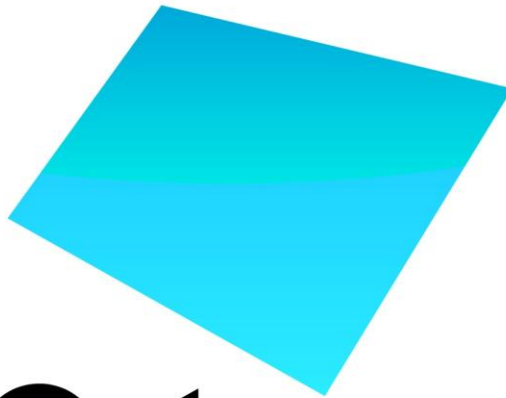


Das vollständige Cybenetics-Testprotokoll für Netzgeräte Energieeffizienz, Mehrfachausgangsbetrieb und Gesamtleistungsberechnung

Revision 1.6

Autoren: Aristeidis Bitziopoulos



Cybenetics

Nikosia, Zypern

Juli 2026

Revisionshistorie

Version	Veröffentlichungsdatum	Anmerkungen
1.0	Juni 2026	Erstes PA ETA-Vorschlag für Leistungsklassen, 115 V/230 V-Ebenen, Leerlauf- und Leistungsfaktorkriterien, PD/PPS-Profilen, Referenzkabel und thermische Bewertung.
1.1	Juni 2026	Umbearbeitet nach dem Cybenetics Master-Protocol-Vorlage und im Power Adapters-Protokoll-Share gespeichert.
1.2	Juli 2026	Erweitert auf physische Multi-Output- und Shared-Capacity-Adapter; eingeführt hierarchische Effizienzaggregation, obligatorische abgeleitete EMI, bedingte Lüftergeräuschprüfung, Regulierungsregelversionsverwaltung, standardisierte Multi-Port-Szenarien und vollständige Berichterstattung/Datenqualitäts Gates.
1.3	Juli 2026	Interne Arbeitsversion — nicht veröffentlicht; ersetzt vor Revision 1.4.
1.4	Juli 2026	Definiert die beauftragte Laborfähigkeit: ein Chroma 63600 Hauptgerät mit fünf unabhängigen 400 W Lastkanälen und zwei PicoScope 4444 Differential-Oszilloskopen. Bis zu fünf PA-Ausgänge können nun gleichzeitig geladen und gemessen werden; der Bericht protokolliert die pro-Ausgangsrouten und die zeitliche Beschränkung über die Oszilloskope.
1.5	Juli 2026	Fügt eine vollständige Bench-to-Report-Bedienungsführung für den Operator hinzu und integriert das On-Bright OBPD011-Manual-Fast-Charge-Gerät. Definiert de-energisierte Verkabelung, Profil-Kommissionierung, echten Leerlauf im Vergleich zu vereinbarten Nulllastzuständen, fünf-Ausgangs-Weiterleitung, Sicherheits-/Abbruchgatter, Beweisfassung, externe EMI-Übergabe und kontrolliertes Herunterfahren.
1.6	Juli 2026	Redaktionelle Konsistenzprüfung nach Überarbeitung von Rev. 1.5: dokumentiert, dass Revision 1.3 übersprungen wurde, klargestellt, dass Regelset-Versionen unabhängig von der Dokumentenrevision sind, die Unterscheidung zwischen Mehrfachausgangs-Ranking-Wert und verliehener Medaille explizit gemacht, und die Autorenzeile korrigiert. ETA-Effizienz, Leerlauf- und Leistungsfaktor-Grenzwerte unverändert.

Inhaltsverzeichnis

Definitionen	5
Netzadapter / externe Stromversorgung (PA/EPS)	5
Physical Output / Port	5
Output Profile	5
Multiple-Output PA	5
Multiple-Voltage PA.....	5
Shared-Capacity Ports.....	5
Dynamic PA and Guaranteed Power	5
Nameplate Output Power (Pout).....	5
No-Load Power	5
Connected-Idle Power	5
ETA.....	5
EMI.....	5
Scope and Governing Principles	6
Power Classes	6
Work Order and Product Capability Inventory	6
Test Equipment and Calibration	7
Reference Cabling and Measurement Plane	7
Environmental and Input Test Conditions	8
End-to-End Laboratory Walkthrough.....	9
Stage 1 - Öffnen Sie die Arbeitsanweisung und identifizieren Sie die Probe	9
Stage 2 - Erstellen Sie die Kapazitäts- und gleichzeitige Ausgangskarte	9
Stage 3 - Überprüfen der Arbeitsplatzbereitschaft	9
Stage 4 - Herstellen der stromlosen Verbindungen	10
Stage 5 - Energisieren des DUT und Erfassen der Baseline-Zustände	11
Stage 6 - Kommissionieren Sie jeden Ausgangsprofil.....	11
Stage 7 - Führen Sie die normalen elektrischen Laufzeiten aus	11
Stufe 8 - Ausführen von simultanen Ausgabeszenarien	12
Stufe 9 - Erfassung von Rippel-, Transient- und Umverteilungsnachweisen	12
Stage 10 - Protection, hot and optional tests.....	13
Stufe 11 - Validieren, Paketieren und Freigeben des Laufs	13
Stufe 12 - Kontrollierter Herunterfahren und Arbeitsplatzrücksetzung.....	13
Manueller Schnellladungsfixture - On-Bright OBPD011	15
Anschluss und Vorflug	15

Modus und Tastenbelegung	16
Fixed USB PD PDO - F1	16
PPS / APDO - F2.....	16
QC, FCP, SCP_B and UFCS	17
AVS and EPR.....	17
Mode change, multi-port use and recovery	17
Operator-Checkliste - vor dem Aktivieren einer Last	18
Leerlauf- und Verbund-Idle-Messungen	18
Single-Port- und Pro-Profile-Effizienzverfahren.....	18
Mehrausgangs- und Shared-Capacity-Verfahren.....	20
Hierarchical Efficiency Aggregation	20
ETA Efficiency Levels and Awarding Logic.....	22
No-Load Limits	22
Power-Factor Limits.....	23
Final ETA Award	23
Regulatory Compliance Layer	23
Mandatory Conducted EMI.....	25
Regulation, Ripple and Transient Performance	25
Load and Line Regulation.....	25
Ripple and Noise	25
Transient and Redistribution Tests	25
Protection Tests	26
Thermal and Hot Performance	26
Conditional Fan and Acoustic Testing	26
Zusätzliche Cybenetics-Leistungsprüfungen.....	27
Stichproben, Wiederholbarkeit und Grenzwert-Ergebnisse.....	27
Datenqualität, Nachvollziehbarkeit und automatisierte Validierung	27
Verpflichtende Zertifizierungsschleusen	28
Zertifizierung und Berichterstattung	28
Rule-Set Versioning and Beta Calibration	28
Referenzen	29

Definitionen

Netzadapter / externe Stromversorgung (PA/EPS)

Ein selbstständiger externer AC-DC-Wandler, der eine oder mehrere geregelte Gleichstromausgänge für eine oder mehrere betriebene Produkte liefert.

Physical Output / Port

Ein eindeutiger Anschluss oder festverdrahteter Ausgang, der unabhängig oder als Teil einer gemeinsam genutzten Kapazitätsgruppe Strom liefern kann.

Output Profile

Ein festgelegtes Spannungs-, USB Power Delivery (PD), programmierbares Netzgerät (PPS) oder proprietärer Betriebspunkt, definiert durch Spannung, Strom und maximale kontinuierliche Leistung.

Multiple-Output PA

Ein Adapter mit mehr als einem physischen Stromausgang, unabhängig oder gemeinsam begrenzt durch eine Gesamtleistungsgrenze.

Multiple-Voltage PA

Ein PA, der mehr als eine Ausgangsspannung gleichzeitig über mehr als einen Stromausgang liefern kann.

Shared-Capacity Ports

Ausgänge, deren Summe der individuellen Nennleistungen die maximale kombinierte Leistung übersteigt, die gleichzeitig betrieben werden kann.

Dynamic PA and Guaranteed Power

Ein PA, der eine höhere Spitzenleistung für eine begrenzte Zeit und eine niedrigere kontinuierliche Leistung unbegrenzt liefern kann. Klassifizierung und Dauerlastprüfung verwenden garantierte Leistung.

Nameplate Output Power (Pout)

Die maximale kontinuierliche kombinierte Ausgangsleistung. Bei mehreren Ausgängen ist dies die Summe der am angegebenen gleichzeitigen Lastzustand gelieferten Leistung, ohne die garantierte kombinierte Grenze zu überschreiten.

No-Load Power

Eingangsleistung mit aktiviertem PA und ohne an einen Primärlast angeschlossenen Ausgang.

Connected-Idle Power

Eingangsleistung bei angeschlossenen, aber keinen nützlichen Laststrom aufnehmenden Ausgängen. Sie wird separat vom regulatorischen Leerlaufstrom gemeldet.

ETA

Das Cybernetics-Effizienz-Bewertungsprogramm. Unabhängige ETA-Stufen werden für 115 V und 230 V Eingang berechnet.

EMI

Elektromagnetische Störungen. Dieses Protokoll erfordert eine abgeleitete Emissionsprüfung als Zertifizierungsgate; abgestrahlte EMI kann über die Arbeitsanweisung hinzugefügt werden.

Scope and Governing Principles

Dieses Protokoll gilt für externe AC-DC-Netzteile mit einem oder mehreren physischen Ausgängen, einschließlich fest eingestellter Netzteile, Stecker- und proprietäre Netzteile, USB-C/USB-PD/PPS-Ladegeräte, Multifach-Ladegeräte, Hochleistungs-EPR-/Notebook-Netzteile und Netzteile mit integrierter Wireless-Ladefunktion, soweit anwendbar.

Das Protokoll trennt bewusst drei Ergebnisebenen:

1. Regulatorische Konformität: Markt-spezifische Pass/Fail-Berechnungen unter Verwendung des für die ausgewählten Auftragsregionen geltenden Regelwerks.
2. Cybenetics ETA-Bewertung: vergleichende Effizienzstufen bei 115 V und 230 V unter Verwendung versionierter Cybenetics-Schwellenwerte.
3. Engineering-Leistung: Regelung, Rippel, Transient, thermisch, Schutz, PD/PPS, Multi-Port und optional akustische Charakterisierung.

Grenzgebiet: Die Sammlung von Sicherheitsdokumenten oder eine dokumentarische Sicherheitsüberprüfung ist durch dieses Protokoll nicht erforderlich. Diese Ausnahme entfernt keine gemessenen thermischen, Schutz-, Überspannungs- oder EMI-Tests, und sie ändert nicht die gesetzlichen Produktkonformitätsverpflichtungen des Herstellers.

- Alle anwendbaren Messungen werden auf der Roh-Betriebspunkt-Ebene gespeichert; Headline-Werte werden berechnet, nicht manuell erneut eingegeben.
- Ein nicht anwendbarer Test wird explizit als N/A mit einem Grund gespeichert; er wird niemals durch ein leeres Feld dargestellt.
- Schwellenwerte, Formeln und regionale Regeln wurden überarbeitet, sodass historische Berichte stets die Regelmenge beibehalten, die bei ihrer Ausstellung verwendet wurde.

Power Classes

Die Leistungsklasse basiert auf der maximalen kontinuierlichen kombinierten Ausgangsleistung. Bei einem dynamischen PA wird die garantierte Leistung verwendet. Temporärer Boost oder Spitzenleistung werden separat aufgezeichnet und erhöhen die Klasse nicht.

Class	Continuous combined output power	Typical products
A – Ultra-Low	$P_{out} \leq 6 \text{ W}$	Small wall adapters and accessory chargers
B – Low	$6 \text{ W} < P_{out} \leq 49 \text{ W}$	Handy-/Tablet-Ladegeräte und leichte Notebook-Adapter
C – Medium	$49 \text{ W} < P_{out} \leq 150 \text{ W}$	Mainstream-Notebooks und Multi-Port-GaN-Adapter
D – High	$P_{out} > 150 \text{ W}$	USB-PD EPR, Gaming-Notebook- und Workstation-Adapter

Table 1 — Power-class definitions.

Work Order and Product Capability Inventory

Bevor der Test durchgeführt wird, protokolliert der Bediener die vollständige elektrische Leistungskarte. Die resultierende Inventarliste steuert den Editor, den automatisierten Importer, die erforderliche Testmatrix und die Regeln für die Vollständigkeit der Veröffentlichung. Die installierte automatisierte Arbeitsstation unterstützt bis zu fünf gleichzeitig aktive physikalische Ausgänge; ein DUT, das mehr als fünf gleichzeitige

Ausgänge erfordert, wird für den geplanten zweiten Hauptgerät und die zugehörige Scope-Routing vorbereitet, bevor ein vollständiger Multi-Ausgangszertifizierungslauf gestartet wird.

- Hersteller, Modell, Probenummer, Seriennummer, Lab-ID, Berichts-ID und Zertifizierungs-ID.
- Eingangsspannung/Eingangsfrequenzbereich, Nenn-Eingangsstrom, Leistungsklasse und Zielregionen.
- Jeder physische Port, jeder Steckertyp und ob er unabhängig ist oder zu einer Gruppe mit geteilter Kapazität gehört.
- Jeder feste Ausgangsprofil, PD PDO, PPS-Bereich, maximale Stromstärke und maximale kontinuierliche Leistung.
- Maximale kombinierte Ausgangsleistung, garantierte Leistung, Dauer der Spitzenleistung und jede angegebene simultane Leistungsverteilung.
- Cooling type and fan presence (Yes/No).
- Wireless-Ladefähigkeit und alle anderen integrierten Funktionen, die die anwendbaren Tests beeinflussen.

Test Equipment and Calibration

Equipment	Minimum purpose
Programmable AC source	100–240 V, 50/60 Hz; Spannungsregelung und niedriger Quell-THD
Precision power analyzer	Simultane Eingangsspannung/Strom/wahre Leistung/PF/Harmonische; Milliwatt-Nulllastauflösung
Programmable electronic loads	Unabhängiger Kanal pro gleichzeitig aktiven Ausgang; stabil bei niedrigem Strom. Die installierte Arbeitsplatte ist ein Chroma 63600 Hauptgerät mit fünf unabhängigen 400 W-Kanälen, wodurch bis zu fünf PA-Ausgänge gleichzeitig getestet werden können.
USB-C PD/PPS analyzer	Manueller PD/PPS-Fixture wählt das angeforderte Profil aus und protokolliert den ausgewählten PDO/PPS-Zustand. Die automatische Verhandlung ist kein Bestandteil der installierten Bank; dynamische, verhandelte Übergänge werden nur protokolliert, wenn das Fixture/Arbeitsauftrag eine nachvollziehbare Prozedur vorsieht.
Oscilloscope and probes	Ripple, Überhöhung, Lasttransienten, PPS-Übergänge und Leistungsneuverteilung. Die installierte Arbeitsbank verwendet zwei PicoScope 4444 Differential-Oszilloskope: Ausgänge 1-4 verwenden Eingänge A-D des Oszilloskops 1 und Ausgang 5 verwendet Eingang A des Oszilloskops 2.
EMI receiver and LISN	Durchgeführte EMI-Scans mit Leitung/Neutral-Ergebnissen und exportierbaren Verläufen
Thermal chamber / hot box	Kontrollierte 40 °C-Klasse-Prüfbedingung und wiederholbare Luftströmung
Temperature instrumentation	Thermoelemente und/oder kalibrierte Wärmebildkamera
Milliohm meter and DMM	Referenzkabelcharakterisierung und Spannungsabfallmessungen
Acoustic facility	Erforderlich nur, wenn die PA ein oder mehrere Lüfter enthält

Tabelle 2 — Kerngeräte für das vollständige PA-Protokoll.

Alle Instrumente müssen den aktuellen Kalibrierstatus im Testlauf dokumentieren. Die Messunsicherheit, der Messbereich und die Auflösung müssen ausreichend sein für den kleinsten erwarteten Wert, insbesondere für Leerlaufleistung und niedrigen Stromwirkungsgrad.

Reference Cabling and Measurement Plane

- USB-C/USB-PD-Ports verwenden charakterisierte EPR-fähige Referenzhalterungen und Kabel, die für den getesteten Strom geeignet sind.

- Barrel und proprietäre Ausgänge verwenden zugeordnete charakterisierte Leitungen pro Anschlussfamilie.
- Cybenetics vergleichende Ergebnisse werden am Fixtur-/Geräteende des Referenzkabels gemessen, sodass das Ergebnis die gelieferte Leistung widerspiegelt.
- Regulatorische Berechnungen verwenden die Kabelkorrektur oder die Messungsebene, die durch die anwendbare Regelung vorgeschrieben ist. Sowohl rohe als auch korrigierte Werte werden gespeichert.

Environmental and Input Test Conditions

Normale Effizienz-, Regelungs- und elektrische Leistungsmeßungen werden bei 25 °C $\pm$ 2 °C nach Ausgleich des Ausgangs durchgeführt. Die separate Hitzebewertung wird bei 40 °C $\pm$ 2 °C durchgeführt, es sei denn, eine Auftragsbestimmung oder eine anwendbare Norm legt eine andere Bedingung fest. Es wird keine erzwungene Kühlung angewendet, es sei denn, sie ist ein integraler Bestandteil des Produkts.

Input condition	Purpose	Extent
115 V / 60 Hz	ETA 115 V and USA	Full Cybenetics run
230 V / 50 Hz	ETA-230V and EU	Full Cybenetics run
220 V / 50 Hz	China	Regional compliance run when selected
100 V / 50 and 60 Hz	Japan	Regional compliance run when selected
220 V / 60 Hz	South Korea	Regional compliance run when selected
230 V / 60 Hz	Middle East	Regional compliance run when selected

Tabelle 3 — Eingangsbedingungs-Matrix. Die Arbeitsaufträge wählen beliebige regionale Zusätze über die beiden ETA-Läufe hinaus aus.

- Die Wechselstromquellenspannungswelle und THD werden aufgezeichnet; für Messungen nach EU 2025/2052 darf die Versorgungsspannungs-THD den Wert von 2 % bis zur 13. Harmonischen nicht überschreiten.
- Messungen werden erst nach Stabilisierung der Spannung, des Stroms, der Leistung und der Temperatur am Betriebspunkt durchgeführt.
- Normale und heiße Testläufe tragen separate Bedingungsbezeichnungen; ihre Daten werden niemals in einem Effizienzdurchschnitt gemischt.

End-to-End Laboratory Walkthrough

Dieser Abschnitt ist die steuernde Operatorsequenz für einen vollständigen Faganas Power Adapters-Lauf. Er wandelt die Anforderungen im Rest dieses Protokolls in eine Arbeitsplatzprozedur um, die vom Probenempfang bis zur Berichtsveröffentlichung befolgt werden kann. Die detaillierten Testabschnitte bleiben für Berechnungen, Betriebspunkte und Pass/Fail-Regeln maßgeblich.

STOP RULE Fahren Sie nicht fort, wenn die Fähigkeit des DUT, die Kabelbewertung, die Fixturbegrenzung, die Instrumentenroute, die Polarität, der Kalibrierzustand oder die erwartete Spannung unbekannt sind. Halten Sie alle Chroma-Eingänge ausgeschaltet und auf 0 A programmiert, bis das spezifische Ausgangsprofil den unbelasteten Spannungsgang bestanden hat.

Stage 1 - Öffnen Sie die Arbeitsanweisung und identifizieren Sie die Probe

- Bestätigen Sie die Arbeitsanweisung, Zielmärkte, erforderliche Eingangsbedingungen, Heißtestbedingung, optionale Tests und Berichtssprache.
- Protokollieren Sie Hersteller, Modell, Probe- und Seriennummern, Lab-ID, Berichts-ID, Zertifizierungs-ID, Kennzeichnungswerte und Kühlungsdeklaration.
- Fotografieren Sie das DUT, die Kennzeichnung, die mitgelieferten Kabel und jeden Ausgangsstecker vor dem Test.
- Isolieren Sie die Probe, wenn sichtbare Beschädigungen, Kontamination, lose Hardware, ein beschädigtes Kabel oder eine nicht lesbare Kennzeichnung vorliegen.

Freigabegate: Die Probenidentität und der angeforderte Umfang stimmen mit dem physischen DUT und der Arbeitsanweisung überein.

Stage 2 - Erstellen Sie die Kapazitäts- und gleichzeitige Ausgangskarte

- Listen Sie jeden physischen Ausgang O1-O5, Steckertyp, festgelegte Spannung, angegebene Stromstärke und kontinuierliche Leistung auf.
- Für USB-C- oder proprietäre Schnellladeprofile protokollieren Sie jedes feste PDO/Profil, PPS/AVS-Bereich, Stromfähigkeit und Kabelanforderung aus nachweisbaren Kapazitätsnachweisen.
- Protokollieren Sie die maximale kombinierte Leistung, garantierte Leistung, temporäre Spitzenleistung und jede angegebene gleichzeitige Leistungsteilung.
- Markieren Sie Ports, die Kapazität teilen. Planen Sie keine Kombination, die der Adapter nicht bewirbt oder aufrechterhält.
- Wenn mehr als fünf Ausgänge gleichzeitig aktiv sein müssen, stoppen Sie den gesamten Testlauf, bis das zweite Chroma-Hauptgerät und die validierte Scope-Routing-Konfiguration in Betrieb genommen sind.

Release gate: Die Faganas-Ausgangs-/Profilinventar ist vollständig und enthält keine unmögliche Zuordnung.

Stage 3 - Überprüfen der Arbeitsplatzbereitschaft

System	Required preflight	Record
AC source - ASR2100	Korrekte USB/LAN-Ressource; Ausgang AUS; 115/60 und 230/50 Programme verfügbar; Spannungs/Stromgrenzen angemessen.	Asset/serial, route, programmed condition
Input analyzer - HMC8015	Korrekte Reichweite, Verdrahtung und Integrationsmodus; Niedrigleistungs-Bereich geeignet für keine Lastarbeit.	Asset/serial, range, calibration ID
Load bank - Chroma 63600	Kanäle 1-5 identifiziert; jeder Eingang AUS; 0 A programmiert; Grenzwerte überschreiten nicht die Nennwerte von DUT/Kabel/Konfiguration.	Mainframe/module IDs and channel map
Scopes - two PicoScope 4444	Differenzialeingänge und zugelassene Zubehörteile; korrekte Bereiche/Kopplung/Bandbreite; keine Überlastungswarnung.	Serial, input, range, coupling, bandwidth
Temperature - TC-08	Erforderliche Thermoelemente identifiziert, angebracht und plausibel bei Umgebungstemperatur.	Asset/serial and probe map
OBPD011 fixture	Bestätigte 5 V Versorgung/Polarität; Board-Revision/Asset-ID; gekennzeichnete Labortoleranz; LOAD-Polarität bekannt.	Fixture-ID/Revision, Versorgung und Akzeptanzgrenze

- Bestätigen Sie den Kalibrierstatus und die Gültigkeit des Prüfdatums für jedes Messgerät.
- Notieren Sie die Umgebungstemperatur und bestätigen Sie, dass der Prüfplatz, die Heißkasten- und Luftstrombedingungen mit der ausgewählten Bedingung übereinstimmen.

Release gate: Die Faganas-Kommunikation ist offen, alle erforderlichen Geräte sind gesund und kein Kanal enthält veraltete Daten.

Stage 4 - Herstellen der stromlosen Verbindungen

- Stellen Sie den ASR2100-Ausgang auf OFF. Bestätigen Sie, dass alle Chroma-Eingänge OFF und 0 A sind. Trennen Sie die DUT-Ausgangskabel, bevor Sie den Fixtur- oder Lastanschluss ändern.
- Verbinden Sie AC-Quelle -> HMC8015 -> DUT-Eingang in der genehmigten Reihenfolge. Verwenden Sie Schutz-Erde nur dort, wo die DUT-Design es erfordert; erstellen Sie niemals eine unbeabsichtigte Ausgangs-Rückführung.
- Weisen Sie O1-O5 den festen Routen unten zu. Verwenden Sie kurze Lastleitungen und die genehmigten differentiellen Messzubehörteile an der definierten Ausgangsmessungsebene.

DUT output	Chroma load	Ripple/transient input	Negotiation interface
O1	Channel 1	PicoScope #1 A	OBPD011/direct breakout as applicable
O2	Channel 2	PicoScope #1 B	Unabhängiges Fixtur, falls Verhandlungen erforderlich sind
O3	Channel 3	PicoScope #1 C	Unabhängiges Fixtur, falls Verhandlungen erforderlich sind
O4	Channel 4	PicoScope #1 D	Unabhängiges Fixtur, falls Verhandlungen erforderlich sind
O5	Channel 5	PicoScope #2 A	Unabhängiges Fixtur, falls Verhandlungen erforderlich sind

CROSS-SCOPE LIMIT O1-O4 sind gleichzeitig auf PicoScope #1 erfasst. O5 wird auf PicoScope #2 erfasst. Die beiden Scopes sind nicht phasensynchronisiert; berichten Sie pro-Ausgangsantwort auf das gemeinsame Ereignis und behaupten Sie keine präzise Zeitangabe zwischen den beiden Instrumenten.

Release gate: Polarität, Kabelbewertung, Lastroute, Scope-Route und Messungsebene werden unabhängig überprüft und protokolliert.

Stage 5 - Energisieren des DUT und Erfassen der Baseline-Zustände

- Bei vollständig physikalisch getrennten Ausgangswegen das gewählte Eingangsbedingung programmieren und den ASR2100-Ausgang auf ON schalten.
- Erlauben Sie der Eingangsleistung und der DUT-Temperatur, sich zu stabilisieren. Bestätigen Sie die Eingangsspannung/Frequenz und das Fehlen von abnormalen Geräuschen, Gerüchen, Funken oder Überhitzung.
- Messen Sie die echte Leerlauf-Eingangsleistung ohne primäre Ausgangsbelastung, Fixtur oder betriebenes Produkt angeschlossen. Ein Chroma-Kanal bei 0 A ist per se kein Beweis für echten Leerlauf.
- Nachdem der echte Leerlauf akzeptiert wurde, schließen Sie jeweils einen erforderlichen Verbindungsfixture oder Breakout an, wobei die Chroma-Eingabe weiterhin OFF und bei 0 A bleibt. Dies sind verbundene Leerlauf-/Verhandlungs-Zustände, keine echten Leerläufe.

Release gate: Echter Leerlauf und jeder erforderliche verbundene Leerlauf-Zustand haben unterschiedliche Aufzeichnungen und Identifizierer.

Stage 6 - Kommissionieren Sie jeden Ausgangsprofil

- Für einen nicht verhandelten festen Ausgang überprüfen Sie die erwartete Leerlaufspannung an der zugewiesenen Route, bevor Sie die Last aktivieren.
- Für einen verhandelten Port verwenden Sie das OBP011-Verfahren im nächsten Abschnitt. Halten Sie die zugewiesene Last OFF/0 A, während Sie einen Modus, eine Spannung oder einen Stromanforderung auswählen oder ändern.
- Erstellen Sie den Faganas-Warteschlangeneintrag als Name=Voltage,Current. Verwenden Sie für einen festen PDO den für diesen PDO angegebenen Strom; für PPS/AVS verwenden Sie die auf dem Fixture ausgewählte Betriebsvertragsstromanforderung.
- Der Profilstrom ist eine Vertrags-/Nennstromgrenze, die für Planung und Sicherheit verwendet wird. Es ist kein Befehl, diesen Strom sofort zu ziehen; der Chroma-Kanal steuert den tatsächlichen Laststrom.
- Bestätigen Sie die physische F/V-Auswahl, wenn Faganas fragt, und lassen Sie die Anwendung die unbelastete Ausgangsspannung überprüfen. Wenn sie nicht übereinstimmt, halten Sie die Last OFF und korrigieren Sie die Einrichtung.

Release gate: Jedes Profil verfügt über eine überprüfte Spannung, Vertrags-/Nennstrom, Kabel, Fixture-Zustand und unveränderliche O1-O5-Route.

Stage 7 - Führen Sie die normalen elektrischen Laufzeiten aus

- Führen Sie die vollständigen 115 V/60 Hz- und 230 V/50 Hz-ETA-Sequenzen getrennt aus. Fügen Sie regionale Eingangsbedingungen nur hinzu, wenn sie vom Arbeitsauftrag ausgewählt wurden.

- Warten Sie an jedem Betriebspunkt auf Stabilisierung, und behalten Sie dann Eingangsspannung/Strom/Leistung/PF; Ausgangsspannung/Strom/Leistung; Wirkungsgrad; Rippel; Temperaturen; Profil; Route und Erfassungs-ID.
- Führen Sie für jedes feste Profil den definierten 10-100%-Sweep durch und behalten Sie explizit 10%, 25%, 50%, 75% und 100% bei. Für PPS testen Sie die Mindest-, Mittel- und Maximalspannung bei den erforderlichen Lasten.
- Erhöhen Sie die Last über den Anwendungsplan; springen Sie während der ersten Kommissionierung nicht direkt zum vollen Vertragsstrom. Beobachten Sie alle aktiven Ausgänge auf Zusammenbruch, erneute Verhandlung oder Strombegrenzung.
- Vervollständigen Sie die Netz-/Lastregelung, leichte Lastpunkte, volle Last PF und die anwendbaren garantierten/Spitzenleistungsprotokolle, ohne Eingangs- oder thermische Bedingungen zu mischen.

Releasegate: Alle erforderlichen Einzelport/Profil/Eingabepunkt sind vollständig, stabil und mit Rohbeweisen verknüpft.

Stufe 8 - Ausführen von simultanen Ausgabeszenarien

- Verwenden Sie einen Chroma-Kanal pro Ausgang und eine geeignete Trigger-/Interface pro unabhängig verhandeltem USB-C-Port. Ein OBPD011 kann nur einen Port verhandeln.
- Schließen Sie und verhandeln Sie die Ausgänge einzeln mit allen Lasten AUS/0 A. Überprüfen Sie nach dem Anschließen des letzten Anschlusses erneut jeden Ausgang, da die Multi-Port-Stromteilverteilung die verfügbaren Profile ändern kann.
- Bestätigen Sie die endgültige O1-O5-Profilkombination in Fagana's, führen Sie dann die ausgewogenen, priorisierten Port-, angezeigten Split-, alle Ports niedrige Last-, voll kombinierte Last-, schlechteste thermische und Umverteilungsszenarien entsprechend durch.
- Verwenden Sie gleichzeitige Chroma-Readbacks, um die gesamte gelieferte Leistung zu berechnen. Ersetzen Sie niemals ein erforderliches gleichzeitiges Ergebnis durch sequenzielle Einzelport-Messungen.

Release gate: jeder aktive Ausgang blieb innerhalb seiner unterstützten Zuordnung, und jede pro-Ausgangsmessung wird unterhalb der Gesamtmenge gespeichert.

Stufe 9 - Erfassung von Rippel-, Transient- und Umverteilungsnachweisen

- Ripple bei 10 %, 25 %, 50 %, 75 % und 100 % pro Profil und bei der schlechtesten gleichzeitigen Bedingung unter Verwendung des dokumentierten Kopplungs-, Bereichs- und Bandbreitenparameters erfassen.
- Führen Sie die anwendbaren Lastschritte, verhandelten Spannungsübergänge, Port-Verbindungs-/Trennereignisse und Stromumverteilungsevents durch. Protokollieren Sie Überhöhung, Unterschwingung, Unterbrechung und Wiederherstellung pro Ausgang.
- Speichern Sie die maschinenlesbaren Messwerte und die entsprechenden Screenshots/Capture-Dateien mit DUT, Lauf, Eingang, Ausgang/Profil, Szenario und Capture-Identifikatoren.

- Für ein fünf-Ausgangs-Ereignis kennzeichnen Sie O5 als Beweis über mehrere Bereiche ungesynchronisiert und vermeiden Sie jegliche phasengenaue Schlussfolgerung zwischen Bereichen.

Release gate: die Einstellungen und die Erfassungsidentität, die zur Wiedergabe jedes Wellenformes erforderlich sind, werden mit dem Ergebnis gespeichert.

Stage 10 - Protection, hot and optional tests

- Führen Sie OCP/OPP nur über die implementierten, validierten Chroma-Verfahren durch und dokumentieren Sie das Auslöse-, Abschalt- und Strombegrenzungsverhalten, Schadensauswirkung und Wiederherstellungsmethode.
- Controlled OVP ist auf der installierten Bank nicht unterstützt. Automatische OTP ist nicht unterstützt. SCP wird nur ausgeführt, nachdem das spezifische Fixtur/Pfad validiert wurde; andernfalls wird N/A mit dem Grund protokolliert.
- Halten Sie die volllast- und schlimmste Mehrausgangs-Wärmebedingungen bis zur Erfüllung der Protokollstabilisierungs-/Gleichgewichtsregel auf. Protokollieren Sie Umgebungstemperatur, Gehäusetemperatur, Stecker/Kabel- und interne Temperaturen, falls instrumentiert.
- Lüften/RPM/Akustik nur ausführen, wenn ein Lüfter tatsächlich vorhanden ist. Speichern Sie fanless als explizites N/A - fanless.
- EMI wird in der separaten EMI-Anwendung/Workflow ausgeführt und gespeichert. Faganas kontrolliert oder erwirbt diesen Test nicht; verknüpfen Sie das externe Ergebnis mit denselben Stichproben-/Berichtsidentifikatoren, wenn die Zertifizierung dies erfordert.

Release gate: Alle anwendbaren Tests sind abgeschlossen; jeder ausgelassene Test ist explizit als N/A mit einem technisch gültigen Grund gekennzeichnet.

Stufe 11 - Validieren, Paketieren und Freigeben des Laufs

- Führen Sie die Anwendungsvollständigkeits- und Konsistenzprüfungen durch. Beheben Sie fehlende Profile, unmögliche Zuordnungen, veraltete Werte, Routenfehler, Kopfzeilen/Tabelle Unterschiede und fehlende Medien.
- Überprüfen Sie abnormalen Ereignisse und Warnungen. Ein funktioneller, thermischer, Schutz- oder externer EMI-Fehler wird nicht durchschnittlich behandelt.
- Überprüfen Sie Probe, Bediener, Datum/Uhrzeit, Umgebung, Regelset-Version, Kalibrierungs-IDs, Instrumenten-Seriennummern/Routen, Fixtur-IDs/Revision, Kabel-IDs und Rohdatei-Hashes.
- Generieren Sie das Transaktionslaufpaket und bestätigen Sie dessen Manifest/Hashes, bevor Sie das Ergebnis akzeptieren oder veröffentlichen.
- Wenden Sie die Bewertungs-/Berechnungsregeln nur auf akzeptierte Quelldaten an. Jede Korrektur führt zu einer geprüften Überarbeitung anstelle der Überschreibung der Rohbeweise.

Release gate: Eine zweite Person oder eine autorisierte Überprüfung bestätigt die technische Vollständigkeit und das endgültige Bericht entspricht dem akzeptierten Paket.

Stufe 12 - Kontrollierter Herunterfahren und Arbeitsplatzrücksetzung

- Führen Sie jeden aktiven Chroma-Kanal schrittweise auf 0 A zurück, schalten Sie jede Eingabe aus und bestätigen Sie, dass der Strom abgefallen ist, bevor Sie eine Beleuchtungsklammer, einen Stecker oder eine Lastleitung berühren.
- Rückkehr der verhandelten Profile zu 5 V oder Trennung des Type-C. Verwenden Sie den dokumentierten Reset-Pfad nur mit ausgeschalteter Last.
- Schalten Sie die ASR2100-Ausgabe AUS, um das DUT zu entladen. Bestätigen Sie, dass die Ausgangs- und Eingangszustände sicher sind, bevor Sie die Kabel trennen.
- Entfernen Sie Thermoelemente und Kabel, ohne das Probenmaterial zu beschädigen. Notieren Sie den endgültigen Probenzustand und alle Abweichungen.
- Setzen Sie die Instrumentbegrenzungen/Bereiche bei Bedarf zurück, löschen Sie temporäre Arbeitsplatzdaten erst nach der Paketüberprüfung und lassen Sie alle Lasteingänge AUS.

ABORT UND SICHER MACHEN Deaktivieren Sie sofort die betroffenen Lastkanäle für unerwartete Spannung, Zusammenbruch/Oszillation, Kabel- oder Steckerverhitzen, Rauch, Geruch, Funkenbildung, Instrumentenüberlastung, Kommunikationsverlust, umgekehrte Polarität, nicht unterstütztes Profil oder Routenfehler. Schalten Sie die AC-Quelle aus, wenn das Entfernen der Last allein die Sicherheit nicht gewährleistet. Protokollieren Sie den Zustand vor erneuter Versuch; umgehen Sie keine fehlgeschlagene Freigabegatter.

Manueller Schnellladungsfixture - On-Bright OBPD011

Der OBPD011 ist eine manuelle Senke/Trigger-Schnittstelle, keine elektronische Last, Leistungsmesser oder USB-IF-Kompatibilitätsanalysator. Er fordert ein vom DUT unterstütztes Schnellladeprofil an und zeigt die vereinbarte Ausgabe an LOAD+ und LOAD-. Der zugewiesene Chroma-Kanal liefert die tatsächliche Last.



Abbildung 1 - On-Bright OBPD011 manuelle Schnellladefixture. Herstellerproduktbild.

AKZEPTANZGRENZE FÜR DIE BESCHÄDIGUNG Die Herstellerseite veröffentlicht nicht die Lastpfadspannung, -strom, -leistung, den Stecker, die Leiterbahn oder die Anschlussbezeichnung, und sie veröffentlicht nicht die Polarität DC-005. Vor der Verwendung überprüfen Sie die dedizierte 5-V-Versorgung und die Polarität, notieren Sie die tatsächliche Board-Revision und legen Sie eine gekennzeichnete konservative Laborkontrollgrenze fest. Die Verfügbarkeit der EPR/AVS-Taste ist kein Beweis dafür, dass der gesamte Fixturpfad bei jeder Quelleistung sicher ist.

Anschluss und Vorflug

Connection/control	Purpose	Operator requirement
DC-005	5 V fixture supply	Verwenden Sie nur die überprüfte, gekennzeichnete Versorgung und Polarität; bestätigen Sie LED9.
Type-C	DUT-Quellenanschluss	Schließen Sie nur an, wenn das ausgewählte Modusverfahren anweist und der Last OFF/0 A ist.
LOAD+ / LOAD-	Verhandelter Ausgang an Chroma	Bestätigen Sie die Polarität und die Leitungsbezeichnung; schließen oder trennen Sie niemals unter Last.
F1-F8	Protokoll/Modus	Bestätigen Sie die entsprechenden LED1-LED8; schließen Sie nicht auf die Spannung von der LED.
V1-V8	Modus-spezifisches Profil/Aktion	Verwenden Sie die untenstehende aktive-Modus-Karte; bestätigen Sie die Ausgangsspannung unabhängig.

- Stellen Sie den zugewiesenen Chroma-Eingang AUS und programmieren Sie 0 A. Schalten Sie andere betroffene Ausgänge AUS, bevor Sie den Zustand eines gemeinsam genutzten Adapters ändern.
- Schließen Sie den PicoScope 4444-Differenzialeingang über das gleiche Ausgangspaar mit dem genehmigten Zubehör, Bereich, Kopplung und Bandbreite an.

- Versorgen Sie die Fixture mit der überprüften 5 V-Versorgung, bestätigen Sie LED9, und folgen Sie dann der exakten Modussequenz. Behandeln Sie die LOAD-Anschlüsse als unter Spannung stehend, wenn Type-C angeschlossen ist.
- Nachdem die Verhandlung abgeschlossen ist, messen Sie LOAD+ zu LOAD-. Aktivieren Sie die Last erst, nachdem die Spannung mit dem vorgesehenen Faganas-Profil übereinstimmt.

Modus und Tastenbelegung

Schlüssel	Modus	Feste Auswahl	Anpassung / besondere Aktion
F1	PD PDO	V1-V5: PDO1-PDO5; V7: PDO8/EPR entry	V8: Hard Reset; V6 undocumented
F2	PPS APDO	V1: PPS1; V2: PPS2	V3/V4: +/-20 mV; V5/V6: +/-500 mV; V7/V8: Icc +/-50 mA
F3	QC 2.0/3.0	V1/V2/V3: 5/9/12 V; V4: enter QC 3.0	V5/V6: +/-200 mV; V7/V8 unused
F4	FCP	V1-V5: 5/9/12/15/20 V	V6-V8 undocumented
F5	SCP_B	V1-V5: 5.5/9/12/15/20 V	V1 also enters; V6/V7: +/-100 mV; V8 unused
F6	UFCS	V2-V6: 5/9/12/15/20 V	V1: enter/exit; V7/V8: +/-100 mV
F7	AVS	V1: AVS1; V2: AVS2	V3/V4: +/-100 mV; V5/V6: +/-1000 mV; V7/V8: Icc +/- (Schritt nicht veröffentlicht)
F8	EPR PDO	V1/V2/V3/V4: PDO1/PDO8/PDO9/PDO10	V5-V8 undocumented in this mode

DOKUMENTATIONSKONFLIKT Ein Herstellerüberblick nennt F8 reserviert, während die spätere vollständige Tabelle und der spezifische Abschnitt F8 als EPR PDO definieren. Überprüfen Sie die tatsächliche Board-Revision bei 5 V mit ausgeschalteter Last, bevor Sie sich auf F8 verlassen. PDO8 wird als 28 V identifiziert; bestimmen Sie PDO9/PDO10 aus dem Capability-Set des DUT und dem gemessenen Ausgang, nicht aus der Knopfnummer.

Fixed USB PD PDO - F1

- Drücken Sie F1 und bestätigen Sie LED1, dann schließen Sie das DUT-Type-C-Kabel an.
- Drücken Sie V1-V5, um PDO1-PDO5 anzufordern. Verwenden Sie nur PDOs, die vom DUT angeboten werden. V7 ist der dokumentierte EPR/PDO8 28 V-Eintrag und erfordert ein EPR-fähiges DUT und Kabel.
- Warten Sie auf die Verhandlung, überprüfen Sie die unbelastete Spannung und notieren Sie Name=Spannung,Strom unter Verwendung des angegebenen Stroms für diese PDO.
- V8 ist Hard Reset. Halten Sie die Last AUS/0 A, drücken Sie es, um zurück zum SPR zu gelangen, und trennen Sie den Type-C, wenn der erwartete Reset nicht beobachtet wird. Überprüfen Sie die Spannung, bevor Sie die Last wieder anschließen.

PPS / APDO - F2

- Drücken Sie F1 und V1, um den 5 V PD-Zustand zu etablieren, schließen Sie das DUT-Type-C-Kabel an und drücken Sie dann F2 und bestätigen Sie LED2.
- Drücken Sie V1 für PPS1 oder V2 für PPS2. Passen Sie die Spannung mit V3/V4 (+/-20 mV) oder V5/V6 (+/-500 mV) an. Passen Sie den angeforderten Vertragsstrom mit V7/V8 (+/-50 mA) an.

- Überprüfen Sie die unbelastete Spannung und geben Sie die überprüfte Spannung plus den ausgewählten Vertragsstromanforderung in Faganas ein. Erhöhen Sie die tatsächliche Chroma-Last schrittweise durch die geplanten Betriebspunkte.

QC, FCP, SCP_B and UFCS

Modus	Safe operating sequence
QC - F3	Bei getrenntem Type-C drücken Sie F3; verbinden Sie erneut; wählen Sie V1/V2/V3 5/9/12 V oder V4 gibt QC 3.0 ein und V5/V6 trimmen +/-200 mV; überprüfen Sie vor der Last.
FCP - F4	Mit Type-C getrennt F4 drücken; wieder anschließen; V1-V5 auf 5/9/12/15/20 V einstellen; vor dem Lastanschluss überprüfen.
SCP_B - F5	Bei getrenntem Type-C-Stecker drücken Sie F5; verbinden Sie erneut; wählen Sie V1-V5 5.5/9/12/15/20 V und trimmen Sie V6/V7 +/-100 mV; überprüfen Sie vor dem Lastanschluss.
UFCS - F6	Mit Type-C getrennt F6 drücken; wieder anschließen; V1 geht ein/aus, V2-V6 wählen 5/9/12/15/20 V und V7/V8 trimmen +/-100 mV; vor Last prüfen.

AVS and EPR

- AVS - F7: Verwenden Sie nur mit einem geeigneten DUT und Kabel. V1/V2 wählen AVS1/AVS2; V3/V4 justieren +/-100 mV; V5/V6 justieren +/-1000 mV. V7/V8 ändern Icc, aber der Hersteller veröffentlicht nicht den Schritt. Nehmen Sie den PPS-Schritt nicht an; validieren Sie das tatsächliche Board/anfordern Sie vor dem Laden.
- EPR - F8: Lastschaltung AUS halten, schließen Sie ein EPR-fähiges DUT/Kabel an, bestätigen Sie das F8-Verhalten bei 5 V, verwenden Sie dann V1/V2/V3/V4 für PDO1/PDO8/PDO9/PDO10. Überprüfen Sie jede unbelastete Spannung vor der Belastung anhand der DUT-Fähigkeitsnachweise.
- Um EPR zu verlassen, trennen Sie den Type-C-Anschluss. Der F1/V8 Hard Reset-Pfad ist ebenfalls für die Rückkehr zu SPR dokumentiert; überprüfen Sie die resultierende Spannung, bevor eine Last aktiviert wird.

Mode change, multi-port use and recovery

- Jeder Moduswechsel wird als Rückkehr zum 5 V-Niveau behandelt. Halten Sie die Last AUS/0 A, drücken Sie die Ziel-F-Taste, trennen/verbinden Sie Type-C, bestätigen Sie 5 V, wählen Sie dann das höhere Profil aus und überprüfen Sie es.
- Ein OBPD011 verfügt über einen Type-C-Eingang und ein LOAD-Paar. Verwenden Sie für jeden verhandelten USB-C-Ausgang, der gleichzeitig aktiv bleiben muss, eine unabhängig geeignete Trigger-/Interface-Einheit.
- Nachdem der letzte Port angeschlossen ist, überprüfen Sie alle Ausgänge erneut, da der Adapter die Leistung umverteilen oder neu verhandeln könnte. Aktualisieren Sie den Plan, wenn die nachhaltige Kombination von der ursprünglichen Werbung abweicht.
- Wenn die Spannung falsch/unstabil ist, deaktivieren Sie sofort den betroffenen Chroma-Kanal, trennen Sie Type-C, stellen Sie sich auf 5 V zurück oder schalten Sie das Fixture neu ein, und schalten Sie die Wechselstromquelle aus, wenn nötig. Protokollieren Sie das angeforderte Profil, die gemessene Spannung, das Kabel, die Route und das Verhalten, bevor Sie erneut versuchen.

Nicht USB-IF-KOMPLIANZ Das OBPD011-Verfahren unterstützt kontrolliertes Engineering und Produktionslast. Es entschlüsselt oder zertifiziert keine Protokollkompatibilität, und seine LEDs sind kein Beweis für das vereinbarte Spannung oder Strom. Behalten Sie externe Fähigkeitsnachweise und gemessene Spannung für jedes kommissionierte Profil bei.

Operator-Checkliste - vor dem Aktivieren einer Last

- Verifizierte 5 V-Fixture-Versorgung und Polarität; LED9 AN; Fixture-ID/Revision protokolliert.
- Richtiger DUT-Port, Kabel/EPR-Bewertung, Chroma-Kanal und PicoScope-Eingang zugeordnet.
- LOAD+ / LOAD- Polarität korrekt; Lasteingang AUS; 0 A programmiert.
- Richtige F-Modus-LED und beabsichtigte V-Aktion ausgewählt.
- Gemessene Leerlaufspannung stimmt mit dem Faganas-Profil überein.
- Vertrags-/Nennstrom wird korrekt protokolliert und nicht mit dem sofortigen Laststrom verwechselt.
- Alle Ausgänge wurden nach der endgültigen Multi-Port-Verbindung erneut überprüft.
- Fixture-Pfad-Akzeptanzgrenze und jede Kabel-/Instrument-Grenze werden eingehalten.

Leerlauf- und Verbund-Idle-Messungen

Leerlaufleistung wird separat bei jeder erforderlichen Eingangsbedingung gemessen, wobei die PA betrieben ist und keine primäre Last angeschlossen ist. Verbund-Idle-Zustände sind zusätzliche Cybenetics-Messungen und ersetzen nicht die regulatorische Leerlaufleistung.

1. Echter Leerlauf: kein betriebenes Produkt oder elektronische Last an irgendeinem Ausgang angeschlossen.
2. Single-Port-Verbund-Idle: jeder verhandelbare Ausgang wird einzeln mit null nützlicher Last verbunden.
3. All-Ports-Verbund-Idle: alle Ports werden mit null nützlicher Last verhandelt/verbunden, wo technisch möglich.

Die Datenbank speichert Eingangsleistung, PF, vereinbarten Zustand, aktive Ports und Eingangsbedingung für jeden Zustand. ETA-Lastlos-Grenzwerte werden nur auf die definierte Lastlos-Messung angewendet.

Single-Port- und Pro-Profile-Effizienzverfahren

Jeder physische Port wird unabhängig charakterisiert. Jeder angegebene feste Profil wird getestet, weil Ports und Profile unterschiedliche Umwandlungsstufen und Verluste haben können.

Profilart	Erforderliche Betriebspunkte
Feste Spannung / proprietär	10% bis 100% des Profilstroms in 5%-Schritten; explizit 10%, 25%, 50%, 75% und 100% einbeziehen
USB-PD feste PDO	Vollständiger 10–100%-Sweep für jede angegebene feste PDO auf jedem Port
PPS	Minimum, Mittelwert und Maximum der PPS-Spannung; 10%, 25%, 50%, 75% und 100% des zutreffenden Stroms plus dynamische Übergangstests

Profilart	Erforderliche Betriebspunkte
Dynamisches/Boost-Profil	Kontinuierliche Tests verwenden garantierte Leistung; Spitzenleistung und Dauer werden separat aufgezeichnet

Tabelle 4 — Effizienztestpunkte pro Profil.

Bei jedem Punkt werden Eingangsspannung/Strom/Leistung/PF, Ausgangsspannung/Strom/Leistung, Effizienz, Rippel, Temperatur und das vereinbarte Profil aufgezeichnet. Lastlos wird separat gemessen.

$$\eta_i = (P_{out,i} / P_{in,i}) \times 100\%$$

$$E_{profile} = (1 / N) \times \sum \eta_i \text{ für den definierten Profil-Lastverlauf}$$

Mehrausgangs- und Shared-Capacity-Verfahren

Ein Mehrausgangs-PA wird sowohl als Sammlung einzelner Ports als auch als kombiniertes System getestet. Die insgesamt gelieferte Ausgangsleistung ist die Summe der gleichzeitig gemessenen Leistung an jedem aktiven Ausgang.

$$\eta_{\text{scenario},i} = (\sum_j P_{\text{out},i,j} / P_{\text{in},i}) \times 100\%$$

Szenariofamilie	Erforderliche Methode
Ausgeglichen	Alle aktiven Ports erhalten gleichmäßige proportionale Last.
Priority-port	Der Port mit der höchsten Leistung wird zuerst belastet; der verbleibende garantierte Strom wird den anderen aktiven Ports zugewiesen.
Angegebene Aufteilungen	Jede gleichzeitige Stromverteilung, die vom Hersteller explizit beworben wird, wird getestet.
Alle-Ports-Niedriglast	Alle Ports sind bei einer niedrigen kombinierten Last aktiv, um schlechtes Leichtlastverhalten zu offenbaren.
Volle kombinierte Last	Alle anwendbaren Ports betreiben bei der maximalen kontinuierlichen kombinierten Ausgangsleistung.
Schlechteste thermische Aufteilung	Die Zuordnung, die die höchste interne oder Steckverbinder-Temperatur erzeugt, wird als standardisierter Ergebnis behalten.
Umladung	Ports werden verbunden/abgetrennt und die Last wird übertragen, während Spannung, Unterbrechung, Überhöhung und Neuverhandlung erfasst werden.

Tabelle 5 — Standardisierte Mehrausgangs-Szenariofamilien.

Für Shared-Capacity-Ports ist der proportionale Zuordnungs-Abminderungsfaktor das Verhältnis zwischen maximaler kombinierter Ausgangsleistung und der Summe der individuellen Port-Nameplate-Leistungen. Der Referenzstrom jedes Ports wird mit diesem Faktor für die anwendbare gleichzeitige Lastbedingung multipliziert. Für DUTs mit bis zu fünf aktiven Ausgängen wird jedes standardisierte gleichzeitige Szenario mit einem dedizierten Chroma-Kanal pro Ausgang ausgeführt; die insgesamt gelieferte Leistung wird aus den gleichzeitigen Kanalarückmeldungen berechnet. Ein DUT, das mehr als fünf gleichzeitige Ausgänge benötigt, wird nicht durch einen Ersatz- oder sequenziellen Ergebnis dargestellt: es erfordert das geplante zweite Mainframe und die validierte Routing vor dem Abschluss aller Port-Szenarien.

- Szenariofamilien werden gewichtet, nicht durch rohe Szenariozahlen, sodass Produkte mit mehr angegebenen Profilen nicht aufgrund der Profilanzahl mehr oder weniger Bewertungsgewicht erhalten.
- Für EU-Konformität werden adaptive Versorgungen bei der niedrigsten und höchsten anwendbaren Ausgangsspannung getestet, und Mehrausgangs/Nameplate-Berechnungen folgen dem ausgewählten regulatorischen Regelwerk.
- Jede pro-Port-Messung und Zuordnung wird gespeichert und veröffentlicht; die Aggregation ersetzt niemals die zugrundeliegende Beweisführung.

Hierarchical Efficiency Aggregation

Die flache Durchschnittsbildung aller Rohprofile und Szenarien ist verboten, da sie unverhältnismäßiges Gewicht auf Produkte mit vielen Ports oder Profilen verleiht. Rev. 1.2 verwendet eine hierarchische Aggregation.

$$E_{\text{port}} = \text{arithmetischer Mittelwert aller erforderlichen } E_{\text{profile}}\text{-Werte für diesen physikalischen Port}$$

Esingle = arithmetischer Mittelwert von Eport über physikalische Ports

Emulti = arithmetischer Mittelwert der standardisierten Ergebnisse der mehrausgangs-Szenario-Familie

Ecomparative = Esingle (single-output PA)

Ecomparative = 0.5 × Esingle + 0.5 × Emulti (mehrkanaliger PA)

Ecomparative ist der veröffentlichte Rangwert. Um zu verhindern, dass ein schwacher Betriebsmodus verdeckt wird, ist die Effizienz-Eignungsebene für eine Mehrfachausgangs-PA die niedrigere Ebene, die unabhängig von Esingle und Emulti erreicht wird. Für eine Einzel-Ausgangs-PA ist sie die Ebene, die von Esingle erreicht wird.

Hinweis: Bei einem Mehrkanal-PA werden der veröffentlichte Rangwert (Ecomparative) und die verliehene ETA-Stufe aufgrund des Designs aus unterschiedlichen Größen abgeleitet — der Rangwert ist die 0.5×Esingle + 0.5×Emulti-Mischung, während die verliehene Medaille den niedrigeren der Esingle- und Emulti-Eignungsniveaus verwendet. Der Rangwert eines Geräts und seine Medaille können daher unterschiedliche Betriebsmodi widerspiegeln.

ETA Efficiency Levels and Awarding Logic

Ein PA erhält unabhängige ETA-Zertifizierungen für 115 V und 230 V. Die Leistungsklasse basiert auf der kontinuierlichen kombinierten Ausgangsleistung. Die untenstehenden Tabellen sind die ursprüngliche Rev. 1.2-Regelset und werden für spätere Kalibrierungen nach Verfügbarkeit einer repräsentativen Beta-Bevölkerung versioniert. Regelset-Versionen sind unabhängig von der Versionsnummer dieses Dokuments: das „Rev. 1.2-Regelset“ ist das Effizienz-Regelset, das erstmals in Dokumentrevision 1.2 definiert wurde, und bleibt in diesem Dokument aktuell.

ETA-Stufe	Class A ≤6 W	Class B 6–49 W	Class C 49–150 W	Class D >150 W
DIAMOND	≥87	≥92	≥94	≥95
TITANIUM	≥85	≥90	≥92	≥93
PLATINUM	≥83	≥88	≥90	≥91
GOLD	≥81	≥86	≥88	≥89
SILVER	≥78	≥84	≥86	≥87
BRONZE	≥75	≥81	≥83	≥84

Tabelle 6 — Mindestgesamtwirkungsgrad (%), 230 V Eingang.

ETA-Stufe	Class A ≤6 W	Class B 6–49 W	Class C 49–150 W	Class D >150 W
DIAMOND	≥85	≥90	≥92	≥93
TITANIUM	≥83	≥88	≥90	≥91
PLATINUM	≥81	≥86	≥88	≥89
GOLD	≥79	≥84	≥86	≥87
SILVER	≥76	≥82	≥84	≥85
BRONZE	≥73	≥79	≥81	≥82

Tabelle 7 — Mindestgesamtwirkungsgrad (%), 115 V Eingang.

No-Load Limits

ETA-Stufe	Class A ≤6 W	Class B 6–49 W	Class C 49–150 W	Class D >150 W
DIAMOND	0.020	0.030	0.050	0.075
TITANIUM	0.030	0.040	0.070	0.100
PLATINUM	0.040	0.055	0.090	0.130
GOLD	0.050	0.070	0.110	0.150
SILVER	0.060	0.085	0.130	0.180
BRONZE	0.075	0.100	0.150	0.210

Tabelle 8 — Maximale Leerlaufleistung (W), separat an jedem ETA-Eingangsspannung angewendet.

Power-Factor Limits

Der Leistungsfaktor wird an jedem Lastpunkt gemessen und berichtet. Er beeinflusst das ETA-Niveau nur, wenn die Nennkontinuierliche Leistung 70 W überschreitet.

ETA-Stufe	PF — 230 V	PF — 115 V
DIAMOND	≥0.950	≥0.985
TITANIUM	≥0.940	≥0.980
PLATINUM	≥0.935	≥0.975
GOLD	≥0.930	≥0.970
SILVER	≥0.920	≥0.960
BRONZE	≥0.900	≥0.950

Tabelle 9 — Mindestvollastleistungsfaktor für PA über 70 W.

Final ETA Award

1. Berechnen Sie die Effizienz-Eignungsebene. Bei einem Mehrausgangs-PA verwenden Sie die niedrigere Ebene, die von Esingle und Emulti erreicht wird.
2. Berechnen Sie die höchste Stufe, deren Leerlaufgrenze erfüllt ist.
3. Für PAs über 70 W berechnen Sie den höchsten Pegel, dessen vollastiger PF-Grenzwert erfüllt ist.
4. Der vorläufige ETA-Level ist der niedrigste der anwendbaren Effizienz-, Leerlauf- und PF-Ebenen.
5. Wenden Sie alle obligatorischen Zertifizierungsgatter an. Ein gescheiterter Gatter verhindert die Zertifizierung; er wird nicht in ein niedrigeres Medaillon umgewandelt.

$$ETA_{final} = \min(LevelEfficiency, LevelNo-load, LevelPF) \text{ unter Berücksichtigung aller obligatorischen Gates}$$

Regulatory Compliance Layer

Die regulatorische Konformität wird unabhängig vom Cybenetics ETA-Level berechnet. Jeder Markt verwendet eine versionierte Regelset mit eigenem Umfang, Formeln, Messebene, Eingabebedingungen und Gültigkeitsdaten.

Region	Rule family	Core calculation
United States	DoE Level VI / 10 CFR 430	Leerlauf plus durchschnittliche Wirkungsgrad bei 25 %, 50 %, 75 % und 100 % unter Verwendung der anwendbaren DOE-Formel
European Union – current	Regulation (EU) 2019/1782	Leerlauf- und Durchschnittsaktivwirkungsgrad bei den erforderlichen festen Lastpunkten
European Union – from 14 Dec 2028	Regulation (EU) 2025/2052	Leerlauf, 10 % Niedriglast, falls zutreffend, durchschnittliche Effizienz bei 25/50/75/100 %, Mehrfachausgang/adaptive Regeln und Interoperabilität
Other selected regions	GB, Top Runner, MEPS, BEE, SASO/ESMA	Berechnet mit der im Auftragsformular ausgewählten Version

Tabelle 10 — Regulatorische Regel-Familien. Genau Formeln werden als versionierte Regel-Protokolle aufbewahrt.

Compliance separation: Ein Produkt kann trotz eines starken Cybenetics-Effizienzresultats weiterhin nicht für einen Zielmarkt zertifiziert sein, wenn es die obligatorische Vorschrift dieses Marktes nicht erfüllt. Beide Ergebnisse werden explizit angezeigt.

Mandatory Conducted EMI

Begrenzte EMI ist für jede PA-Zertifizierung gemäß diesem Protokoll obligatorisch. Die Mindestmethode folgt EN 55032/CISPR 32 Klasse B unter Verwendung eines kalibrierten EMI-Empfängers und LISN. Abgestrahlte EMI liegt außerhalb des obligatorischen Grundumfangs, es sei denn, sie ist im Arbeitsauftrag enthalten.

Betriebsgrenze: Die EMI-Aufnahme wird in der separaten Cybenetics EMI-Anwendung und Laborworkflow durchgeführt, nicht in Faganas Power Adapters. Das resultierende Trace-Paket wird mit denselben DUT-, Proben- und Berichtsidentifikatoren verknüpft.

- Run at 115 V / 60 Hz and 230 V / 50 Hz.
- Erfassen und speichern Sie Leitungs- und Neutraleiter-Verläufe, Grenzwerte, Detektor-Einstellungen, Frequenzbereich, Geräte- und Kalibrierungsreferenzen.
- Test the highest-power single-port profile.
- Für einen Mehrkanal-PA müssen auch die schlimmsten gleichzeitigen abgeleiteten-Emissions-Szenarien getestet werden, die während der Vorprüfung identifiziert wurden.
- Pass/Fail-Protokoll und der minimale Abstand zum geltenden Grenzwert aufzeichnen.
- Ein durchgeführter EMI-Fehler blockiert die Zertifizierung auf beiden ETA-Ebenen, bis er korrigiert und erneut getestet wurde.

Regulation, Ripple and Transient Performance

Load and Line Regulation

Die Ausgangsspannung wird an jedem Wirkungsgradpunkt aufgezeichnet. Die Regelung wird pro Ausgang/Profil über den Lastsweep und über die anwendbaren Eingangsspannungen berechnet. Für gleichzeitige Szenarien wird jeder aktive Ausgang unabhängig bewertet.

Ripple and Noise

Ripple wird am Ausgangsmessplatz mit dem dokumentierten Bandbreite, Sondeanschluss und Testhalter gemessen. Die Ergebnisse werden pro Port/Profil bei 10 %, 25 %, 50 %, 75 % und 100 % Last und für den schlimmsten gleichzeitigen Szenario aufgezeichnet. Bei der installierten Fünf-Ausgangsbank werden Ausgänge 1-4 gleichzeitig auf den Eingängen A-D des PicoScope 4444 #1 und Ausgang 5 auf dem Eingang A des PicoScope 4444 #2 erfasst; der Bericht behält die Oszilloskop-Seriennummer, Eingang, Kopplung, Bereich, Bandbreite und Erfassungs-ID für jeden Ausgang bei. Ripple bei mittlerer Last, der deutlich höher als bei voller Last ist, wird zur Überprüfung markiert.

Transient and Redistribution Tests

- Profile-Ladestufen, die niedrig-mittel- und mittel-voll Lastbetrieb darstellen.
- Portverbindung und -trennung während des Betriebs im geteilten Kapazitätsmodus.
- USB-PD/PPS Spannungsübergänge, Nachverhandlungen, Überschwngen, Unterschwingen und Unterbrechungszeit.
- Leistungsumverteilung, wenn ein Prioritätsport aktiviert oder deaktiviert wird.
- Pass/fail-Ergebnis plus Scope-Screenshots und maschinenlesbare Messwerte. Kanäle auf demselben PicoScope werden gleichzeitig erfasst. Ein fünf-Ausgangs-Ereignis erstreckt sich über zwei Geräte und wird als cross-scope, unsynchronisiert gekennzeichnet: Es unterstützt pro-Ausgangs-Transienten-/Umwertungsbelege, wird jedoch nicht verwendet, um eine phasengenaue Zeitangabe zwischen den beiden PicoScopes zu beanspruchen.

Protection Tests

Das Schutzverhalten wird bei Normaltemperatur gemessen und bei technisch anwendbaren Bedingungen bei heißer Temperatur wiederholt. Jeder Ergebnis speichert den Auslösewert, das Abschaltresultat, das Schadensresultat, die Wiederherstellungsmethode und die Operator-Notizen.

Protection	Required coverage
OVP	Pro Ausgangsleiter/Profil, bei dem das Design eine kontrollierte Prüfung zulässt
OCP	Per physical output and shared-capacity group
OPP	Kombinierter Adapterausgang bei Normal- und Heißbedingungen
SCP	Jede physische Ausgabe; Bestätigung von Abschaltung/Strombegrenzung und sicheren Wiederherstellung
OTP	Thermische Abschaltverhalten bei Implementierung
Lüfterausfall	Informationsfeld Ja/Nein/N/A; Test erforderlich nur, wenn ein Lüfter installiert ist

Table 11 — Protection-test coverage.

Thermal and Hot Performance

Das thermische Verhalten wird gemessen, nicht aus Sicherheitsdokumenten abgeleitet. Die volle Last und die schlechtesten Mehrausgangsbedingungen werden bis zum thermischen Gleichgewicht bei der angegebenen Umgebungstemperatur aufrechterhalten.

- Aufzeichnen von Gehäuse-Hot-Spots, zugänglichen Oberflächentemperaturen, Stecker- und Kabeltemperaturen, internen Temperaturen bei Instrumentierung und Umgebungstemperatur.
- Messung der Effizienzverschlechterung zwischen Normal- und Heißbedingungen.
- Thermische Bilder und Temperatur-/Zeitkurven speichern.
- Ein gemessener Zugangsoberflächenfehler gegen den anwendbaren Protokollgrenzwert blockiert die Zertifizierung.

Conditional Fan and Acoustic Testing

Rauschmessung ist bedingt und beeinflusst die ETA-Effizienzstufen in Rev. 1.2 nicht.

Kühlungsdeklaration	Editorverhalten	Abschlussregel
Fan = Nein	Akustischer Abschnitt wird ausgeblendet und als N/A gespeichert — lüfterlos	Kein akustischer Blocker
Fan = Ja	Akustischer Abschnitt, RPM-Felder und Upload-Slots werden angezeigt	Geräuschdaten sind vor Abschluss erforderlich

Table 12 — Conditional acoustic workflow.

- Für Lüfterausgestattete PAs messen Sie den stationären Schalldruck und die Lüfterdrehzahl bei repräsentativen Lastpunkten durch die volle kombinierte Last nach thermischer Stabilisierung.
- Veröffentlichen Sie eine Last/Lärm-Kurve, maximalen Lärm, relevante tonale Beobachtungen und Lüftergeschwindigkeitsverhalten.
- PA akustische Pegel dürfen erst nachdem genügend lüfterausgestattete Proben vorhanden sind, um vertretbare Schwellenwerte festzulegen, eingeführt werden.

Zusätzliche Cybenetics-Leistungsprüfungen

Die folgenden Tests werden getrennt vom ETA-Medaille berichtet, es sei denn, eine zukünftige Regelsetzungsrevision beinhaltet sie ausdrücklich:

- Hot-box-Effizienz-Degradationskurve.
- Multi-Port-Derating- und Umverteilungskarte.
- Real-world-Smartphone-Ladekurve, einschließlich Abkling- und Trickle-Verhalten.
- USB-PD/PPS-Dynamikverhalten und Spannungsverfolgung.
- Referenzkabelwiderstand und Spannungsabfall.
- Wireless-Effizienz, Ausrichtungsempfindlichkeit und Spulen-Temperatur, wenn Wireless-Laden integriert ist.
- Peak-Leistungsdauer und Wiederherstellung für dynamische Adapter.

Stichproben, Wiederholbarkeit und Grenzwert-Ergebnisse

1. Wenn ein Bewertungsergebnis innerhalb von 0.1 Prozentpunkten einer Grenze liegt, fordern Sie eine zweite Probe an.
2. Wenn die zweite Probe von der ersten um mehr als 0.5 Prozentpunkte abweicht, fordern Sie eine dritte Probe an.
3. Jeder Probenahmebehälter ihre eigenen Messungen, Kennzeichnungen und berechneten Ergebnisse; Ergebnisse werden niemals durch eine andere Probe überschrieben.
4. Das Zertifizierungsprotokoll identifiziert die Probenmenge und die Regel, die zur Bestimmung des veröffentlichten Ergebnisses verwendet wurde.
5. Ein abnormaler Schutz, EMI, thermischer oder funktionaler Ausfall wird niemals durchschnittlich behandelt.

Datenqualität, Nachvollziehbarkeit und automatisierte Validierung

- Rohimportierte Messungen und Medien-Hashes sind nach der Akzeptanz unveränderlich; Korrekturen erzeugen eine geprüfte Überarbeitung. Für jeden Multi-Output-Punkt speichert die Ausführung die logische Ausgangs-ID, Chroma Mainframe/Kanal, PicoScope Seriennummer/Eingang, befohlene Last, Lastrückmeldung und Erfassungs-ID; diese Routenprotokolle sind unveränderlich mit der Rohmessung.
- Überschriftenwerte, Scores und ETA-Stufen werden aus Quellmessungen und Regelset-Versionen berechnet.
- Der Editor überprüft fehlende Ports/Profile, unmögliche Leistungszuweisungen, Überschrift/Tabelle-Unstimmigkeiten und unvollständige obligatorische Medien.
- Cross-Voltage-Checks markieren ungewöhnlich große 115 V versus 230 V Unterschiede in Effizienz, Regelung, Rauschen und anderen vergleichbaren Metriken.
- Intermediate-Load-Rauschen, das deutlich über nahegelegenen Volllastergebnissen liegt, wird markiert.
- Kalibrierungs-IDs, Instrumentenbereiche, Unsicherheit, Bediener, Daten und Umgebungsbedingungen werden mit jedem Lauf gespeichert.
- Manuelle Überschreibungen erfordern einen Grund, Benutzeridentität und Zeitstempel und verändern niemals die zugrundeliegenden Rohdaten.

Verpflichtende Zertifizierungsschleusen

Tor	Erforderlicher Zustand	Auswirkung
Geltende regionale Effizienzregel	Bestanden	Fehlschlag verhindert die Zertifizierung für diesen Markt
Conducted EMI	Bestanden	Muss für jede PA-Zertifizierung gelten
Thermische/berührungs-temperaturevaluierung	Bestanden	Gemessene Bewertung; keine Sicherheitsdokument-Upload erforderlich
Erforderliche Schutztests	Complete and coherent	Fehlender Auslöser/Ergebnis oder Schaden blockiert die Zertifizierung
Erforderliche elektrische Daten (bis zu fünf gleichzeitige Ausgänge auf der installierten Bank)	Vollständig	Alle ausgewählten Ports, Profile, Eingänge und Szenarien berücksichtigt
Erforderliche Medien/rohe Beweise	Vollständig	EMI-Verläufe, Scope-Aufnahmen, Tabellen und thermische Beweise vorhanden
Unresolved functional failure	None	A failed or broken sample remains a blocker

Tabelle 13 — Verpflichtende Schleusen, die nach der vorläufigen ETA-Berechnung angewendet werden.

Zertifizierung und Berichterstattung

Jeder zertifizierte PA erhält separate ETA-230V- und ETA-115V-Ergebnisse, die mit dem Produkt, der Probenmenge, der Methodiküberarbeitung und der Regelset-Version verbunden sind. Der öffentliche Bericht und die Datenbanken müssen genügend Details offenlegen, um das Ergebnis zu verstehen, ohne private Arbeitsauftragsinformationen preiszugeben.

- Produktidentität, Eingangswerte, Leistungsklasse, kontinuierliche/garantierte/Spitzenleistung und Kühltyp.
- Vollständige physische Port-, festprofilige, PD/PPS- und geteilte Kapazitätskarte.
- ETA-Level und Wirkungsgradresultat bei 115 V und 230 V.
- Einzelportblock, Mehrportblock und Gesamtwirkungsgradvergleich.
- Effizienzkurven pro Port/pro Profil und standardisierte Mehrausgangsszenarien.
- Leerlauf-, angeschlossenen Leerlauf- und Volllast-PF-Ergebnisse.
- Regionale Compliance-Ergebnisse mit Regelset-Version und Gültigkeitsdatum.
- Pflichtige EMI-Verläufe, Pass/Fail-Ergebnis und Margin.
- Regulierung, Rippel, Transient, PD/PPS und Schutzresultate.
- Normale/heiße thermische Ergebnisse, Temperaturanstieg und thermische Bildgebung.
- Bedingte Lüfter-/Geräuschergebnisse oder explizites N/A — Lüfterlosigkeit.
- Geräte, Kalibrierung, Unsicherheit, Prüfdaten, Analyst und Genehmigungsprotokolle.
- Für verhandelte Ausgänge, Fixtur-Asset/Revision, Protokollmodus, F/V-Aktion, angefordertes Profil/Strom, Kabel-ID, überprüfte Leerlaufspannung und Fixtur-Akzeptanzgrenze.

Rule-Set Versioning and Beta Calibration

ETA-Schwellenwerte in den Tabellen 6–9 bleiben eine erste Vorschlag. Sie müssen als versionierte Daten implementiert werden, anstatt als fest codierte Anwendungskonstanten. Jede Regelmenge protokolliert Revision, Gültigkeitsdatum, Eingangsspannung, Leistungsklasse, Effizienzschwelle, Leerlaufgrenze, PF-Grenze und anwendbare Tore.

Während der Beta-Phase soll Cybenetics die Populationsverteilung nach Leistungsklasse, Anzahl der Ports und Topologie überprüfen. Eine erneute Kalibrierung erstellt einen neuen Regelsatz; zuvor ausgegebene Berichte behalten ihre ursprünglichen berechneten Ergebnisse bei, es sei denn, sie werden ausdrücklich unter einer neueren Revision erneut ausgegeben.

Referenzen

- [1] U.S. Department of Energy, Energy Conservation Standards for External Power Supplies, DoE Level VI, 10 CFR Part 430 and Appendix Z.
- [2] Verordnung (EU) 2019/1782 der Kommission, ökodesignanforderungen für externe Netzteile.
- [3] Verordnung (EU) 2025/2052 der Kommission, ökodesignanforderungen für externe Netzteile, drahtlose Ladegeräte, drahtlose Ladepads, Akkuladegeräte und USB-Type-C-Kabel.
- [4] EN 50564:2011 / IEC 62301, Messung des Standby- und Leerlaufstroms.
- [5] EN 55032 / CISPR 32, elektromagnetische Verträglichkeit von Multimedia-Geräten — Emissionsanforderungen.
- [6] EN/IEC 61000-3-2, Grenzwerte für harmonische Stromemissionen.
- [7] IEC 62368-1, audio/video, information and communication technology equipment — Sicherheitsanforderungen und zulässige Oberflächentemperaturgrenzen.
- [8] USB Type-C Kabel und Steckverbinderspezifikation, Release 2.4.
- [9] USB Power Delivery Specification, Revision 3.2, Version 1.1.
- [10] Cybenetics ETA und LAMBDA Zertifizierungsmethodik, www.cybenetics.com.
- [11] On-Bright OBPD011 Produktseite und Hersteller-Betriebsbilder, <https://www.on-bright-gz.com/goods-377.html> (zugriff am 18. Juli 2026).
- [12] Cybenetics, On-Bright OBPD011 USB-C Fast-Charge Test Fixture - English Operator Guide and Faganas Power Adapters Bench Methodology, Revision 1.0, July 2026.