

SPS-Steuerung für **SONOREX TECHNIK-Generatoren**

LG ... bzw. TG 1503 / TG 3003

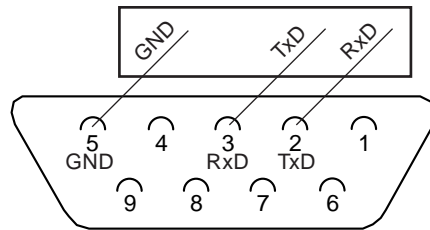
(M 1003 / M 1503 / SM 3 / PRO 3)

Inhalt

1	Generatorsteuerung über serielle Schnittstelle RS 232	2
2	Vorbereitung der Kommunikation zwischen Generator und Steuergerät	2
3	Bandelin-Protokoll	3
3.1	Übertragungsparameter und Zeichensatz	3
3.2	Betrieb mehrerer Module an einer Schnittstelle	3
3.3	Festlegung für das Protokoll	4
3.4	Telegrammstruktur	5
3.5	Befehle	6
3.6	Gruppenruf	9
3.7	Remote-Betrieb (nur bei LG-Generatoren)	9
3.8	Modulschalter	10
3.9	Applikationsbeispiele	10
3.9.1	Leistung ein- und ausschalten	10
3.9.2	Prozentuale Soll-Leistung einstellen	10
3.9.3	Maximale Soll-Leistung auslesen	11
3.9.4	Statusbyte auslesen	12

1 Generatorsteuerung über serielle Schnittstelle RS 232

Der Anschluss der Steuerung erfolgt über die RS 232-Schnittstelle mit einem 9-poligen D-SUB-Endgerätekabel (serielles Endgerätekabel mit Stecker und Buchse).



Steuergerät
(z. B. SPS)

Anschlussbelegung
(Blickrichtung auf die Rückwand
des Generators)

Erläuterung:

Nachfolgend werden die Leistungsmodule und HF-Einheiten als "Module" bezeichnet und die Benennung "Generator" ist gültig für LG-Generator und TG-Generator.

2 Vorbereitung der Kommunikation zwischen Generator und Steuergerät

- Die SPS wird über das Schnittstellenkabel mit dem Generator verbunden.
- Über die serielle Schnittstelle erhält die SPS direkten Zugriff auf den generatorinternen Bus, der die Module verbindet.
- Beim Steuermodul SM 3 den Drehregler zur Leistungsvorgabe POWER vor Einschalten der Netzspannung auf minimale Leistung stellen (Linksanschlag).
Beim Prozessormodul PRO 3 und den TG-Generatoren ist keine Vorbereitung notwendig.
- Die SPS muss gestartet, bzw. auf dem Steuercomputer muss das Steuerprogramm gestartet sein.
- Bevor der Netzschalter des Generators eingeschaltet wird, sollte die SPS **zyklisch** Befehle aussenden, die Module **auszuschalten** (siehe Kapitel 3.6 Gruppenruf; Befehl #ZØ).
Dadurch werden automatisch eventuell aktive Module ausgeschaltet.
- Der Generator wird über den Netzschalter eingeschaltet.
- Generator wie folgt mit der SPS auf Remote-Betrieb stellen:
SM 3: Befehl #N80JR1 (Remote-Betrieb)
 Befehl #Z0 (alle Module aus)
PRO 3: Befehl #N80JR1 (Remote-Betrieb)
 Befehl #Z0 (nicht notwendig, da das PRO 3 selbstständig alle Module abschaltet.)
TG: Befehl #Z0 (alle Module aus)
- Empfängt die SPS von allen Modulen Daten, ist das ein Zeichen dafür, dass der Generator eingeschaltet ist und alle Module arbeitsfähig sind. Nun kann die Steuerung der Module erfolgen.
- Wird ein Echo von den eingegebenen Befehlen gewünscht, ist mit dem Befehl #NFFGE1 der Echobetrieb aller Module zu aktivieren. (Nicht erforderlich bei PRO 3, da von diesem beim Einschalten selbst ausgesendet wird.)

3 Bandelin-Protokoll

Das Bandelin-Protokoll (ASCII-Textformat) benutzt einfache Zeichenfolgen, um die Module zu steuern. Diese können auch von einem Terminalprogramm (z. B. Hyperterminal) erzeugt werden. Angaben von Hexadezimalzahlen werden im Format HHh dargestellt, z. B. 20h. Nur die Module M1003 / M1503 / E1503 arbeiten optimal mit der SPS zusammen.

Ältere Module sind nur unter bestimmten Voraussetzungen für die SPS nutzbar:

- M1000 - Einsatz nicht möglich
- M1002, M1502 - Umprogrammierung durch Fa. BANDELIN notwendig

3.1 Übertragungsparameter und Zeichensatz

Übertragungsparameter:

- 9600 Baud, 7 bit, 1 Stoppbit, Parität gerade (even)
- Hardware-Handshake-Signale (RTS, DTS usw.) werden nicht ausgewertet

Zeichensatz:

- Es werden nur Zeichen aus dem ASCII Standard Zeichensatz (7 bit) verwendet.
- aus dem Zeichensatz sind die Zeichen „0...9“ und „a...f, A... F“ für die Hexadezimaleingabe reserviert.
- Die Zeichen „g...z“ und „G...Z“ werden als erstes Zeichen eines Identifiers (Geräteerkennung) oder Befehls verwendet.

3.2 Betrieb mehrerer Module an einer Schnittstelle

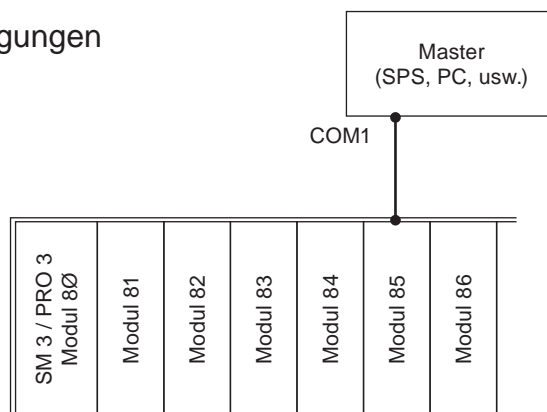
Bei Ansteuerung mehrerer Module über einen gemeinsamen Schnittstellenanschluss werden automatisch Modulnummern von links beginnend vergeben.

Die Modulnummer ist zweistellig hexadezimal. Die automatische Modulnummer-Vergabe im Generator geht von 81 bis 88 (81h bis 88h).

Die Steuereinheit (SM3 oder PRO3) erhält die Modulnummer 80.

Kommunikationsbedingungen

Konfiguration:



- Das Steuergerät (PC, SPS) ist immer Master (Ruhepotential generatorintern High)

- Generatoren sind immer Slaves (Ruhepotential Tristate; über Widerstand nach High gezogen)
 - Ein **Slave darf nur nach Aufforderung durch den Master senden**, das ermöglicht die Nutzung „einer“ Sammelleitung slaveseitig.
 - Alle Slaves empfangen alle Signale vom Master
 - Die Slaves können/dürfen nicht untereinander kommunizieren
 - Der Befehlsfolge wird ein Doppelkreuz „#“ = 23h vorangestellt, das **alle vorherigen Eingaben löscht**.
 - Ende einer Befehlsfolge ist immer **<CR>**.
 - Zwei Geräte mit der gleichen Modulnummer dürfen nicht an der gleichen Kommunikationsschnittstelle arbeiten!

3.3 Festlegung für das Protokoll

Nomenklatur:

Die folgenden Vereinbarungen werden zur einfacheren Lesbarkeit getroffen.

- h Hexadezimal-Zeichen (0 ... 9, A ... F)
- z Alphanumerisches Zeichen (0 ... 9, a ... z, A ... Z)
- d Dezimalziffer (0 ... 9)
- [] Zeichen(folge) in Klammern kann entfallen
- # (23h) Befehlsbeginn
- <> Steuerzeichen

Darstellung	Hexadezimal	Escape Sequenzen *)	Bedeutung
<CR>	0Dh	\r; \$r	Cariage Return / Wagenrücklauf
<LF>	0Ch	\n; \$n	Line Feed / Neue Zeile

*) Schreibweise in vielen Programmen z. B. bei C-Code oder SPS-Steuerung.

Festlegungen

- Allen Telegrammen wird ein Doppelkreuz „#“ vorangestellt.
- Alle Werte im Dialog **zum** Generator werden hexadezimal übergeben.
- Groß- und Kleinschreibung sind gleichberechtigt (A ... F alternativ a ... f).
- Befehle an den Generator werden mit <CR>[<LF>] abgeschlossen.
- Antworten werden vom Generator mit <CR><LF> abgeschlossen.
- Steuerzeichen (01h ... 1Fh) werden ggf. ignoriert.
- Wenn nicht anders vermerkt, sind alle Angaben zu Werten in der im Rechner intern verwendeten Größe im hexadezimalen Format.
- Das Leerzeichen <Space> (20h) ist Trennzeichen innerhalb einer Zeile. Es kann optional verwendet werden (zur besseren Lesbarkeit von Zeichenfolgen).
- Hexadezimal-Zeichen werden aus Gründen der Plausibilitätsprüfung nicht als erstes Zeichen eines Befehls verwendet.
- Eine Aneinanderreihung von Befehlen hinter der Modulnummer-Kennung ist nicht zulässig.

3.4 Telegrammstruktur

a) Modulare Adressierung

#N	hh	Befehl	<CR>
Startsequenz	Modulnummer		Befehl- Abschluss

Die modulare Adressierung beginnt mit „#N“ oder „#n“. Es schließen sich zwei ASCII-Zeichen für die Modulnummer an.

Der Befehl wird an die Modulnummer angehängt. Der Aufbau der Befehle ist weitgehend standardisiert.

- Ein Befehl beginnt mit einem Zeichen für die Befehlsgruppe (z. B. P für die Leistung (**P**ower)). Zur besseren Lesbarkeit wird für die Befehlsgruppe in dieser Dokumentation Großschreibung verwendet. Es kann auch klein geschrieben werden.
- An das Zeichen für die Befehlsgruppe kann ein Unterscheidungszeichen angehängt sein. Das Unterscheidungszeichen wird in dieser Dokumentation in Kleinschreibung dargestellt.
- Anstelle des Unterscheidungszeichens können mit 0 und 1 die Funktion AUS und EIN realisiert werden.
Beispiel: P1 – Modulleistung EIN

Beispiel (Modul 2 (82) Version abfragen):

gesendete Zeichen:	#N	8	2	V	<CR>
empfangene Zeichen:					mv06_07.cJul 08 2004<CR><LF>
empf. Zeichen mit Echo:					N82v mv06_07.cJul 08 2004<CR><LF>

b) implizierter Gruppenbefehl (Gruppenruf)

Beispiel (Leistung ausschalten für alle Module):

gesendete Zeichen:	#Z	0	<CR>
empfangene Zeichen: (auch bei Echo-Betrieb)			

3.5 Befehle

Modular adressierte Befehle

Die modular adressierten Befehle (Zeichenfolgen) werden nur von demjenigen Modul interpretiert, das seine eigene Modulnummer erkannt hat.

„#N“ und die Modulnummer (Nhh) werden dem Befehl vorangestellt.

(Beispiel: Modul 1 auf 40 % (28h) der Maximalleistung einstellen ⇒ #N81P%28<CR>)

Im Kapitel 3.9 sind zusätzlich einige Applikationsbeispiele aufgeführt.

Befehl	Antwort		Bedeutung	Bemerkung
Modulnummer ohne Befehl			Modul-Identifizierung für Service	DRY blinkt einmal kurz auf
I			Lesen Seriennummer	
Jr0 1		t	Remote off on	mit Jr1 wird die Timeout-Zeit ¹⁾ auf 10s gesetzt (wenn noch keine eingetragen ist)
Jw0 1		E	0=MODUL-Schalter arbeitet 1=MODUL-Schalter wird ignoriert (immer Ein)	
Mhh oder Mhhhh	16 Byte		Auslesen von 16 Byte aus EEPROM ab Startadresse	²⁾ EEPROM-Lesen
P0 1		t	Leistung AUS EIN	„#Z0“ → alle Module aus
Pp		E	Leistung über Potentiometer analog einstellen	
P%			programmierte prozentuale Leistung auslesen	
P% hh			(Soll-) Leistung (Power) prozentual einstellen	0x0A(10%) ... 0x64(100%)
Pn		t	Anzeige max. Soll-Leistung	Wert:1/10 der Maximal-Leistung
Qw0 1		E	Sweep AUS EIN	
Qw2 3		t	Sweep AUS EIN	nur temporär
Tp0 1		t	Degas AUS EIN	
Tt [hh]	hh	t	Timeout setzen (aktivieren) /auslesen Tt0 → Timeout deaktiviert ¹⁾	bei Jr1 werden 10s (default) eingestellt
V	name.c mon dd jjjj		Version der Generator-Software auslesen Antwort Format (Version – Datum)	siehe 3.4 a)
X		t	Reset (siehe Hinweis Reset)	
Y1			Betriebsdaten ausgeben siehe Betriebsdaten	RAM-Lesen
Y2			Status ausgeben siehe Hinweis Status	

- E** Einstellung wird im EEPROM gespeichert und beim Neustart (Netzschalter „AUS“ und wieder „EIN“) wiederhergestellt
- t** Funktion nur temporär wirksam. Nach dem Geräte-Reset → Grundzustand
- 1) wird für die Dauer der Timeout-Zeit kein gültiges Telegramm von der Steuerung erkannt, wird ein Reset generiert. Mit dem Empfang eines gültigen Telegramms wird die Timeout-Zeit neu gestartet.
- 2) Die Befehle M00 und M10 geben wesentliche EEPROM-Daten zurück (für Servicezwecke).

Hinweis Reset

Nach einem Reset startet das Modul jeweils mit dem vorgegebenen Leistungswert des Moduls (Standardeinstellung). Um die HF-Abgabe zu vermeiden, ist sofort nach dem Reset der Befehl #Z0 (alle Module aus) zu senden.

Hinweis Status

Mit dem Befehl Y2 wird der Status des Moduls abgefragt. Format = hexadezimal als ASCII-Zeichen mit zwischengeschobenen Leerzeichen.

Bedeutung der Byte-Nr.

Byte-Nr.	Wert	Funktion
T0	p_nprz	prozentuale Netzleistung
T1	pprz	prozentuale Sollvorgabe (Leistung)
T2	FreqH	Sollfrequenz MSB
T3	FreqL	Sollfrequenz LSB
T4	U _{BUS}	Spannung an Stecker X1/Pin22
T5	Btrzmin	aktuelle Betriebszeit in Minuten
T6	Btrzsec	aktuelle Betriebszeit in Sekunden
T7	Stat	Statusbyte 0.Bit Modulschalter ist eingeschaltet 1.Bit HF-On Schalter ist eingeschaltet 2.Bit Generator ist einschaltbereit 3.Bit HF-Leistung wird abgegeben
T8	Op_t	Optionsbyte temporär 0.Bit Sweep ist eingeschaltet 1.Bit ohne Funktion 2.Bit Degas ist eingeschaltet 3.Bit Echo ist eingeschaltet

Betriebsdaten

Der Befehl Y1 fragt die Betriebsdaten ab. Die Rückgabewerte sind hexadezimal als ASCII-Zeichen mit zwischengeschobenen Leerzeichen:

Länge: 10 Byte

Byte-Nr.	Wert	Funktion
T0	MN	Modulnummer
T1	UN	Netzspannung (Wert am A/D-Wandler)
T2	IN	Netzstrom (Wert am A/D-Wandler)
T3	Error	Fehlerflags
T4	UHF	HF-Spannung (Wert am A/D-Wandler)
T5	IHF	HF-Strom (Wert am A/D-Wandler)
T6	FrqH	MSB Arbeitsfrequenz in [Hz]
T7	FrqL	LSB Arbeitsfrequenz in [Hz]
T8	PW	Leistungssteuersignal
T9	Temp	Kühlkörpertemperatur (Wert am A/D-Wandler)

Umrechnungsformeln für die Betriebsdaten

Die ausgegebenen Werte sind keine Messdaten im Sinne der Messtechnik, stellen aber näherungsweise die Arbeitsparameter dar. Die Werte T1, T2 und T4-T9 müssen zur weiteren Auswertung in dezimal umgerechnet werden.

$$\text{Netzspannung} = T1 \quad (\text{in V})$$

$$\text{Netzstrom} = T2 \times 0,0316 \quad (\text{in A})$$

Daraus kann die Netzleistung errechnet werden.

Fehlerbits T3:

Bit 0 Übertemperatur, Leistung wird reduziert (Temp > 60 °C; siehe T9)

Bit 1 Eingestellte Leistung nicht erreichbar

Bit 2 -

Bit 3 Leerlauf (UHF groß bei IHF < 0,5 A)

Bit 4 Kurzschluss (UHF < 10V bei IHF >0,8A)

Bit 5 Trockenlauf (Scheinleistung / Wirkleistung > Trockenwert)

$$\text{HF-Spannung} = T4 \times 4 \quad [\text{V}]$$

$$\text{HF-Strom} = T5 \times 0,0318 \quad [\text{A}]$$

$$\text{Momentane Arbeitsfrequenz} = 256 \times T6 + T7 \quad [\text{Hz}]$$

$$\text{Leistungssteuersignal} = T8 \quad [1]$$

$$\text{Kühlkörpertemperatur} = -0,691 \times T9 + 187,5 \quad [^\circ\text{C}]$$

3.6 Gruppenruf

Bei Gruppenrufbefehlen werden keine Daten zurück gesendet (auch kein Echo). In dieser Tabelle sind die vollständigen Befehle eingetragen, sie werden nur in dieser Form akzeptiert, Groß/Kleinschreibung ist zugelassen.

Befehl (ohne Antwort)		Bedeutung	Bemerkung
#Z0<CR>	t	Schaltet alle Module ab	Leistung AUS
#NFFPP<CR>	E	Leistung aller Module über Potentiometer analog einstellen	wird erst nach Wiedereinschalten (Netz) wirksam
#NFFP1 <CR>	t	alle Module einschalten	Leistung ein
#NFFGE0 1 <CR>	t	alle Module Echo AUS EIN	Echo AUS EIN
#NFFX <CR>	t	alle Module Reset	s. Hinweis Reset!

3.7 Remote-Betrieb (nur bei LG-Generatoren)

Die Geräte können zwei Betriebszustände annehmen:

Fernsteuer-Betrieb (#N80JR1)

Die Steuerung des Gerätes erfolgt im Remote-Betrieb über die serielle Kommunikationsschnittstelle. Die Leistung kann nur von der SPS-Steuerung eingeschaltet werden (Befehl P1).

Wird mit Jr1 die Fernsteuerung aktiviert, wird die voreingestellte Timeout-Zeit übernommen. Die voreingestellte Zeit kann mit dem Befehl Tthh (z. B.: #N80TT3C → 60 s) verändert werden. Nach dem Reset der Steuereinheit beträgt sie 10 s (default).

Die Befehle von der SPS zum LG-Generator müssen sequenziell übertragen werden. sie dürfen nicht blockweise übertragen werden: Befehl 1 - Pause - Befehl 2 - Pause - Befehl 3 u. s. w.

Wird der Fernsteuereingang HF_ON mit Masse (GND) verbunden, ist der Generator grundsätzlich gesperrt (Not-Aus-Funktion). Wird der HF-Schalter des Steuermoduls SM 3 gedrückt, ist ebenfalls der Generator gesperrt. Einzelne Module können individuell über ihren Modulschalter abgeschaltet werden.

Local-Betrieb (#N80JR0)

- Nach dem Einschalten der Netzspannung arbeiten die Module im Local-Betrieb mit den eingestellten Parametern.
- Mit der Sammelleitung HF_ON kann die Leistungsabgabe aller Module gesperrt oder freigegeben werden.
- Mit dem Potentiometer (Steuermodul) kann die Leistung derjenigen Module eingestellt werden, die auf „PP“ programmiert sind.
- Das Abfragen von Informationen aus dem Modul ist über die RS 232-Schnittstelle möglich.

Remote-Umschaltung

Befehl	Bemerkung
#N80JR1	LG ... mit SM 3: LED 3,5,7 leuchten, LG ... mit PRO 3: Anzeige Display „R-E-M-O-T-E“
#N80JR0	Generator arbeitet lokal

3.8 Modulschalter

Mit dem Befehl Jw0 | 1 kann der Modulschalter softwaremäßig unwirksam gemacht werden (z. B. bei der Inbetriebnahme).

3.9 Applikationsbeispiele



In den folgenden Applikationsbeispielen werden die Befehle mit <CR> abgeschlossen. Dieses muss gegen das entsprechende Zeichen gemäß Kapitel 3.3 ersetzt werden.

3.9.1 Leistung ein- und ausschalten

Die Leistung des Moduls Nr. 5 wird ein- und ausgeschaltet.

Befehl	Bedeutung	Bemerkung
#N80JR1<CR>	Fernsteuerbetrieb EIN	Generator geht auf Remote-Betrieb
#Z0<CR>	Abschalten aller Module	Nur bei LG ... mit Steuermodul und TG...; alle Module schalten die Leistung ab
#N85P1<CR>	Leistung EIN	Modul Nr. 5 gibt Leistung ab
#N85P0<CR>	Leistung AUS	Modul Nr. 5 gibt keine Leistung ab

3.9.2 Prozentuale Soll-Leistung einstellen

Die Soll-Leistung des Moduls Nr. 1 wird auf 40% eingestellt.

Befehl	Bedeutung	Bemerkung
#N80JR1<CR>	Fernsteuerbetrieb EIN	Generator geht auf Remote-Betrieb
#Z0<CR>	Abschalten aller Module	Nur bei LG ... mit Steuermodul und TG...; alle Module schalten die Leistung ab
#N81P%28<CR>	Leistung prozentual einstellen	Soll-Leistung des Moduls Nr. 1 auf 40% der Maximalleistung einstellen
#N81P1<CR>	Leistung EIN	Modul Nr. 1 gibt Leistung ab

3.9.3 Maximale Soll-Leistung auslesen

Die maximale Soll-Leistung des Moduls Nr. 2 wird ausgelesen.

Befehl	Bedeutung	Bemerkung
#N80JR1<CR>	Fernsteuerbetrieb EIN	Generator geht auf Remote-Betrieb
#Z0<CR>	Abschalten aller Module	Nur bei LG ... mit Steuermodul und TG...; alle Module schalten die Leistung ab
#N82PN<CR>	Anzeige max. Soll-Leistung	Anforderung der max. Soll-Leistung von Modul Nr. 2

Empfangene Zeichen

Zeichen	Bedeutung	Bemerkung
5A oder N82PN 5A	Empfangene Zeichen (ohne oder mit Echo)	Wert 5Ah ist dezimal 90, die maximale Leistung des Moduls ist somit 900W (das 10fache des Wertes)

3.9.4 Statusbyte auslesen

Es wird das Statusbyte des Moduls Nr. 5 ausgegeben.

Befehl	Bedeutung	Bemerkung
#N80JR1<CR>	Fernsteuerbetrieb EIN	Generator geht auf Remote-Betrieb
#Z0<CR>	Abschalten aller Module	Nur bei LG ... mit Steuermodul und TG...; alle Module schalten die Leistung ab
#NFFGE1<CR>	Alle Module Echo Ein	Echo Ein
#N85Y2<CR>	Status	Abfrage des Statusbytes von Modul Nr. 5

Empfangene Zeichen

Zeichen	Bedeutung	Bemerkung
N85Y2 00 0A 61 A8 F2 0F D6 03 09	Empfangene Zeichen (mit Echo)	Beispiel einer Ausgabe von Modul Nr. 5

Bedeutung der Ausgabe N85Y2 00 0A 61 A8 F2 0F D6 03 09.

Byte-Nr.	Hex-Wert	Dezi-Wert	Bemerkung
T0	00	0	Prozentuale Netzleistung: 0%
T1	0A	10	Prozentuale Sollvorgabe: 10%
T2/T3	61A8	25000	Sollfrequenz 25kHz
T4	F2	242	Spannung am Stecker X1/Pin 22: 4,74V (Normierung: 255 entspricht 5V)
T5	0F	15	Aktuelle Betriebszeit: 15min
T6	D6	214	Aktuelle Betriebszeit: 214 sec (durchlaufend von 0h bis FFh)
T7	03		Statusbyte 0. Bit = 1 (Modulschalter ist eingeschaltet) 1. Bit = 1 (HF-On Schalter ist eingeschaltet) 2. Bit = 0 (Generator ist nicht einschaltbereit) 3. Bit = 0 (HF-Leistung wird nicht abgegeben)
T8	09		Optionsbyte 0. Bit = 1 (Sweep ist eingeschaltet) 1. Bit = 0 (ohne Funktion) 2. Bit = 0 (Degas ist ausgeschaltet) 3. Bit = 1 (Echo ist eingeschaltet)

Technische Änderungen vorbehalten.

BANDELIN

www.bandelin.com
info@bandelin.com

Ultraschall seit 1955

Zertifizierung
EN ISO 9001:2008 • EN ISO 13485:2012

BANDELIN electronic GmbH & Co. KG

Heinrichstraße 3 – 4 • 12207 Berlin
GERMANY
Tel.: +49 30 768 80-0 • Fax: +49 30 773 46 99