Der Cybenetics SAFE Standard

Sicherheits- und Funktionszertifizierungsprotokoll für preisgünstige AC-DC-Netzteile

Revision 1.8

Autoren: Aristeidis Bitziopoulos

Nikosia, Zypern
August 2026

Revisionsverlauf

Version	Veröffentlichungsdatum	Anmerkungen
1.0	Juli 2026	Erster Entwurf. Begleitdokument zum Cybenetics Test Protocol Rev. 3.8 (ETA / LAMBDA / Overall Performance Rating), ausschließlich auf die Zertifizierung von Sicherheit und korrekter Funktion preisorientierter AC-DC-Netzteile ausgerichtet.
1.1	Juli 2026	Die Mindestanforderung an die Stützzeit wurde entfernt (bleibt als berichteter Wert ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung erhalten) und die dynamische Lastwechselprüfung gestrichen, entsprechend den Kostenrealitäten des preisgünstigen Netzteilsegments. Der Abstand zwischen PWR_OK und Stützzeit (≥ 1 ms) wurde zur einzigen verbindlichen stützzeitbezogenen Bestanden/Nicht-bestanden-Prüfung erklärt, unabhängig von der tatsächlichen Stützzeit des Netzteils. Die elektrischen Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz wurden neu abgegrenzt: Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgängigkeit sind nun vom Hersteller beigebrachte, nach ISO/IEC 17025 erstellte Laborergebnisse anstelle hausinterner Cybenetics-Messungen; Cybenetics misst eigenständig nur den Ableit- bzw. Berührungsstrom als Verifikation. Eine Schritt-für-Schritt-Prüfmethodik für AC-Eingangsschutz und Eingangstoleranz wurde ergänzt. Eine leistungsbezogene Ausnahme (≤ 550 W) zur Beschränkung von zwei EPS-Steckverbindern an einem Kabel wurde ergänzt. Die Umgebungsbedingung für die thermische Kabelprüfung wurde klargestellt. Abschnitt 10 und Zertifizierungskategorie E wurden umbenannt, um den Fokus auf das PWR_OK-Signal abzubilden. Ein Paginierungsfehler, der Leerseiten zwischen Abschnitten erzeugte, wurde behoben.
1.2	Juli 2026	Die Standard-Umgebungstemperatur wurde durchgehend auf 25–30 °C angehoben. Die Haltedauer im Leerlaufbetrieb wurde von 10 Minuten auf 30 Sekunden verkürzt. Die Anlaufprüfung wurde von Volllast auf 50 % Last bei minimaler Nennspannung umgestellt. Die Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit wurde auf eine Leerlaufbedingung umgestellt und ihr Bestehenskriterium so umformuliert, dass nicht länger eine saubere Abschaltung zwingend erscheint (sondern nur, dass das Gerät unbeschädigt bleibt und sich nicht unsicher verhält). Die Formulierung der AC-

Version	Veröffentlichungsdatum	Anmerkungen
		Eingangsmethodik wurde an die tatsächliche Laborpraxis angepasst: Verweise auf ein förmliches „Soak“ und auf die Messung der Einschaltstrom-Abklingzeit wurden entfernt, ebenso die Formulierungen „bank“ und „realistischerweise“ im Anlaufschritt. Der Referenzpunkt der Lastregelung wurde von 20 W auf 40 W angehoben und die ATX-Design-Guide-Zitierung auf den v3.1-Guide [11] korrigiert. Das Bestehenskriterium für Restwelligkeit und Rauschen wurde dahingehend umformuliert, dass Cybenetics SAFE stets die Grenzwerte der zuletzt veröffentlichten ATX-Revision anwendet. Geltungsbereich und Anwendbarkeit wurden in ausdrückliche Unterabschnitte „Im Geltungsbereich“ und „Außerhalb des Geltungsbereichs“ gegliedert. Die Bestimmung des Leitermaterials wurde als visuell klargestellt. Ein Hinweis wurde ergänzt, dass die Kabelanforderungen für vollmodulare, teilmodulare und nicht modulare Konstruktionen gleichermaßen gelten. Die Literaturangaben zu UL 62368-1 und GB 4943.1 (nun GB 4943.1-2022) wurden korrigiert und die Zitierung von JCGM 100:2008 präzisiert. Input Under Voltage (ATX v3.1 Abschnitt 4.1.3, ERFORDERLICH) wurde als maßgebende Fundstelle für die Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit ergänzt, und die ausdrücklichen OVP-Spannungsgrenzwerte aus ATX v3.1 Tabelle 4-13 wurden in das Bestehenskriterium des Überspannungsschutzes aufgenommen. Der Unterspannungsschutz (UVP) wurde als verbindliche Schutzfunktion und aus allen Kategorielisten entfernt, da ATX v3.1 keine DC-ausgangsseitige UVP-Anforderung definiert (sondern nur die AC-seitige Input Under Voltage, die bereits von der Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit abgedeckt ist). Der Lüfterausfall- bzw. Lüfterlos-Schutz wurde für diese Revision als optionale Prüfung ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung neu eingestuft: Er wird weiterhin geprüft und berichtet, trägt jedoch nicht mehr zur Gesamtbewertung des Nichtbestehens bei. Der Methodikschritt zur Unterspannung wurde von „Aufzeichnen“ auf „Überprüfen“ der Schienenspannungen und von PWR_OK korrigiert.
1.3	Juli 2026	Das Cybenetics-Logo wurde auf der Titelseite ergänzt. +5VSB wurde aus dem verbindlichen Bestehensgrenzwert des Überspannungsschutzes entfernt: ATX v3.1 definiert OVP auf +5VSB als EMPFOHLEN, nicht ERFORDERLICH, sodass es nicht mehr Bestandteil des OVP-Bestehenskriteriums

Version	Veröffentlichungsdatum	Anmerkungen
		ist (die verbindlichen Grenzwerte bleiben +12VDC – 15,6 V, +5VDC – 7,0 V, +3,3VDC – 4,3 V). Die Dauer der thermischen Kabelprüfung wurde von 30 Minuten auf 15 Minuten Dauerbetrieb unter Volllast verkürzt. Eine Tabelle zum Standard-Kabelsatz (Abschnitt 11) wurde ergänzt, die den je Leistungsklasse erforderlichen und geprüften Mindestumfang an Steckverbindern festlegt (≤ 550 W, 551–650 W, 651–1000 W und > 1000 W), und die thermische Kabelprüfung wurde auf je einen Steckverbinder jedes Typs dieses Satzes zuzüglich jedes gemeinsam genutzten Hochstromkabels eingegrenzt.
1.4	August 2026	Der Verweis auf das übergeordnete Cybenetics Test Protocol wurde auf Rev. 3.9 aktualisiert.
1.5	August 2026	Titelseite bereinigt: Kopf- und Fußzeile werden auf Seite 1 nicht mehr angezeigt; die Seite enthält nur noch den Titelblock und das Cybenetics-Logo.
1.6	August 2026	Elektrische Sicherheitsprüfungen: Die Abschnitte 6.1 bis 6.3 akzeptieren nun eine abgestufte Nachweishierarchie statt ausschließlich eines nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Berichts, mit der ausdrücklichen Festlegung, dass eine nicht nachgewiesene Kategorie niemals als bestanden gilt. Leerlaufbetrieb als optional und ohne Bestehenswertung eingestuft: Das bisherige Kriterium bewertete ein Abschalten im Leerlauf als Mangel, obwohl genau dies die Funktion eines bewusst vorgesehenen Leerlaufschutzes ist. Zeichenprüfung: Ein Zeichen, das mangels öffentlichen Registers oder wegen dessen Nichterreichbarkeit nicht überprüft werden kann, wird als nicht überprüfbar erfasst statt als Mangel; das automatische FAIL gilt nur noch für ein als gefälscht, abgelaufen oder für ein anderes Modell erteilt erkanntes Zeichen. Verweise auf das übergeordnete Protokoll auf Rev. 4.1 aktualisiert.
1.7	August 2026	Dokumentenlenkung: Titelseite und Kopfzeile stimmen nun mit der Revision überein, die sie tragen. Die Titelseite war mit Juli 2026 datiert - dem Datum der Revision 1.3 -, während die Einträge der Revisionshistorie für die Revisionen 1.4, 1.5 und 1.6 auf August 2026 datiert sind; die Titelseite lag damit vor Einträgen in der eigenen Revisionshistorie dieses Dokuments. Unabhängig davon wies die Kopfzeile auf jeder Seite nach der ersten „Rev. 1.5, Juli 2026“ aus: Sie wurde für Revision 1.5 erstellt und bei der Herausgabe der Revision 1.6 nicht aktualisiert. Es

Version	Veröffentlichungsdatum	Anmerkungen
		wurden keine Kriterien, Grenzwerte, Nachweisstufen oder Bestanden/Nicht-bestanden-Regeln geändert.
1.8	August 2026	Querverweis undatiert. Die zehn Verweise auf das übergeordnete Cybenetics Test Protocol nannten es Rev. 4.1; durch dessen eigene Revision auf Rev 4.2 war dies bereits am Tag der Herausgabe überholt. Da das übergeordnete Dokument seinerseits auf dieses verweist, können datierte Verweise auf beiden Seiten nicht konvergieren - das jeweils später veröffentlichte macht das andere wieder falsch. Die Verweise lauten nun „das Cybenetics Test Protocol“ und bezeichnen damit stets die aktuelle Revision. Es wurden keine Kriterien, Grenzwerte, Nachweisstufen oder Bestanden/Nicht-bestanden-Regeln geändert.

Inhaltsverzeichnis

Begriffsbestimmungen 6
Prolog 8
Geltungsbereich und Anwendbarkeit 10
Prüfaufbau und Messbedingungen 12
Anforderungen an die Prüfausrüstung 12
Allgemeine Prüfbedingungen 12
Elektrische Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz 14
Prüfungen des AC-Eingangsschutzes und der Eingangstoleranz 16
Schritt-für-Schritt-Prüfmethodik 17
Schutzfunktionen des Netzteils (Ausgangsseite) 19
Überprüfung des PWR_OK-Signals und seiner Zeitverhältnisse 21
Grundlegende Regelung, Restwelligkeit, Einschaltüberschwingen und Genauigkeit des Power-OK-Signals 22
Sicherheitsanforderungen an Kabel und Steckverbinder 24
Überprüfung der Zertifizierungskennzeichnungen von Prüfstellen 26
Zertifizierungskriterien — Cybenetics SAFE Bestanden/Nicht-bestanden-Modell 27
Verhältnis zu CybenPass 27
Gültigkeit der Zertifizierung, Gebühr und Bauteilanalyse 27
Vorlage für den Prüfbericht 29
Messunsicherheit, Rückführbarkeit und Guard-Banding 30
Epilog 31
Literaturverzeichnis 32

Begriffsbestimmungen

AC-Signal

Ein zeitveränderliches Signal, dessen Polarität sich mit einer Periodendauer T ändert und dessen Mittelwert null ist. [1]

Umgebungstemperatur

Die Temperatur der Umgebungsluft unmittelbar um das Prüfmuster (UUT). Sofern eine bestimmte Prüfung nichts anderes festlegt, verwendet Cybenetics SAFE 25–30 °C (siehe Abschnitt 5).

AWG

AWG (American Wire Gauge) ist ein genormtes System zur Angabe des Durchmessers elektrischer Leiter. Je höher die AWG-Zahl, desto dünner der Leiter.

DUT / UUT

Prüfling bzw. Prüfmuster (Device/Unit Under Test) — das zur Cybenetics-SAFE-Bewertung eingereichte Netzteilmuster.

Spannungsfestigkeitsprüfung (Hipot)

Eine Prüfung, bei der eine hohe Wechsel- oder Gleichspannung für eine festgelegte Dauer zwischen gegeneinander isolierten Stromkreisen angelegt wird (z. B. Netzseite gegen Sekundärseite oder Netzseite gegen Gehäuse/Erde), um nachzuweisen, dass die Isolierung transienten Überspannungen ohne Durchschlag oder Überschlag standhält. Unter Cybenetics SAFE wird dieses Ergebnis vom Hersteller aus einem nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor beigebracht (Abschnitt 6.1) und nicht im eigenen Haus gemessen.

Durchgängigkeit des Schutzleiters (Schutzerde)

Eine Prüfung, die bestätigt, dass alle berührbaren leitfähigen Teile des Netzteils, die geerdet sein sollen, mit ausreichend geringem Widerstand mit dem Schutzleiterkontakt des Netzeingangs verbunden sind, um Fehlerströme sicher zu führen und die vorgelagerte Stromkreisschutzeinrichtung auszulösen. Unter Cybenetics SAFE wird dieses Ergebnis vom Hersteller aus einem nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor beigebracht (Abschnitt 6.3) und nicht im eigenen Haus gemessen.

Stützzeit (Hold-Up Time)

Die Dauer, über die ein Netzteil nach Wegfall der Netzspannung bei voller Nennlast einen geregelten Ausgang aufrechterhalten kann. Cybenetics SAFE misst und berichtet diesen Wert, schreibt jedoch keinen Mindestwert vor; ausschlaggebend für Bestehen oder Nichtbestehen ist allein der Abstand zwischen PWR_OK und Stützzeit (Abschnitte 9 und 10.4).

Ableit- bzw. Berührungsstrom

Der Strom, der durch eine Person oder einen Gegenstand fließt, die bzw. der unter normalen Bedingungen oder im Einzelfehlerfall ein berührbares Teil des Geräts berührt, gemessen nach IEC 60990. Dies ist die einzige elektrische Sicherheitsprüfung am Prüfplatz, die Cybenetics eigenständig am eingegangenen Muster misst (Abschnitt 6.4).

MOV (Metalloxid-Varistor)

Ein spannungsabhängiges Bauteil, das über den AC-Eingang geschaltet ist und transiente Überspannungen (Surges) begrenzt, um nachgelagerte Schaltungsteile zu schützen.

NTC-Thermistor

Ein Thermistor mit negativem Temperaturkoeffizienten, der in Reihe zum AC-Eingang geschaltet ist, um den Einschaltstrom beim Einschalten zu begrenzen; er wird üblicherweise durch ein Relais überbrückt, sobald das Gerät den stationären Zustand erreicht, um eine dauerhafte Verlustleistung zu vermeiden.

OCP / OPP / OVP / OTP / SCP

Überstrom-, Überlast-, Überspannungs-, Übertemperatur- und Kurzschlussschutz — die Gesamtheit der Schutzschaltungen, die von einem modernen Schaltnetzteil erwartet werden, um Schäden am Gerät, am Hostsystem oder für den Anwender unter Fehler- oder Missbrauchsbedingungen zu verhindern.

Netzteil (PSU)

Netzteil (Power Supply Unit), das eine AC-Eingangsspannung in eine oder mehrere geregelte DC-Ausgangsspannungen (Schienen) umwandelt.

Schiene oder DC-Bus

Jeder der DC-Ausgänge des Netzteils, der das angeschlossene System mit Energie versorgt. Die Standardschienen bei Multi-Rail-Netzteilen sind +12V, +5V, +3,3V und +5VSB.

Nenneingangsspannungsbereich (AC)

Der vom Hersteller auf dem Typenschild des Netzteils angegebene Eingangsspannungsbereich (Minimum/Maximum).

Nennausgangsleistung und -strom (DC)

Die maximale Dauerlast, die ein Netzteil bei einer angegebenen Umgebungstemperatur auf jeder seiner Schienen bereitstellen kann, wie auf dem Typenschild angegeben. Weichen das Typenschild und sonstige Herstellerunterlagen voneinander ab, ist das Typenschild maßgebend.

Stationärer Zustand

Der Betriebszustand eines Systems, in dem die beobachtete Größe als Reaktion auf eine Eingangsgröße oder einen anderen Reiz einen Gleichgewichtszustand erreicht hat. [1]

PWR_OK

Ein in der ATX-Spezifikation definiertes „Power-Good“-Signal, das nur dann auf High gesetzt werden darf, wenn alle überwachten Ausgangsschienen innerhalb ihrer Regelgrenzen liegen und ausreichend Stützenergie gespeichert ist, und das zurückgenommen werden muss, bevor eine überwachte Schiene ihren Regelbereich verlässt.

ATX-Spezifikation

ATX (Advanced Technology eXtended) ist eine ursprünglich von Intel entwickelte Spezifikation für die Konfiguration von Mainboards und Netzteilen. Dieses Dokument bezieht sich durchgehend auf die vom Netzteilhersteller angegebene(n) ATX-Revision(en) (z. B. ATX v2.x, ATX v3.0, ATX v3.1). [6][7]

Prolog

Das Cybenetics Test Protocol (ETA / LAMBDA / Overall Performance Rating) [12] wurde entwickelt, um das gesamte Leistungsspektrum eines Netzteils zu charakterisieren — Effizienz über mehr als 1.450 Lastkombinationen, Geräuschentwicklung, Leistungsfaktor, Restwelligkeit, Lastwechselverhalten sowie eine gewichtete Gesamtleistungsbewertung. Ein solcher Prüfumfang ist für Enthusiasten- und Enterprise-Geräte angemessen, bei denen Effizienz und Geräuschentwicklung kaufentscheidend sind; für das preisgünstige Ende des Netzteilmarktes ist er jedoch sowohl zeitlich als auch gerätetechnisch unverhältnismäßig aufwendig.

Ein großer Teil der weltweit verkauften Netzteile wird allein über den Preis gekauft: mitgelieferte Geräte, günstige Bürorechner, preiswerte Gaming-Systeme und OEM-Ersatzteile. Diese Geräte konkurrieren selten über Effizienz oder Geräuschentwicklung, sind aber dennoch unmittelbar mit der Netzspannung verbunden, bergen dieselben Brand-, Stromschlag- und Bauteilschadensrisiken wie jedes andere Schaltnetzteil und sind in der Praxis genau das Marktsegment, in dem am häufigsten bei Schutzschaltungen, Leiterquerschnitten und echter Sicherheitszertifizierung gespart wird.

Cybenetics SAFE beantwortet ausschließlich eine Frage: Ist dieses Netzteil sicher im Betrieb, und verhält es sich sowohl unter normalen als auch unter vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlerbedingungen korrekt? Es misst weder Effizienz, Standby-Leistungsaufnahme, Leistungsfaktor noch Geräuschentwicklung und vergibt keine numerische Leistungsbewertung. Ein Gerät erfüllt entweder jede verbindliche Anforderung dieses Protokolls oder nicht. Es gibt weder Teilpunkte noch Bonuspunkte.

Hersteller, die eine Auszeichnung für Effizienz, Geräuschentwicklung oder Gesamtleistung anstreben, sollten ihre Geräte gesondert nach dem Cybenetics Test Protocol für die ETA-, LAMBDA- und Overall-Performance-Rating-Zertifizierung einreichen. Cybenetics SAFE und das Cybenetics Test Protocol sind voneinander unabhängig und können gemeinsam oder getrennt verfolgt werden.

Mehrere weitere Vereinfachungen tragen gezielt der Wirtschaftlichkeit des Preiseinstiegssegments Rechnung. Cybenetics SAFE schreibt keine Mindeststützzeit vor: Die Stützzeit hängt im Wesentlichen von der primärseitigen Bulk-Kapazität ab, und diese Kapazität gehört zu den ersten Positionen, an denen ein Hersteller kürzt, um einen aggressiven Preispunkt zu erreichen. Das ist eine legitime Kostenabwägung und kein Sicherheitsmangel — die Korrektheit des PWR_OK-Signals bezogen auf die tatsächlich vorhandene Stützzeit bleibt jedoch uneingeschränkt verbindlich (Abschnitt 9), denn ein falsches oder verspätetes PWR_OK-Signal ist unabhängig von der Länge der zugrunde liegenden Stützzeit ein echtes Sicherheits- und Datenintegritätsproblem. Cybenetics SAFE verlangt außerdem keine dynamische Lastwechselprüfung, die programmierbare, impulsfähige elektronische Lasten erfordert, deren Vorschreibung für eine kostengünstige Zertifizierungsstufe unwirtschaftlich wäre; Lastregelung und Restwelligkeit werden weiterhin über den gesamten Nennlastbereich überprüft (Abschnitt 10).

Schließlich werden die elektrischen Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz (Abschnitt 6) anders gehandhabt als in einem vollständig eigenständigen Sicherheitslabor: Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgängigkeit sind bereits im Rahmen derjenigen behördlichen Sicherheitszertifizierung verbindlich, die das Gerät überhaupt für den Verkauf benötigt (Abschnitt 12); diese Ausrüstung und diesen Arbeitsaufwand im eigenen Haus zu duplizieren, würde die Kosten von Cybenetics SAFE spürbar erhöhen, ohne neue Erkenntnisse zu liefern. Cybenetics akzeptiert daher für diese drei Prüfungen die herstellereigenen, nach

ISO/IEC 17025 akkreditierten Laborergebnisse und führt lediglich eine unabhängige Messung des Ableit- bzw. Berührungsstroms am physisch eingegangenen Muster durch — als schlanke Verifikation, dass das eingereichte Gerät dem zertifizierten entspricht.

Geltungsbereich und Anwendbarkeit

Cybenetics SAFE gilt für AC-DC-Netzteile jeder Leistung und Bauform (ATX, SFX, TFX, ATX12VO, Flex, redundant usw.), die zur Zertifizierung hinsichtlich Sicherheit und korrekter Funktion eingereicht werden. Es richtet sich vorrangig, aber nicht ausschließlich, an das preisgünstige Einstiegssegment des Marktes.

Im Geltungsbereich

Cybenetics SAFE deckt Folgendes ab und erteilt hierzu ein Bestanden/Nicht-bestanden-Ergebnis:

- Elektrische Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz: vom Hersteller beigebrachte, nach ISO/IEC 17025 akkreditierte Laborergebnisse zu Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgängigkeit sowie eine unabhängige Cybenetics-Messung des Ableit- bzw. Berührungsstroms (Abschnitt 6).
- AC-Eingangsschutz und Eingangstoleranz: Sicherung, Überspannung, Einschaltstrom, Anlauf und Unterspannungsfestigkeit (Abschnitt 7).
- Schutzfunktionen des Netzteils: OCP, OPP, OVP, SCP, OTP und Leerlaufbetrieb (Abschnitt 8).
- Korrektheit und Zeitverhalten des PWR_OK-Signals einschließlich des verbindlichen Abstands zwischen PWR_OK und Stützzeit (Abschnitt 9).
- Grundlegende Regelung, Restwelligkeit und Rauschen, Einschaltüberschwingen sowie die Prüfung der Genauigkeit des Power-OK-Signals (Abschnitt 10).
- Sicherheit von Kabeln und Steckverbindern einschließlich Mindestleiterquerschnitt und thermischer Kabelprüfung (Abschnitt 11).
- Überprüfung, dass die erforderlichen behördlichen bzw. regulatorischen Sicherheitskennzeichnungen vorhanden und in sich stimmig sind (Abschnitt 12).

Außerhalb des Geltungsbereichs

Folgendes verbleibt in der Zuständigkeit des Cybenetics Test Protocol (oder liegt vollständig außerhalb des Zuständigkeitsbereichs von Cybenetics) und wird unter Cybenetics SAFE nicht mit Bestanden/Nicht bestanden bewertet:

- Messung der Energieeffizienz und ETA-Zertifizierung.
- Messung der akustischen Geräuschemission und LAMBDA-Zertifizierung.
- Overall Performance Rating sowie jede gewichtete oder Bonuspunkt-Bewertung.
- Eine Mindestanforderung an die Stützzeit. Die Stützzeit wird gemessen und berichtet, aber nicht mit Bestanden/Nicht bestanden bewertet (Abschnitte 9 und 10.4).
- Eine verbindliche Bestanden/Nicht-bestanden-Anforderung an den Lüfterausfall- bzw. Lüfterlos-Schutz. Dies ist derzeit eine optionale Prüfung ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung unter Cybenetics SAFE: Das Verhalten bei Lüfterausfall wird weiterhin geprüft und dokumentiert (Abschnitt 8), ein Nichtbestehen allein bei diesem Punkt wirkt sich jedoch nicht auf das Gesamtergebnis der Cybenetics-SAFE-Zertifizierung aus.
- Dynamische Lastwechselprüfung (Step-Load-Transientenverhalten).

- Hausinterne Prüfungen zu Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgängigkeit. Diese werden aus dem nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Laborbericht des Herstellers übernommen (Abschnitt 6).
- Unabhängige Messung der EMI/EMV-Störaussendung (leitungsgebunden oder gestrahlt). Die Einhaltung von CISPR 32 / EN 55032, FCC Part 15 oder gleichwertiger regionaler EMV-Vorschriften bleibt in der regulatorischen Verantwortung des Herstellers; Abschnitt 12 dieses Dokuments überprüft, ob die erforderlichen regulatorischen Kennzeichnungen und Erklärungen vorhanden und in sich stimmig sind, misst die Störaussendung jedoch nicht erneut.

Prüfaufbau und Messbedingungen

Anforderungen an die Prüfausrüstung

Alle Messungen werden mit kalibrierten, auf SI-Einheiten rückführbaren Messmitteln durchgeführt, die mindestens folgende Anforderungen erfüllen:

1. AC-Quelle (programmierbar): 90–264 Vac (oder weiter), 45–65 Hz, sinusförmiger Ausgang, geringe Verzerrung; Leistungsfähigkeit ausreichend für die Nennleistung des Prüflings zuzüglich Reserve; fähig zu einer kontrollierten Spannungsrampe für die Unterspannungsprüfung.
2. Elektronische DC-Lasten (mehrkanalig): Konstantstrommodus zwingend erforderlich; schnelle Lastsprungfähigkeit für Fehlersimulationsprüfungen (OCP, OPP, SCP); Stromgenauigkeit ≤ ±0,5 % v. M.
3. Oszilloskop: ≥ 100 MHz analoge Bandbreite, ≥ 1 GS/s Abtastrate, differenzielle bzw. rauscharme Tastung geeignet für Restwelligkeit im mV-Bereich, Einschaltstrom sowie die Erfassung der Stützzeit-/PWR_OK-Zeitverhältnisse. Für den Kaltstart-Einschaltstrom ist Einzelschuss- bzw. Pre-Trigger-Erfassung erforderlich.
4. Stromzange oder kalibrierter Shunt am AC-Außenleiter, geeignet zur Erfassung der Spitzenwerte des Kaltstart-Einschaltstroms.
5. Messgerät oder Messnetzwerk für den Ableit- bzw. Berührungsstrom nach IEC 60990 — von Cybenetics für die unabhängige Verifikationsmessung in Abschnitt 6.4 eingesetzt.
6. Digitalmultimeter (Laborklasse): DCV-Genauigkeit ≤ ±0,05 % v. M., für Stichproben und Gegenkontrollen.
7. Temperaturmessung: Thermoelemente / Infrarot, Genauigkeit ≤ ±0,5 °C, für Kabelmantel- und Kühlkörper-Hotspot-Prüfungen.
8. Drehzahlmesser: 0–10.000+ min^{-1}, ≤ ±1 % v. M., für die Simulation eines Lüfterausfalls.
9. Trenntransformator und Online-USV in der Zuleitung der AC-Quelle, um die Laborausrüstung während gezielter Fehlerprüfungen (SCP, Unterspannung, Überspannung) zu schützen.

Hinweis zur elektrischen Sicherheitsprüfausrüstung: Hipot-Prüfgeräte, Isolationswiderstandsmessgeräte (Megohmmeter) und Schutzleiterprüfgeräte gehören nicht zur regulären Cybenetics-SAFE-Ausrüstungsliste, da die Abschnitte 6.1–6.3 aus dem nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Laborbericht des Herstellers übernommen und nicht im eigenen Haus nachgemessen werden. Cybenetics kann derartige Geräte weiterhin nach eigenem Ermessen für gelegentliche unabhängige Audit-Nachprüfungen vorhalten; für eine reguläre Zertifizierung sind sie jedoch nicht erforderlich.

Allgemeine Prüfbedingungen

Sofern für eine bestimmte Prüfung nichts anderes angegeben ist, werden Messungen bei der Standard-Umgebungstemperatur von 25–30 °C durchgeführt — dies ist die Umgebungstemperatur für jede Prüfung dieses Protokolls, die keine eigene Temperaturbedingung festlegt, einschließlich der thermischen Kabelprüfung (Abschnitt 11) und der Prüfungen des AC-Eingangsschutzes und der Eingangstoleranz (Abschnitt 7), sofern der betreffende Abschnitt keine erhöhte Umgebungstemperatur verlangt. Fehler- und Belastungsprüfungen (OCP, OPP, OTP, SCP) werden zusätzlich bei einer erhöhten Umgebungstemperatur von 40–45 °C wiederholt, um eine realistisch belastete

Gehäuseumgebung abzubilden — im Einklang mit der Vorgehensweise des Cybenetics Test Protocol.

Das Netzteil erhält Gelegenheit, den thermisch stationären Zustand zu erreichen (keine wesentliche Drift der Innentemperatur über ein Zeitfenster von 5 Minuten), bevor ein Bestanden/Nicht-bestanden-Messwert aufgezeichnet wird, außer wenn eine Prüfung gezielt das Kaltstartverhalten untersucht.

Elektrische Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz

Diese vier Prüfungen belegen die grundlegende elektrische Sicherheit unabhängig von der Steuerelektronik des Netzteils. Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgang sind bereits nach derjenigen Sicherheitsnorm verbindlich, die das Gerät für den legalen Verkauf erfüllen muss (IEC/EN/UL 62368-1 bzw. IEC/EN/UL 60950-1 für nach der Altnorm zertifizierte Ausführungen); Cybenetics SAFE dupliziert diese Ausrüstung und diesen Aufwand nicht im eigenen Haus. Die Abschnitte 6.1 bis 6.3 werden daher durch die mit dem Muster eingereichten Nachweise erfüllt, und Cybenetics führt eine eigene Messung nur für Abschnitt 6.4, Berührungsstrom, durch — als schlanke Verifizierung, dass das erhaltene Muster dem entspricht, was zertifiziert wurde.

Zulässige Nachweise für die Abschnitte 6.1 bis 6.3, in absteigender Beweiskraft. Eine einzige Stufe genügt, und der Prüfbericht hält fest, auf welche Stufe sich die Bewertung stützt: (1) ein Prüfbericht eines nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Laboratoriums für das exakte Modell; (2) ein CB-Prüfbericht nach dem IECEE-CB-Verfahren oder der einer UL-, cUL- oder TÜV-Zertifizierung zugrunde liegende Prüfbericht für das exakte Modell; (3) das Sicherheitszertifikat zusammen mit der Konformitätserklärung, sofern diese das exakte Modell, die Bemessungsdaten und die angewandte Norm ausweisen und der zugrunde liegende Bericht vom Hersteller nicht herausgegeben wird; (4) die werkseigene Stückprüfaufzeichnung des Herstellers für Spannungsfestigkeit und Schutzleiterdurchgang, die ihrerseits eine Fertigungsanforderung der erklärten Sicherheitsnorm ist; (5) eine Messung durch Cybenetics, sofern keiner der vorgenannten Nachweise beigebracht werden kann und die erforderliche Ausrüstung verfügbar ist.

Kann keine dieser Stufen erfüllt werden, ist das Gerät nicht Cybenetics SAFE zertifiziert, und der Bericht hält fest, dass für Kategorie A kein Nachweis vorliegt. Eine nicht nachgewiesene Kategorie wird niemals als bestanden gewertet. In allen Fällen muss der Nachweis demselben Fertigungs- bzw. Stücklistenstand entstammen wie das geprüfte Muster.

Spannungsfestigkeitsprüfung (Hipot) — vom Hersteller beigebracht

Eine hohe Wechsel- oder Gleichprüfspannung, die für eine festgelegte Haltedauer angelegt wird zwischen: (a) Primärkreis (Netz) und Sekundärkreis (DC-Ausgang), (b) Primärkreis und Gehäuse/Schutzerde sowie (c) Sekundärkreis und Gehäuse/Schutzerde (sofern die Sekundärseite nicht absichtlich geerdet ist). Prüfspannung und Haltedauer richten sich nach der für das Gerät angegebenen Arbeitsspannung und Isolationsklasse gemäß der einschlägigen Festlegung der IEC 62368-1 (bzw. IEC 60950-1).

Bestehenskriterium: Ein zulässiger Nachweis nach Abschnitt 6 weist ein Bestehen für das exakte eingereichte Modell, dessen Bemessungsdaten und Isolationsklasse aus und deckt alle drei oben genannten Isolationsstrecken ab. Cybenetics wiederholt diese Prüfung im Rahmen der regulären Zertifizierung nicht eigenständig.

Isolationswiderstandsprüfung — vom Hersteller beigebracht

Isolationswiderstand, gemessen zwischen denselben Isolationsgrenzen wie bei der Hipot-Prüfung, mit einem Megohmmeter bei einer der Isolationsklasse angemessenen Gleichprüfspannung (typischerweise 500 V DC).

Bestehenskriterium: Ein zulässiger Nachweis nach Abschnitt 6 weist einen Isolationswiderstand aus, der den von der erklärten Sicherheitsnorm für die Geräteklasse

geforderten Mindestwert erreicht oder übersteigt (üblicherweise ≥ 2 MΩ bei Basisisolierung, höher bei verstärkter oder doppelter Isolierung), für das exakte eingereichte Modell und dessen Bemessungsdaten.

Durchgängigkeit des Schutzleiters (Erde) — vom Hersteller beigebracht

Eine niederohmige Hochstromprüfung, die die Verbindung zwischen dem Schutzleiterkontakt des Netzeingangs und jedem berührbaren leitfähigen Teil des Netzteils überprüft, das geerdet sein soll (Gehäuse, Montagewinkel, geschirmte Steckergehäuse usw.).

Bestehenskriterium: Ein zulässiger Nachweis nach Abschnitt 6 weist an jedem geprüften Verbindungspunkt einen Widerstand aus, der den von der erklärten Sicherheitsnorm festgelegten Grenzwert nicht überschreitet (üblicherweise ≤ 0,1 Ω, ohne Netzkabel), für das exakte eingereichte Modell und dessen Bemessungsdaten.

Ableit- bzw. Berührungsstrom — von Cybenetics verifiziert

Anders als in den Abschnitten 6.1–6.3 wird der Berührungsstrom von Cybenetics direkt am physisch eingegangenen Muster gemessen, nach IEC 60990, unter Normalbedingung und, sofern zutreffend, im Einzelfehlerfall (z. B. unterbrochener Schutzleiter), bei Nennspannung und in beiden Netzpolaritäten.

Bestehenskriterium: Der von Cybenetics selbst gemessene Berührungsstrom überschreitet nicht den Grenzwert, der für die Geräteklasse und die im Zielmarkt geltende Sicherheitsnorm maßgebend ist, wie in der Konformitätsdokumentation des Herstellers für das Gerät angegeben. Weicht die Messung von Cybenetics wesentlich vom herstellerseitig angegebenen Wert ab, wird das Gerät einer technischen Überprüfung zugeführt; Cybenetics kann nach eigenem Ermessen zusätzlich eine unabhängige Nachprüfung der Abschnitte 6.1–6.3 veranlassen.

Prüfungen des AC-Eingangsschutzes und der Eingangstoleranz

Vorhandensein und Bemessung der Sicherung

Die AC-Eingangsleitung muss eine Sicherung (oder eine gleichwertige Überstrom-Trenneinrichtung) enthalten, deren Bemessung zum maximalen Eingangsstrom des Netzteils passt und die nur bei geöffnetem Gehäuse zugänglich ist.

Bestehenskriterium: Sicherung vorhanden, korrekt bemessen und im Außenleiter vor den übrigen primärseitigen Schaltungsteilen angeordnet.

Überspannungsschutz (MOV / TVS)

Der AC-Eingang muss einen Metalloxid-Varistor (MOV), eine TVS-Diode (Transient Voltage Suppressor) oder ein dokumentiertes gleichwertiges Bauteil zwischen Außenleiter und Neutralleiter (und, sofern zutreffend, Außen-/Neutralleiter gegen Erde) enthalten, um transiente Überspannungen zu begrenzen.

Bestehenskriterium: MOV/TVS (oder gleichwertig) vorhanden und korrekt angeschlossen; dies ist unter Cybenetics SAFE eine verbindliche Anforderung und kein optionaler Bonuspunkt.

Einschaltstrombegrenzung

Der AC-Eingang muss einen NTC-Thermistor (oder eine gleichwertige aktive Einschaltstrombegrenzung) enthalten, der typischerweise nach Erreichen des stationären Zustands durch ein Relais überbrückt wird. Der Einschaltstrom wird beim Kaltstart sowohl bei minimaler als auch bei maximaler Nenneingangsspannung gemessen.

Bestehenskriterium: NTC-Thermistor (oder gleichwertig) vorhanden; der gemessene Kaltstart-Einschaltstrom überschreitet weder den vom Hersteller angegebenen Wert noch löst er unter normalen Laborbedingungen die vorgelagerte Stromkreisschutzeinrichtung aus.

Anlauf unter Last bei minimaler Nennspannung

Gemäß ATX-Spezifikation Abschnitt 4.1 [7] muss das Netzteil bei 50 % seiner Nennlast am unteren Ende seines angegebenen Eingangsbereichs anlaufen können (z. B. 90 VAC bei Weitbereichsgeräten bzw. dem entsprechenden Minimum bei Geräten mit getrenntem Bereich, z. B. 180 VAC). Das Gerät wird 5 Minuten lang bei 50 % Last und minimaler Nennspannung gehalten.

Bestehenskriterium: Das Netzteil läuft an und hält 50 % Nennlast über die vollen 5 Minuten aufrecht, ohne Abschaltung, Auslösen einer Schutzfunktion oder auffälliges Ausgangsverhalten.

Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit

Diese Prüfung deckt Input Under Voltage ab, eine nach ATX-Spezifikation Abschnitt 4.1.3 [7] ERFORDERLICHE Schutzfunktion: Die Eingangsspannung wird im Leerlauf unter die angegebene minimale Nennspannung abgesenkt (typischerweise auf 80 VAC bei Weitbereichsgeräten bzw. 170 VAC bei Geräten für ausschließlich 200–240 VAC).

Bestehenskriterium: Das Netzteil wird nicht beschädigt und arbeitet in keiner Weise unsicher (anhaltendes Schwingen, unregelmäßiger Ausgang oder ein Verriegeln der Schutzschaltung in

Verbindung mit sichtbaren oder messbaren Bauteilschäden), während die Eingangsspannung unter ihr angegebenes Minimum fällt, und nimmt nach Wiederherstellung der nominalen Netzspannung den Normalbetrieb wieder auf. Das Netzteil muss weder bei einer bestimmten Spannung abschalten noch unterhalb seines angegebenen Eingangsbereichs einen geregelten Ausgang aufrechterhalten — es muss den Zustand lediglich ohne Schaden für sich selbst, das angeschlossene System oder den Anwender überstehen und sich normal erholen.

Schritt-für-Schritt-Prüfmethodik

Dieser Unterabschnitt legt genau fest, wie die fünf vorstehenden Prüfungen im Labor der Reihe nach an einem einzigen Muster durchgeführt werden. Alle Schritte erfolgen bei der Standard-Umgebungstemperatur von 25–30 °C (Abschnitt 5), sofern nicht anders angegeben.

1. Sicht- und Zerlegungsprüfung: Bei vollständig spannungsfrei geschaltetem und sicher entladenem Gerät das Gehäuse öffnen und Vorhandensein, Einbaulage und Bemessung der AC-Eingangssicherung, des MOV/TVS sowie des NTC-Thermistors (samt Überbrückungsrelais, falls vorhanden) visuell bestätigen. Jedes Bauteil für die Berichtsdokumentation fotografieren. Allein dieser Schritt bestimmt das Bestanden/Nicht-bestanden-Ergebnis für Vorhandensein der Sicherung und Überspannungsschutz.
2. Gegenprüfung der Sicherungsbemessung: Die aufgedruckte Bemessung der Sicherung mit dem maximal angegebenen Eingangsstrom des Netzteils bei minimaler Nennspannung vergleichen. Eine gegenüber dem angegebenen Eingangsstrom unterdimensionierte Sicherung ist ein Nichtbestehen; eine überdimensionierte Sicherung (die die angegebene Bemessung nicht schützt) ist ebenfalls ein Nichtbestehen.
3. Messung des Kaltstart-Einschaltstroms: Ein Gerät verwenden, das zuvor längere Zeit nicht in Betrieb war, sodass seine Innentemperatur der Umgebungstemperatur entspricht (nicht unmittelbar nach einem vorherigen Lauf prüfen). Die AC-Zuleitung über eine kalibrierte Stromzange oder einen Shunt im Außenleiter führen und das Oszilloskop auf eine Einzelschuss-Erfassung mit Pre-Trigger konfigurieren. Bei bereits eingeschaltetem Netzschalter des Netzteils die AC-Quelle mit der minimalen Nenneingangsspannung des Netzteils zuschalten und den Einschaltstromverlauf im Moment des erstmaligen Anlegens der Netzspannung erfassen. Den Spitzenstrom aufzeichnen. Das Gerät zwischen den Läufen wieder auf Umgebungstemperatur abkühlen lassen und den Vorgang auf insgesamt 3 Läufe bei minimaler Nennspannung wiederholen.
4. Schritt 3 bei der maximalen Nenneingangsspannung des Netzteils wiederholen (3 Läufe), da der Kaltstart-Einschaltstrom typischerweise am oberen Ende des Eingangsbereichs am höchsten ist. Den Spitzenstrom für jeden Lauf an beiden Spannungsextremen aufzeichnen; diese Daten fließen in das oben genannte Bestehenskriterium zur Einschaltstrombegrenzung ein.
5. Anlauf bei 50 % Last und minimaler Nennspannung: Bei wieder auf Umgebungstemperatur befindlichem Gerät die elektronische Last auf 50 % der Nennleistung des Netzteils voreinstellen, verteilt auf die Schienen gemäß der vom Hersteller angegebenen Konfiguration. Die AC-Quelle auf die minimale angegebene Eingangsspannung des Netzteils einstellen. Das Netzteil mit bereits angeschlossener Last einschalten (oder die Last innerhalb von 1 Sekunde nach dem Einschalten aufschalten) und 5 Minuten lang halten, dabei fortlaufend alle Schienenspannungen, den PWR_OK-Zustand sowie die Gehäuse-/Kühlkörpertemperatur aufzeichnen. Dieser Lauf liefert das Bestanden/Nicht-bestanden-Ergebnis für den Anlauf unter Last.
6. Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit: Bei im Leerlauf und mit minimaler Nennspannung laufendem Netzteil die Spannung der AC-Quelle mit kontrollierter Rate (nominal 1 V/s) in

Richtung der maßgebenden Überstehensschwelle absenken (80 VAC bei Weitbereichsgeräten, 170 VAC bei Geräten für ausschließlich 200–240 VAC) und dabei fortlaufend die Schienenspannungen und PWR_OK überprüfen. Das Gerät darf nicht beschädigt werden und kein unsicheres Verhalten zeigen (unregelmäßiger Ausgang, anhaltendes Schwingen oder ein Verriegeln der Schutzschaltung in Verbindung mit sichtbaren oder messbaren Bauteilschäden), während die Eingangsspannung unter ihr angegebenes Minimum fällt.

7. Erholungsprüfung: Unmittelbar nach Schritt 6 die nominale Netzspannung wiederherstellen und bestätigen, dass das Netzteil in den normalen geregelten Betrieb zurückkehrt — entweder indem es durchgehend weiterläuft oder indem es sauber neu startet, falls es während der Rampe abgeschaltet hat — ohne manuellen Eingriff über einen routinemäßigen Aus-/Einschaltvorgang hinaus. Damit wird das oben genannte Bestehenskriterium zur Unterspannungs-/Brownout-Festigkeit bestätigt.
8. Der Überspannungsschutz wird über die Bauteilprüfung in Schritt 1 verifiziert (korrektes MOV/TVS-Bauteil vorhanden und korrekt zwischen L und N sowie, falls bestückt, L/N gegen Erde verdrahtet) und nicht durch Einspeisen eines tatsächlichen energiereichen Überspannungsimpulses, da die Stoßspannungsprüfung mit Kombinationswelle nach IEC 61000-4-5 bereits im Rahmen der in Abschnitt 12 genannten behördlichen Sicherheits-/EMV-Zertifizierung gefordert ist. Cybenetics kann nach eigenem Ermessen zu Stichprobenzwecken einen unabhängigen Überspannungsimpuls mit einem kalibrierten Kombinationswellengenerator aufbringen; dies ist jedoch nicht Bestandteil des regulären Cybenetics-SAFE-Verfahrens.

Mindestens zu dokumentierende Daten: Sicherungsbemessung und Foto; MOV/TVS-Bauteilnummer und Foto; Bauteilnummer und Foto des NTC-Thermistors (und des Relais, falls vorhanden); Spitzen-Einschaltstrom für jeden der 6 Kaltstartläufe (3 bei minimaler, 3 bei maximaler Nennspannung); das vollständige 5-Minuten-Anlaufprotokoll bei minimaler Nennspannung (50 % Last); die AC-Spannung, bei der eine unterspannungsbedingte Abschaltung oder ein unsicheres Verhalten aufgetreten ist (sofern zutreffend); sowie die Bestätigung der normalen Erholung nach der Unterspannungsrampe.

Schutzfunktionen des Netzteils (Ausgangsseite)

Jedes unter Cybenetics SAFE eingereichte Netzteil muss ein vollständiges und korrekt auslösendes Schutzkonzept nachweisen. Anders als bei der Bonuspunkt-Behandlung derselben Funktionen im Cybenetics Test Protocol ist jeder nachfolgende Punkt eine verbindliche Bestanden/Nicht-bestanden-Anforderung, mit einer Ausnahme: Der Lüfterausfall- bzw. Lüfterlos-Schutz ist derzeit eine optionale Prüfung ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung (siehe unten). Bei allen übrigen Punkten führt bereits ein einziges Nichtbestehen zu einem Gesamt-Nichtbestehen des Geräts.

Überstromschutz (OCP)

OCP wird an jeder wesentlichen Schiene einzeln geprüft (+12V, +5V, +3,3V; bei Multi-Rail-Konstruktionen jede +12V-Schiene einzeln).

Bestehenskriterium: OCP löst bei höchstens 130 % des Nennmaximalstroms der Schiene aus (135 % bei Multi-Rail-+12V-Konstruktionen) und löst unter normalen Bedingungen nicht unterhalb von 100 % des Nennstroms aus. Das Netzteil muss sicher abschalten (kein Rauch, keine Flamme, kein Bauteilbersten) und sich nach Wegnahme der Überlast und einem Aus-/Einschaltvorgang normal erholen.

Überlastschutz (OPP)

Die gesamte DC-Ausgangsleistung wird erhöht, bis OPP anspricht.

Bestehenskriterium: OPP löst bei höchstens 130 % der gesamten Nennausgangsleistung des Netzteils aus, mit sicherer Abschaltung und normaler Erholung nach Wegnahme der Überlast.

Überspannungsschutz (OVP)

Jede überwachte Schiene wird über ihr Regelfenster hinaus angehoben (mittels einer externen Hilfsspannungsquelle oder einer gleichwertigen Methode), um das Ansprechen des OVP zu bestätigen.

Bestehenskriterium: OVP spricht an, bevor eine Schiene den in ATX v3.1 Tabelle 4-13 [11] festgelegten Höchstwert überschreitet: +12VDC – 15,6 V; +5VDC – 7,0 V; +3,3VDC – 4,3 V. Die Abschaltung muss auf jeder geprüften Schiene sicher erfolgen. OVP auf +5VSB ist nach ATX v3.1 EMPFOHLEN, nicht ERFORDERLICH, und ist daher von diesem verbindlichen Bestehenskriterium ausgenommen.

Kurzschlussschutz (SCP)

Nach der ATX-Spezifikation gilt jede Ausgangsimpedanz unter 0,1 Ω als Kurzschluss. Jede Schiene wird einzeln kurzgeschlossen.

Bestehenskriterium: Das Netzteil schaltet auf jeder geprüften Schiene unverzüglich und sicher ab; einzige Ausnahme ist +5VSB (bereits im Standby-Betrieb), das nach Aufheben des Kurzschlusses lediglich in den Normalbetrieb zurückkehren muss. Das Netzteil muss wiederholtes bzw. längeres SCP-Auslösen ohne Verschlechterung überstehen.

Übertemperaturschutz (OTP)

Die Innentemperatur wird angehoben (durch erhöhte Umgebungstemperatur, eingeschränkte Luftführung oder Unterstützung mit einem Heißluftgebläse am betreffenden Kühlkörper), bis OTP anspricht.

Bestehenskriterium: OTP spricht an, bevor der sekundärseitige Kühlkörper (oder ein gleichwertiger überwachter Hotspot) 190 °C überschreitet, mit sicherer Abschaltung und normaler Erholung nach Abkühlung des Geräts.

Lüfterausfall- bzw. Lüfterlos-Schutz (optional)

Der Lüfter des Netzteils wird unter Last blockiert oder abgeklemmt (je nach Lüftersteuerungstopologie).

Ergebniskriterium (optional, ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung): Idealerweise erkennt das Netzteil den Lüfterausfall und schaltet entweder sicher ab oder aktiviert eine schützende Leistungsreduzierung bzw. OTP-Reaktion, bevor interne Bauteile eine unsichere Temperatur erreichen. Der Lüfterausfall- bzw. Lüfterlos-Schutz ist unter Cybenetics SAFE derzeit eine optionale Prüfung: Das Ergebnis wird gemessen und aus Transparenzgründen im Prüfbericht dokumentiert, führt für sich genommen jedoch nicht zu einem Gesamt-Nichtbestehen des Geräts.

Leerlaufbetrieb (optional)

Das Netzteil wird gestartet und mindestens 30 Sekunden lang mit null (oder der minimalen ATX-definierten) Last auf seinen Hauptschienen betrieben.

Ergebniskriterium (optional, ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung): Das beobachtete Verhalten wird festgehalten — ob das Netzteil anläuft, stabil bleibt oder abschaltet. Bei einem Gerät mit bewusst vorgesehenem Leerlaufschutz ist ein Abschalten unter dieser Bedingung zu erwarten und stellt keinen Mangel dar. Diese Prüfung führt für sich genommen nicht zu einem Gesamtergebnis FAIL. Ein im Leerlauf beobachteter unsicherer Ausgangsausschlag wird nach Überspannungsschutz und Einschaltüberschwingen bewertet, die beide verbindlich bleiben.

Überprüfung des PWR_OK-Signals und seiner Zeitverhältnisse

Das PWR_OK-Signal (Power-Good) wird bei 20 % und bei 100 % Last auf korrektes Setzen, Zurücknehmen und Zeitverhalten gemäß ATX-Spezifikation überprüft. Dieser Abschnitt gehört zu den wichtigsten in Cybenetics SAFE: Da Abschnitt 10.4 keine Mindeststützzeit vorschreibt, ist die Genauigkeit von PWR_OK bezogen auf die tatsächlich vorhandene Stützzeit die primäre sicherheitstechnische Rückfallebene, die das Hostsystem vor einem unangekündigten Verlust der geregelten Versorgung schützt.

- PWR_OK darf nur dann auf High gesetzt werden (nominal 5V), wenn +12V, +5V und +3,3V sämtlich innerhalb ihrer Regelfenster liegen und ausreichend Stützenergie gespeichert ist.
- Die eigene Stützzeit von PWR_OK (vom Netzausfall bis zur Rücknahme von PWR_OK) muss um mindestens 1 ms kürzer sein als die tatsächlich gemessene Stützzeit des Netzteils — d. h. PWR_OK muss mindestens 1 ms zurückgenommen werden, bevor +12V, +5V oder +3,3V ihr Regelfenster tatsächlich verlassen. Dieser Abstand ist verbindlich, unabhängig davon, wie lang oder kurz die gemessene Stützzeit ausfällt — Cybenetics SAFE schreibt keine Mindeststützzeit vor (Abschnitt 10.4), doch der PWR_OK-Abstand zur tatsächlich vorhandenen Stützzeit ist niemals optional.
- Die Einschaltzeit (T1) muss unter 150 ms liegen.
- Die PWR_OK-Verzögerung (T3) muss im Fenster von 100–150 ms liegen.

Bestehenskriterium: Alle vier vorstehenden Bedingungen sind an beiden geprüften Lastpunkten erfüllt. Ein PWR_OK-Signal, das gesetzt bleibt, nachdem eine überwachte Schiene ihren Regelbereich verlassen hat, oder dessen eigene Stützzeit nicht mindestens 1 ms kürzer ist als die tatsächlich gemessene Stützzeit des Netzteils, führt automatisch zum Nichtbestehen — es stellt unabhängig von der absoluten Stützzeit des Netzteils ein falsches Sicherheitssignal an das Hostsystem dar.

Grundlegende Regelung, Restwelligkeit, Einschaltüberschwingen und Genauigkeit des Power-OK-Signals

Diese Prüfungen bestätigen, dass das Netzteil über seinen gesamten Nennlastbereich innerhalb der elektrischen Grenzwerte der maßgebenden ATX-Spezifikation arbeitet. Im Einklang mit den Kostenrealitäten des preisgünstigen Netzteilsegments (siehe Prolog) verlangt Cybenetics SAFE keine dynamische Lastwechselprüfung und schreibt keine Mindeststützzeit vor — das Gewicht für Bestehen oder Nichtbestehen liegt in diesem Bereich stattdessen auf der Genauigkeit des PWR_OK-Signals selbst (Abschnitt 9). Auf kein Ergebnis dieses Abschnitts wird eine Gewichtung oder Punktbewertung angewandt — jede Prüfung liegt streng entweder innerhalb oder außerhalb der Spezifikation.

Lastregelung (Spannungsregelung)

Jede Schiene wird von einem Referenzpunkt bei geringer Last (typischerweise 40 W aufgeschaltete Last, um Instabilität im Leerlauf bei Geräten ohne Leerlaufschutz zu vermeiden) bis zur vollen Nennlast gemessen.

Bestehenskriterium: Jede Schiene bleibt über den gesamten geprüften Lastbereich innerhalb der von der maßgebenden ATX-Spezifikation festgelegten Regeltoleranz (üblicherweise ±5 % für +5V, +3,3V und +5VSB; bei ATX-v3.x-Konstruktionen +5 %/–8 % für +12V am 12V-2x6-/12VHPWR-Stecker bzw. +5 %/–7 % für +12V an anderen Steckern, gemäß Tabellen 3-5 und 4.2 des ATX-v3.1-Design-Guides [11]).

Restwelligkeit und Rauschen der Ausgangsspannung

Restwelligkeit und Rauschen werden als Spitze-Spitze-Wert bei voller Nennlast an jeder wesentlichen Schiene gemessen, nach dem in der maßgebenden ATX-Spezifikation festgelegten Verfahren zur Bandbreitenbegrenzung.

Bestehenskriterium: Restwelligkeit und Rauschen überschreiten an keiner Schiene den in der zuletzt veröffentlichten ATX-Spezifikationsrevision für diese Schiene festgelegten Grenzwert (häufig genannte Basiswerte sind 120 mV Spitze-Spitze für +12V und 50 mV Spitze-Spitze für +5V, +3,3V und +5VSB). Cybenetics SAFE wendet stets die Grenzwerte der zum Prüfzeitpunkt aktuellsten ATX-Revision an, unabhängig davon, gegen welche ATX-Revision der Hersteller ursprünglich entwickelt hat.

Einschaltüberschwingen

Das Netzteil wird unter einer repräsentativen Last eingeschaltet, und das Spitzen-Spannungsüberschwingen an +12V und +5VSB während des Einschaltvorgangs wird aufgezeichnet.

Bestehenskriterium: Das Einschaltüberschwingen überschreitet nicht die von der maßgebenden ATX-Spezifikation für diese Schiene zugelassene maximale kurzzeitige Abweichung.

Genauigkeit des Power-OK-Signals (Gegenprüfung der Stützzeit)

Die Stützzeit wird direkt gemessen (die Dauer, über die das Netzteil nach Wegfall der Netzspannung bei voller Nennlast einen geregelten Ausgang aufrechterhält) und in jedem

Prüfbericht dokumentiert. Cybenetics SAFE legt für diesen Wert keinen Mindestwert fest — die kostenbezogene Begründung speziell für das preisgünstige Netzteilsegment findet sich im Prolog.

Berichtspflicht: Die tatsächlich gemessene Stützzeit wird stets dokumentiert (Abschnitt 14), unabhängig von ihrem Wert.

Verbindliche Sicherheitsanforderung, unabhängig vom gemessenen Wert: Wie lang die tatsächliche Stützzeit des Netzteils auch ausfällt, die eigene Stützzeit des PWR_OK-Signals muss um mindestens 1 ms kürzer sein — d. h. PWR_OK muss mindestens 1 ms zurückgenommen werden, bevor diese Zeit erschöpft ist (Abschnitt 9). Bewertet wird hier diese Abstandsprüfung, nicht die Stützzeit selbst.

Sicherheitsanforderungen an Kabel und Steckverbinder

Unterdimensionierte oder minderwertige Verkabelung ist ein Brand- und Zuverlässigkeitsrisiko, das im preisgünstigen Netzteilsegment überproportional häufig auftritt. Cybenetics SAFE wendet daher unabhängig vom Leitermaterial feste Mindestanforderungen an den Querschnitt sowie eine thermische Prüfung an.

Steckverbinder	Mindest-AWG (Leistungsleiter)
Hauptstromstecker (24-polig)	18 AWG (22 AWG für Sense-Leitungen)
EPS (4+4-polig)	18 AWG
PCIe 6+2-polig	18 AWG (20 AWG für Sense-Leitungen)
PCIe 12+4-polig (12VHPWR / 12V-2x6)	16 AWG (28 AWG für Sense-Leitungen)
SATA	18 AWG
Molex 4-polig	18 AWG

Bestehenskriterium (Querschnitt): Jeder gemessene Leistungsleiter erreicht oder übertrifft den Mindestquerschnitt der vorstehenden Tabelle, unabhängig vom Leitermaterial (Reinkupfer, CCA oder CCS).

Das Leitermaterial (Reinkupfer, kupferbeschichtetes Aluminium oder kupferbeschichteter Stahl) wird visuell bestimmt und aus Transparenzgründen dokumentiert, da das Material auch bei gleichem Querschnitt Widerstand, Erwärmung und Langzeit-Ermüdungsfestigkeit beeinflusst. Reinkupfer wird empfohlen; CCA- und CCS-Leiter sind unter diesem Protokoll nur zulässig, wenn sie die nachstehende thermische Prüfung bestehen.

Diese Anforderungen gelten unverändert, unabhängig davon, ob das Netzteil vollmodular, teilmodular oder nicht modular ausgeführt ist — die Gestaltung von Kabeln und Steckverbindern hat keinen Einfluss auf den Mindestquerschnitt, die thermische Prüfung oder die nachstehenden Dual-EPS-Anforderungen.

Standard-Kabelsatz nach Nennleistung

Der genaue Kabel- und Steckerumfang richtet sich nach der Nennausgangsleistung eines Netzteils. Cybenetics SAFE legt fest, welcher Mindestsatz an Steckverbindern für eine gegebene Leistungsklasse vorhanden sein muss und damit der Querschnittsprüfung (oben) sowie der thermischen Kabelprüfung (unten) zu unterziehen ist. Geprüft werden nur die am eingereichten Gerät tatsächlich vorhandenen Steckverbinder; ein Gerät muss keine Steckverbinder darüber hinaus aufweisen, als seine eigene angegebene Nennleistung nach dieser Tabelle erfordert.

Nennleistung	Standard-Steckverbindersatz
≤ 550 W	24-polig Haupt; einfacher EPS (4+4 oder 8-polig); 0–1× PCIe 6+2; SATA; Molex
551–650 W	24-polig Haupt; EPS 8-polig; 1–2× PCIe 6+2; SATA; Molex

651–1000 W	24-polig Haupt; EPS 8-polig (Dual-EPS, falls vorhanden); 2–4× PCIe 6+2 und/oder PCIe 12+4/12VHPWR; SATA; Molex
> 1000 W	24-polig Haupt; Dual-EPS 8-polig; PCIe 12+4/12VHPWR (nativ oder Adapter) erforderlich; übrige PCIe 6+2 wie bestückt; SATA; Molex

Fällt die Nennleistung eines Geräts aufgrund einer Doppelmarkt-Kennzeichnung (115V/230V) in mehr als eine plausible Klasse, ist die höhere der beiden zutreffenden Nennleistungen für den erforderlichen Steckverbindersatz maßgebend.

Thermische Kabelprüfung

Die Temperatur des Kabelmantels wird am Steckergehäuse nach 15 Minuten Dauerbetrieb bei voller Nennlast über diesen Steckverbinder gemessen, wobei das Gerät bei der in Abschnitt 5 (Allgemeine Prüfbedingungen) festgelegten Standard-Umgebungstemperatur von 25–30 °C betrieben wird — also bei normaler Raumtemperatur, nicht bei erhöhter oder abgesenkter Umgebungstemperatur. Die Prüfung wird an je einem Steckverbinder jedes Typs durchgeführt, der im Standard-Kabelsatz des Geräts (oben) enthalten ist, zuzüglich jedes Kabels, das mehr als einen Hochstrom-Steckverbinder trägt; dieses wird mit allen Steckverbindern des Kabels gleichzeitig belastet geprüft.

Bestehenskriterium: Die gemessene Kabelmanteltemperatur überschreitet nicht die Temperaturbeständigkeit der verwendeten Isolierung, mit einem praxisgerechten Mindestabstand von 15 °C.

Gemeinsame Steckernutzung — Dual-EPS-Beschränkung

Zwei Hochstrom-Steckverbinder an einem einzigen Kabel konzentrieren Wärme und Strom auf gemeinsam genutzten Leitern. Cybenetics SAFE beschränkt daher gezielt zwei EPS-Steckverbinder (4+4-polig) an einem Kabel, da EPS die CPU versorgt und in realen Systemen regelmäßig nahe seinem Nennstrom betrieben wird.

Bestehenskriterium: Ein einzelnes Kabel darf keine zwei EPS-Steckverbinder tragen, sofern die Gesamtnennleistung des Netzteils nicht 550 W oder weniger beträgt. Oberhalb von 550 W führt ein Dual-EPS-Kabel unabhängig vom Ergebnis der thermischen Prüfung automatisch zum Nichtbestehen. Bei höchstens 550 W ist ein Dual-EPS-Kabel nur zulässig, wenn es zusätzlich die vorstehende thermische Kabelprüfung bei gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Steckverbinder besteht.

Dieselbe Überlegung wird — ohne verbindlich zu sein — auch für zwei PCIe-6+2-Steckverbinder an einem einzigen Kabel empfohlen; solche Konstruktionen werden im Bericht gekennzeichnet und müssen die thermische Kabelprüfung bei gleichzeitigem Volllastbetrieb dennoch bestehen.

Überprüfung der Zertifizierungskennzeichnungen von Prüfstellen

Gefälschte oder unzutreffend angebrachte Sicherheitszeichen sind im Einstiegssegment des Netzteilmarktes ein wiederkehrendes Problem. Dieser Abschnitt bestätigt, dass die am Gerät und in seinen Unterlagen vorhandenen Kennzeichnungen echt und aktuell sind und für genau das geprüfte Modell und dessen Nennleistung gelten.

Der Prüfer kontrolliert mindestens die folgenden Zeichen bzw. Verfahren, soweit sie für die angegebenen Zielmärkte des Geräts einschlägig sind, und verifiziert jedes anhand der öffentlichen Datenbank der ausstellenden Stelle, sofern eine solche existiert:

- UL / cUL (Vereinigte Staaten / Kanada) — Verifikation über UL Product iQ.
- CB-Verfahren (IECEE) — Verifikation der CB-Zertifikats- bzw. Prüfberichtsnummer.
- CE-Kennzeichnung (Europäischer Wirtschaftsraum) — Prüfung, ob die Konformitätserklärung das korrekte Modell, die korrekten Normen und (sofern zutreffend) die benannte Stelle nennt.
- TÜV- oder anderes in der EU anerkanntes Zeichen, sofern vorhanden.
- CCC (China Compulsory Certification), sofern das Gerät in China vertrieben wird.
- PSE (Japan), KC (Südkorea), BSMI (Taiwan), RCM (Australien/Neuseeland), EAC (Eurasische Wirtschaftsunion) oder weitere regionale Zeichen, soweit für die angegebenen Zielmärkte des Geräts einschlägig.

Bestehenskriterium: Kein am Gerät vorhandenes Zeichen erweist sich als gefälscht, abgelaufen oder für ein anderes Modell bzw. eine andere Ausführung erteilt. Besteht für ein Zeichen ein öffentliches Register, wird dieses geprüft; existiert kein Register oder ist es nicht erreichbar, wird das Zeichen als nicht überprüfbar erfasst, was für sich genommen keinen Mangel darstellt. Ein Gerät, das in einem Markt verkauft wird, der ein Zeichen verlangt, über das es tatsächlich nicht verfügt, führt unabhängig von den Ergebnissen der Abschnitte 6 bis 11 automatisch zu FAIL. An dieser Stelle wird außerdem der nach Abschnitt 6 vorgelegte Nachweis auf Echtheit geprüft — dass die ausstellende Stelle ist, was sie zu sein vorgibt, und dass der Bericht tatsächlich das geprüfte Modell abdeckt.

Zertifizierungskriterien — Cybenetics SAFE Bestanden/Nicht-bestanden-Modell

Cybenetics SAFE kennt nur ein binäres Ergebnis: Cybenetics SAFE Certified oder Nichtbestehen. Es gibt keine Stufen, Punktzahlen oder Bonuspunkte. Ein Gerät ist nur dann Cybenetics SAFE Certified, wenn es jede nachstehende verbindliche Kategorie vollständig besteht.

Nr.	Kategorie	Abschnitte
A	Elektrische Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz (vom Hersteller beigebrachte ISO-17025-Berichte zu Hipot / Isolation / Erdung; von Cybenetics verifizierter Ableitstrom)	6
B	AC-Eingangsschutz und Eingangstoleranz (Sicherung, Überspannung, Einschaltstrom, Anlauf, Unterspannungsfestigkeit)	7
C	Schutzfunktionen des Netzteils (OCP, OPP, OVP, SCP, OTP; Leerlauf und Lüfterausfall sind optional, ohne Bestanden/Nicht-bestanden-Wertung)	8
D	Korrektheit und Zeitverhalten des PWR_OK-Signals (einschl. Abstand PWR_OK zu Stützzeit)	9
E	Regelung, Restwelligkeit, Einschaltüberschwingen und Genauigkeit des Power-OK-Signals	9–10
F	Sicherheit von Kabeln und Steckverbindern (einschl. Dual-EPS-Beschränkung)	11
G	Überprüfung der Zertifizierungskennzeichnungen von Prüfstellen	12

Ein einziges Nichtbestehen in einer beliebigen Kategorie und einem beliebigen Unterpunkt führt zum Gesamt-Nichtbestehen des Geräts. Teilergebnisse werden nicht als Zertifizierungsergebnis veröffentlicht; ein Hersteller kann ein korrigiertes Gerät zur erneuten Prüfung einreichen.

Geräte mit Cybenetics-SAFE-Zertifizierung dürfen das Cybenetics-SAFE-Zeichen neben, niemals jedoch anstelle einer erforderlichen behördlichen Sicherheitszertifizierung (UL, CE, CB usw.) führen — Cybenetics SAFE ist eine ergänzende Verifikation und ersetzt in keinem Markt eine verbindliche behördliche Zertifizierung.

Verhältnis zu CybenPass

Wie beim Cybenetics Test Protocol werden Hersteller ermutigt, Cybenetics-SAFE-zertifizierte Modelle in das Mehrmuster-Programm CybenPass aufzunehmen. Da im preisgünstigen Netzteilsegment ein höheres Risiko unangekündigter Bauteilsubstitutionen zur Kostensenkung besteht, ist die periodische Nachprüfung von Handelsmustern besonders wichtig, um die Gültigkeit einer Cybenetics-SAFE-Zertifizierung über die Produktionslaufzeit eines Modells zu erhalten.

Gültigkeit der Zertifizierung, Gebühr und Bauteilanalyse

Ein Cybenetics-SAFE-Certified-Ergebnis ist ab dem Datum, an dem das Gerät jede vorstehende Kategorie besteht, für einen bestimmten Zeitraum gültig. Die Zertifizierungsgebühr deckt die vollständige Prüfreihe der Abschnitte 6–12 ab und schließt eine detaillierte Bauteilanalyse ein, die zusammen mit dem Bestanden/Nicht-bestanden-Bericht geliefert wird — einschließlich Leiterplattenrevision, Marke sowie Temperatur- und Stundenbemessung der Primär- und Sekundärkondensatoren, PWM-/PFC-Controller und Schutz-ICs, Transformatoraufbau, Brückengleichrichter sowie der konkret verwendeten MOV/TVS- und NTC-/Relaisbauteile — im Einklang mit der Transparenz der Bauteilanalyse, die bereits unter dem Cybenetics Test Protocol geboten wird.

Zur Beibehaltung des Cybenetics-SAFE-Zeichens muss der Hersteller vor Ablauf der zwölfmonatigen Gültigkeitsdauer ein aktuelles Handelsmuster zur erneuten Prüfung einreichen. Cybenetics empfiehlt, die Musterziehung für die Verlängerung zeitlich mit einer angekündigten Stücklistenrevision zusammenzulegen, angesichts der oben genannten erhöhten Anfälligkeit des Einstiegssegments für unangekündigte Bauteilsubstitutionen.

Vorlage für den Prüfbericht

Für jede Cybenetics-SAFE-Bewertung werden mindestens die folgenden Felder dokumentiert.

Identifikation des Prüflings

- Hersteller, Modell und Revisions- bzw. Leiterplattencode.
- Nennleistung, Nenneingangsspannungsbereich, Schienenkonfiguration.
- Angegebene ATX-Spezifikationsrevision (sofern vorhanden) und angegebene Sicherheitsnorm (IEC 62368-1 / IEC 60950-1).
- Herkunft des Musters (Kauf im Handel, vom Hersteller eingereichtes Muster, CybenPass-Ziehung).
- Referenz(en) des vom Hersteller beigebrachten, nach ISO/IEC 17025 erstellten Laborberichts zu Spannungsfestigkeit, Isolationswiderstand und Schutzleiterdurchgängigkeit (Abschnitte 6.1–6.3), einschließlich ausstellendem Labor, Akkreditierungsnummer und Berichtsdatum.

Ergebnisübersicht

Kategorie	Ergebnis (BESTANDEN/NICHT BESTANDEN)	Anmerkungen
A — Elektrische Sicherheitsprüfungen am Prüfplatz		
B — AC-Eingangsschutz und Eingangstoleranz		
C — Schutzfunktionen des Netzteils		
D — PWR_OK-Signal und Zeitverhalten		
E — Regelung / Restwelligkeit / Einschaltüberschwingen / Genauigkeit des Power-OK-Signals		
F — Sicherheit von Kabeln und Steckverbindern		
G — Zertifizierungskennzeichnung von Prüfstellen		
Gesamtergebnis		

Ergänzend zu den vorstehenden Angaben zur Information berichtet (nicht mit Bestanden/Nicht bestanden bewertet): die tatsächlich gemessene Stützzeit.

Detaillierte Einzeldaten je Prüfung (Zahlenwerte, Oszilloskopaufzeichnungen, Wärmebilder und Nachweise der Zertifikatsverifikation) werden im vollständigen internen Prüfprotokoll aufbewahrt und stehen auf Anfrage zu Verifikationszwecken nach ISO/IEC 17025 [8] zur Verfügung.

Messunsicherheit, Rückführbarkeit und Guard-Banding

Alle unter diesem Protokoll eingesetzten Messmittel sind kalibriert und auf nationale bzw. SI-Normale rückführbar. Da Cybenetics-SAFE-Ergebnisse binär sind (Bestanden/Nicht bestanden gegen einen festen Grenzwert) und nicht punktbewertet werden, wird die Messunsicherheit über eine Guard-Band-Entscheidungsregel behandelt und nicht über ein Unsicherheitsbudget auf einer kontinuierlichen Bewertungsskala, im Einklang mit ILAC-G8 [10].

Liegt ein Messwert innerhalb der erweiterten Messunsicherheit des Messmittels (k=2, ca. 95 % Vertrauensniveau) um den maßgebenden Bestehensgrenzwert, gilt das Ergebnis als nicht schlüssig und nicht als bestanden; die Prüfung wird unter verschärften Bedingungen wiederholt oder einer technischen Überprüfung zugeführt, bevor ein endgültiges Bestanden oder Nichtbestanden festgehalten wird. Damit wird sichergestellt, dass ein Bestanden-Ergebnis niemals auf einer Messung beruht, die im Rahmen ihrer eigenen Unsicherheit tatsächlich ein knappes Nichtbestehen sein könnte. Dies gilt insbesondere für den Abstand zwischen PWR_OK und Stützzeit (Abschnitt 9), bei dem der Abstand von 1 ms gegen die Unsicherheit des Zeitmessgeräts bewertet und nicht als exakte Grenze behandelt wird.

Für die vom Hersteller beigebrachten Ergebnisse der Abschnitte 6.1–6.3 ist das maßgebende Unsicherheitsbudget dasjenige, das im Bericht des ausstellenden, nach ISO/IEC 17025 akkreditierten Labors angegeben ist; Cybenetics stellt dieses Budget weder neu dar noch stellt es dieses in Frage, bestätigt jedoch, dass der Akkreditierungsumfang des ausstellenden Labors die konkret durchgeführte Prüfung abdeckt (Abschnitt 12).

Die Messunsicherheit von Effizienz-, Akustik- und EMI-Messungen liegt außerhalb des Geltungsbereichs dieses Dokuments; die entsprechenden Unsicherheitsbudgets finden sich im Cybenetics Test Protocol [12].

Epilog

Zweck dieses Dokuments ist es, Käufern preisgünstiger Netzteile dieselbe grundlegende Sicherheit zu geben, die Geräte der Enthusiasten-Klasse mit vollständiger Zertifizierung bereits bieten: dass das Gerät keinen Brand verursacht, das von ihm versorgte System nicht beschädigt und sich im Fehlerfall vorhersehbar verhält — ohne den Kosten- und Zeitaufwand einer vollständigen Effizienz- und Akustikbewertung zu erfordern.

Cybenetics SAFE ist bewusst eng im Geltungsbereich und binär im Ergebnis. Wir sind überzeugt, dass dies es Herstellern praktisch ermöglicht, Produkte mit hohen Stückzahlen und geringen Margen zu zertifizieren, die andernfalls über das gesetzliche Mindestzeichen hinaus nie nach einem unabhängigen Standard geprüft würden, und Testern wie Verbrauchern ein schnelles, eindeutiges Signal gibt: Cybenetics SAFE Certified oder nicht.

Literaturverzeichnis

1. IEEE Std 1515-2000, IEEE Recommended Practice for Electronic Power Subsystems: Parameter Definitions, Test Conditions, and Test Methods.
2. IEC 62368-1, Einrichtungen für Audio/Video, Informations- und Kommunikationstechnik — Teil 1: Sicherheitsanforderungen.
3. IEC 60950-1, Einrichtungen der Informationstechnik — Sicherheit — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Altnorm, für nach der abgelösten Norm zertifizierte Geräte).
4. IEC 60990, Verfahren zur Messung des Berührungsstroms und des Schutzleiterstroms.
5. UL 62368-1, Standard for Safety of Audio/Video, Information and Communication Technology Equipment — Part 1: Safety Requirements (nationale US-Übernahme der IEC 62368-1).
6. GB 4943.1-2022, Einrichtungen für Audio/Video, Informations- und Kommunikationstechnik — Teil 1: Sicherheitsanforderungen — chinesische verbindliche Sicherheitsnorm (CCC), gültig ab August 2023, ersetzt GB 4943.1-2011 und GB 8898-2011 und ist an IEC 62368-1:2018 angeglichen.
7. ATX Version 3.0 Multi-Rail Desktop Platform Power Supply Design Guide, Intel Corporation.
8. ISO/IEC 17025:2017, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.
9. JCGM 100:2008, Auswertung von Messdaten — Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (GUM 1995 mit geringfügigen Korrekturen).
10. ILAC-G8:09/2019, Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity.
11. ATX Version 3.1 Multi-Rail Desktop Platform Power Supply Design Guide, Intel Corporation.
12. Cybenetics Test Protocol, „The Complete Cybenetics Test Protocol, Including Energy Efficiency, Output Noise, And Overall Performance Calculation of AC-DC Power Supplies“, Aristeidis Bitziopoulos, Juni 2026.