



PERFORMANCE-KIT
ANLEITUNG ZUR HALTBARKEIT

STARLINK

INHALTSVERZEICHNIS

01 ÜBERBLICK 3

1.1 Starlink Performance – Highlight	3
--------------------------------------	---

02 DETAILS ZUR HALTBARKEIT 5

2.1 Schneeschmelze	5
2.2 Hagel	5
2.3 Herunterfallen	5
2.4 Vibration	5
2.5 Stoß	6
2.6 Eindringen von Wasser und Staub	6
2.7 Thermisch	6
2.7.1 Thermische Leistungsgrenzen	7
2.7.2 Thermisch beschleunigte Lebensdauertests	7
2.8 Korrosion/Meeresumgebung	8
2.9 Wind	8

03 DETAILS ZUM ERWEITERTEN NETZTEIL 8

3.1 Eingangsspannung und Frequenz	8
3.2 IEC-Normenprüfung	9

04 STARLINK PERFORMANCE – LEISTUNGS-AUFNAHME 9

05 REFERENZEN 10

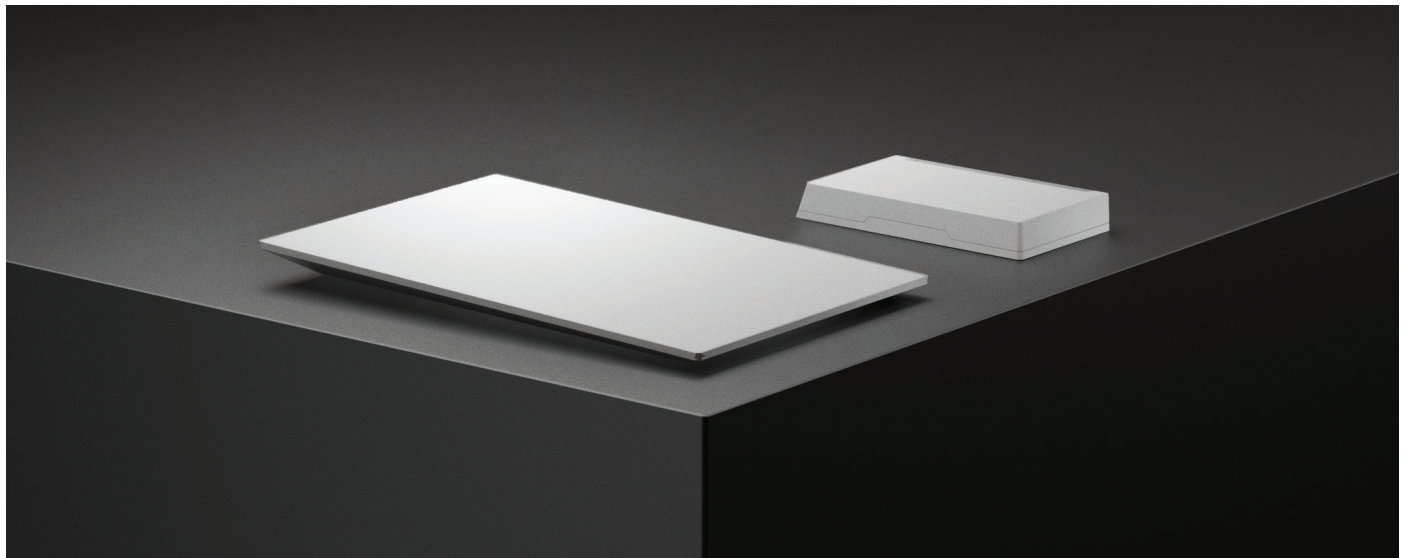
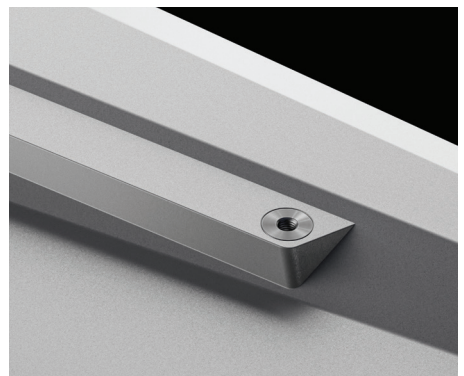
01. ÜBERBLICK

Mit diesem Dokument sollen zusätzliche Informationen zur Haltbarkeit des Starlink-Performance-Kits in realen Umgebungen bereitgestellt werden. Diese Informationen ersetzen keine Produktzertifizierungen oder empfohlenen Nutzungsbeschränkungen und dienen nur zu Referenzzwecken.

1.1 | STARLINK PERFORMANCE HIGHLIGHTS

Starlink Performance wurde als robuste Lösung für Kund*innen entwickelt, die eine zuverlässige Highspeed-Konnektivität in schwierigen Umgebungsbedingungen benötigen. Zu den hochmodernen Haltbarkeitsmerkmalen zählen unter anderem:

- Ein pulverbeschichtetes Aluminiumgehäuse für Aufprallschutz und Korrosionsbeständigkeit
- Wasser- und staubdicht gemäß IP68 ohne montierten Stecker sowie ein verriegelbarer Stecker, der einen Wasser- und Staubschutz gemäß IP69K bietet
- Entwickelt, um Umgebungen mit starken Vibrationen und Stoßbelastungen standzuhalten
- 140°-Scanwinkel, ideal für Unternehmens- und Mobilitätsanwendungen
- Erweitertes Netzteil mit Wechselstrom (primär), Gleichstrom (primär) oder Wechselstrom (primär) + Gleichstrom (Backup)
- Vor Ort abschließbarer Stecker für die kundenspezifische Montage
- Gewindeeinsätze aus Edelstahl für eine robuste Montage
- Verbesserte thermische Leistung für effizientes Schneeschmelzen und höhere Leistung bei extremen Temperaturen

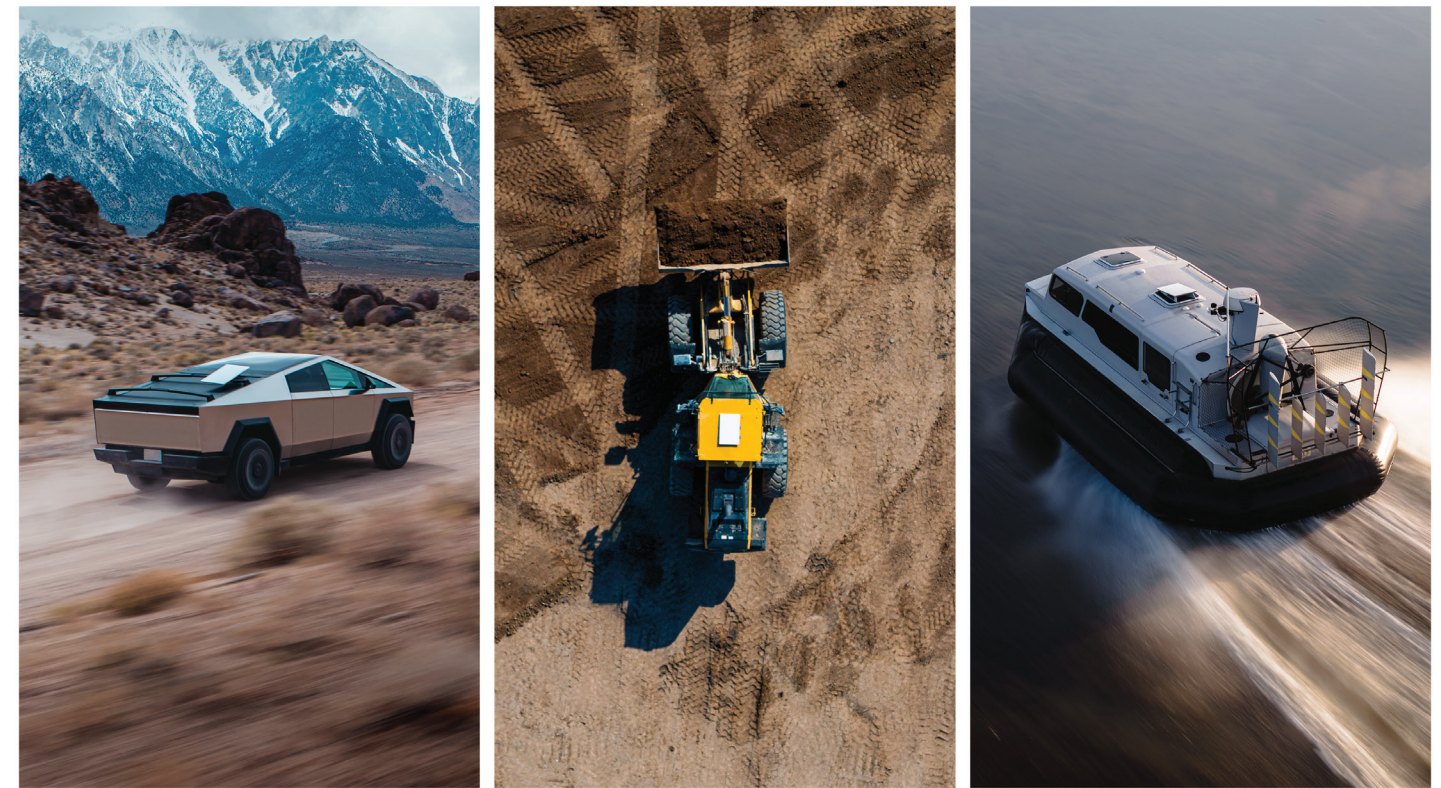


Das Starlink-Performance-Kit wurde gründlich getestet, um den in Tabelle 1 aufgeführten Bedingungen standzuhalten. Es hat eine Lebensdauer von 10 Jahren, die auf Worst-Case-Umgebungen basiert. Die Zuverlässigkeitstestprofile wurden unter Berücksichtigung der extremsten klimatischen Bedingungen, darunter Wüsten- und Arktisumgebungen sowie vibrations- und feuchtigkeitsintensive Umgebungen, abgeleitet.

Tabelle 1: Übersicht über die Haltbarkeit von Starlink Performance

Haltbarkeitstest		Starlink Performance	Erweitertes Starlink-Netzteil
Hagel		1,25 Zoll	1,25 Zoll
Herunterfallen		1,0 m	1,5 m
Vibration	PSD	3,96 GRMS	3,96 GRMS
	Dauer	34 Stunden/Achse	34 Stunden/Achse
Stoß	Funktional	50 g, 11 ms Halb-Sinus-Impuls	50 g, 11 ms Halb-Sinus-Impuls
	Zusammenstoß	75 g, 6 ms Sägezahnimpuls	-
Eindringen von Staub/Wasser		IP69K	IP68
Korrosion/Meeresumgebung		ASTM B117 und G85 A3	-
Thermische Betriebsgrenzen	Max. Temp.	60 °C (140 °F)*	60 °C (140 °F)
	Min. Temp.	-40 °C (-40 °F)	-40 °C (-40 °F)
Wind		270+ km/h (170+ mph)	-

* Die Leistungsrosselung kann bei niedrigeren Temperaturen einsetzen, um das Gerät zu schützen (dies variiert je nach Durchsatz)
** Getestet auf Starlink-Keil- und Flachhalterungen



02. STARLINK PERFORMANCE – DETAILS ZUR HALTBARKEIT

2.1 | SCHNEESCHMELZE

Starlink Performance ist in der Lage, Schnee mit einer Geschwindigkeit von 8,9 cm/h (3,5 Zoll/h) zu schmelzen, wenn die Schneedichte 100 kg/m³ beträgt, und mit einer Geschwindigkeit von 13,2 cm/h (5,2 Zoll/h), wenn die Schneedichte 68 kg/m³ beträgt. Um das beste Signal mit Starlink-Satelliten zu erhalten, sollte das Nutzer-Terminal entweder mit einer Keilhalterung, einer Wandhalterung oder einem Rohradapter montiert werden, damit Wasser von der Oberfläche abfließen kann.

2.2 | HAGEL

Starlink Performance und das erweiterte Starlink-Netzteil sind so ausgelegt, dass sie Hagelschlägen mit einem Durchmesser von bis zu 1,25 Zoll standhalten, ohne die Leistung zu beeinträchtigen.

2.3 | HERUNTERFALLEN

Starlink Performance bleibt nach einem Fall aus 1,0 Metern Höhe auf Stahl auf jeder seiner Oberflächen funktionsfähig. Das erweiterte Starlink-Netzteil bleibt nach einem Fall aus 1,5 Metern Höhe auf Stahl auf jeder seiner Oberflächen funktionsfähig.

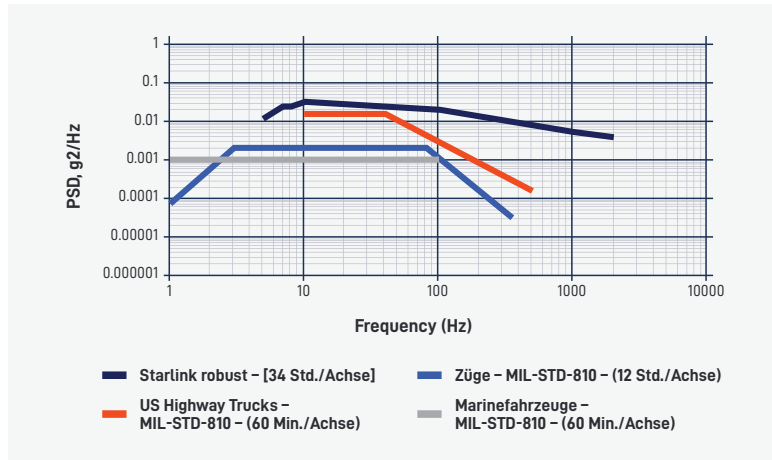
2.4 | VIBRATION

Starlink Performance und das erweiterte Starlink-Netzteil wurden für ein robustes Vibrationsprofil auf Keilhalterungen und Flachhalterungen für Mobilität qualifiziert. Um eine äquivalente Lebensdauer von 10 Jahren zu erreichen, wurde dieses Profil durch Anpassung der Leistungsdichte (PSD), der Frequenzhaltepunkte und der Testdauer an die Einsatzbereiche Schiene, Bau, Landfahrzeug, Wasserfahrzeug und Landwirtschaft erstellt. Obwohl einige Branchenprofile bei bestimmten Frequenzen eine höhere PSD aufweisen können, bietet die kumulative Schädigung durch eine längere Testdauer einen zusätzlichen Schutz, um PSD-Unterschiede auszugleichen. Jede Achse wird auf den gleichen Ebenen ausgeführt, um die Hardware für jede Montageausrichtung zu qualifizieren.

Tabelle 2: Expositionswerte des robusten Starlink-Profiles

Vertikal/Transversal/Längsschnitt	
Frequenz (Hz)	PSD, g ² /Hz
5	0.0115
7	0.0231
8	0.0231
10	0.0249
100	0.0192
1.000	0.0050
2.000	0.0037
Testdauer: 34 Stunden pro Achse	
GRMS: 3.69	

Abbildung 1: Vergleich der Vibrationstestprofile für den allgemeinen Gebrauch – vertikale Achse



Oben finden Sie Testprofilvergleiche zwischen unseren qualifizierten Stufen und MIL-STD-810H. Bitte beachten Sie, dass sich die Testdauern unterscheiden und in der Legende aufgeführt sind.

2.5 | STOSS

Starlink Performance und das erweiterte Starlink-Netzteil wurden für ein intern abgeleitetes Stoßprofil qualifiziert. Dieses besteht aus drei 50-g-Halbsinus-Stoßimpulsen mit einer Impulsdauer von 11 ms in jeder der sechs Ausrüstungsausrichtungen auf einer Keil- und Flachhalterung. Diese Tests qualifizieren die Hardware für die Montage in jeder Ausrichtung und umfassen die meisten Offroad- und Schiffsumgebungen.

Zusätzlich zu den funktionellen Stoßtests übersteht Starlink Performance das MIL-STD-810H-Stoßprofil für Unfallgefahren. Dieses besteht aus einem 75-g-Sägezahn-Stoßimpuls mit einer Impulsdauer von 6 ms bei Montage auf einer Keil- oder Flachhalterung.

2.6 | EINDRINGEN VON WASSER UND STAUB

Starlink Performance wurde mit abgezogenem Stecker nach IP68 und mit gestecktem Stecker nach IP69K qualifiziert. Der Eintauchtest wurde in einer Tiefe von 1,1 m für mehr als 30 Minuten durchgeführt. Die IPx9K-Prüfung wurde bei einem Wasserdruck von über 8 MPa und einer Temperatur von über 80 °C durchgeführt. Der Test umfasst 30 Sekunden aktives Sprühen an jeder Düse, wobei die Düsenpositionen alle 30 Grad über jede Fläche des Nutzer-Terminals eingestellt werden. Der maximale Abstand vom Nutzer-Terminal zum Hochdruckstrahl beträgt 150 mm.

Das erweiterte Starlink-Netzteil wurde nach IP68 qualifiziert, wobei alle Stecker ordnungsgemäß verbunden waren. Der interne IPx8-Eintauchtest wurde in einer Tiefe von 1,1 m für mehr als 30 Minuten durchgeführt. Es wurden zusätzliche Tests nach IPx5 (Niederdruckwasserstrahl), IPx6 (Hochdruckwasserstrahl) und IPx7 durchgeführt.

2.7 | THERMISCH

Tabelle 3: Zusammenfassung der Leistung in thermischer Umgebung

	Max. Temperatur	Min. Temperatur
Starlink Performance	60 °C (140 °F)	-40 °C (-40 °F)
Erweitertes Starlink-Netzteil	60 °C (140 °F)	40 °C (-40 °F)

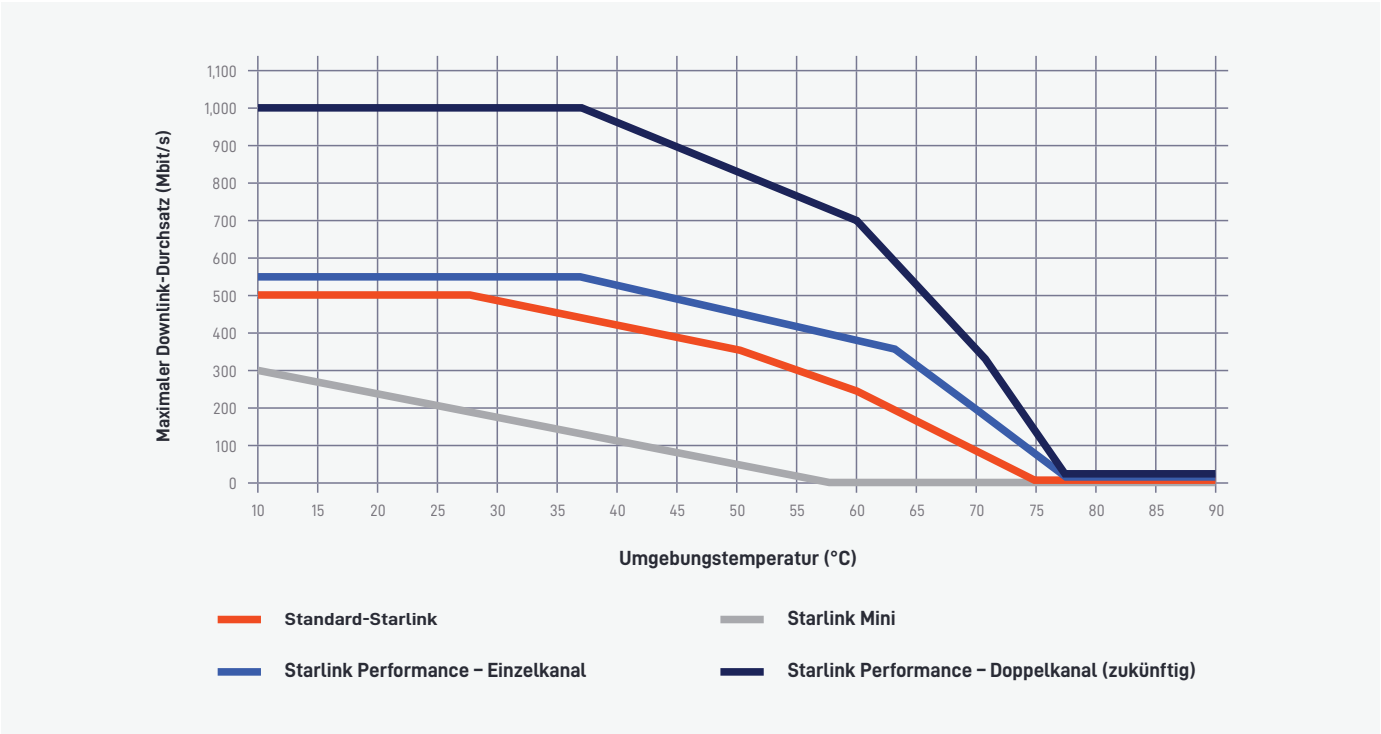
Diese Temperaturen basieren auf Worst-Case-Bedingungen (keine Windbewegung und maximale Sonneneinstrahlung). Funktionstests wurden bis 80 °C durchgeführt.

2.7.1 | THERMISCHE LEISTUNGSGRENZEN

Die „maximale Temperatur“ gibt die höchste Umgebungstemperatur an, bei der die Hardware mit minimalen Auswirkungen auf die Leistung funktionieren kann. Wenn die Umgebungstemperatur diesen Wert überschreitet, funktioniert das Produkt zwar weiterhin, drosselt jedoch seinen Arbeitszyklus, um sich selbst zu schützen. Dadurch wird der maximal zulässige Durchsatz reduziert, bis das Produkt bei Temperaturen über 75 °C (167 °F) heruntergefahren wird. Die Dauer und der Schweregrad der Drosselung können sich je nach Wind, Sonnenintensität und Montageort unterscheiden. Weitere Details finden Sie in der folgenden Grafik. Bitte beachten Sie, dass die in Abbildung 2 unten gezeigte Zweikanal-Durchsatzfähigkeit ein zukünftiges Upgrade für den Starlink-Performance sein wird.

Alle Produkte sind für den Betrieb bei Temperaturen von bis zu -40 °C (-40 °F) ohne Leistungsverluste geeignet. Bei aktiviertem Schneeschmelzmodus steigt die Leistungsaufnahme bei niedrigeren Temperaturen.

Abbildung 2: Durchsatz im Vergleich zur Umgebungstemperatur bei voller Solarlast



2.7.2 | THERMISCH BESCHLEUNIGTE LEBENSDAUERTESTS

Zusätzlich zu den Funktionstests in realen Umgebungen durchlief Starlink Performance strenge beschleunigte Lebensdauertests, um eine Mindestlebensdauer von 10 Jahren zu erreichen.

Tabelle 4: Zusammenfassung des thermisch beschleunigten Lebensdauertests

Test	Profil	Äquivalente zehnjährige Lebensdauer
Thermischer Zyklus	-40 °C bis 90 °C (-40 °F bis 195 °F)	1.040 Zyklen
Frost-Tau-Zyklus mit Wassertropfen	-15 °C bis 15 °C (5 °F bis 60 °F)	560 Zyklen
Heiße Feuchtigkeit	85 % RH, 90 °C (195 °F)	125 Stunden
Heißes Einweichen	100 °C (212 °F)	220 Stunden

2.8 | KORROSION/MEERESUMGEBUNG

Starlink Performance wurde für 3.000 Stunden ASTM B117 und 400 Stunden ASTM G85 A3 qualifiziert, ohne dass dies Auswirkungen auf die Struktur oder Leistung hatte. Die Tests wurden mit ordnungsgemäß angebrachten Dichtungssteckern durchgeführt.

2.9 | WIND

Starlink Performance wurde für über 270 km/h (über 170 Meilen pro Stunde) in allen Ausrichtungen auf einer Starlink-Flachhalterung und auf einer Starlink-Keilhalterung qualifiziert. Die Konfigurationen mit der Starlink-Wandhalterung bzw. Mastmontage wurden für 177 km/h (110 Meilen pro Stunde) qualifiziert, was einem Hurrikan der Kategorie 2 entspricht.

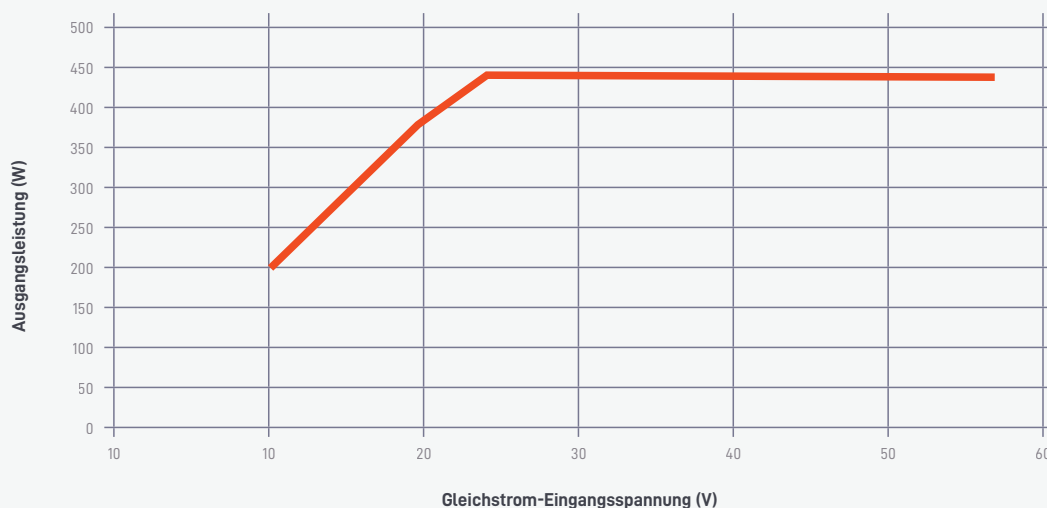
03. DETAILS ZUM ERWEITERTEN STARLINK-NETZTEIL

3.1 | EINGANGSSPANNUNG UND -FREQUENZ

Der Wechselstromeingang des erweiterten Starlink-Netzteils wurde für Eingangsspannungen von 90 V bis 264 V qualifiziert und deckt einphasige Netzspannungen rund um den Globus ab. Darüber hinaus wurde das Netzteil für Frequenzen von 47 Hz bis 64 Hz qualifiziert, die terrestrische Netze mit 50 Hz bis 60 Hz $\pm 5\%$ abdecken.

Der Gleichstromeingang des erweiterten Starlink-Netzteils wurde für Eingangsspannungen von 10,5 V bis 57 V qualifiziert. Es wird jedoch empfohlen, das System nach Möglichkeit mit Gleichspannungen über 20 V zu versorgen. Bei niedrigeren Eingangsspannungen wird die Ausgangsleistung reduziert, um die Gesamtstromstärke des Netzteils auf weniger als 20 Ampere zu begrenzen. In diesen Fällen können leistungsstarke Nutzer-Terminals (die einen sehr hohen Durchsatz bei aktivem Schneeschmelzen erfordern) aufgrund der Leistungsbegrenzung gedrosselt werden.

Abbildung 3: Gleichstrom-Eingangsspannung im Vergleich zur Ausgangsleistung



3.2 | IEC-NORMENPRÜFUNG

Tabelle 5: IEC-Normenprüfung des erweiterten Starlink-Netzteils

	IEC-Norm	Testergebnis
Elektrostatistische Entladung (ESD)	IEC 61000-4-2	Bestanden
Schnelle transiente elektrische Störgrößen	IEC-61000-4-4	Bestanden
Überspannungsschutz	IEC-61000-4-5	Bestanden

04. STARLINK PERFORMANCE – LEISTUNGS-AUFNAHME

Die Leistungsaufnahme hängt stark von der Nutzung von Starlink und der Umgebungstemperatur ab. Unterschiedliche Zeiten im Sendemodus (TX) und Empfangsmodus (RX) erhöhen oder verringern den Stromverbrauch. Bitte beachten Sie, dass es sich bei diesen Zahlen um gemittelte Schätzungen handelt, die je nach Verwendung, Leistungsaufnahme und Variabilität von Einheit zu Einheit variieren.

Tabelle 6: Leistungsaufnahme von Starlink Performance bei 25 °C (77 °F Umgebungstemperatur)

Modus	Durchschnittliche Leistung (W)	Spitzenleistung (W)	Durchschnittlicher Strom (A)	Spitzenstrom (A)
Max.	240	305	4,43	5,75
Durchschnitt	91,6	185,6	1,71	3,4
Leerlauf	11,4	14,5	0,21	0,27

In der obigen Tabelle ist der Stromverbrauch eines Routers nicht enthalten. Der Router-Anschluss des erweiterten Starlink-Netzteils kann bei Bedarf bis zu 40 W Power-over-Ethernet (PoE) bereitstellen, um einen Router mit Strom zu versorgen. Die Gesamtleistungsaufnahme einschließlich eines angeschlossenen Routers hängt vom jeweiligen Routertyp ab. Der Starlink-Router benötigt zusätzlich zu den oben genannten Werten 8 W bis 12 W.

05. REFERENZEN

Dokumentnummer	Dokumentname
ASTM-G85	Standardpraxis für modifizierte Salzsprühnebelprüfungen
ASTM-B117	Standardpraxis für den Betrieb von Salzsprühnebelgeräten
MIL-STD-810H	Standard für Testmethoden des Verteidigungsministeriums: Umwelttechnische Überlegungen und Labortests
IEC 61000-4-2	Internationale Elektrotechnische Kommissionen Prüfnorm für die Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladungen
IEC 61000-4-4	Internationale Elektrotechnische Kommission Störfestigkeitsstandard für schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst-Transienten
IEC 61000-4-5	Prüfnorm der Internationalen Elektrotechnischen Kommissionen für die Prüfung der Störfestigkeit gegen Überspannungen



PERFORMANCE-KIT
ANLEITUNG ZUR HALTBARKEIT

STARLINK