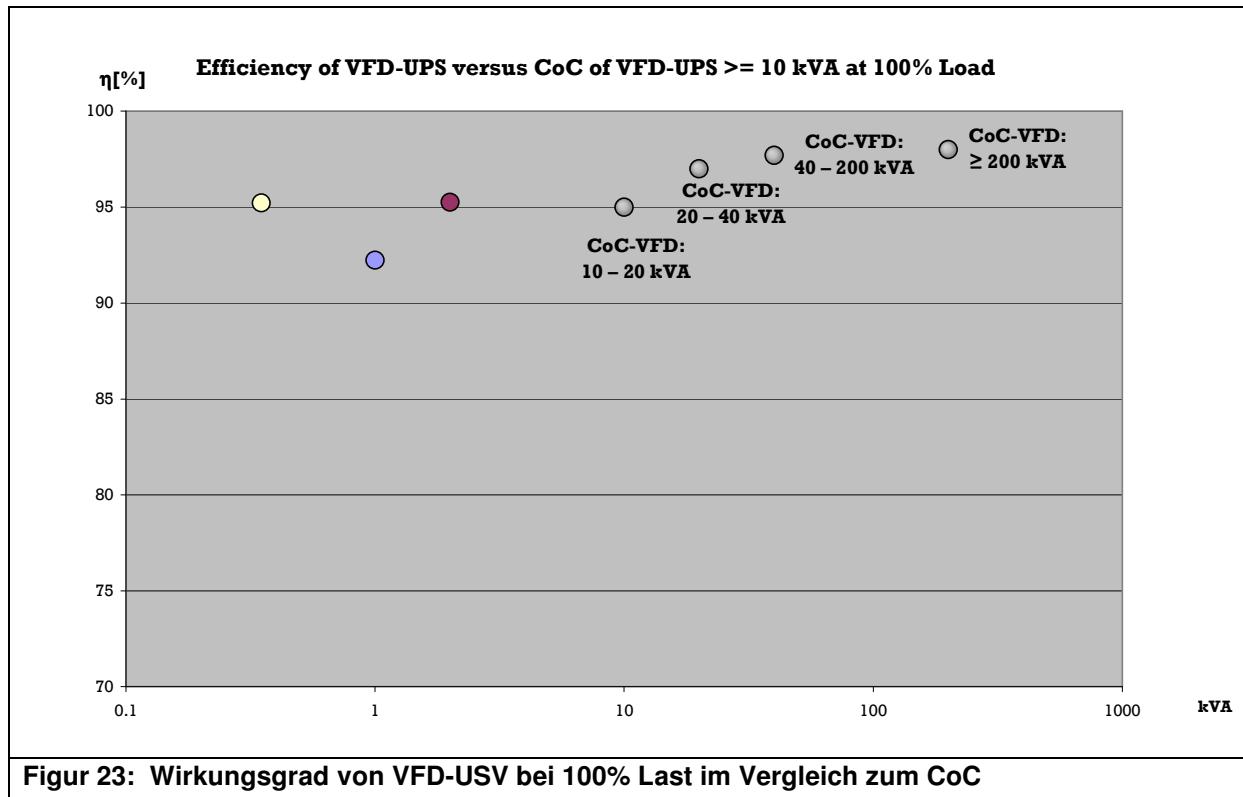


Figur 19: Wirkungsgrad von VI-USV bei 100% Last im Vergleich zum CoC



Figur 20: Wirkungsgrad von VI-USV bei 25% Last im Vergleich zum CoC





5. Anhang

5.1 Internetadressen

http://www.ruoss-kistler.ch/frameload.htm?http://www.ruoss-kistler.ch/Handel/Hilfe/usv_Lexikon.htm

USV Lexikon (FAQ) der Firma Rouss-Kistler

<http://www.errepi.de/de/prinzip.htm>

ERREPI unterbrechungsfreie Stromversorgungen GmbH – Funktionsprinzipien

<http://www.aegpss.de/vorschau/USV/PDF/VDE2002.pdf>

Klassifizierung der USV nach ihrem Betriebsverhalten

nach der neuen USV-Produktnorm IEC 62040 Teil 3

http://www.adpos-ups.de/deutsch/pdf/adpos_produkt-news_dez04.pdf

Peter Michael Kohn, unabhängiger EMV-Sachverständiger und Gutachter

Neue USV-Klassifizierung nach IEC 62040-3

http://www.bfe.admin.ch/php/modules/enet/streamfile.php?file=000000008997.pdf&name=000000250_069_lang.pdf

Schnyder Ingenieure AG, Bösch 23, 6331 Hünenberg

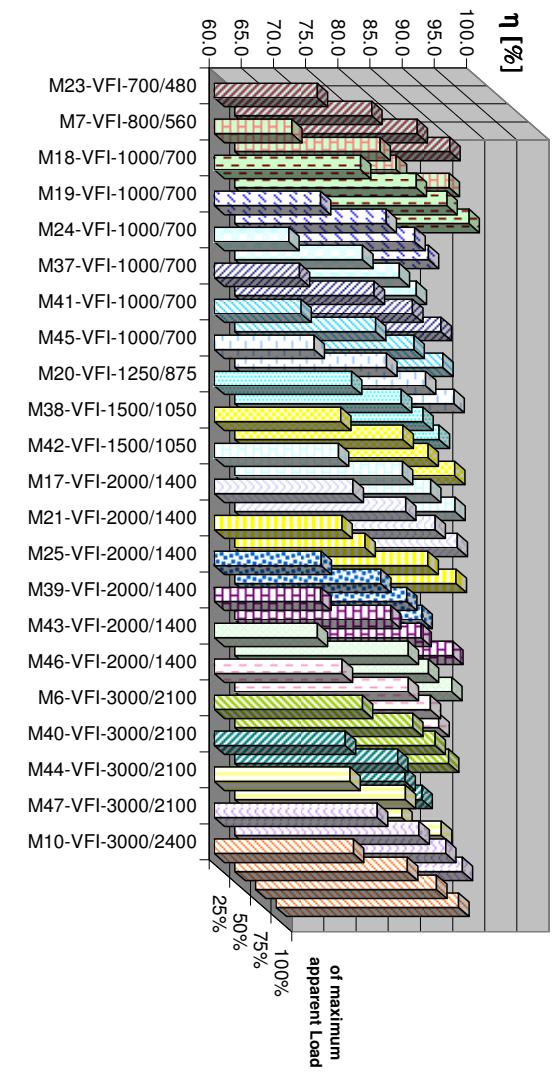
Erarbeitung eines Code of Conduct für USV-Anlagen

Schlussbericht November 2005

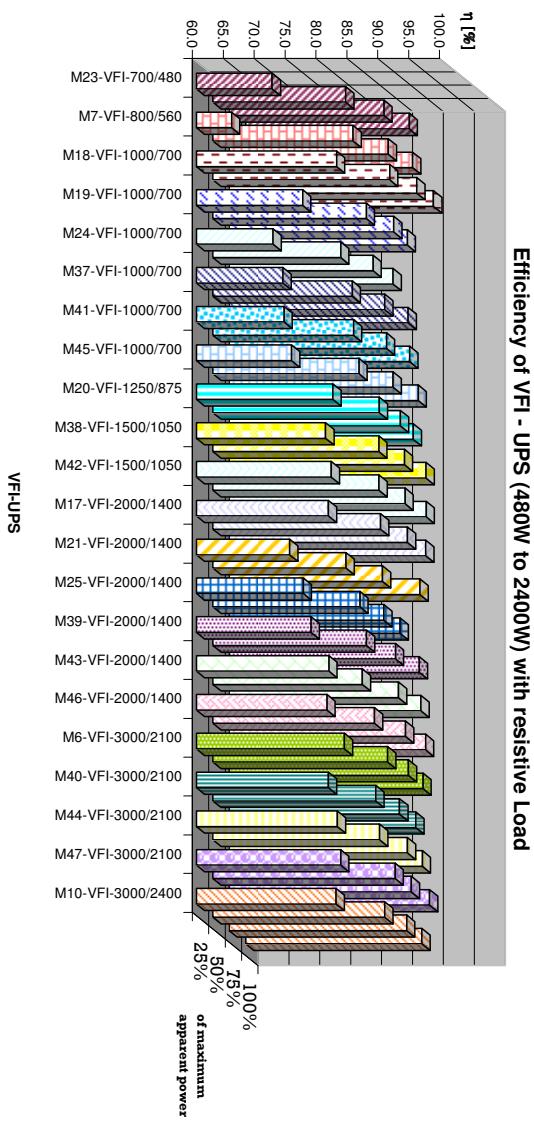
5.2 Literaturverzeichnis

- [1] Dr. Siegbert Hopf, USV-Klassen, Funkschau, 2004, Heft 15, Seiten 53 und 54
- [2] Schweizer Norm EN 62040-3, Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme, Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen (deutsche Fassung EN 62040-3:2001)
- [3] Code of Conduct on Energy Efficiency and Quality of AC Uninterruptible Power Systems (UPS) Ispra, 22 December 2006

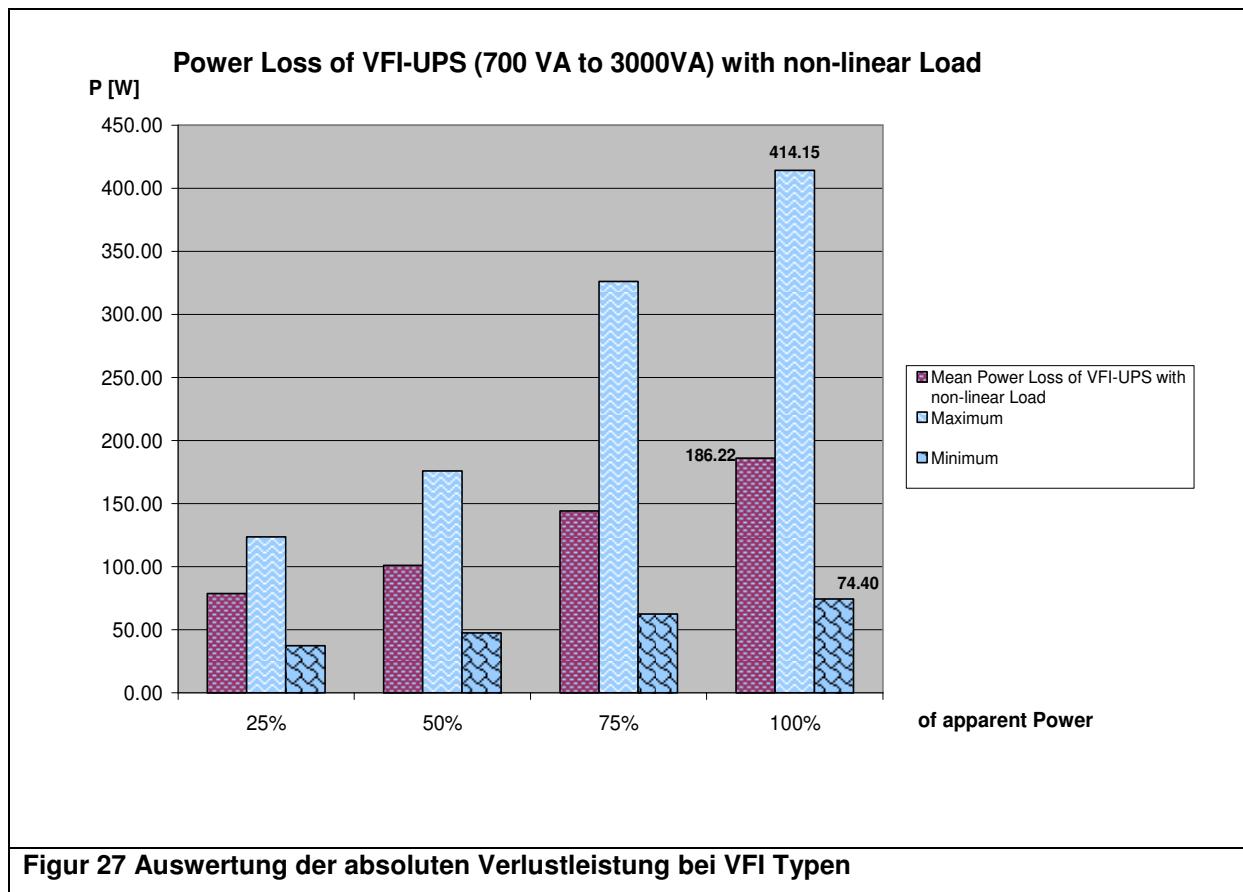
5.3 Zusätzliche Auswertungen



Figur 25 Übersicht Wirkungsgrad VFI USV, mit nichtlinearer Last (ohne M14, defekt)

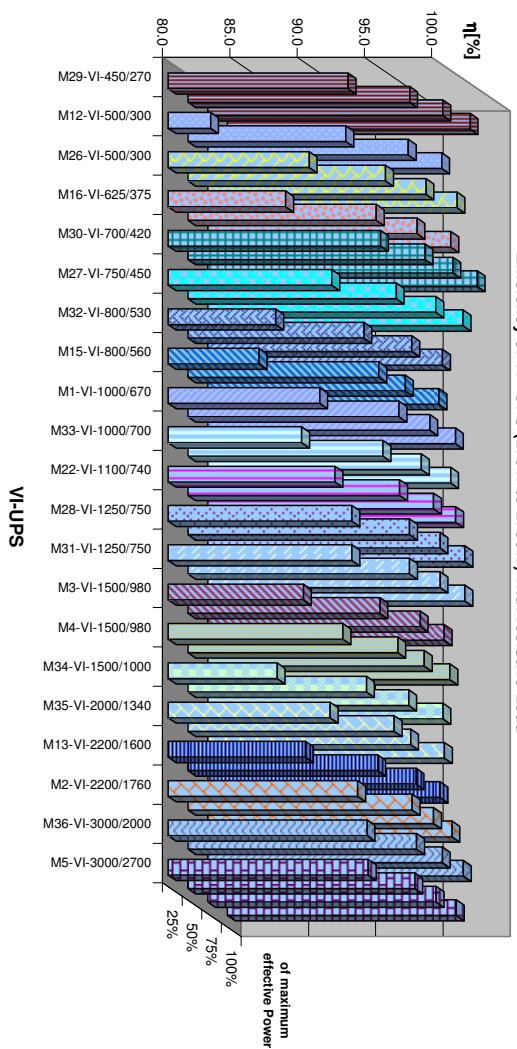


Figur 26 Übersicht Wirkungsgrad VFI USV, mit resistiver Last

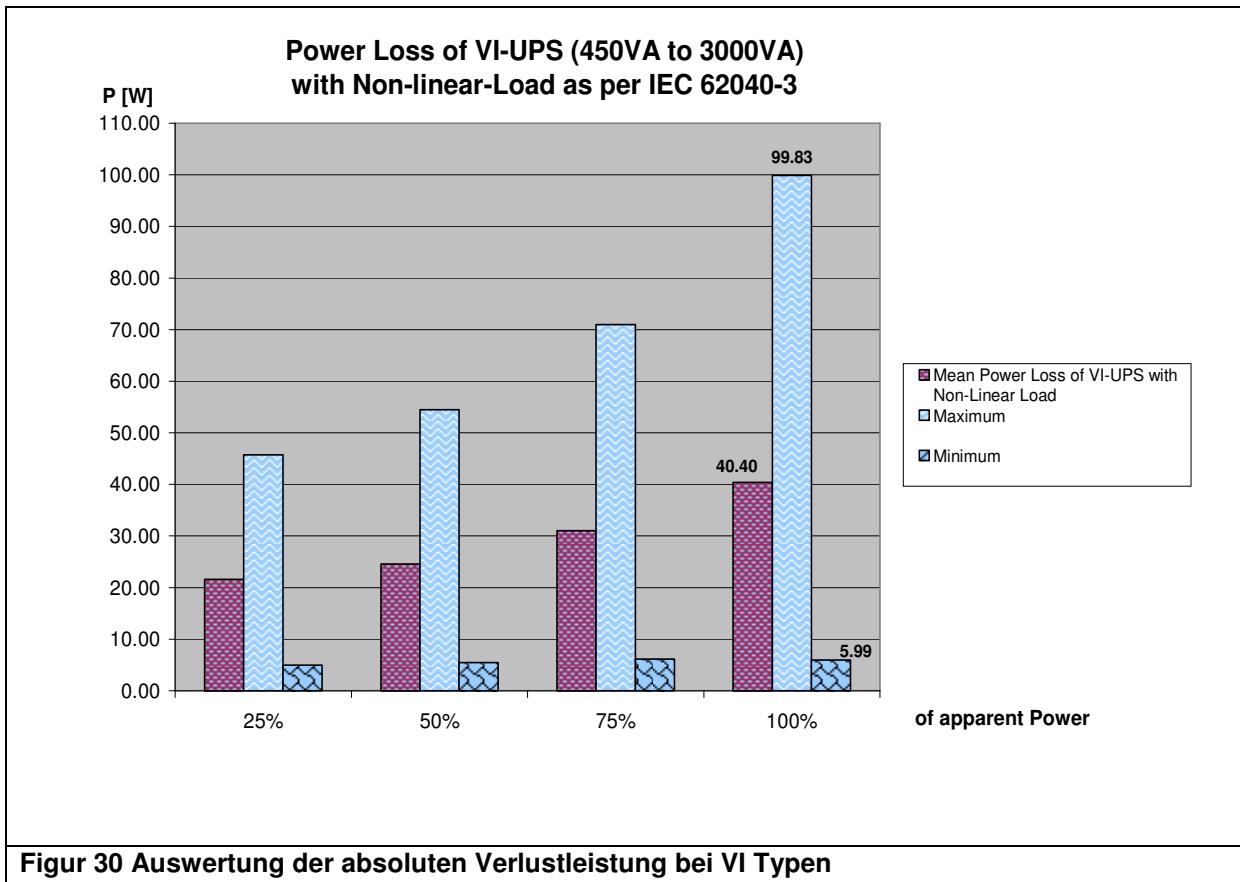


Efficiency of VI-USV (450VA to 3000VA) with Non-linear Load as per IEC 62040-3

Model	Efficiency at 25% of max. Apparent Power	Efficiency at 50% of max. Apparent Power	Efficiency at 75% of max. Apparent Power	Efficiency at 100% of max. Apparent Power	Efficiency at 125% of max. Apparent Power
M29-VI-450/270	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M12-VI-500/300	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M26-VI-500/300	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M16-VI-625/375	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M30-VI-700/420	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M27-VI-750/450	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M32-VI-800/530	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M15-VI-800/560	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M1-VI-1000/670	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M33-VI-1000/700	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M22-VI-1100/740	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M28-VI-1250/750	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M31-VI-1250/750	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M3-VI-1500/980	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M4-VI-1500/980	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M34-VI-1500/1000	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M35-VI-2000/1340	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M13-VI-2200/1600	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M2-VI-2200/1760	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M5-VI-3000/2700	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%
M36-VI-3000/2000	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%	~98.5%



Figur 29 Übersicht Wirkungsgrad VI-USV, mit resistiver Last



5.4 Messwerttabellen 21 VI-USV

Tabelle 3 Modell M1 und M3

Hersteller:		Prüfdatum:		19.05.2007		Hersteller:		Prüfdatum:		07.05.2007											
Type:		Temperatur [°C]			Temperatur [°C]			Temperatur [°C]													
Spannung:	220-240 V 50/60 Hz	I _{max}	4.5A		26.5				24												
Leistung:	1000 VA	670 W	Klasse:	VI-SS-111	Line Interactive	Rel. Feuchte [%H]	Leistung:	1500 VA	980 W	Klasse:	VI-SS-111										
Modell-Nr.:	M1-VI-1000-670				33		Modell-Nr.:	M3-VI-1500-980			32										
Normal mode		Parameters						Parameters													
		Measurements						Measurements													
		Load		U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _{in} [A]	I _{out} [A]	P _{in} [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η [%]	Load									
Normal mode		Resistive load		25% P _N	231.7	231.2	0.840	0.740	187.6	171.2	16.42	91.2	25% P _N	226.6	225.4	1.2122	1.0914	273.2	246	27.2	90.0
		Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		50% P _N	231.5	230.7	1.584	1.507	363.3	347.5	15.75	95.7	50% P _N	225.3	223.7	2.307	2.169	519.3	495.5	29.8	94.3
		Asymmetrische non-lineare last as per IEC 62040-3		75% P _N	231.3	230.0	2.282	2.205	525.7	507.3	18.38	96.5	75% P _N	225.2	223.3	3.414	3.298	768.7	736.3	32.4	95.8
		Standby		100% P _N	231.1	229.4	2.973	2.898	685.5	664.5	20.95	96.9	100% P _N	223.6	221.2	4.569	4.438	1021.1	981.3	39.9	96.1

Tabelle 6 Modell 12 und 13

Hersteller:		Prüfdatum: 09.07.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 06.07.2007											
Spannung:		Temperatur [°C]						Typ:		Temperatur [°C]											
Leistung:		220-240 V 50/60 Hz			24.2			Spannung:		220-240 V 50/60 Hz			21.7								
Leistung:		500VA			300 W			Leistung:		2200VA			1600 W								
Modell-Nr.:		VI-SY-333			Gem. Katt			Modell-Nr.:		VI-SS-111			Line Interactive								
Modell-Nr.:		M12-VI-500-300			VI-SS-333			Modell-Nr.:		M13-VI-2200-1600			Rel. Feuchte [%RH]								
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements											
Normal mode	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]	Normal mode	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]
	Resistive load		25% P_W	221.7	221.6	0.498	0.408	108.6	90.3	18.32		100% P_W	223.0	219.5	7.570	7.378	1685.7	1614.8	43.90	90.2	
	50% P_W		221.3	221.3	0.698	0.822	198.3	181.9	16.41	91.7		25% P_W	224.2	223.0	2.018	1.811	447.6	403.7	49.70	94.1	
	75% P_W		221.5	220.7	1.262	1.199	278.6	264.4	14.20	94.9		50% P_W	224.6	222.6	3.764	3.565	841.4	791.7	49.70	94.1	
	100% P_W		221.6	220.6	1.652	1.587	365.0	350.1	14.90	95.9		75% P_W	223.9	221.2	5.668	5.477	1266.3	1209.0	57.30	95.5	
	Non-lineare Load as per IEC 62040-3		25% S_W	222.7	222.6	0.605	0.608	108.8	91.0	17.81	83.6	100% S_W	223.0	219.5	7.570	7.378	1685.7	1614.8	43.90	95.8	
	50% S_W		223.3	222.7	1.195	1.145	196.4	180.4	16.96	91.9	25% S_W	222.8	222.0	2.621	2.500	439.7	394.9	45.70	89.6		
	75% S_W		222.8	222.2	1.761	1.711	287.0	269.3	17.70	93.8	50% S_W	222.1	220.6	6.129	5.016	839.9	785.4	54.50	93.5		
	100% S_W		223.0	222.2	2.290	2.254	341.3	324.6	16.65	95.1	75% S_W	222.0	219.5	7.672	7.562	1251.8	1181.4	70.40	94.4		
	Maximum output current $\lambda =$		0.65	223.0	222.2	2.290	2.254	341.3	324.6	16.70	95.1	100% S_W	220.4	216.9	10.308	10.201	1673.4	1578.2	95.20	94.3	
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3																					
Standby		222.2 Unom			0.107			9.87		0			9.87								

Tabelle 7 Modell 22 und 5

Hersteller:		Prüfdatum: 10.07.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 18.05.2007											
Spannung:		Temperatur [°C]						Typ:		Temperatur [°C]											
Leistung:		220-240 V 50/60 Hz			23.9			Spannung:		220-240 V 50/60 Hz			alte Bezeichnung:								
Leistung:		1000 VA			670 W			Leistung:		3000 VA			2700W								
Modell-Nr.:		VI-SY-111			Line Interactive			Modell-Nr.:		VI-SS-111			Line Interactive								
Modell-Nr.:		M22-VI-1100-740			32			Modell-Nr.:		MS-VI-3000-2700			Rel. Feuchte [%RH]								
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements											
Normal mode	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]	Normal mode	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]
	Resistive load		25% P_W	224.3	223.8	0.914	0.845	204.6	189.0	15.60	92.4	25% P_W	224.033	223.333	3.254	3.06983	723.633	686.333	37.3	94.8	
	50% P_W		224.2	223.2	1.754	1.685	392.8	376.0	16.80	95.7	50% P_W	223.417	221.8	6.31567	6.15083	1408.83	1364.33	44.5	96.8		
	75% P_W		224.0	222.7	2.528	2.239	575.0	556.5	18.50	96.8	75% P_W	222.256	220.05	9.3395	9.17133	2077	2014	63	97.0		
	100% P_W		223.3	221.3	3.438	3.364	767.6	744.2	23.40	97.0	100% P_W	221.367	214.183	12.7383	12.5255	2817.67	2733.5	84.1667	97.0		
	Non-lineare Load as per IEC 62040-3		25% S_W	224.8	224.2	1.296	1.251	216.0	196.4	19.65	90.9	25% S_W	223.417	222.75	3.67233	3.45653	577.733	539.583	38.15	93.4	
	50% S_W		224.6	223.7	2.538	2.490	420.5	398.2	22.30	94.7	50% S_W	222.56	221.317	6.86917	6.73223	1127.78	1080.8	45.9833	95.8		
	75% S_W		224.4	223.0	3.744	3.698	613.0	586.8	26.20	95.7	75% S_W	223.417	219.833	10.56567	10.4215	1715	1644.05	70.95	95.9		
	100% S_W		224.2	222.4	5.016	4.962	606.8	576.6	28.20	96.5	100% S_W	216.517	215.5	14.197	14.3275	2264.03	2165	99.8333	95.6		
	Maximum output current $\lambda =$		0.70	224.0	222.1	5.285	5.250	842.6	812.6	30.0	96.4	Maximum output current $\lambda =$	0.72	219.933	215.793	14.6063	14.4609	2338.17	2298	100.167	95.7
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3																					
Standby		224.3 Unom			0.096			15.21		0			15.21								

Tabelle 8 Modell 26 und 27

Hersteller:		Prüfdatum: 22.08.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 23.08.2007					
Spannung:		Temperatur [°C]						Typ:		Temperatur [°C]					
Leistung:		230/220-240 V 50/60 Hz			26.6			Spannung:		230/220-240 V 50/60 Hz			22.6		
Leistung:		500 VA			300 W			Leistung:		800VA			530 W		
Modell-Nr.:		VI			Line Interactive			Modell-Nr.:		VI			Line Interactive		
Modell-Nr.:															

Tabelle 9 Modell 29 und 30

Hersteller:		Prüfdatum: 23.08.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 22.08.2007													
Typ:					Temperatur [°C]			Typ:					Temperatur [°C]										
Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz					26			Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz					23.4										
Leistung:	450VA	270 W	Klasse	VI	Line Interactive			Leistung:	700VA	270 W	Klasse	VI	Line Interactive										
Modell-Nr.:	M29-VI-450-270				Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M30-VI-700-420	32			Rel. Feuchte [%RH]										
Normal mode		Parameters								Parameters													
		Measurements								Measurements													
		Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]		
Resistive load		25%	P_N	231.7	231.5	0.336	0.298	73.8	68.9	4.9	93.4	Resistive load		25%	P_N	231.6	231.4	0.490	0.459	111.0	106.3	4.7	95.8
		50%	P_N	231.8	231.3	0.623	0.593	142.1	137.1	5.0	96.5	50%		P_N	231.5	231.0	0.939	0.914	216.2	211.0	5.2	97.6	
		75%	P_N	231.5	231.0	0.910	0.884	209.5	204.2	5.3	97.5	75%		P_N	231.4	230.7	1.416	1.394	327.3	321.5	5.6	98.2	
		100%	P_N	231.5	230.8	1.210	1.185	279.0	273.5	5.5	98.0	100%		P_N	231.2	230.4	1.865	1.852	426.3	422.1	6.2	98.6	
Non-linear-load as per IEC 62040-3		25%	S_N	231.6	231.4	0.518	0.491	83.3	79.4	5.0	94.0	Non-linear-load as per IEC 62040-3		25%	S_N	231.5	231.2	0.768	0.768	127.3	122.4	5.0	96.1
		50%	S_N	231.4	231.0	0.996	0.975	162.0	156.6	5.5	96.6	50%		S_N	231.4	230.9	1.522	1.505	249.2	242.1	6.1	97.5	
		75%	S_N	231.4	230.9	1.470	1.451	241.7	235.5	6.2	97.5	75%		S_N	231.2	230.5	2.311	2.290	363.0	374.1	6.9	97.7	
		100%	S_N	231.9	230.8	0.756	0.732	123.1	117.1	6.0	95.1	100%		S_N	231.8	230.6	1.196	1.195	188.5	181.6	6.9	96.3	
Maximum output current $\lambda =$		0.59		231.3	230.6	2.339	2.333	328.1	320.0	8.1	97.5	Maximum output current $\lambda =$		0.70		231.1	230.0	3.340	3.328	543.7	533.6	10.1	98.2
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3												Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
Standby												Standby											

Tabelle 10 Modell 31 und 28

Hersteller:		Prüfdatum: 23.08.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 23.08.2007																													
Typ:					Temperatur [°C]			Typ:					Temperatur [°C]																										
Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz					27.7			Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz					23.1																										
Leistung:	1250VA	750 W	Klasse	VI	Line Interactive			Leistung:	1250VA	750 W	Klasse	VI	Line Interactive			Leistung:	1250VA	750 W	Klasse	VI	Line Interactive			Leistung:	1250VA	750 W	Klasse	VI	Line Interactive			Leistung:	1250VA	750 W	Klasse	VI	Line Interactive		
Modell-Nr.:	M31-VI-1250-750				Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M28-VI-1250-750	30			Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M28-VI-1250-750	40			Rel. Feuchte [%RH]																		
Normal mode		Parameters								Parameters								Parameters																					
		Measurements								Measurements								Measurements																					
		Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]	Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]																		
Resistive load		25%	P_N	231.7	231.3	0.869	0.817	200.1	189.0	11.1	94.4	Resistive load		25%	P_N	231.7	231.2	0.879	0.821	202.5	189.6	12.9	93.6																
		50%	P_N	231.5	230.7	1.689	1.641	390.3	378.4	11.9	97.0	50%		P_N	231.5	230.7	1.698	1.641	392.2	378.3	13.9	96.5																	
		75%	P_N	231.3	230.1	2.517	2.463	581.7	566.4	15.3	97.4	75%		P_N	231.3	229.9	2.519	2.463	582.0	566.1	15.9	97.3																	
		100%	P_N	231.0	229.3	3.341	3.292	771.2	754.7	16.4	97.9	100%		P_N	231.0	229.3	3.338	3.282	770.3	752.1	18.2	97.6																	
Non-linear-load as per IEC 62040-3		25%	S_N	231.6	231.2	1.378	1.349	229.3	217.3	12.0	94.6	Non-linear-load as per IEC 62040-3		25%	S_N	231.6	231.2	1.402	1.348	230.9	217.4	13.5	94.2																
		50%	S_N	231.4	230.4	2.774	2.748	463.4	449.3	14.1	97.0	50%		S_N	231.4	230.5	2.784	2.730	462.4	445.9	16.6	96.4																	
		75%	S_N	231.1	229.8	3.976	3.948	662.1	643.5	18.7	97.2	75%		S_N	231.1	229.7	3.998	3.946	663.5	643.2	20.4	96.9																	
		100%	S_N	231.6	230.6	2.075	2.050	346.7	333.1	13.6	96.1	100%		S_N	231.0	229.4	5.164	5.056	761.5	723.9	37.6	95.1																	
Maximum output current $\lambda =$		0.67		230.8	228.8	6.165	6.144	966.7	937.4	29.3	97.0	Maximum output current $\lambda =$		0.62		230.9	229.3	5.519	5.469	799.3	771.3	28.1	96.5																
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3												Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3																											
Standby												Standby																											

Tabelle 12 Modell 34 und 35

Hersteller:		Prüfdatum:		28.08.2007		Hersteller:		Prüfdatum:		30.08.2007		
Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz		Temperatur [°C]		25.7		Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz		Temperatur [°C]		25.6		
Leistung: 1500VA	1000 W Klasse VI	Line Interactive	Rel. Feuchte [%RH]	2000VA	1340 W Klasse VI	Line Interactive	Rel. Feuchte [%RH]	Modell-Nr: M34-VI-1500-1000	50	Modell-Nr: M35-VI-2000-1340	42	
Parameters		Measurements		Parameters		Measurements		Parameters		Measurements		
Normal mode	Load		U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _{in} [A]	I _{out} [A]	P _{in} [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]	Normal mode	
	Resistive load		25% P _N	231.5	230.9	1.276	1.096	267.1	252.9	34.2		
	25%		P _N	231.2	230.2	2.358	2.192	540.8	504.3	36.5		
	50%		P _N	230.9	229.3	3.458	3.284	795.4	755.1	40.4		
	75%		P _N	230.6	228.5	4.563	4.414	1049.6	1007.8	41.8		
	100%		P _N	230.4	228.0	6.778	6.215	1302.3	1267.9	52.5		
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		25% S _N	231.5	231.0	1.695	1.617	296.4	263.7	32.7		
	50%		S _N	231.2	230.1	3.248	3.185	553.3	517.5	35.8		
	75%		S _N	230.9	229.3	4.785	4.720	816.5	770.9	44.6		
	100%		S _N	230.6	228.5	6.278	6.215	1070.3	1017.9	52.5		
Maximum output current λ =		0.69	230.4	228.0	7.383	7.316	1204.9	1144.7	60.1	95.0	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3	
Standby			231.8	U _{nom}	0.346	0.000	35.3	0.0	35.3		Standby	

Tabelle 13 Modell 36

Hersteller:		Prüfdatum:		31.08.2007								
Typ:				Temperatur [°C]								
Spannung: 230/220-240 V 50/60 Hz		26.4										
Leistung: 3000VA	2000 W Klasse VI	Line Interactive		Rel. Feuchte [%RH]								
Modell-Nr: M36-VI-3000/2000		Voltage Independent		30								
Parameters		Measurements										
Normal mode	Load		U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _{in} [A]	I _{out} [A]	P _{in} [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]	Normal mode	
	Resistive load		25% P _N	231.3	230.6	2.436	2.190	532.4	504.6	27.9		
	50% P _N		230.7	229.4	4.573	4.399	1039.9	1008.6	31.3	97.0		
	75% P _N		230.1	228.0	6.777	6.625	1550.1	1510.2	39.9	97.4		
	100% P _N		229.6	226.7	9.027	8.889	2065.5	2014.5	51.0	97.5		
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		25% S _N	231.2	230.5	3.542	3.191	566.2	520.8	45.4		
	50% S _N		230.7	229.3	6.503	6.280	1058.9	1019.4	39.5	96.3		
	75% S _N		230.1	227.9	9.558	9.337	1594.5	1536.6	57.9	96.4		
	100% S _N		229.3	226.7	13.291	13.046	2116.0	2028.0	88.0	95.8		
Maximum output current λ =		0.69	229.1	226.1	14.475	14.271	2325.0	2233.5	91.5	96.1	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3	
Standby			231.7	U _{nom}	0.846	0.000	26.340	0.000	26.3		Standby	

5.5 Messwerttabellen 23 VFI-USV

Tabelle 14 Modell 6 und 10

Hersteller:		Prüfdatum: 17.05.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 21.05.2007										
Type:	Spannung: 200-240 V 50/60 Hz	I _{max} : 13A@230 V (12.5 A@240V)	Temperatur [°C]: 25			Type:	Spannung: 200-240 V 50/60 Hz	I _{max} : 13A@230 V 12.5 A@240V	Temperatur [°C]: 26			Type:	Spannung: 200-240 V 50/60 Hz	I _{max} : 13A@230 V 12.5 A@240V	Temperatur [°C]: 26					
Leistung:	3000 VA	Klasse: VF1-SS-111	Online, Double conversion	Rel. Feuchte [%H]:	31	Leistung:	3000 VA	Klasse: VF1-SS-111	Online, Double conversion	Rel. Feuchte [%H]:	42	Leistung:	3000 VA	Klasse: VF1-SS-111	Online, Double conversion	Rel. Feuchte [%H]:	42			
Modell-Nr.:	M6-VFI-3000/2100					Modell-Nr.:	M10-VFI-3000/2400					Modell-Nr.:	M10-VFI-3000/2400							
Normal mode		Parameters						Parameters						Measurements						
	Load	U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _n [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]		Load	U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _n [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]	
Nominal mode	Resistive load	25% P _n	221.7	228.6	2.913	2.304	627.2	526.5	100.7	83.9	Resistive load	25% P _n	231.1	231.8	3.264	2.632	734.7	608.8	127.9	82.6
	50%	P _n	221.9	226.9	5.424	4.657	1196.4	1056.1	140.3	88.3	50%	P _n	229.9	231.2	6.030	5.238	1380.4	1212.2	168.25	87.8
	75%	P _n	220.6	225.9	8.039	6.975	1770.1	1575.3	194.8	89.0	75%	P _n	229.4	231.0	8.974	7.890	2054.0	1822.2	231.8	88.7
	100%	P _n	220.3	225.1	10.8	9.346	2372	2104	268	88.7	100%	P _n	226.5	230.8	11.987	10.468	2730.0	2416.0	314.0	88.5
Non-lineare-Load as per IEC 62040-3	25% S _n	222.1	232.7	2.806	3.211	605.3	502.7	102.6	83.0	25% S _n	231.2	231.7	2.891	3.295	646.7	527.9	118.75	81.6		
	50%	S _n	220.8	231.4	5.601	6.517	1231.1	1079	152.1	87.6	50%	S _n	230.4	231.2	5.350	6.551	1223.9	1062.3	161.6	86.9
	75%	S _n	220.1	230.9	8.364	8.605	1895.2	1613	222.2	87.9	75%	S _n	229.8	230.2	7.738	9.815	1770.1	1660.0	210.1	88.1
	100%	S _n	218.7	230.7	10.975	13.042	2373	2059	314	86.8	100%	S _n	228.9	231.0	10.654	13.102	2426.0	2145.0	263.0	88.3
Maximum output current λ=		0.70	220.2	230.5	11.076	13.042	2426	2100	326	86.6	Parameters						Measurements			
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											Parameters						Measurements			
Standby		223.1	U _{nom}	0.493	0	68.78	0	68.78			Parameters						Measurements			
											Parameters						Measurements			

Tabelle 15 Modell 17 und 7

Hersteller:		Prüfdatum: 04.07.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 26.06.2007											
Type:	Spannung: 208 - 264V/ 50/ 60 Hz	Temperatur [°C]: 24.4			Type:	Spannung: 220-240 V 50/60 Hz	Temperatur [°C]: 24.4°C			Type:	Spannung: 220-240 V 50/60 Hz	Temperatur [°C]: 27.7°C									
Leistung:	2000 VA	Klasse: VF1-SS-111	Rel. Feuchte [%r.H]:			Leistung:	800VA	Klasse: VF1-SS-111	double Conversion/ Online			Leistung:	800VA	Klasse: VF1-SS-111	Rel. Feuchte						
Modell-Nr.:	M17-VFI-2000-1400		Parameters						Parameters						Measurements						
Normal mode		Load	U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _n [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]	Load	U _{in} [V]	U _{out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _n [W]	P _{out} [W]	P _v [W]	η[%]		
Normal mode	Resistive load	25% P _n	220.2	232.2	2.060	1.529	436.2	354.9	81.30	81.4	Resistive load	25% P _n	231.6	229.8	1.116	0.824	218.1	143.2	74.81	65.7	
	50%	P _n	221.0	232.2	3.044	3.761	812.0	707.5	104.50	87.1	50%	P _n	231.5	230.0	1.601	1.239	344.4	284.8	59.60	82.7	
	75%	P _n	220.6	231.8	5.491	4.580	1194.6	1061.2	133.40	88.6	75%	P _n	231.2	230.0	2.255	1.870	501.6	430.0	71.60	85.7	
	100%	P _n	220.4	231.4	7.270	6.102	1593.8	1411.7	172.10	89.1	100%	P _n	231.1	229.0	2.895	2.468	649.2	564.8	84.40	87.0	
Non-lineare-Load as per IEC 62040-3	25% S _n	222.0	232.6	2.056	2.182	436.4	365.9	80.50	81.6	25% S _n	231.2	230.2	1.007	0.902	199.4	143.7	55.74	72.1			
	50%	S _n	221.6	232.3	3.746	4.349	814.2	704.8	109.60	86.5	50%	S _n	231.8	229.2	1.849	1.706	333.3	275.2	58.10	82.6	
	75%	S _n	220.6	231.9	5.546	6.540	1208.4	1062.1	146.30	87.9	75%	S _n	231.4	229.6	2.201	2.534	486.2	399.6	86.60	81.9	
	100%	S _n	220.4	231.6	7.362	8.734	1606.6	1416.0	190.60	88.1	100%	S _n	231.2	229.4	2.874	3.542	648.0	563.0	85.00	85.9	
Maximum output current λ=		0.70	223.1	229.2	8.358	9.984	1823.6	1599.8	225.80	87.6	Parameters						Measurements				
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											Parameters						Measurements				
Standby		222.6	U _{nom}	0.523		61.80	0	61.80			Parameters						Measurements				
											Parameters						Measurements				
Surge Protected Output		50% P _n	221.4	220.0	3.368	3.204	736.0	704.6	31.40	95.7	100% P _n	220.4	228.6	2.538	2.460	584.3	561.8	96.1	94.1		
Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		50%	S _n	221.4	219.9	4.698	4.595	754.1	717.8	36.30	95.2	100%	S _n	221.6	229.1	1.792	1.692	295.2	256.2	36.85	87.9
Maximum output current λ=		0.71	219.8	216.4	10.120	10.016	1625.2	1546.4	78.80	95.2	Parameters						Measurements				
Asymmetrical non-linear load keine Begrenzung bei 130% Last											Parameters						Measurements				
Standby		222.6	U _{nom}	0.606		26.74		26.74			Parameters						Measurements				
											Parameters						Measurements				
Bypass Mode											Parameters						Measurements				

Tabelle 16 Modell 18 und 19

Hersteller:		Prüfdatum: 06.07.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 06.07.2007									
Type:	Spannung: 230 VAC	Temperatur [°C]: 24.3			Type:	Spannung: 230 VAC	Temperatur [°C]: 24.1			Type:	Spannung: 230 VAC	Flachstecker/ Crimpanschluss			Type:	Spannung: 230 VAC	Temperatur [°C]: 24.1		
Leistung:	1000 VA	700 W	Klasse: VF1-SS-111	Rel. Feuchte [%r.H]:			Leistung:	1000 VA	700 W										

Tabelle 17 Modell 20 und 21

Hersteller:		Prüfdatum:				09.07.2007		Hersteller:		Prüfdatum:				08.08.2007									
Spannung:						Temperatur [°C]		Typ:						Temperatur [°C]									
Leistung:	220-240 V 50/60 Hz	875 W	Klasse:	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	24.1		Spannung:	220 - 264 V 50/60 Hz	Leistung:	2000 VA	1400 W	Klasse:	VFI-SS-111	25								
Modell-Nr.:	M20-VFI-1250-875				Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M21-VFI-2000-1400	Rel. Feuchte [%RH]				Rel. Feuchte [%RH]	40								
Normal mode		Parameters				Measurements				Parameters				Measurements									
Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]	Load				U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]		
Resistive load	25% P_N	224.1	229.3	1.257	0.972	271.8	223.1	48.70	82.1	Normal mode	25% P_N	224.4	231.0	1.257	1.547	475.7	357.2	118.50	75.1				
	50% P_N	223.3	229.0	2.301	1.942	511.4	444.6	66.80	86.9		50% P_N	223.9	230.6	2.301	3.064	867.8	707.6	160.20	81.5				
	75% P_N	222.9	228.7	3.401	2.902	756.7	663.6	93.10	87.7		75% P_N	223.3	230.2	3.401	4.616	1253.0	1062.4	190.60	84.8				
	100% P_N	222.4	228.6	4.536	3.630	1006.8	877.0	129.80	87.1		100% P_N	223.4	230.0	4.536	6.196	1604.6	1415.2	189.40	88.2				
Non-linear-Load as per IEC 62040-3		25% S_N	224.3	229.2	1.254	0.970	270.9	220.4	50.50	81.4	Non-linear-Load as per IEC 62040-3				25% S_N	224.3	231.1	1.254	2.193	437.6	349.5	88.10	79.9
50% S_N	223.4	228.8	2.302	1.965	510.6	438.4	72.20	85.9	50% S_N	222.9	230.6	2.302	4.392	888.7	712.9	175.80	80.2						
75% S_N	222.6	228.6	3.522	4.172	782.6	673.2	109.40	86.0	75% S_N	223.3	230.3	3.522	6.568	1215.5	1054.7	160.80	86.6						
100% S_N	222.2	227.5	4.478	4.878	1002.5	865.2	147.30	85.3	100% S_N	222.6	229.9	4.478	8.796	1617.3	1422.6	194.70	88.0						
Maximum output current $\lambda =$		0.77	225.2	227.5	4.478	4.878	1002.5	855.2	147.30	85.3	Maximum output current $\lambda =$				0.70	222.7	229.9	4.478	8.985	1630.6	1455.0	235.60	86.1
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3													
Bypass Mode		Teilweise 0.552 A, Standby				89.02 W	224.4	Unom	0.158	0	5.16	0	5.16										
Resistive load		50% P_N	227.1	226.1	2.096	1.911	474.6	432.1	42.50	91.0	Standby				224.6	Unom	0.966	0	93.24	0	93.24		
Non-linear-Load as per IEC 62040-3		100% P_N	226.4	224.4	4.058	3.834	919.6	860.6	59.00	93.6	Standby												
Maximum output current $\lambda =$		0.71	226.0	223.6	5.504	5.426	948.5	857.4	91.10	90.4	Standby												
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3		keine Begrenzung bei 130% Last									Standby												
Normal mode		Teilweise 0.552 A, Standby				89.02 W	224.4	Unom	0.158	0	5.16	0	5.16										

Tabelle 18 Modell 23 und 14

Hersteller:		Prüfdatum:				10.07.2007		Hersteller:		Prüfdatum:				05.07.2007									
Spannung:						Temperatur [°C]		Typ:						Temperatur [°C]									
Leistung:	220-240 V 50/60 Hz	490W	Klasse:	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	24.6		Spannung:	230 VAC	Leistung:	1000 VA	700 W	Klasse:	VFI-SS-111	24.1								
Modell-Nr.:	M23-VFI-700-490				Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M14-VFI-1000-750	defekt bei 100% nichtlinearer Last				Rel. Feuchte [%RH]	33								
Normal mode		Parameters				Measurements				Parameters				Measurements									
Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]	Load				U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_V [W]	η [%]		
Resistive load	25% P_N	225.4	232.8	0.837	0.544	175.0	126.4	48.51	72.3	Normal mode	25% P_N	223.6	230.4	1.305	0.780	281.0	179.7	101.29	64.0				
	50% P_N	225.2	232.0	1.435	1.098	312.6	254.7	57.90	81.5		50% P_N	224.0	230.2	2.170	1.555	477.4	357.8	119.60	74.9				
	75% P_N	225.1	232.6	1.980	1.606	439.4	373.6	65.90	85.0		75% P_N	224.9	230.0	3.016	2.314	676.6	532.2	136.40	79.4				
	100% P_N	225.6	231.8	2.574	2.143	574.4	496.6	77.80	86.5		100% P_N	224.4	229.8	3.915	3.077	870.2	707.0	163.20	81.2				
Non-linear-Load as per IEC 62040-3		25% S_N	225.8	232.8	0.836	0.774	164.9	125.4	39.51	76.0	Non-linear-Load as per IEC 62040-3				25% S_N	225.6	230.1	1.324	1.112	283.5	178.4	105.11	62.9
50% S_N	225.0	230.7	1.395	1.531	303.2	246.4	56.80	81.3	50% S_N	225.3	230.0	2.256	2.215	478.8	364.2	124.60	74.0						
75% S_N	225.2	232.3	1.937	2.294	429.6	366.8	64.00	86.1	75% S_N	224.1	229.6	3.222	3.310	695.2	531.7	153.50	77.6						
100% S_N	224.0	232.0	2.566	3.068	571.8	497.4	74.40	87.0	100% S_N	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--				
Maximum output current $\lambda =$		0.70	224.4	231.8	2.466	3.200	596.0	517.9	77.10	87.0	Maximum output current $\lambda =$												
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3													
Bypass Mode		Teilweise 0.552 A, Standby				89.02 W	224.4	Unom	0.242	0	40.74	0	40.74										
Resistive load		50% P_N	227.1	226.1	2.096	1.911	474.6	432.1	42.50	91.0	Standby				223.4	Unom	0.517	0	95.04	0	95.04		
Non-linear-Load as per IEC 62040-3		100% P_N	226.4	224.4	4.058	3.834	919.6	860.6	59.00	93.6	Standby												
Maximum output current $\lambda =$		0.71	226.0	223.6	5.504	5.426	948.5	857.4	91.10	90.4	Standby												
Normal mode		Teilweise 0.552 A, Standby				89.02 W	224.4	Unom	0.242	0	40.74	0	40.74										

Tabelle 19 Modell 24 und 25

Hersteller:		Prüfdatum:				21.08.2007		Hersteller:		Prüfdatum:				21.08.2007	
Spannung:						Temperatur [°C]		Typ:						Temperatur [°C]	
Leistung:	1000 VA	700W	Klasse:	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	23		Spannung:	220-240 V 50/60 Hz	Leistung:	2000 VA	1400W	Klasse:	VFI-SS-111	23.1
Modell-Nr.:	M24-VFI-1000-700				Rel. Feuchte [%RH]			Modell-Nr.:	M25-VFI-2000-1400	double Conversion/ Online				Rel. Feuchte [%RH]	40
Normal mode															

Tabelle 20 Modell 37 und 38

Hersteller:		Prüfdatum: 24.08.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 29.08.2007											
Type:					Temperatur [°C]			Type:					Temperatur [°C]								
Spannung:	220-240 V 50/60 Hz				27.5			Spannung:	220-240 V 50/60 Hz				22.6								
Leistung:	1000 VA	700W	Klasse	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]		Leistung:	1500 VA	1050W	Klasse	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]							
Modell-Nr.:	M37-VFI-1000-700				31			Modell-Nr.:	M38-VFI-1500-1050				53								
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements											
Load		U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _{In} [A]	I _{Out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	η[%]	Load		U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _{In} [A]	I _{Out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	η[%]		
Normal mode	Resistive load	25% P _N	231.7	232.0	1.150	0.770	241.4	178.6	62.79	74.0	Normal mode	Resistive load	25% P _N	231.5	232.3	1.551	1.150	330.1	267.1	63.00	80.9
	50% P _N	231.5	232.4	2.006	1.580	444.5	367.0	77.45	82.6	50% P _N	231.2	230.6	2.754	2.234	609.0	529.0	80.00	86.9			
	75% P _N	231.2	231.7	2.776	2.297	624.5	531.8	92.70	85.2	75% P _N	230.9	231.2	4.013	3.427	896.5	792.1	104.46	88.3			
	100% P _N	231.0	232.3	3.590	3.026	814.0	702.3	111.70	86.3	100% P _N	230.6	230.5	5.296	4.595	1187.3	1063.9	126.35	89.2			
	Maximum output current λ=	0.68	230.9	231.9	3.896	4.734	876.1	749.3	126.75	85.5	Maximum output current λ=	0.69	230.2	230.9	5.705	5.982	1268.4	1108.0	160.45	87.4	
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
Bypass Mode	Standby			231.9	Unom.	0.324	0.000	44.7	0.0	44.69											
	Resistive load	50% P _N	231.5	230.9	1.095	1.004	229.3	167.9	61.37	73.2		Standby	50% P _N	231.3	230.6	2.382	2.274	543.7	519.7	24.05	95.6
	100% P _N	231.1	228.4	1.876	1.994	414.7	338.6	76.10	81.6		100% P _N	230.7	227.0	4.766	4.670	1059.6	1059.3	36.60	96.7		
	Non-linear-Load as per IEC 62040-3	50% S _N	231.2	231.9	2.680	3.013	601.0	507.3	93.80	84.4		Non-linear-Load as per IEC 62040-3	50% S _N	231.3	228.4	3.200	3.059	535.9	505.2	30.75	94.3
	100% S _N	231.0	232.3	3.610	4.157	812.1	695.4	116.65	85.6		100% S _N	230.6	226.1	6.175	6.050	1044.5	997.2	47.30	95.5		
Bypass Mode	Maximum output current λ=	0.70	231.0	228.6	4.769	4.596	787.2	740.3	46.95	94.0		Maximum output current λ=	0.70	230.5	227.2	7.221	7.087	1173.1	1121.5	51.60	95.6
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3									Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
	Standby			232.0	Unom.	0.259	0.000	18.4	0.0	18.44											

Tabelle 21 Modell 39 und 40

Hersteller:		Prüfdatum: 30.08.2007						Hersteller:		Prüfdatum: 29.08.2007											
Type:					Temperatur [°C]			Type:					Temperatur [°C]								
Spannung:	220-240 V 50/60 Hz				25.6			Spannung:	220-240 V 50/60 Hz				26.9								
Leistung:	2000 VA	1400W	Klasse	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]		Leistung:	3000 VA	2100W	Klasse	VFI-SS-111	double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]							
Modell-Nr.:	M39-VFI-2000-1400				42			Modell-Nr.:	M40-VFI-3000-2100				47								
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements											
Load		U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _{In} [A]	I _{Out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	η[%]	Load		U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _{In} [A]	I _{Out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	η[%]		
Normal mode	Resistive load	25% P _N	231.4	229.6	2.059	1.530	446.9	351.2	95.75	76.6	Normal mode	Resistive load	25% P _N	231.1	229.5	3.037	2.306	650.3	529.0	121.30	81.3
	50% P _N	231.1	228.2	3.690	3.089	830.4	704.8	126.60	84.9	50% P _N	230.5	227.0	5.499	4.664	1224.8	1057.7	167.15	86.4			
	75% P _N	230.5	228.9	5.356	4.624	1217.0	1057.7	159.30	86.9	75% P _N	229.8	227.6	7.947	6.966	1808.8	1584.7	225.05	87.6			
	100% P _N	230.0	227.1	7.022	6.209	1599.9	1409.5	190.40	86.1	100% P _N	229.1	226.1	10.630	9.361	2417.5	2116.5	301.00	87.5			
	Non-linear-Load as per IEC 62040-3	25% S _N	231.4	228.5	1.985	2.106	437.4	334.9	102.55	76.6	Non-linear-Load as per IEC 62040-3	25% S _N	231.2	229.6	2.820	3.100	629.6	506.1	123.55	80.4	
Bypass Mode	50% S _N	231.0	228.4	3.492	4.143	784.8	660.6	124.05	84.2		50% S _N	230.6	228.9	5.269	6.266	1194.4	1018.6	175.80	85.3		
	75% S _N	230.8	228.3	5.167	6.237	1164.0	997.8	166.20	85.7		75% S _N	229.9	227.8	7.681	9.227	1789.3	1489.3	300.05	83.2		
	100% S _N	230.2	228.1	6.720	8.263	1512.4	1322.5	189.95	87.4		100% S _N	229.2	226.1	10.527	12.233	2396.0	1971.9	414.15	82.6		
	Maximum output current λ=	0.67	230.1	228.2	7.278	9.198	1639.5	1413.2	222.30	86.4		Maximum output current λ=	0.70	228.2	229.9	11.620	13.980	2628.5	2197.5	431.00	83.6
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3									Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
Bypass Mode	Standby			231.8	Unom.	0.459	0.000	65.0	0.0	64.96											
	Resistive load	50% P _N	231.1	228.7	3.227	3.081	741.5	704.4	37.15	95.0		Resistive load	50% P _N	230.7	227.3	4.799	4.661	1103.4	1058.9	44.50	96.0
	100% P _N	228.2	226.4	6.373	6.238	1465.3	1411.6	53.65	96.3		100% P _N	229.4	223.1	9.669	9.485	2217.0	2115.0	102.00	95.4		
	Non-linear-Load as per IEC 62040-3	50% S _N	231.2	228.9	4.223	4.131	715.0	672.3	42.65	94.0		Non-linear-Load as per IEC 62040-3	50% S _N	230.6	227.4	6.265	6.181	1071.5	1014.8	56.70	94.7
	100% S _N	230.4	226.8	8.105	8.022	1367.0	1318.5	68.50	95.1		100% S _N	229.5	227.3	11.893	11.744	2086.5	1939.1	147.45	92.9		
Bypass Mode	Maximum output current λ=	0.69	230.2	226.4	9.372	9.277	1524.2	1441.1	83.15	94.5		Maximum output current λ=	0.71	229.1	225.5	14.053	13.969	2356.5	2197.0	159.50	93.2
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3									Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
	Standby			232.0	Unom.	0.405	0.000	30.0	0.0	29.99											

Tabelle 23 Modell 43 und 44

Hersteller:		Prüfdatum:		29.08.2007		Hersteller:		Prüfdatum:		30.08.2007	
Spannung:				Temperatur [°C]						Temperatur [°C]	
Leistung:	2000 VA	1400W	Klasse	VFI-SS-111		22.6	Spannung:	220-240 V 50/60 Hz		25.6	
Modell-Nr.:	M43-VFI-2000/1400			double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]		Leistung:	3000 VA	2100W	Klasse	VFI-SS-111
					53		Modell-Nr.:	M44-VFI-3000/2100		double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]
											42
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements	
Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]	Load	
Normal mode	Resistive load		25% P_N	231.4	230.2	2.013	1.534	433.7	363.1	80.60	81.4
	25% P_N		50% P_N	230.8	231.2	3.732	3.060	837.5	705.0	132.50	84.2
	75% P_N		75% P_N	230.5	230.1	5.337	4.603	1211.5	1088.7	152.80	67.4
	100% P_N		100% P_N	229.9	228.8	7.013	6.170	1596.8	1411.0	185.75	88.4
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		25% S_N	231.3	229.7	2.007	2.114	444.1	337.6	106.50	76.0
Bypass Mode	50% S_N		50% S_N	231.0	230.0	3.447	4.181	771.8	671.0	100.80	86.9
	75% S_N		75% S_N	230.6	230.6	5.135	6.236	1157.8	1005.6	152.15	66.9
	100% S_N		100% S_N	230.1	231.2	6.938	8.398	1562.5	1363.8	198.70	87.3
	Maximum output current $\lambda =$		0.69	230.7	229.0	7.409	9.227	1674.2	1440.1	234.10	86.0
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										
Standby			231.9	Unom	0.454	0.000	64.4	0.0	64.45		
Bypass Mode			231.9	Unom	0.382	0.000	28.5	0.0	28.46		
Normal mode			231.9	Unom	0.382	0.000	28.5	0.0	28.46		
Bypass Mode			231.9	Unom	0.401	0.000	26.8	0.0	26.82		

Tabelle 24 Modell 45 und 46

Hersteller:		Prüfdatum:		24.08.2007		Hersteller:		Prüfdatum:		30.08.2007	
Spannung:				Temperatur [°C]		Typ:				Temperatur [°C]	
Leistung:	1000 VA	700W	Klasse	VFI-SS-111		27.5	Spannung:	220-240 V 50/60 Hz		25.6	
Modell-Nr.:	M45-VFI-1000/700			double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]		Leistung:	2000 VA	1400W	Klasse	VFI-SS-111
					31		Modell-Nr.:	M46-VFI-2000/1400		double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]
											42
Parameters		Measurements						Parameters		Measurements	
Load		U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]	P_{in} [W]	P_{out} [W]	P_{v} [W]	η [%]	Load	
Normal mode	Resistive load		25% P_N	231.1	231.0	1.133	0.767	234.9	177.1	57.80	75.4
	50% P_N		50% P_N	231.9	230.8	1.885	1.530	421.9	352.9	69.00	83.6
	75% P_N		75% P_N	230.1	230.6	2.721	2.297	612.2	529.5	82.70	66.5
	100% P_N		100% P_N	233.2	230.5	3.505	3.068	804.2	706.9	97.25	87.9
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		25% S_N	232.0	231.0	1.092	1.056	226.3	170.9	55.38	75.5
Bypass Mode	50% S_N		50% S_N	231.9	230.8	1.844	2.100	410.6	343.4	67.40	83.6
	75% S_N		75% S_N	231.7	230.6	2.622	3.165	693.2	512.7	80.45	86.4
	100% S_N		100% S_N	232.0	230.5	3.504	4.362	796.8	700.2	98.65	87.7
	Maximum output current $\lambda =$		0.70	231.6	230.4	3.738	4.637	851.8	746.6	105.20	87.6
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										
Standby			231.9	Unom	0.474	0.000	56.9	0.0	56.85		
Bypass Mode			231.9	Unom	0.716	0.000	57.3	0.0	57.34		
Normal mode			231.9	Unom	0.716	0.000	57.3	0.0	57.34		
Bypass Mode			231.9	Unom	0.716	0.000	57.3	0.0	57.34		

Tabelle 25 Modell 47

Hersteller:		Prüfdatum:		31.08.2007		Temperatur [°C]			
Spannung:									
Leistung:	3000 VA	2100W	Klasse	VFI-SS-111			26.4		
Modell-Nr.:	M47-VFI-3000/2100			double Conversion/ Online	Rel. Feuchte [%RH]		30		
Parameters				Measurements					
Load				U_{in} [V]	U_{out} [V]	I_{in} [A]	I_{out} [A]		
Normal mode	Resistive load		25% P_N	231.7	231.9	2.944	2.282		
	50% P_N		50% P_N	228.9	231.3	5.275	4.576		
	75% P_N		75% P_N	232.5	230.9	7.717	6.880		
	100% P_N		100% P_N	225.7	230.5	10.538	9.188		
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3		25% S_N	232.9	232.0	2.809	3.192		
Bypass Mode	50% S_N		50% S_N	231.8	231.5	5.080	6.374		
	75% S_N		75% S_N	231.2	231.0	7.613	9.595		
	100% S_N		100% S_N	231.3	230.6	10.032	12.785		
	Maximum output current $\lambda =$		0.67	230.8	230.5	10.997	14.044		
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3								
Standby				231.3	Unom	0.873	0.000		
Bypass Mode				231.3	Unom	0.873	0.000		
Normal mode				231.3	Unom	0.873	0.000		
Bypass Mode				231.3	Unom	0.873	0.000		

5.6 Messwerttabellen 3 VFD-USV

Tabelle 26 Modell 8 und 9

Hersteller:		Prüfdatum:		28.06.2007		Hersteller:		Prüfdatum:		29.06.2007		
Typ:				Temperatur [°C]		Typ:				Temperatur [°C]		
Spannung: 220-240 V 50/60 Hz				22.8		Spannung: 220-240 V 50/60 Hz				24		
Leistung:	1000 VA	700 W	Klasse	VFD Voltage and Frequency Dependent	Line Interactive	Rel. Feuchte [%r.H.]	Leistung:	2000 VA	1340 W	Klasse:	VFD Voltage and Frequency Dependent	
Modell-Nr.:	M8-VFD-1000/800					31	Modell-Nr.:	M9-VFD-2000/1340			32	
Parameters		Measurements										
Load		U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	n[%]	Parameters		
Normal mode	Resistive load	25% P _N	231.9	231.4	0.848	0.768	196.0	177.7	18.27	90.7	Normal mode	Load
	50%	P _N	231.6	230.7	1.647	1.507	380.7	354.2	26.50	93.0		U _{In} [V]
	75%	P _N	231.4	230.2	2.384	2.203	559.9	530.2	20.70	95.2		U _{Out} [V]
	100%	P _N	231.2	229.6	3.174	2.898	736.0	705.8	30.20	95.9		I _n [A]
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3	25% S _N	231.7	231.2	1.213	1.099	201.2	175.1	26.17	87.0		I _{out} [A]
Bypass Mode	50%	S _N	231.6	230.8	2.227	2.146	370.2	349.9	20.30	94.5	Bypass Mode	P _{In} [W]
	75%	S _N	231.3	230.2	3.199	3.360	549.6	520.7	28.90	94.7		P _{Out} [W]
	100%	S _N	231.1	229.6	4.203	4.411	725.9	669.5	56.40	92.2		P _V [W]
	Maximum output current λ =	0.72	231.0	229.4	4.625	4.403	765.5	724.3	41.20	94.6		n[%]
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
Standby		231.8	U _{nom}	0.097	0	18.01	0	18.01			Measurements	
Normal mode	50% P _N	231.6	230.8	1.615	1.535	373.8	354.2	19.60	94.8	Normal mode		
	100% P _N	231.2	229.7	3.156	3.075	729.2	705.4	23.80	96.7			
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3	50% S _N	231.6	230.8	2.234	2.156	372.8	352.6	20.20	94.6		
	100% S _N	230.2	230.2	4.294	4.234	708.4	683.2	25.20	96.4			
	Maximum output current λ =	0.64	230.8	229.6	5.804	5.714	932.8	839.8	93.00	90.0		
Standby		231.7	U _{nom}	0.086		15.48		15.48			Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3	
Standby		231.7	U _{nom}	0.21		25.66		0	25.66		Standby	

Tabelle 27 Modell 11

Hersteller:										Prüfdatum:		03.07.2007						
Typ:												Temperatur [°C]						
Spannung: 220-240 V 50/60 Hz		I _{max}		5A								24.4						
Leistung:		350VA		210 W		Klasse		VFD SY 333				Rel. Feuchte [%r.H.]						
Modell-Nr.:		M11-VFD-350/210										41						
Parameters						Measurements												
Load						U _{In} [V]	U _{Out} [V]	I _n [A]	I _{out} [A]	P _{In} [W]	P _{Out} [W]	P _V [W]	n[%]					
Normal mode	Resistive load			25% P _N		223.2	223.4	0.250	0.250	47.5	38.3	9.20	80.6					
	50%			P _N		222.8	222.5	0.490	0.490	119.6	108.9	10.69	91.1					
	75%			P _N		222.2	222.8	0.730	0.730	172.3	162.4	9.91	94.2					
	100%			P _N		222.4	222.3	0.966	0.966	224.2	214.6	9.60	95.7					
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3			25% S _N		222.9	222.8	0.433	0.404	70.9	60.8	10.15	85.7					
Surge Protected Output	50%			S _N		226.0	225.8	0.814	0.790	132.6	124.5	8.10	93.9					
	75%			S _N		226.6	226.0	1.196	1.175	198.4	187.7	10.64	94.6					
	100%			S _N		226.9	226.2	1.564	1.542	259.2	246.8	12.40	95.2					
	Maximum output current λ =			0.69		222.2	222.4	1.648	1.625	261.3	249.6	11.70	95.5					
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3																	
Standby						223.5	U _{nom}	0.082		9.87	0	9.87						
Surge Protected Output	50% P _N					222.2	224.2	0.546	0.490	120.5	108.8	11.73	90.3					
	Resistive load			100% P _N		221.6	222.4	1.015	0.966	225.5	215.2	10.30	95.4					
	Non-lineare-Load as per IEC 62040-3			50% S _N		226.2	226.0	0.816	0.793	134.8	125.1	9.69	92.8					
	100% S _N					222.0	222.5	1.570	1.544	250.6	240.0	10.60	95.8					
	Maximum output current λ =			0.70		222.7	222.0	2.088	2.066	332.6	320.4	12.20	96.3					
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3																		
Standby						223.5	U _{nom}	0.081		11.30		11.30						