

## TEIL V

**Kategorie 3****KATEGORIE 3 - ALLGEMEINE ELEKTRONIK****3 A Systeme, Ausrüstung und Bestandteile**

Anmerkung 1: Die Erfassung der in den Nummern 3A001 oder 3A002 — ohne die Unternummern 3A001a3 bis 3A001a10, 3A001a12 bis 3A001a14 oder 3A001b12 — beschriebenen Ausrüstung, Baugruppen und Bauelemente, die besonders konstruiert sind oder dieselben Funktionsmerkmale wie andere Waren aufweisen, richtet sich nach deren Erfassungsstatus.

Anmerkung 2: Die Erfassung der in den Unternummern 3A001a3 bis 3A001a9 oder 3A001a12 bis 3A001a14 beschriebenen integrierten Schaltungen, die festprogrammiert sind oder für eine bestimmte Funktion entwickelt wurden, richtet sich nach dem Erfassungsstatus der Waren, in denen sie verwendet werden.

Anmerkung: Wenn der Hersteller oder Ausführer den Erfassungsstatus der anderen für die Endbenutzung vorgesehenen Ware nicht festlegen kann, richtet sich die Erfassung der integrierten Schaltungen nach den Unternummern 3A001a3 bis 3A001a9 und 3A001a12 bis 3A001a14.

Anmerkung 3: Die Erfassung von (fertigen oder noch nicht fertigen) Wafern, deren Funktion festliegt, richtet sich nach den Parametern von Unternummer 3A001a, 3A001b, 3A001d, 3A001e4, 3A001g, 3A001h oder 3A001i.

3A001 Elektronische Bauelemente und Baugruppen (items) wie folgt:

a. integrierte Schaltungen für allgemeine Anwendungen wie folgt:

Anmerkung: Zu den integrierten Schaltungen gehören:

- „monolithisch integrierte Schaltungen“,
- „integrierte Hybrid-Schaltungen“,
- „integrierte Multichip-Schaltungen“,

3A001 a. Anmerkung: (Fortsetzung)

- „integrierte Schichtschaltungen“ einschließlich integrierter Schaltungen in SOS-Technologie,
- „integrierte optische Schaltungen“,
- „dreidimensionale integrierte Schaltungen“,
- „monolithisch integrierte Mikrowellenschaltungen“ („MMICs“).

1. integrierte Schaltungen, entwickelt oder ausgelegt für eine der folgenden Strahlungsfestigkeiten:
  - a. Gesamtdosis größer/gleich  $5 \times 10^3$  Gy (Silizium),
  - b. Dosisrate größer/gleich  $5 \times 10^6$  Gy (Silizium)/s oder
  - c. integrierter Teilchenfluss (integrated flux) der Neutronen (1 MeV-Äquivalent) größer/gleich  $5 \times 10^{13}$  n/cm<sup>2</sup> bezogen auf Silizium oder der äquivalente Wert für andere Materialien,

Anmerkung: Unternummer 3A001a1c erfasst nicht Metall/Isolator/Halbleiter-Strukturen (MIS-Strukturen).

2. „Mikroprozessoren“, „Mikrocomputer“, Mikrocontroller, aus einem Verbindungshalbleiter hergestellte integrierte Speicherschaltungen, Analog-Digital-Wandler, integrierte Schaltungen, die Analog-Digital-Wandler enthalten und die digitalisierten Daten speichern oder verarbeiten, Digital-Analog-Wandler, elektrooptische oder „integrierte optische Schaltungen“ für die „Signaldatenverarbeitung“, anwenderprogrammierbare Logikschaltkreise (FPLDs), kundenspezifische integrierte Schaltungen, deren Funktion oder deren Erfassungsstatus in Bezug auf die Endbenutzergeräte unbekannt ist, FFT-Prozessoren (Fast Fourier Transform), statische Schreib-Lese-Speicher (SRAM) oder ‚nichtflüchtige Speicher‘ mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. ausgelegt für eine Betriebstemperatur über 398 K (125 °C),
  - b. ausgelegt für eine Betriebstemperatur unter 218 K (-55 °C) oder
  - c. ausgelegt für einen Temperaturbereich von 218 K (-55 °C) bis 398 K (125 °C),

Anmerkung: Unternummer 3A001a2 erfasst keine integrierten Schaltungen, die für zivile Kraftfahrzeuge oder Eisenbahnzüge konstruiert sind.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001a2 sind ‚nichtflüchtige Speicher‘ Speicher mit einer Datenspeicherung über einen gewissen Zeitraum nach Abschaltung.

3. „Mikroprozessoren“, „Mikrocomputer“ und Mikrocontroller, hergestellt aus einem Verbindungshalbleiter und mit einer Taktfrequenz größer als 40 MHz,

Anmerkung: Unternummer 3A001a3 schließt digitale Signal-Prozessoren, Vektorprozessoren und Coprozessoren ein.

4. nicht belegt;
5. Integrierte Schaltungen von Analog-Digital-Wandlern (Analogue-to-Digital Converters, ADCs) und Digital-Analog-Wandlern (Digital-to-Analogue Converters, DACs) wie folgt:
  - a. ADCs mit einer der folgenden Eigenschaften:

Anmerkung: SIEHE AUCH NUMMER 3A101.

1. Auflösung größer/gleich 8 bit, aber kleiner als 10 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,3 Gigasamples pro Sekunde (GSPS),

3A001 a. 5. a. (Fortsetzung)

2. Auflösung größer/gleich 10 bit, aber kleiner als 12 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 600 Megasamples pro Sekunde (MSPS),
3. Auflösung größer/gleich 12 bit, aber kleiner als 14 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 400 MSPS,
4. Auflösung größer/gleich 14 bit, aber kleiner als 16 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 250 MSPS, oder
5. Auflösung größer/gleich 16 bit und mit einer „Abtastrate“ größer als 65 MSPS

Anmerkung: Für integrierte Schaltungen, die Analog-Digital-Wandler enthalten und die digitalisierten Daten speichern oder verarbeiten, siehe Unternummer 3A001a14.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A001a5a gilt:

1. Eine Auflösung von n Bit entspricht einer Quantisierung von  $2^n$  Zuständen.
  2. Die Auflösung des ADC ist die Anzahl der Bits in der digitalen Ausgabe, die der gemessenen analogen Eingabe entspricht. Die effektive Anzahl von Bits (effective number of bits - ENOB) wird für die Ermittlung der Auflösung des ADC nicht verwendet.
  3. Bei „Mehrkanal-ADCs“ wird die „Abtastrate“ nicht zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die maximale Rate jedes einzelnen Kanals.
  4. Bei „Interleaved-ADCs“ oder bei „Mehrkanal-ADCs“, die auch für den Interleaved-Modus spezifiziert sind, werden die „Abtastraten“ zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die maximale Gesamtrate (maximum combined total rate) aller Interleaved-Kanäle.
- b. DACs mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. Auflösung größer/gleich 10 bit, aber kleiner als 12 bit, mit einer ‚angepassten Update-Rate‘ größer als 3 500 MSPS, oder
  2. Auflösung größer/gleich 12 bit und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - a. ‚Angepasste Update-Rate‘ größer als 1 250 MSPS, aber kleiner/gleich 3 500 MSPS und mit einer der folgenden Eigenschaften:
      1. ‚Einstellzeit‘ von Vollaussteuerung (full scale) auf 0,024 % oder weniger der Vollaussteuerung kleiner als 9 ns oder
      2. ‚Störungsfreier Dynamikbereich‘ größer 68 dBc (Träger) bei der Erzeugung eines vollausgesteuerten (full scale) Analogsignals von 100 MHz oder der höchsten spezifizierten Frequenz kleiner 100 MHz für die Erzeugung des vollausgesteuerten (full scale) Analogsignals oder
    - b. ‚angepasste Update-Rate‘ größer als 3 500 MSPS.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A001a5b gilt:

1. ‚Störungsfreier Dynamikbereich‘ (spurious free dynamic range, SFDR) ist das Verhältnis des Effektivwertes (RMS Value) der Trägerfrequenz (maximale Signalkomponente) am Eingang des DAC zum Effektivwert (RMS Value) der nächst größeren Rausch- oder Oberwellenkomponente an seinem Ausgang.
2. Der SFDR wird direkt durch die Tabelle der technischen Daten oder das Diagramm des SFDR über der Frequenz bestimmt.

3A001 a. 5. (Fortsetzung)

3. Ein Signal gilt als vollausgesteuert (full scale), wenn seine Amplitude größer als - 3 dBfs (full scale) ist.
4. ‚Angepasste Update-Rate‘ (adjusted update rate) für DACs:
  - a. Bei konventionellen (nicht interpolierenden) DACs ist die ‚angepasste Update-Rate‘ die Rate, bei welcher das Digitalsignal in ein Analogsignal gewandelt wird und die Analogwerte am Ausgang durch den DAC verändert werden. DACs, bei denen der Interpolationsmodus umgangen werden kann (Interpolationsfaktor gleich Eins), werden als konventionelle (nicht interpolierende) DACs angenommen.
  - b. Bei interpolierenden DACs (Oversampling DACs) ist die ‚angepasste Update-Rate‘ die Update Rate des DAC geteilt durch den kleinsten Interpolationsfaktor. Bei interpolierenden DACs kann die ‚angepasste Update-Rate‘ auch anders genannt sein, einschließlich:
    - Eingangsdatenrate (input data rate)
    - Eingangswortrate (input word rate)
    - Eingangsabtastrate (input sample rate)
    - maximale Gesamteingangsbusrate (maximum total input bus rate)
    - maximale DAC-Taktrate für den DAC-Takteingang (maximum DAC clock rate for DAC clock input).
6. elektrooptische oder „integrierte optische Schaltungen“, entwickelt für die „Signaldatenverarbeitung“ und mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. mit einer oder mehreren internen „Laser“-Diode(n),
  - b. mit einem oder mehreren internen lichtempfindlichen Element(en) und
  - c. mit optischen Strahlführungselementen.
7. Anwenderprogrammierbare Logikschaltkreise (FPLDs) mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. maximale Anzahl digitaler single-ended Ein-/Ausgaben größer als 700 oder
  - b. ‚aggregierte serielle Spitzendatenrate des Transceivers bei Einwegübertragung‘ größer/gleich 500 Gb/s;

Anmerkung: Unternummer 3A001a7 schließt ein:

- CPLDs (Complex Programmable Logic Devices),
- FPGAs (Field Programmable Gate Arrays),
- FPLAs (Field Programmable Logic Arrays),
- FPICs (Field Programmable Interconnects).

Anmerkung: Für integrierte Schaltungen, bei denen anwenderprogrammierbare Logikschaltkreise mit einem Analog-Digital-Wandler kombiniert sind, siehe Unternummer 3A001a14.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A001a7 gilt:

1. Die maximale Anzahl der digitalen Ein-/Ausgänge in Unternummer 3A001a7a wird auch als die maximale Anzahl der Benutzer-Ein-/Ausgänge oder der verfügbaren Ein-/Ausgänge bezeichnet, unabhängig davon, ob der integrierte Schaltkreis gehäust ist oder als Chip vorliegt.
2. Die ‚aggregierte serielle Spitzendatenrate des Transceivers bei Einwegübertragung‘ ist das Produkt der seriellen Datenübertragungsrate des Transceivers bei Einwegübertragung multipliziert mit der Anzahl der Transceiver auf dem FPGA.

3A001 a. (Fortsetzung)

8. nicht belegt;
9. integrierte Schaltungen für neuronale Netze,
10. kundenspezifische integrierte Schaltungen, deren Funktion unbekannt ist oder deren Erfassungsstatus in Bezug auf die Endbenutzergeräte dem Hersteller nicht bekannt ist, mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. mehr als 1 500 Anschlüsse,
  - b. typische „Signallaufzeit des Grundgatters“ (basic gate propagation delay time) kleiner als 0,02 ns oder
  - c. Betriebsfrequenz größer als 3 GHz,
11. andere als die in den Unternummern 3A001a3 bis 3A001a10 oder 3A001a12 beschriebenen digitalen, integrierten Schaltungen, die auf einem Verbindungshalbleiter basieren und eine der folgenden Eigenschaften aufweisen:
  - a. Gatteräquivalent (equivalent gate count) größer als 3 000 (Gatter mit zwei Eingängen) oder
  - b. Umschalt-Frequenz (toggle frequency) größer als 1,2 GHz;
12. FFT-Prozessoren (Fast Fourier Transform), ausgelegt für eine komplexe FFT mit n Punkten in weniger als  $(n \log_2 n)/20$  480 ms;

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A001a12 ergibt die Formel bei  $n$  gleich 1 024 eine Berechnungszeit von 500  $\mu$ s.*

13. Integrierte Schaltungen für Direct Digital Synthesizer (DDS) mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. Digital-Analog-Wandler-(DAC)-Taktfrequenz größer/gleich 3,5 GHz und eine DAC-Auflösung größer/gleich 10 bit, aber kleiner als 12 bit oder
  - b. DAC-Taktfrequenz größer/gleich 1,25 GHz und eine DAC-Auflösung größer/gleich 12 bit;

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A001a13 kann die DAC-Taktfrequenz als die Taktgeberfrequenz oder die Eingangstaktfrequenz spezifiziert werden.*

14. Integrierte Schaltungen, die folgende Operationen ausführen können oder so programmierbar sind, dass sie folgende Operationen ausführen:
  - a. Analog-Digital-Umwandlungen mit einer der folgenden Eigenschaften:
    1. Auflösung größer/gleich 8 bit, aber kleiner als 10 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,3 Gigasamples pro Sekunde (GSPS),
    2. Auflösung größer/gleich 10 bit, aber kleiner als 12 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,0 GSPS,
    3. Auflösung größer/gleich 12 bit, aber kleiner als 14 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,0 GSPS,
    4. Auflösung größer/gleich 14 bit, aber kleiner als 16 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 400 Megasamples pro Sekunde (MSPS), oder
    5. Auflösung größer/gleich 16 bit und mit einer „Abtastrate“ größer als 180 MSPS und
  - b. mit einer der folgenden Eigenschaften:
    1. Speicherung digitalisierter Daten oder
    2. Verarbeitung digitalisierter Daten;

Anmerkung 1: Für integrierte Analog-Digital-Wandlerschaltungen siehe Unternummer 3A001a5a.

## 3A001 a. 14. (Fortsetzung)

Anmerkung 2: Für anwenderprogrammierbare Logikschaltkreise siehe Unternummer 3A001a7.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A001a14 gilt:

1. Eine Auflösung von n Bit entspricht einer Quantisierung von  $2^n$  Zuständen.
2. Die Auflösung des ADC ist die Anzahl der Bits in der digitalen Ausgabe des ADC, die der gemessenen analogen Eingabe entspricht. Die effektive Anzahl von Bits (effective number of bits - ENOB) wird für die Ermittlung der Auflösung des ADC nicht verwendet.
3. Bei integrierten Schaltungen mit nichtüberlappenden (non-interleaving) „Mehrkanal-ADCs“ wird die „Abtastrate“ nicht zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die maximale Rate jedes einzelnen Kanals.
4. Bei „Interleaved-ADCs“ oder bei „Mehrkanal-ADCs“, die auch für den Interleaved-Modus spezifiziert sind, werden die „Abtastraten“ zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die maximale Gesamtrate (maximum combined total rate) aller Interleaved-Kanäle.

b. Mikro- oder Millimeterwellenbauelemente (items) wie folgt:

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001b kann der Parameter Spitzensättigungsausgangsleistung auf Produktdatenblättern auch als Ausgangsleistung, Sättigungsausgangsleistung, Höchstaussgangsleistung, Spitzenausgangsleistung oder Hüllkurvenspitzenleistung bezeichnet werden.

1. „elektronische Vakuumbauelemente“ und Kathoden wie folgt:

Anmerkung 1: Unternummer 3A001b1 erfasst nicht „elektronische Vakuumbauelemente“, entwickelt oder ausgelegt für den Betrieb in einem Frequenzband mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Das Frequenzband überschreitet nicht 31,8 GHz und
- b. ist „von der ITU zugewiesen“ für Funkdienste, jedoch nicht für Ortungsfunkdienste.

Anmerkung 2: Unternummer 3A001b1 erfasst keine nicht „weltraumgeeigneten“ „elektronischen Vakuumbauelemente“ mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. mittlere Ausgangsleistung kleiner/gleich 50 W und
- b. entwickelt oder ausgelegt für den Betrieb in einem Frequenzband mit allen folgenden Eigenschaften:
  1. Das Frequenzband überschreitet 31,8 GHz, aber nicht 43,5 GHz und
  2. ist „von der ITU zugewiesen“ für Funkdienste, jedoch nicht für Ortungsfunkdienste.

a. „elektronische Vakuumbauelemente“ mit Wanderfeld, für Impuls- oder Dauerstrichbetrieb, wie folgt:

1. Geräte, betrieben bei Frequenzen oberhalb 31,8 GHz,
2. Geräte mit einer Kathodenheizung, die eine Einschaltzeit von weniger als 3 Sekunden bis zum Erreichen der HF-Nennleistung ermöglicht,
3. hohlraumgekoppelte oder davon abgeleitete Geräte, mit einer „normierten Bandbreite“ größer als 7 % oder einer Spitzenleistung größer als 2,5 kW,
4. Geräte, die auf Schaltungen mit Wendelwellenleitern, gefalteten Wellenleitern oder schlangenförmigen Wellenleitern basieren, oder davon abgeleitete Geräte mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. „Momentan-Bandbreite“ größer als eine Oktave und Produkt der mittleren Leistung (in Kilowatt) und der Frequenz (in Gigahertz) größer als 0,5,

- 3A001 b. 1. a. 4. (Fortsetzung)
- b. „Momentan-Bandbreite“ kleiner/gleich eine Oktave und Produkt der mittleren Leistung (in Kilowatt) und der Frequenz (in Gigahertz) größer als 1,
  - c. „weltraumgeeignet“ oder
  - d. mit einer Elektronenkanone mit Gitterelektroden,
5. Geräte, mit einer „normierten Bandbreite“ größer/gleich 10 % mit einer der folgenden Eigenschaften:
- a. einem ringförmigen Elektronenstrahl,
  - b. einem nicht rotationssymmetrischen Elektronenstrahl oder
  - c. Mehrfach-Elektronenstrahlen,
- b. verstärkende „elektronische Vakuumbauelemente“ mit Cross-Field und einem Verstärkungsfaktor größer als 17 dB,
- c. thermionische Kathoden, entwickelt für „elektronische Vakuumbauelemente“, zur Erzeugung einer Emissionsstromdichte größer als 5 A/cm<sup>2</sup> bei Nenn-Betriebsbedingungen oder einer Impulsstromdichte (kein Dauerstrom) größer als 10 A/cm<sup>2</sup> bei Nenn-Betriebsbedingungen,
- d. „elektronische Vakuumbauelemente“, die im ‚Dualmodus‘ betrieben werden können,

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A001b1d bedeutet ‚Dualmodus‘, dass beim Strahlstrom des „elektronischen Vakuumbauelements“ mithilfe eines Gitters wahlweise zwischen Dauerstrichbetrieb und Pulsbetrieb gewechselt werden kann, wobei die Puls-Spitzenausgangsleistung größer ist als die Dauerstrich-Spitzenausgangsleistung.*

2. „monolithisch integrierte Mikrowellen“verstärker„schaltungen“ („MMIC“-Verstärker) mit einer der folgenden Eigenschaften:

Anmerkung: Für „MMIC“-Verstärker mit integriertem Phasenschieber siehe Unternummer 3A001b12.

- a. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 2,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz, bei einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 15 % und mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 75 W (48,75 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,7 GHz bis einschließlich 2,9 GHz,
  - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 55 W (47,4 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,9 GHz bis einschließlich 3,2 GHz;
  - 3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 40 W (46 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,2 GHz bis einschließlich 3,7 GHz oder
  - 4. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 20 W (43 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz;
- b. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 6,8 GHz bis einschließlich 16 GHz, bei einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 % und mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 10 W (40 dBm) bei einer Frequenz größer als 6,8 GHz bis einschließlich 8,5 GHz oder
  - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 5 W (37 dBm) bei einer Frequenz größer als 8,5 GHz bis einschließlich 16 GHz;
- c. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 3 W (34,77 dBm) bei einer Frequenz größer als 16 GHz bis einschließlich 31,8 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 %;

## 3A001 b. 2. (Fortsetzung)

- d. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,1 nW (-70 dBm) bei einer Frequenz größer als 31,8 GHz bis einschließlich 37 GHz;
- e. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 1 W (30 dBm) bei einer Frequenz größer als 37 GHz bis einschließlich 43,5 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 %;
- f. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 31,62 mW (15 dBm) bei einer Frequenz größer als 43,5 GHz bis einschließlich 75 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 %;
- g. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 10 mW (10 dBm) bei einer Frequenz größer als 75 GHz bis einschließlich 90 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 5 % oder
- h. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,1 nW (-70 dBm) bei einer Frequenz größer als 90 GHz;

Anmerkung 1: nicht belegt,

Anmerkung 2: Der Erfassungsstatus von „MMIC“, deren Betriebsfrequenzbereich Frequenzen in mehr als einem der in Unternummer 3A001b2a bis 3A001b2h definierten Frequenzbereiche überstreicht, richtet sich nach dem niedrigsten Grenzwert für die Spitzensättigungsausgangsleistung.

Anmerkung 3: Die Anmerkungen 1 und 2 in Nummer 3A bedeuten, dass die Unternummer 3A001b2 keine „MMIC“ erfasst, die für andere Anwendungen besonders konstruiert sind, wie z. B. Telekommunikation, Radar, Kraftfahrzeuge.

## 3. diskrete Mikrowellentransistoren mit einer der folgenden Eigenschaften:

- a. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 2,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 400 W (56 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,7 GHz bis einschließlich 2,9 GHz,
  - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 205 W (53,12 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,9 GHz bis einschließlich 3,2 GHz;
  - 3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 115 W (50,61 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,2 GHz bis einschließlich 3,7 GHz oder
  - 4. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 60 W (47,78 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz;
- b. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 6,8 GHz bis einschließlich 31,8 GHz mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 50 W (47 dBm) bei einer Frequenz größer als 6,8 GHz bis einschließlich 8,5 GHz
  - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 15 W (41,76 dBm) bei einer Frequenz größer als 8,5 GHz bis einschließlich 12 GHz;
  - 3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 40 W (46 dBm) bei einer Frequenz größer als 12 GHz bis einschließlich 16 GHz oder
  - 4. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 7 W (38,45 dBm) bei einer Frequenz größer als 16 GHz bis einschließlich 31,8 GHz;
- c. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,5 W (27 dBm) bei einer Frequenz größer als 31,8 GHz bis einschließlich 37 GHz;

3A001 b. 3. (Fortsetzung)

- d. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 1 W (30 dBm) bei einer Frequenz größer als 37 GHz bis einschließlich 43,5 GHz;
- e. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,1 nW (-70 dBm) bei einer Frequenz größer als 43,5 GHz; oder
- f. nicht von Unternummer 3A001b3a bis 3A001b3e erfasst und ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 5 W (37,0 dBm) bei allen Frequenzen größer als 8,5 GHz bis einschließlich 31,8 GHz;

Anmerkung 1: Der Erfassungsstatus von Transistoren in Unternummern 3A001b3a bis 3A001b3e, deren Betriebsfrequenzbereich Frequenzen in mehr als einem der in Unternummer 3A001b3a bis 3A001b3e definierten Frequenzbereiche überstreicht, richtet sich nach dem niedrigsten Grenzwert für die Spitzensättigungsausgangsleistung.

Anmerkung 2: Unternummer 3A001b3 erfasst gehäuste und ungehäuste Chips sowie auf Träger montierte Chips. Bestimmte diskrete Transistoren können auch als Leistungsverstärker bezeichnet werden, doch der Status dieser diskreten Transistoren richtet sich nach Unternummer 3A001b3.

- 4. Halbleitermikrowellenverstärker, Mikrowellenbaugruppen, die Mikrowellenhalbleiterverstärker enthalten, und Mikrowellenmodule, die Mikrowellenhalbleiterverstärker enthalten, mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 2,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz, bei einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 15 % und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 500 W (57 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,7 GHz bis einschließlich 2,9 GHz,
    - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 270 W (54,3 dBm) bei einer Frequenz größer als 2,9 GHz bis einschließlich 3,2 GHz;
    - 3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 200 W (53 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,2 GHz bis einschließlich 3,7 GHz oder
    - 4. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 90 W (49,54 dBm) bei einer Frequenz größer als 3,7 GHz bis einschließlich 6,8 GHz;
  - b. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 6,8 GHz bis einschließlich 31,8 GHz, bei einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 % und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - 1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 70 W (48,45 dBm) bei einer Frequenz größer als 6,8 GHz bis einschließlich 8,5 GHz
    - 2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 50 W (47 dBm) bei einer Frequenz größer als 8,5 GHz bis einschließlich 12 GHz;
    - 3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 30 W (44,77 dBm) bei einer Frequenz größer als 12 GHz bis einschließlich 16 GHz; oder
    - 4. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 20 W (43 dBm) bei einer Frequenz größer als 16 GHz bis einschließlich 31,8 GHz;
  - c. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,5 W (27 dBm) bei einer Frequenz größer als 31,8 GHz bis einschließlich 37 GHz;
  - d. ausgelegt für den Betrieb mit einer Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 2 W (33 dBm) bei einer Frequenz größer als 37 GHz bis einschließlich 43,5 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 %;

## 3A001 b. 4. (Fortsetzung)

- e. ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 43,5 GHz und mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,2 W (23 dBm) bei einer Frequenz größer als 43,5 GHz bis einschließlich 75 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 10 %,
  2. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 20 mW (13 dBm) bei einer Frequenz größer als 75 GHz bis einschließlich 90 GHz und einer „normierten Bandbreite“ (fractional bandwidth) größer als 5 %, oder
  3. Spitzensättigungsausgangsleistung größer als 0,1 nW (-70 dBm) bei einer Frequenz größer als 90 GHz oder

f. Nicht belegt.

Anmerkung 1: Für „MMIC“-Verstärker siehe Unternummer 3A001b2.

Anmerkung 2: Für ‚Sende-/Empfangsmodule‘ und ‚Sendemodule‘ siehe Unternummer 3A001b12.

Anmerkung 3: Für Umsetzer und Oberwellenmischer, konstruiert zur Erweiterung des Betriebsfrequenzbereichs von Signalanalysatoren, Signalgeneratoren, Netzwerkanalysatoren und Mikrowellentestempfängern, siehe Unternummer 3A001b7.

Anmerkung 1: nicht belegt,

Anmerkung 2: Der Erfassungsstatus von Gütern, deren Betriebsfrequenzbereich Frequenzen in mehr als einem der in Unternummer 3A001b4a bis 3A001b4e definierten Frequenzbereiche überstreicht, richtet sich nach dem niedrigsten Grenzwert für die Spitzensättigungsausgangsleistung.

5. elektronisch oder magnetisch abstimmbare Bandpassfilter oder Bandsperrefilter mit mehr als fünf abstimmbaren Resonatoren, die in weniger als 10  $\mu$ s über einen Frequenzbereich im Verhältnis 1,5:1 ( $f_{\max}/f_{\min}$ ) abgestimmt werden können, und mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. mit einer Durchlassbandbreite größer als 0,5 % der Mittenfrequenz oder
  - b. mit einer Sperrbandbreite kleiner als 0,5 % der Mittenfrequenz;
6. nicht belegt;
7. Umsetzer und Oberwellenmischer mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. konstruiert, um den Frequenzbereich von „Signalanalysatoren“ über 110 GHz hinaus zu erweitern,
  - b. konstruiert, um den Betriebsfrequenzbereich von Signalgeneratoren wie folgt zu erweitern:
    1. über 110 GHz hinaus,
    2. auf eine Ausgangsleistung größer als 100 mW (20 dBm) innerhalb des Frequenzbereichs größer als 43,5 GHz und kleiner/gleich 110 GHz,
  - c. konstruiert, um den Betriebsfrequenzbereich von Netzwerkanalysatoren wie folgt zu erweitern:
    1. über 110 GHz hinaus,
    2. auf eine Ausgangsleistung größer als 100 mW (20 dBm) innerhalb des Frequenzbereichs größer als 43,5 GHz und kleiner/gleich 110 GHz,
    3. nicht belegt;
  - d. konstruiert, um den Frequenzbereich von Mikrowellentestempfängern über 110 GHz hinaus zu erweitern,
8. Mikrowellenleistungsverstärker mit von Unternummer 3A001b1 erfassten „elektronischen Vakuumbauelementen“ und mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. Betriebsfrequenz größer als 3 GHz,

3A001 b. 8. (Fortsetzung)

- b. mittleres Verhältnis von Ausgangsleistung zu Masse größer als 80 W/kg und
- c. Volumen kleiner als 400 cm<sup>3</sup>.

Anmerkung: Unternummer 3A001b8 erfasst nicht Ausrüstung, konstruiert oder ausgelegt für den Einsatz in einem Frequenzband, das für Funkdienste, jedoch nicht für Ortungsfunkdienste, „von der ITU zugewiesen“ ist.

- 9. Mikrowellenleistungsmodule (microwave power modules, MPM), bestehend aus mindestens einem „elektronischen Vakuumbaelement“ mit Wanderfeld, einer „monolithisch integrierten Mikrowellenschaltung“ („MMIC“) und einer integrierten elektronischen Regelung der Stromversorgung und mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. ‚Hochlaufzeit‘ bis auf Nennleistung kleiner als 10 Sekunden,
  - b. Volumen kleiner als die maximale spezifizizierte Leistung in Watt multipliziert mit 10 cm<sup>3</sup>/W und
  - c. „Momentanbandbreite“ größer als 1 Oktave ( $f_{\max} > 2f_{\min}$ ) und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - 1. HF-Ausgangsleistung größer als 100 W im Frequenzbereich kleiner/gleich 18 GHz oder
    - 2. Frequenzbereich größer als 18 GHz,

Technische Anmerkungen:

- 1. Im Sinne der Unternummer 3A001b9a bezieht sich die ‚Hochlaufzeit‘ auf die Zeit vom Zustand des vollständigen Ausgeschaltetseins bis zum Zustand der vollständigen Betriebsfähigkeit, d. h. die Aufwärmzeit des Moduls ist eingeschlossen.
- 2. Im Sinne der Unternummer 3A001b9b wird die Berechnung des Volumens durch folgendes Beispiel erläutert: Für eine maximale spezifizizierte Leistung von 20 W ergibt sich:  $20 \text{ W} \times 10 \text{ cm}^3/\text{W} = 200 \text{ cm}^3$ .
- 10. Oszillatoren oder Oszillator-Baugruppen, spezifiziert für den Betrieb mit einem Phasenrauschen im Einseitenband (SSB) in dBc/Hz kleiner (besser) als  $-(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$  im Bereich  $10 \text{ Hz} \leq F \leq 10 \text{ kHz}$ ;

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001b10 bezeichnet  $F$  den Abstand von der Betriebsfrequenz (in Hertz) und  $f$  die Betriebsfrequenz (in Megahertz).

- 11. „elektronische ‚Frequenz-Synthesizer‘-Baugruppen“ mit einer „Frequenzumschaltzeit“ gemäß einer der folgenden Spezifikationen:
  - a. kleiner als 143 ps,
  - b. kleiner als 100  $\mu\text{s}$  für jeden Frequenzwechsel größer als 2,2 GHz innerhalb des synthetisierten Frequenzbereiches größer als 4,8 GHz bis kleiner/gleich 31,8 GHz,
  - c. nicht belegt;
  - d. kleiner als 500  $\mu\text{s}$  für jeden Frequenzwechsel größer als 550 MHz innerhalb des synthetisierten Frequenzbereiches größer als 31,8 GHz bis kleiner/gleich 37 GHz,
  - e. kleiner als 100  $\mu\text{s}$  für jeden Frequenzwechsel größer als 2,2 GHz innerhalb des synthetisierten Frequenzbereiches größer als 37 GHz bis kleiner/gleich 75 GHz,
  - f. kleiner als 100  $\mu\text{s}$  für jeden Frequenzwechsel größer als 5,0 GHz innerhalb des synthetisierten Frequenzbereiches größer als 75 GHz bis kleiner/gleich 90 GHz, oder
  - g. kleiner als 1 ms innerhalb des synthetisierten Frequenzbereichs größer als 90 GHz;

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001b11 ist ein ‚Frequenz-Synthesizer‘ (frequency synthesiser), ungeachtet der im Einzelfall benutzten Technik, jede Art von Frequenzquelle, die an einem oder mehreren Ausgängen eine Vielfalt gleichzeitig oder abwechselnd vorhandener Ausgangsfrequenzen liefert, die durch eine kleinere Anzahl von Normal- oder Steuerfrequenzen geregelt, von ihr abgeleitet oder von ihr gesteuert sind.

## 3A001 b. 11. (Fortsetzung)

Anmerkung: Für allgemein verwendbare „Signalanalytoren“, Signalgeneratoren, Netzwerkanalysatoren und Mikrowellentestempfänger siehe Unternummern 3A002c, 3A002d, 3A002e und 3A002f.

12. ‚Sende-/Empfangsmodule‘, ‚Sende-/Empfangs-MMICs‘, ‚Sendemodule‘ und ‚Sende-MMICs‘, ausgelegt für den Betrieb bei Frequenzen größer als 2,7 GHz und mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Spitzensättigungsausgangsleistung (in Watt),  $P_{\text{sat}}$ , größer als 505,62 geteilt durch das Quadrat der maximalen Betriebsfrequenz (in GHz) [ $P_{\text{sat}} > 505,62 \text{ W} \cdot \text{GHz}^2 / f_{\text{GHz}}^2$ ] für jeden Kanal,
- b. „normierte Bandbreite“ größer/gleich 5 % für jeden Kanal,
- c. eine der planaren Seiten mit der Länge  $d$  (in cm) kleiner/gleich 15 geteilt durch die kleinste Betriebsfrequenz in GHz [ $d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} \cdot n / f_{\text{GHz}}$ ], wobei  $n$  für die Anzahl der Sende- oder Sende-/Empfangskanäle steht, und
- d. einem elektronisch regelbaren Phasenschieber pro Kanal.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A001b12 gilt:

1. Ein ‚Sende-/Empfangsmodul‘ ist eine multifunktionale „elektronische Baugruppe“, die bidirektionale Amplitude und Phasenregelung für das Senden und Empfangen von Signalen aufweist.
  2. Ein ‚Sendemodul‘ ist eine „elektronische Baugruppe“, die Amplitude und Phasenregelung für das Senden von Signalen aufweist.
  3. Eine ‚Sende-/Empfangs-MMIC‘ ist eine multifunktionale „MMIC“, die bidirektionale Amplitude und Phasenregelung für das Senden und Empfangen von Signalen aufweist.
  4. Eine ‚Sende-MMIC‘ ist eine „MMIC“, die Amplitude und Phasenregelung für das Senden von Signalen aufweist.
  5. Bei Sende-/Empfangs- oder Sendemodulen, deren spezifizierter Betriebsfrequenzbereich 2,7 GHz unterschreitet, soll in der Berechnungsformel nach Unternummer 3A001b12c als unterer Grenzwert ( $f_{\text{GHz}}$ ) 2,7 GHz verwendet werden [ $d \leq 15 \text{ cm} \cdot \text{GHz} \cdot n / 2,7 \text{ GHz}$ ].
  6. Unternummer 3A001b12 gilt für ‚Sende-/Empfangsmodule‘ oder ‚Sendemodule‘ mit oder ohne Wärmesenke. Anteile des ‚Sende-/Empfangsmoduls‘ oder ‚Sendemoduls‘, die als Wärmesenke dienen, werden für den Wert für  $d$  in Unternummer 3A001b12c nicht berücksichtigt.
  7. ‚Sende-/Empfangsmodule‘, ‚Sendemodule‘; ‚Sende-/Empfangs-MMICs‘ oder ‚Sende-MMICs‘ können  $n$  integrierte abstrahlende Antennenelemente enthalten, wobei  $n$  für die Anzahl der Sende- oder Sende-/Empfangskanäle steht.
- c. Akustikwellenvorrichtungen wie folgt und besonders konstruierte Bestandteile hierfür:
1. Vorrichtungen mit akustischen Oberflächenwellen (surface acoustic waves) und mit akustischen, oberflächennahen Volumenwellen (surface skimming [shallow bulk] acoustic waves), mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - a. Trägerfrequenz größer als 6 GHz,
    - b. Trägerfrequenz größer als 1 GHz und kleiner/gleich 6 GHz und mit einer der folgenden Eigenschaften:
      1. ‚Frequenz-Nebenkeulendämpfung‘ größer als 65 dB,
      2. Produkt aus maximaler Verzögerungszeit (in Mikrosekunden) und Bandbreite (in Megahertz) größer als 100,
      3. Bandbreite größer als 250 MHz oder
      4. dispergierende Verzögerung größer als 10  $\mu\text{s}$  oder

## 3A001 c. 1. (Fortsetzung)

- c. Trägerfrequenz kleiner/gleich 1 GHz und mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. Produkt aus maximaler Verzögerungszeit (in Mikrosekunden) und Bandbreite (in Megahertz) größer als 100,
  2. dispergierende Verzögerung größer als 10  $\mu$ s oder
  3. ‚Frequenz-Nebenkeulendämpfung‘ größer als 65 dB und Bandbreite größer als 100 MHz,

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A001c1 ist die ‚Frequenz- Nebenkeulendämpfung‘ der im Datenblatt angegebene Dämpfungshöchstwert.*

2. akustische Volumenwellenvorrichtungen, mit denen die unmittelbare Aufbereitung von Signalen bei einer Frequenz größer als 6 GHz möglich ist,
3. akustisch-optische „Signaldatenverarbeitungs“-Vorrichtungen, die die Wechselwirkung zwischen Schallwellen (Volumen- oder Oberflächenwellen) und Lichtwellen ausnutzen und die eine unmittelbare Aufbereitung von Signalen oder Bildern ermöglichen einschließlich Spektralanalyse, Korrelation oder Konvolution (Faltung);

Anmerkung: Unternummer 3A001c erfasst nicht Akustikwellenvorrichtungen mit lediglich einem Bandpass-, Tiefpass-, Hochpass- oder Kerbfilter oder einer Resonanzfunktion.

- d. elektronische Bauelemente oder Schaltungen, die Bauteile aus „supraleitenden“ Werkstoffen oder Materialien enthalten, besonders konstruiert für den Betrieb bei Temperaturen unter der „kritischen Temperatur“ von wenigstens einem ihrer „supraleitenden“ Bestandteile und mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. Stromschalter für digitale Schaltungen mit „supraleitenden“ Gattern mit einem Produkt aus Laufzeit pro Gatter (in Sekunden) und Verlustleistung je Gatter (in Watt) kleiner als  $10^{-14}$  J oder
  2. Frequenzselektion bei allen Frequenzen mit Resonanzkreisen, die Gütefaktoren von mehr als 10 000 aufweisen;
- e. hochenergietechnische Geräte wie folgt:
1. ‚Zellen‘ wie folgt:
    - a. ‚Primärzellen‘ mit einer der folgenden Eigenschaften bei 20 °C:
      1. ‚Energiedichte‘ größer als 550 Wh/kg und ‚Dauerleistungsdichte‘ größer als 50 W/kg oder
      2. ‚Energiedichte‘ größer als 50 Wh/kg und ‚Dauerleistungsdichte‘ größer als 350 W/kg oder
    - b. ‚Sekundärzellen‘ mit einer ‚Energiedichte‘ größer als 350 Wh/kg bei 20 °C,

Technische Anmerkungen:

1. *Im Sinne der Unternummer 3A001e1 wird die ‚Energiedichte‘ (Wh/kg) berechnet aus der Nominalspannung multipliziert mit der nominellen Kapazität (in Amperestunden (Ah)) geteilt durch die Masse (in Kilogramm). Falls die nominelle Kapazität nicht angegeben ist, wird die Energiedichte berechnet aus der quadrierten Nominalspannung multipliziert mit der Entladedauer (in Stunden), dividiert durch die Entladelast (in Ohm) und die Masse (in Kilogramm).*
2. *Im Sinne der Unternummer 3A001e1 wird ‚Zelle‘ definiert als ein elektrochemisches Bauelement, das über positive und negative Elektroden sowie über einen Elektrolyten verfügt und eine Quelle für elektrische Energie ist. Sie ist die Grundeinheit einer Batterie.*
3. *Im Sinne der Unternummer 3A001e1a wird ‚Primärzelle‘ definiert als eine ‚Zelle‘, die nicht durch irgendeine andere Quelle aufgeladen werden kann.*

3A001 e. 1. (Fortsetzung)

4. Im Sinne der Unternummer 3A001e1b wird ‚Sekundärzelle‘ definiert als eine ‚Zelle‘, die durch eine externe elektrische Quelle aufgeladen werden kann.
5. Im Sinne der Unternummer 3A001e1a wird die ‚Dauerleistungsdichte‘ (W/kg) berechnet aus der Nominalspannung multipliziert mit dem angegebenen Dauerentladungshöchststrom (in Ampere (A)) geteilt durch die Masse (in Kilogramm). Die ‚Dauerleistungsdichte‘ wird auch als spezifische Leistung bezeichnet.

Anmerkung: Unternummer 3A001e1 erfasst nicht Batterien; dies schließt auch Batterien, die aus einzelnen Zellen bestehen (single cell batteries), ein.

2. Hochenergie-Speicherkondensatoren wie folgt:

Anmerkung: SIEHE AUCH UNTERNUMMER 3A201a und Liste für Waffen, Munition und Rüstungsmaterial.

- a. Kondensatoren mit einer Folgefrequenz kleiner als 10 Hz (single shot capacitors) und mit allen folgenden Eigenschaften:
  1. Nennspannung größer/gleich 5 kV,
  2. Energiedichte größer/gleich 250 J/kg, und
  3. Gesamtenergie größer/gleich 25 kJ,
- b. Kondensatoren mit einer Folgefrequenz größer/gleich 10 Hz (repetition rated capacitors) und mit allen folgenden Eigenschaften:
  1. Nennspannung größer/gleich 5 kV,
  2. Energiedichte größer/gleich 50 J/kg,
  3. Gesamtenergie größer/gleich 100 J, und
  4. Lebensdauer größer/gleich 10 000 Ladungs-/Entladungszyklen,
3. „supraleitende“ Elektromagnete oder Zylinderspulen, besonders konstruiert, um in weniger als einer Sekunde vollständig geladen oder entladen zu werden, und mit allen folgenden Eigenschaften:

Anmerkung: SIEHE AUCH UNTERNUMMER 3A201b.

Anmerkung: Unternummer 3A001e3 erfasst nicht „supraleitende“ Elektromagnete oder Zylinderspulen, besonders konstruiert für medizinisches Gerät für Magnetresonanzbilderzeugung (Magnetic Resonance Imaging).

- a. Energieabgabe während der ersten Sekunde der Entladung größer als 10 kJ,
  - b. innerer Durchmesser der Strom führenden Windungen größer als 250 mm und
  - c. spezifiziert für eine magnetische Induktion größer als 8 T oder eine „Gesamtstromdichte“ (overall current density) in der Windung größer als 300 A/mm<sup>2</sup>;
4. „weltraumgeeignete“ Solarzellen, CIC-Baugruppen (cell-interconnect-coverglass assemblies), Solarpaneele und Solararrays, mit einem minimalen mittleren Wirkungsgrad größer als 20 % gemessen bei einer Betriebstemperatur von 301 K (28 °C) und einer simulierten ‚AM0‘-Beleuchtung mit einer Strahlungsleistung von 1 367 Watt pro Quadratmeter (W/m<sup>2</sup>),

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001e4 bezieht sich ‚AM0‘ oder ‚Air Mass Zero‘ auf die spektrale Verteilung der Strahlungsleistung des Sonnenlichts in der äußeren Erdatmosphäre, wenn der Abstand zwischen Erde und Sonne eine Astronomische Einheit (1 AU) beträgt.

- f. Absolut-Drehwinkelgeber mit einer „Genauigkeit“ kleiner/gleich 1,0 Bogensekunden und dafür besonders konstruierte Encoderringe, -scheiben oder -skalen;

## 3A001 (Fortsetzung)

- g. Thyristoren und ‚Thyristormodule‘ für den Impulsbetrieb, die elektrisch, optisch oder durch Elektronenstrahl (electron radiation) geschaltet werden, und mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. Maximale Einschalt-Stromsteilheit (di/dt) größer als 30 000 A/μs und Sperrspannung größer als 1 100 V oder
  2. maximale Einschalt-Stromsteilheit (di/dt) größer als 2 000 A/μs und mit allen folgenden Eigenschaften:
    - a. Spitzensperrspannung größer/gleich 3 000 V und
    - b. Stoßstromgrenzwert (peak (surge) current) größer/gleich 3 000 A,

Anmerkung 1: Unternummer 3A001g schließt ein:

- SCRs (Silicon Controlled Rectifiers)
- ETTs (Electrical Triggering Thyristors)
- LTTs (Light Triggering Thyristors)
- IGCTs (Integrated Gate Commutated Thyristors)
- GTOs (Gate Turn-off Thyristors)
- MCTs (MOS Controlled Thyristors)
- Solidtrons

Anmerkung 2: Unternummer 3A001g erfasst nicht Thyristoren und ‚Thyristormodule‘, die eingebaut sind in Ausrüstung, die für Anwendungen in zivilen Schienenfahrzeugen oder „zivilen Luftfahrzeugen“ entworfen ist.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001g enthält ein ‚Thyristormodul‘ einen oder mehrere Thyristoren.

- h. Halbleiter-Leistungsschalter, Leistungsdioden oder ‚Module‘ mit allen folgenden Eigenschaften:
1. ausgelegt für eine maximale Betriebstemperatur des pn-Übergangs größer als 488 K (215 °C),
  2. periodische Spitzenspannung im ausgeschalteten Zustand (blocking voltage) größer als 300 V und
  3. Dauerstrom größer als 1 A.

Anmerkung 1: Periodische Spitzenspannung im ausgeschalteten Zustand in Unternummer 3A001h schließt ein: Drain-Source-Spannung, Kollektor-Emitter-Spannung, periodische Spitzensperrspannung und periodische Spitzenblockierspannung im ausgeschalteten Zustand.

Anmerkung 2: Unternummer 3A001h schließt ein:

- JFETs (Junction Field Effect Transistors)
- VJFETs (Vertical Junction Field Effect Transistors)
- MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors)
- DMOSFETs (Double Diffused Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors)
- IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors)
- HEMTs (High Electron Mobility Transistors)
- BJTs (Bipolar Junction Transistors)

3A001 h. Anmerkung 2: (Fortsetzung)

- SCRs (Thyristors and Silicon Controlled Rectifiers)
- GTOs (Gate Turn-Off Thyristoren)
- ETOs (Emitter Turn-Off Thyristoren)
- PiN-Dioden
- Schottky-Dioden

Anmerkung 3: Unternummer 3A001h erfasst nicht Schalter, Dioden oder ‚Module‘; die enthalten sind in Ausrüstung, welche entwickelt wurde für Anwendungen in zivilen Automobilen, zivilen Eisenbahnen oder „zivilen Flugzeugen“.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001h enthält ein ‚Modul‘ einen oder mehrere Halbleiter-Leistungsschalter oder Leistungsdioden.

- i. Elektrooptische Modulatoren für Stärke, Amplitude oder Phase, konstruiert für analoge Signale und mit einer der folgenden Eigenschaften:
1. mit maximaler Betriebsfrequenz von mehr als 10 GHz, jedoch weniger als 20 GHz, und optischer Dämpfung kleiner/gleich 3 dB und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - a. einer ‚Halbwellenspannung‘ ( $V_{\pi}$ ) unter 2,7 V, gemessen bei einer Frequenz von 1 GHz oder weniger; oder
    - b. einer  $V_{\pi}$  unter 4 V, gemessen bei einer Frequenz über 1 GHz; oder
  2. mit maximaler Betriebsfrequenz größer/gleich 20 GHz und optischer Dämpfung kleiner/gleich 3 dB und mit einer der folgenden Eigenschaften:
    - a. einer  $V_{\pi}$  unter 3,3 V, gemessen bei einer Frequenz von 1 GHz oder weniger; oder
    - b. einer  $V_{\pi}$  unter 5 V, gemessen bei einer Frequenz von mehr als 1 GHz;

Anmerkung: Unternummer 3A001i schließt elektrooptische Modulatoren mit optischen Ein- und Ausgabean schlüssen (z. B. fiberoptische Pigtails) ein.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A001i ist eine ‚Halbwellenspannung‘ ( $V_{\pi}$ ) die angelegte Spannung, die benötigt wird, um einen Phasenwechsel von 180 Grad in der Wellenlänge des Lichts zu bewirken, das sich durch den optischen Modulator fortpflanzt.

## 3A002 „Elektronische Baugruppen“, Module und Ausrüstung für allgemeine Zwecke wie folgt:

- a. Aufzeichnungsgeräte und Oszilloskope wie folgt:
1. nicht belegt;
  2. nicht belegt;
  3. nicht belegt;
  4. nicht belegt;
  5. nicht belegt;
  6. digitale Datenrekorder mit allen folgenden Eigenschaften:
    - a. dauerhafter ‚kontinuierlicher Datendurchsatz‘ größer als 6,4 Gbit/s auf eine Festplatte oder auf ein Halbleiterlaufwerk und
    - b. „Signaldatenverarbeitung“ der Funkfrequenz-Signalen während diese aufgezeichnet werden;

3A002 a. 6. (Fortsetzung)

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A002a6 gilt:

1. Für Rekorder mit einer parallelen Bus-Architektur ist der ‚kontinuierliche Datendurchsatz‘ die höchste Wortrate (word rate) multipliziert mit der Anzahl der Bit pro Wort.
2. ‚Kontinuierlicher Datendurchsatz‘ ist die schnellste Datenrate (data rate), die das Gerät auf Festplatte oder Halbleiterlaufwerk aufzeichnen kann, während die Eingangsdatenrate oder die Digitalisierer-Wandlungsrate aufrechterhalten wird, ohne dass es zu Informationsverlust kommt.
7. Echtzeit-Oszilloskope mit einer Rauschspannung (quadratischer Mittelwert, vertikale Achse), von weniger als 2 % des vollen Skalenwerts bei der Skaleneinstellung für die vertikale Achse, bei der sich der geringste Rauschwert für Inputs mit einer 3-dB-Bandbreite von 60 GHz oder größer pro Kanal ergibt,

Anmerkung: Unternummer 3A002a7 erfasst nicht Äquivalenzzweites Oszilloskope.

b. nicht belegt;

c. „Signalanalysatoren“ wie folgt:

1. „Signalanalysatoren“, mit einer 3 dB-Auflösebandbreite (resolution bandwidth, RBW) größer als 40 MHz im Frequenzbereich größer als 31,8 GHz und kleiner/gleich 37 GHz,
2. „Signalanalysatoren“, mit einem Displayed Average Noise Level (DANL) kleiner (besser) als -160 dBm/Hz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 43,5 GHz und kleiner/gleich 110 GHz,
3. „Signalanalysatoren“ mit einer Frequenz größer als 110 GHz,
4. „Signalanalysatoren“ mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. ‚Echtzeit-Bandbreite‘ größer als 520 MHz und
  - b. mit einer der folgenden Eigenschaften:
    1. 100 % Entdeckungswahrscheinlichkeit (probability of discovery) mit einer Verringerung von weniger als 3 dB des vollen Amplitudenwerts aufgrund von Lücken oder Windowing-Effekten von Signalen mit einer Dauer von 8 µs oder weniger oder
    2. ‚Frequenzmasken-Trigger‘-Funktion mit 100 % Triggerwahrscheinlichkeit für Signale mit einer Dauer von 8 µs oder weniger,

Technische Anmerkungen:

1. Im Sinne der Unternummer 3A002c4a ist die ‚Echtzeit-Bandbreite‘ die größte Frequenzbandbreite, für die der Analysator Zeitbereichsdaten unter Verwendung der Fourier-Transformation oder anderer zeitdiskreter Transformationen, die jeden Eingangszeitpunkt ohne eine durch Lücken oder Windowing-Effekte bewirkte Verringerung der gemessenen Amplitude von mehr als 3 dB unterhalb der tatsächlichen Signalamplitude verarbeiten, kontinuierlich in Frequenzbereichsdaten transformieren und gleichzeitig die transformierten Daten ausgeben oder anzeigen kann.
2. Im Sinne der Unternummer 3A002c4b1 wird die Entdeckungswahrscheinlichkeit (probability of discovery) auch als probability of intercept oder probability of capture bezeichnet.
3. Im Sinne der Unternummer 3A002c4b1 entspricht die Dauer für 100 % Entdeckungswahrscheinlichkeit der Mindestsignaldauer, die für das angegebene Niveau der Messunsicherheit erforderlich ist.
4. Im Sinne der Unternummer 3A002c4b2 ist ein ‚Frequenzmasken-Trigger‘ ein Mechanismus, bei dem die Triggerfunktion in der Lage ist, einen Frequenzbereich als Teilbereich der Erfassungsbandbreite auszuwählen, in dem Triggerereignisse ausgelöst werden, während etwaige andere Signale, die ebenfalls innerhalb derselben Erfassungsbandbreite präsent sind, ignoriert werden. Ein ‚Frequenzmasken-Trigger‘ kann mehr als eine unabhängige Reihe von Grenzwerten enthalten.

## 3A002 c. 4. (Fortsetzung)

Anmerkung: Unternummer 3A002c4 erfasst nicht „Signalanalytoren“, die nur konstante, prozentuale Bandbreitenfilter verwenden (auch bekannt als Oktaven- oder Teiloktavenfilter).

5. nicht belegt;

## d. Signalgeneratoren mit einer der folgenden Eigenschaften:

1. Spezifiziert, um impulsmodulierte Signale mit allen folgenden Eigenschaften innerhalb des Frequenzbereichs größer als 31,8 GHz und kleiner/gleich 37 GHz zu generieren:

- a. ‚Impulsbreite‘ kleiner als 25 ns und
- b. Ein-Aus-Verhältnis größer/gleich 65 dB,

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A002d1a ist die ‚Impulsbreite‘ definiert als das Zeitintervall von dem Punkt an der Vorderflanke, der 50 % der Impulsamplitude entspricht, bis zu dem Punkt an der Rückflanke, der 50 % der Impulsamplitude entspricht.*

2. Ausgangsleistung größer als 100 mW (20 dBm) innerhalb des Frequenzbereichs größer als 43,5 GHz und kleiner/gleich 110 GHz,

3. „Frequenzumschaltzeit“ gemäß einer der folgenden Spezifikationen:

- a. nicht belegt;
- b. kleiner als 100  $\mu$ s für jeden Frequenzwechsel größer als 2,2 GHz innerhalb des Frequenzbereiches größer als 4,8 GHz bis kleiner/gleich 31,8 GHz,
- c. nicht belegt;
- d. kleiner als 500  $\mu$ s für jeden Frequenzwechsel größer als 550 MHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 31,8 GHz bis kleiner/gleich 37 GHz,
- e. kleiner als 100  $\mu$ s für jeden Frequenzwechsel größer als 2,2 GHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 37 GHz bis kleiner/gleich 75 GHz, oder
- f. nicht belegt;
- g. kleiner als 100  $\mu$ s für jeden Frequenzwechsel größer als 5,0 GHz innerhalb des Frequenzbereiches größer als 75 GHz bis kleiner/gleich 110 GHz,

4. Ein Phasenrauschen im Einseitenband (SSB) in dBc/Hz, spezifiziert mit einer der folgenden Eigenschaften:

- a. kleiner (besser) als  $-(126 + 20\log_{10}F - 20\log_{10}f)$  im Bereich von  $10 \text{ Hz} \leq F \leq 10 \text{ kHz}$  innerhalb des Frequenzbereichs größer als 3,2 GHz und kleiner/gleich 110 GHz oder
- b. kleiner (besser) als  $-(206 - 20\log_{10}f)$  im Bereich von  $10 \text{ kHz} < F \leq 100 \text{ kHz}$  innerhalb des Frequenzbereichs größer als 3,2 GHz und kleiner/gleich 110 GHz;

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3A002d4 bezeichnet F den Abstand von der Betriebsfrequenz (in Hertz) und f die Betriebsfrequenz (in Megahertz).*

5. ‚RF-Modulationsbandbreite‘ digitaler Basisband-Signale mit einer der folgenden Eigenschaften:

- a. größer als 2,2 GHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 4,8 GHz bis kleiner/gleich 31,8 GHz,
- b. größer als 550 MHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 31,8 GHz bis kleiner/gleich 37 GHz,
- c. größer als 2,2 GHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 37 GHz bis kleiner/gleich 75 GHz, oder
- d. größer als 5,0 GHz innerhalb des Frequenzbereichs größer als 75 GHz bis kleiner/gleich 110 GHz, oder

3A002 d. 5. (Fortsetzung)

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A002d5 bezeichnet ‚RF-Modulationsbandbreite‘ die Hochfrequenz (radio frequency, RF)-Bandbreite, die von einem auf ein RF-Signal modulierten digital codierten Basisband-Signal belegt wird. Es wird auch als Informationsbandbreite oder Vektormodulationsbandbreite bezeichnet. Die digitale I&Q-Modulation ist das technische Verfahren zur Erzeugung eines vektormodulierten RF-Ausgangssignals, und dieses Ausgangssignal wird typischerweise mit ‚RF-Modulationsbandbreite‘ beschrieben.

6. größte Ausgangsfrequenz größer als 110 GHz,

Anmerkung 1: Unternummer 3A002d schließt Arbiträrgeneratoren (arbitrary waveform generators) und Funktionsgeneratoren ein.

Anmerkung 2: Unternummer 3A002d erfasst nicht Geräte, in denen die Ausgangsfrequenz entweder durch Addition oder Subtraktion von zwei oder mehreren quarzgesteuerten Oszillatorfrequenzen oder durch Addition oder Subtraktion und darauffolgende Multiplikation des Ergebnisses erzeugt wird.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A002d wird die maximale Ausgangsfrequenz eines Arbiträr- oder Funktionsgenerators durch Division der Abtastrate (in Samples/s) durch einen Faktor von 2,5 berechnet.

e. Netzwerkanalysatoren mit einer der folgenden Eigenschaften:

1. Ausgangsleistung größer als 100 mW (20 dBm) innerhalb des Betriebsfrequenzbereichs größer als 43,5 GHz und kleiner/gleich 110 GHz,
2. nicht belegt;
3. ‚nichtlineare Vektormessfunktion‘ bei Frequenzen größer als 50 GHz und kleiner/gleich 110 GHz, oder

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3A002e3 ist die ‚nichtlineare Messfunktion‘ die Fähigkeit eines Instruments, die Testergebnisse von Geräten im Großsignalbereich oder im Bereich der nichtlinearen Verzerrung zu messen.

4. höchste Betriebsfrequenz größer als 110 GHz;

f. Mikrowellenmessempfänger mit allen folgenden Eigenschaften:

1. höchste Betriebsfrequenz größer als 110 GHz; und
2. geeignet zur gleichzeitigen Messung von Amplitude und Phase;

g. Atomfrequenznormale mit einer der folgenden Eigenschaften:

1. „weltraumgeeignet“,
2. Atomfrequenznormale außer Rubidiumnormale mit einer Langzeitstabilität kleiner (besser) als  $1 \times 10^{-11}$  pro Monat oder
3. nicht „weltraumgeeignet“ und mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. Rubidiumnormale,
  - b. Langzeitstabilität kleiner (besser) als  $1 \times 10^{-11}$  pro Monat und
  - c. Gesamtleistungsaufnahme geringer als 1 W;

h. „Elektronische Baugruppen“, Module und Ausrüstung mit allen folgenden Eigenschaften:

1. Analog-Digital-Umwandlungen mit einer der folgenden Eigenschaften:
  - a. Auflösung größer/gleich 8 bit, aber kleiner als 10 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,3 Gigasamples pro Sekunde (GSPS),

- 3A002 h. 1. (Fortsetzung)
- b. Auflösung größer/gleich 10 bit, aber kleiner als 12 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,0 GSPS,
  - c. Auflösung größer/gleich 12 bit, aber kleiner als 14 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 1,0 GSPS,
  - d. Auflösung größer/gleich 14 bit, aber kleiner als 16 bit, mit einer „Abtastrate“ größer als 400 Megasamples pro Sekunde (MSPS), oder
  - e. Auflösung größer/gleich 16 bit und mit einer „Abtastrate“ größer als 180 MSPS und
2. mit einer der folgenden Eigenschaften:
- a. Ausgabe digitalisierter Daten,
  - b. Speicherung digitalisierter Daten oder
  - c. Verarbeitung digitalisierter Daten;

Anmerkung: Für digitale Datenrekorder, Oszilloskope, „Signalanalysatoren“, Signalgeneratoren, Netzwerkanalysatoren und Mikrowellentestempfänger siehe Unternummern 3A002a6, 3A002a7, 3A002c, 3A002d, 3A002e und 3A002f.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Unternummer 3A002h gilt:

1. Eine Auflösung von  $n$  Bit entspricht einer Quantisierung von  $2^n$  Zuständen.
2. Die Auflösung des ADC ist die Anzahl der Bits in der digitalen Ausgabe des ADC, die der gemessenen analogen Eingabe entspricht. Die effektive Anzahl von Bits (effective number of bits - ENOB) wird für die Ermittlung der Auflösung des ADC nicht verwendet.
3. Bei „elektronischen Baugruppen“, Modulen oder Ausrüstung mit mehreren nicht überlappten (non-interleaved) Kanälen wird die „Abtastrate“ nicht zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die maximale Rate jedes einzelnen Kanals.
4. Bei „elektronischen Baugruppen“, Modulen oder Ausrüstung mit mehreren überlappten (interleaved) Kanälen wird die „Abtastrate“ zusammengefasst (aggregated). Die „Abtastrate“ ist die kombinierte Gesamtrate aller überlappten Kanäle.

Anmerkung: Unternummer 3A002h schließt ADC-Karten, Signal-Digitalisierer (waveform digitizers), Datenerfassungskarten, Signalerfassungsplatinen und Transientenrekorder ein.

3A003 Sprühkühlsysteme (spray cooling thermal management systems), in denen geschlossene Kreisläufe für das Fördern und Wiederaufbereiten von Flüssigkeiten in hermetisch abgedichteten Gehäusen verwendet werden, in denen eine dielektrische Flüssigkeit mittels besonders konstruierter Sprühdüsen auf Bauteile gesprüht wird, dafür entwickelt, elektronische Bauelemente in ihrem Betriebstemperaturbereich zu halten, sowie besonders konstruierte Bestandteile hierfür.

3A101 Elektronische Ausrüstung, Geräte und Komponenten, die nicht von Nummer 3A001 erfasst werden, wie folgt:

- a. Analog-Digital-Wandler, geeignet für „Flugkörper“, besonders robust konstruiert (ruggedized), um militärischen Spezifikationen zu genügen;
- b. Beschleuniger, geeignet zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung, erzeugt durch Bremsstrahlung mit Elektronenenergien größer/gleich 2 MeV, und Systeme, die solche Beschleuniger enthalten.

Anmerkung: Unternummer 3A101b erfasst nicht Ausrüstung, besonders konstruiert für medizinische Zwecke.

3A102 ‚Thermalbatterien‘, entwickelt oder modifiziert für ‚Flugkörper‘.

Technische Anmerkungen:

1. Im Sinne der Nummer 3A102 ist eine ‚Thermalbatterie‘ eine Batterie zur einmaligen Verwendung, die ein festes, nichtleitendes, anorganisches Salz als Elektrolyt enthält. Solche Batterien enthalten ein pyrolytisches Material, das nach der Zündung den Elektrolyten aufschmilzt und die Batterie aktiviert.
2. Im Sinne der Nummer 3A102 bedeutet ‚Flugkörper‘ vollständige Raketensysteme und unbemannte Luftfahrzeugsysteme, die für Entfernungen größer 300 km geeignet sind.

3A201 Elektronische Ausrüstung, die nicht von Nummer 3A001 erfasst wird, wie folgt:

- a. Kondensatoren mit einer der folgenden Kombinationen von Eigenschaften:
  1. a. Betriebsspannung größer als 1,4 kV
  - b. gespeicherte Energie größer als 10 J,
  - c. Kapazität größer als 0,5 µF und
  - d. Reiheninduktivität kleiner als 50 nH; oder
  2. a. Betriebsspannung größer als 750 V,
  - b. Kapazität größer als 0,25 µF und
  - c. Reiheninduktivität kleiner als 10 nH;
- b. Supraleitende Solenoid-Elektromagnete mit allen folgenden Eigenschaften:
  1. geeignet zum Aufbau magnetischer Felder größer als 2 T,
  2. Verhältnis Länge/Innendurchmesser größer als 2,
  3. Innendurchmesser größer als 300 mm und
  4. Gleichmäßigkeit des Magnetfeldes im Bereich der innenliegenden 50 % des inneren Volumens besser als 1 %;

Anmerkung: Unternummer 3A201b erfasst nicht Magnete, die besonders konstruiert sind für medizinische NMR-Bildsysteme (nuclear magnetic resonance imaging systems) und als Teile davon exportiert werden. Dabei ist es nicht notwendig, dass alle Teile in einer Lieferung zusammengefasst sind. Jedoch muss aus den Ausfuhr-Dokumenten jeder Einzellieferung eindeutig hervorgehen, dass es sich um Teile der Gesamtlieferung handelt.
- c. Röntgenblitzgeneratoren oder gepulste Elektronenbeschleuniger mit einer der folgenden Kombinationen von Eigenschaften:
  1. a. Spitzenelektronenenergie des Beschleunigers größer/gleich 500 keV und kleiner als 25 MeV und
  - b. ‚Gütefaktor‘ K größer/gleich 0,25 oder
  2. a. Spitzenelektronenenergie des Beschleunigers größer/gleich 25 MeV und
  - b. ‚Spitzenleistung‘ größer als 50 MW.

Anmerkung: Unternummer 3A201c erfasst nicht Beschleuniger als Bestandteile von Geräten, die für die Anwendungsgebiete außerhalb der Elektronen- oder Röntgenbestrahlung (z. B. Elektronenmikroskopie) oder für medizinische Zwecke entwickelt wurden.

Technische Anmerkungen:

1. Der ‚Gütefaktor‘ K ist definiert als:

$$K = 1,7 \times 10^3 V^{2,65} Q$$

V = Spitzenelektronenenergie in MeV

## 3A201 c. 1. (Fortsetzung)

Bei einer Dauer des Strahlpulses kleiner/gleich  $1 \mu\text{s}$  ist  $Q$  die gesamte beschleunigte Ladung in Coulomb. Falls die Dauer größer ist als  $1 \mu\text{s}$ , ist  $Q$  die maximale beschleunigte Ladung in  $1 \mu\text{s}$ .

$Q = \text{Integral des Strahlstromes } i \text{ in Ampere über der Dauer } t \text{ in Sekunden bis zum kleineren Wert von } 1 \mu\text{s} \text{ oder der Dauer des Strahlpulses } (Q = \int idt).$

2. ‚Spitzenleistung‘ = Produkt aus Spitzenpotenzial in Volt und Spitzenstrahlstrom in Ampere.
3. Bei Beschleunigern, die auf Hohlraumresonatoren basieren (microwave accelerating cavities), ist die Dauer des Strahlpulses der kleinere Wert von  $1 \mu\text{s}$  oder der Dauer des Strahlbündels, das durch einen Modulatorimpuls erzeugt wird.
4. Bei Beschleunigern, die auf Hohlraumresonatoren basieren, ist der Spitzenstrahlstrom der Durchschnittsstrom während der Dauer eines Strahlbündels.

## 3A225 Frequenzumwandler oder Generatoren, die nicht von Unternummer 0B001b13 erfasst werden, verwendbar zur Motorsteuerung mit variabler oder fester Frequenz, mit allen folgenden Eigenschaften:

Anmerkung 1: „Software“, besonders entwickelt zur Leistungssteigerung oder Aufhebung der Beschränkungen der Frequenzumwandler oder Generatoren, um den Eigenschaften der Nummer 3A225 zu entsprechen, wird von Nummer 3D225 erfasst.

Anmerkung 2: „Technologie“ in Form von Lizenzschlüsseln oder Produkt-Keys zur Leistungssteigerung oder Aufhebung der Beschränkungen der Frequenzumwandler oder Generatoren, um den Eigenschaften der Nummer 3A225 zu entsprechen, wird von Nummer 3E225 erfasst.

- a. Mehrphasenausgang mit einer Leistung größer/gleich 40 VA,
- b. Betriebsfrequenz größer/gleich 600 Hz und
- c. Frequenzstabilisierung kleiner (besser) als 0,2 %.

Anmerkung: Nummer 3A225 erfasst nicht Frequenzumwandler oder Generatoren, wenn sie Hardware-, „Software“- oder „Technologie“-Beschränkungen aufweisen, welche die Leistung auf eine geringere als die oben angegebene Leistung begrenzen, sofern sie eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

1. sie müssen zum Originalhersteller zurückgeschickt werden, um die Leistungssteigerung vorzunehmen oder die Beschränkung aufzuheben,
2. sie benötigen für die Leistungssteigerung oder die Aufhebung der Beschränkung die von Nummer 3D225 erfasste „Software“, um den Eigenschaften der Nummer 3A225 zu entsprechen, oder
3. sie benötigen für die Leistungssteigerung oder die Aufhebung der Beschränkungen die von Nummer 3E225 erfasste „Technologie“ in Form von Lizenzschlüsseln oder Produkt-Keys, um den Eigenschaften der Nummer 3A225 zu entsprechen.

Technische Anmerkungen:

1. Frequenzumwandler im Sinne von Nummer 3A225 werden auch als Konverter oder Inverter bezeichnet.
2. Frequenzumwandler im Sinne der Nummer 3A225 können als Generatoren, elektronische Testausrüstung, Wechselstromversorgungsgeräte, Regelantriebe (VSDs, ASDs) oder Verstellantriebe (VFDs, AFDs) bzw. Motoren mit regelbarer Drehzahl in Verkehr gebracht werden.

## 3A226 Hochenergie-Gleichstromversorgungsgeräte, die nicht von Unternummer 0B001j6 erfasst werden, mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Erzeugung von 100 V oder mehr im Dauerbetrieb über einen Zeitraum von 8 h mit einem Ausgangsstrom größer/gleich 500 A und
- b. Strom- oder Spannungsregelung kleiner (besser) als 0,1 % über einen Zeitraum von 8 h.

3A227 Hochspannungs-Gleichstromversorgungsgeräte, die nicht von Unternummer 0B001j5 erfasst werden, mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Erzeugung von 20 kV oder mehr im Dauerbetrieb über einen Zeitraum von 8 h mit einem Ausgangsstrom größer/gleich 1 A und
- b. Strom- oder Spannungsregelung kleiner (besser) als 0,1 % über einen Zeitraum von 8 h.

3A228 Schaltelemente wie folgt:

a. Kaltkathodenröhren mit oder ohne Gasfüllung, die wie Schaltfunkenstrecken funktionieren, mit allen folgenden Eigenschaften:

1. mit drei oder mehr Elektroden,
2. spezifizierte Anodenspitzenspannung größer/gleich 2,5 kV,
3. spezifizierter Anodenspitzenstrom größer/gleich 100 A und
4. Zündverzögerungszeit kleiner/gleich 10 µs;

Anmerkung: Unternummer 3A228a schließt gasgefüllte Krytrons und Vakuum-Sprytrons ein.

b. getriggerte Schaltfunkenstrecken mit allen folgenden Eigenschaften:

1. Zündverzögerungszeit kleiner/gleich 15 µs und
2. spezifiziert für Spitzenströme größer/gleich 500 A.

c. Module oder Baugruppen zum schnellen Schalten, die nicht von Unternummer 3A001g oder 3A001h erfasst werden, mit allen folgenden Eigenschaften:

1. spezifizierte Anodenspitzenspannung größer als 2 kV,
2. spezifizierter Anodenspitzenstrom größer/gleich 500 A und
3. Einschaltzeit kleiner/gleich 1 µs.

3A229 Hochstrom-Impulsgeneratoren wie folgt:

Anmerkung: SIEHE AUCH LISTE FÜR WAFFEN, MUNITION UND RÜSTUNGSMATERIAL.

a. Zündvorrichtungen für Detonatoren (Aktivierungssysteme und Zünder), einschließlich elektronisch-aufgeladenen, explosionsgetriebenen und optisch-getriebenen Zündvorrichtungen, soweit nicht von Unternummer 1A007a erfasst, entwickelt um mehrere von Unternummer 1A007b erfasste Detonatoren kontrolliert zu zünden;

b. modulare elektrische Impulsgeneratoren (Impulsgeber), mit allen folgenden Eigenschaften:

1. konstruiert für den mobilen oder robusten Einsatz,
2. Energieabgabe in weniger als 15 µs bei Lasten kleiner als 40 Ohm,
3. Ausgangsstrom größer als 100 A,
4. keine Abmessung größer als 30 cm,
5. Gewicht kleiner als 30 kg und
6. spezifiziert für einen erweiterten Temperaturbereich zwischen 223 K (-50 °C) und 373 K (100 °C) oder luftfahrttauglich,

Anmerkung: Unternummer 3A229b schließt Xenon-Blitzlampentreiber ein.

c. Mikrozünder mit allen folgenden Eigenschaften:

1. keine Abmessung größer als 35 mm,
2. Spannung größer/gleich 1 kV und
3. elektrische Kapazität größer/gleich 100 nF.

3A230 Hochgeschwindigkeits-Impulsgeneratoren und ‚Impulsköpfe‘ hierfür mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Ausgangsspannung größer als 6 V an einer ohmschen Last kleiner als 55 Ohm und
- b. ‚Impulsanstiegszeit‘ kleiner als 500 ps.

Technische Anmerkungen:

1. ‚Impulsanstiegszeit‘ im Sinne der Nummer 3A230 ist das Zeitintervall, in dem die Spannungsamplitude zwischen 10 % und 90 % des Maximalwertes beträgt.
2. ‚Impulsköpfe‘ sind impulsgebende Netzwerke, entwickelt zur Verarbeitung einer Spannungsschrittfunktion und deren Umformung zu einer Reihe von Impulsformen, zu denen rechteckige, dreieckige, Stufen-, Sinus-, Exponential- oder monozyklische Formen gehören können. ‚Impulsköpfe‘ können integraler Bestandteil des Impulsgenerators, Einsteckmodul oder extern angeschlossen sein.

3A231 Neutronengeneratorsysteme einschließlich Neutronengeneratorköhren mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. konstruiert für den Betrieb ohne äußeres Vakuumsystem und
- b. mit einer der folgenden Vorrichtungen:
  1. elektrostatische Beschleunigung zur Auslösung einer Tritium-Deuterium-Kernreaktion oder
  2. elektrostatische Beschleunigung zur Auslösung einer Deuterium-Deuterium-Kernreaktion und mit der Fähigkeit zur Freisetzung von größer/gleich  $3 \times 10^9$  Neutronen/s.

3A232 Mehrfachzündersysteme, soweit nicht erfasst von Nummer 1A007, wie folgt:

Anmerkung: SIEHE AUCH LISTE FÜR WAFFEN, MUNITION UND RÜSTUNGSMATERIAL.

Anmerkung: Siehe Unternummer 1A007b zur Erfassung von Detonatoren.

- a. nicht belegt;
- b. Vorrichtungen mit einzelnen oder mehreren Detonatoren zum annähernd gleichzeitigen Zünden explosiver Oberflächen auf einer Fläche größer als 5 000 mm<sup>2</sup>, mit nur einem Zündsignal und mit einer maximalen zeitlichen Abweichung vom ursprünglichen Zündsignal über der gesamten zu zündenden Oberfläche kleiner als 2,5 µs.

Anmerkung: Nummer 3A232 erfasst keine Detonatoren, die nur Initialsprengstoffe, wie z. B. Bleiazid, verwenden.

3A233 Massenspektrometer, die nicht von Unternummer 0B002g erfasst werden, für die Messung von Ionen einer Atommasse größer/gleich 230 u (oder Da) (atomare Masseneinheit) mit einer Auflösung besser als 2 u bei 230 u oder größer, und Ionenquellen hierfür wie folgt:

- a. induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometer (ICP/MS),
- b. Glühentladung-Massenspektrometer (GDMS),
- c. Thermoionisations-Massenspektrometer (TIMS),
- d. Elektronenstoß-Massenspektrometer mit beiden folgenden Eigenschaften:
  1. Molekularstrahl-Einlasssystem, das ein kollimiertes Strahlenbündel der zu analysierenden Moleküle in den Bereich der Ionenquelle injiziert, in der die Moleküle durch einen Elektronenstrahl ionisiert werden, und
  2. eine oder mehrere ‚Kühlfallen‘, die auf 193 K (-80 °C) kühlen können,
- e. nicht belegt;
- f. Massenspektrometer, ausgestattet mit einer Mikrofluorierungs-Ionenquelle, konstruiert für Actinoide oder Actinoidenfluoride.

## 3A233 (Fortsetzung)

Technische Anmerkungen:

1. Elektronenstoß-Massenspektrometer (electron bombardment mass spectrometers) der Unternummer 3A233d sind auch als Elektronenstoßionisations-Massenspektrometer bekannt.
2. Eine ‚Kühlfalle‘ der Unternummer 3A233d2 ist eine Vorrichtung, mit der sich Gasmoleküle abscheiden lassen, indem sie auf kalten Oberflächen kondensieren oder gefrieren. Im Sinne der Unternummer 3A233d2 ist eine mit geschlossenem Kreislauf arbeitende Helium-Kryopumpe keine ‚Kühlfalle‘.

## 3A234 Streifenbandleitungen für den induktionsarmen Weg zu Detonatoren, mit den folgenden Eigenschaften:

- a. Betriebsspannung größer als 2 kV und
- b. Induktivität kleiner als 20 nH.

**3 B Prüf-, Test- und Herstellungseinrichtungen**

## 3B001 Ausrüstung für die Fertigung von Halbleiterbauelementen oder -materialien wie folgt sowie besonders konstruierte Bestandteile und besonders konstruiertes Zubehör hierfür:

Anmerkung: SIEHE AUCH NUMMER 2B226.

## a. Epitaxieausrüstung wie folgt:

1. Ausrüstung, entwickelt oder modifiziert für die Herstellung einer Schicht aus einem anderen Material als Silizium mit einer gleichmäßigen Schichtdicke mit weniger als  $\pm 2,5$  % Abweichung auf einer Strecke von größer/gleich 75 mm,

Anmerkung: Unternummer 3B001a1 erfasst auch Ausrüstung für Atomlagen-Epitaxie (Atomic Layer Epitaxy (ALE)).

2. MOCVD-(Metal-Organic-Chemical-Vapour-Deposition-)Reaktoren, konstruiert für Verbindungshalbleiterepitaxie auf einem Material, das zwei oder mehr der folgenden Elemente enthält: Aluminium, Gallium, Indium, Arsen, Phosphor, Antimon, Sauerstoff oder Stickstoff,
3. Molekularstrahlepitaxie-Ausrüstung, die Gas- oder Feststoff-Quellen verwendet;

## b. Ausrüstung, konstruiert für Ionenimplantation und mit einer der folgenden Eigenschaften:

1. nicht belegt;
2. konstruiert und optimiert, um für die Wasserstoff-, Deuterium- oder Heliumimplantation bei einer Elektronenenergie größer/gleich 20 keV und einem Strahlstrom größer/gleich 10 mA zu arbeiten,
3. mit Direktschreibbetrieb,
4. Elektronenenergie größer/gleich 65 keV und Strahlstrom größer/gleich 45 mA für das Implantieren von Sauerstoff mit hoher Energie in ein erhitztes Halbleiter,„substrat“; oder
5. konstruiert und optimiert, um für die Siliziumimplantation in ein auf 600 °C oder mehr erhitztes Halbleiter,„substrat“ bei einer Elektronenenergie größer/gleich 20 keV und einem Strahlstrom größer/gleich 10 mA zu arbeiten,

## c. nicht belegt;

## d. nicht belegt;

## e. zentrale Waferhandlingsysteme für das automatische Beladen von Mehrkammersystemen mit allen folgenden Eigenschaften:

1. Schnittstellen für Waferein- und -ausgabe, an die mehr als zwei funktionell unterschiedliche, von Unternummer 3B001a1, 3B001a2, 3B001a3 oder 3B001b erfasste ‚Halbleiterprozessgeräte‘ angeschlossen werden sollen, und
2. entwickelt, um ein integrales System zur ‚sequenziellen, multiplen Waferbearbeitung‘ innerhalb einer geschlossenen Vakuumumgebung aufbauen zu können,

Anmerkung: Unternummer 3B001e erfasst nicht automatische Robotersysteme für das Waferhandling, die besonders für die parallele Waferbearbeitung ausgelegt sind.

3B001 e. (Fortsetzung)

Technische Anmerkungen:

1. ‚Halbleiterprozessgeräte‘ im Sinne der Unternummer 3B001e1 sind modulare Anlagen für funktionell unterschiedliche physikalische Einzelprozesse zur „Herstellung“ von Halbleitern, wie z. B. Beschichten, Implantieren oder thermisches Behandeln.
  2. ‚Sequentielle, multiple Waferbearbeitung‘ im Sinne der Unternummer 3B001e2 bedeutet die Eigenschaft, jeden Wafer in verschiedenen ‚Halbleiterprozessgeräten‘ zu bearbeiten, indem der Wafer mithilfe des zentralen Waferhandlingsystems für das automatische Beladen von Mehrkammersystemen von einem Gerät zu einem zweiten Gerät und weiter zu einem dritten Gerät transferiert wird.
- f. Lithografieanlagen wie folgt:
1. Step-and-repeat (direct step on wafer)- oder step-and-scan (scanner)-Justier- und Belichtungsanlagen für die Waferfertigung, die lichteoptische oder röntgentechnische Verfahren verwenden und eine der folgenden Eigenschaften haben:
    - a. Wellenlänge der Lichtquelle kleiner als 193 nm oder
    - b. geeignet, ‚kleinste auflösbare Strukturbreiten‘ (KAS) von kleiner/gleich 45 nm zu erzeugen,

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3B001f1b wird die ‚kleinste auflösbare Strukturbreite‘ KAS nach folgender Formel berechnet:

$$KAS = \frac{(\text{Wellenlänge der Belichtungsquelle in nm}) \times (K)}{\text{numerische Apertur}}$$

wobei  $K = 0,35$

2. Anlagen für die Imprintlithografie, geeignet für die Herstellung von Strukturen kleiner/gleich 45 nm;

Anmerkung: Unternummer 3B001f2 schließt ein:

- Anlagen für den Mikrokontaktdruck (micro contact printing tools),
- Anlagen für den Druck mit heißen Stempeln (hot embossing tools),
- Anlagen für die Nano-Imprint-Lithografie,
- Anlagen für S-FIL (step and flash imprint lithography).

3. Anlagen, besonders konstruiert für die Maskenherstellung mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. abgelenkten, fokussierten Elektronenstrahlen, Ionenstrahlen oder „Laser“-Strahlen und
  - b. mit einer der folgenden Eigenschaften:
    1. Fokusgröße (spot size) mit einer Halbwertsbreite (full-width half-maximum (FWHM)) kleiner als 65 nm und einer Justiergenauigkeit (image placement) kleiner als 17 nm (Mittelwert + 3 Sigma) oder
    2. nicht belegt;
    3. Überdeckungsfehler (overlay error) der zweiten Schicht auf der Maske kleiner als 23 nm (Mittelwert + 3 Sigma),
4. Anlagen für die Halbleiterherstellung, die Direktschreibverfahren verwenden, mit allen folgenden Eigenschaften:
  - a. abgelenkten, fokussierten Elektronenstrahlen und
  - b. mit einer der folgenden Eigenschaften:
    1. Mindeststrahlgröße (Minimum beam size) kleiner/gleich 15 nm oder
    2. Überdeckungsfehler (overlay error) kleiner als 27 nm (Mittelwert + 3 Sigma),

## 3B001 (Fortsetzung)

- g. Masken oder Reticles, entwickelt für von Nummer 3A001 erfasste integrierte Schaltungen,
- h. Multilayer-Masken mit einer phasenverschiebenden Schicht, nicht von Unternummer 3B001g erfasst und konstruiert für die Verwendung in Lithografieanlagen mit einer Lichtquelle mit einer Wellenlänge kleiner als 245 nm;

Anmerkung: Unternummer 3B001h erfasst nicht Multilayer-Masken mit einer phasenverschiebenden Schicht, entwickelt für die Fertigung von Speicherbauelementen, die nicht von Nummer 3A001 erfasst sind.

Anmerkung: Für Masken und Reticles, besonders konstruiert für optische Sensoren, siehe Nummer 6B002.

- i. Matrizen (templates) für die Imprintlithografie, entwickelt für von Nummer 3A001 erfasste integrierte Schaltungen.
- j. Masken-„Substratrohlinge“ (mask substrate blanks) mit Mehrschicht-Reflektorstruktur aus Molybdän und Silizium mit allen folgenden Eigenschaften:
  1. besonders ausgelegt für ‚Extrem-Ultraviolett‘- (EUV)-Lithografie und
  2. dem SEMI-Standard P37 entsprechend.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Unternummer 3B001j bezeichnet ‚EUV‘ (‚Extreme ultraviolette Strahlung‘) den Spektralbereich elektromagnetischer Strahlung mit Wellenlängen über 5 nm und weniger als 124 nm.

## 3B002 Prüfgeräte, besonders konstruiert für das Testen von fertigen oder unfertigen Halbleiterbauelementen wie folgt sowie besonders konstruierte Bestandteile und besonders konstruiertes Zubehör hierfür:

- a. zum Prüfen der S-Parameter von Unternummer 3A001b3 erfasster Güter,
- b. nicht belegt;
- c. zum Prüfen von Gütern, die von Unternummer 3A001b2 erfasst werden.

**3C Werkstoffe und Materialien**

## 3C001 Hetero-epitaxiale Werkstoffe oder Materialien aus einem „Substrat“, das mehrere Epitaxieschichten aus einem der folgenden Materialien enthält:

- a. Silizium (Si),
- b. Germanium (Ge),
- c. Siliziumcarbid (SiC),
- d. „III/V-Verbindungen“ von Gallium oder Indium,
- e. Galliumoxid (Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), oder
- f. Diamant.

Anmerkung: Unternummer 3C001d erfasst nicht ein „Substrat“ mit einer oder mehreren p-Typ-Epitaxieschichten aus GaN, InGaN, AlGaN, InAlN, InAlGaN, GaP, GaAs, AlGaAs, InP, InGaP, AlInP oder InGaAlP, unabhängig von der Folge der Elemente, außer wenn die p-Typ-Epitaxieschicht zwischen n-Typ-Schichten liegt.

## 3C002 Fotoresists wie folgt und „Substrate“, die mit folgenden Fotoresists beschichtet sind:

- a. Fotoresists, entwickelt für die Halbleiter-Lithografie, wie folgt:
  1. Positiv-Fotoresists, eingestellt (optimiert) für den Einsatz bei Wellenlängen kleiner als 193 nm und größer/gleich 15 nm,
  2. Fotoresists, eingestellt (optimiert) für den Einsatz bei Wellenlängen kleiner als 15 nm und größer als 1 nm,

## 3C002 (Fortsetzung)

- b. alle Fotoresists, entwickelt zur Verwendung mit Elektronen- oder Ionenstrahlen mit einer Empfindlichkeit von besser/gleich 0,01  $\mu\text{coulomb}/\text{mm}^2$ ,
- c. nicht belegt;
- d. alle Fotoresists, optimiert für Oberflächen-Belichtungstechnologien,
- e. alle Fotoresists, entwickelt oder optimiert für die Verwendung in von Unternummer 3B001f2 erfassten Anlagen für die Imprintlithografie, die entweder thermische oder lichtsuhärtende Prozesse verwenden.

## 3C003 Organisch-anorganische Verbindungen wie folgt:

- a. Metallorganische Verbindungen aus Aluminium, Gallium oder Indium mit einer Reinheit (Metallbasis) größer (besser) als 99,999 %;
- b. Organische Arsen-, Antimon- oder Phosphorverbindungen mit einer Reinheit (anorganische Elementbasis) größer (besser) als 99,999 %.

Anmerkung: Nummer 3C003 erfasst nur Verbindungen, deren metallisches, halbmolekulares oder nichtmetallisches Element direkt an das Kohlenstoffatom im organischen Teil des Moleküls gebunden ist.

## 3C004 Phosphor-, Arsen- oder Antimonhydride mit einer Reinheit größer (besser) als 99,999 %, auch verdünnt in Inertgasen oder Wasserstoff.

Anmerkung: Nummer 3C004 erfasst nicht Hydride, die 20 Molprozent oder mehr Inertgase oder Wasserstoff enthalten.

## 3C005 Hochwiderstandswerkstoffe und -materialien wie folgt:

- a. Siliziumcarbid (SiC)-, Galliumnitrid (GaN)-, Aluminiumnitrid (AlN)-, Aluminiumgalliumnitrid (AlGaN)-, Galliumoxid ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ )- oder Diamant-Halbleiter-„Substrate“ oder -Stäbe (ingots, boules) oder andere Vorformen dieser Materialien mit einem spezifischen Widerstand größer als 10 000 Ohm cm bei einer Temperatur von 20 °C.
- b. Polykristalline „Substrate“ oder polykristalline keramische „Substrate“ mit einem spezifischen Widerstand größer als 10 000 Ohm cm bei einer Temperatur von 20 °C und wenigstens einer nicht-epitaxialen Einzelkristallschicht aus Silizium (Si), Siliziumcarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN), Aluminiumnitrid (AlN), Aluminiumgalliumnitrid (AlGaN), Galliumoxid ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) oder Diamant auf der Oberfläche des „Substrats“.

3C006 Nicht von Nummer 3C001 erfasste Werkstoffe und Materialien, bestehend aus einem „Substrat“, erfasst von Nummer 3C005, mit mindestens einer Epitaxieschicht aus Siliziumcarbid (SiC), Galliumnitrid (GaN), Aluminiumnitrid (AlN), Aluminiumgalliumnitrid (AlGaN), Galliumoxid ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) oder Diamant.**3D Datenverarbeitungsprogramme (Software)**

3D001 „Software“, besonders entwickelt für die „Entwicklung“ oder „Herstellung“ von Ausrüstung, die von den Unternehmern 3A001b bis 3A002h oder Nummer 3B erfasst wird.

3D002 „Software“, besonders entwickelt für die „Verwendung“ von Ausrüstung, die von den Unternehmern 3B001a bis f, Nummer 3B002 oder Nummer 3A225 erfasst wird.

3D003 „Software“ für ‚computergestützte Lithografie‘, besonders entwickelt für die „Entwicklung“ von Strukturen auf EUV-Lithografiemasken oder –reticles.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Nummer 3D003 bezeichnet ‚computergestützte Lithografie‘ den Einsatz von Computermodellierung zur Vorhersage, Korrektur, Optimierung und Prüfung der Bildgebungsleistung (imaging performance) des Lithografieverfahrens im Bereich von Strukturen, Verfahren und Systemzuständen.

3D004 „Software“, besonders entwickelt für die „Entwicklung“ der von Nummer 3A003 erfassten Ausrüstung.

- 3D005 „Software“ besonders entwickelt zur Wiederherstellung des Normalbetriebs eines Mikrocomputers, „Mikroprozessors“ oder „Mikrocomputers“ innerhalb von 1 ms nach einer Störung durch elektromagnetischen Impuls (EMP) oder elektrostatische Entladung (ESD) ohne Unterbrechung des laufenden Betriebs.
- 3D006 ‚Electronic Computer-Aided Design‘ „Software“ (ECAD), besonders entwickelt für die „Entwicklung“ integrierter Schaltungen mit einer „Gate-All-Around-Feldeffekttransistor“-Struktur („GAAFET“) und mit einer der folgenden Eigenschaften:
- besonders entwickelt zur Implementierung von ‚Register Transfer Level‘ (RTL) nach ‚Geometrical Database Standard II‘ (GDSII) oder einem gleichwertigen Standard, oder
  - besonders konstruiert für die Optimierung von Leistungs- oder Zeitsteuerungsregeln.

Technische Anmerkungen:

Im Sinne der Nummer 3D006 gilt:

1. ‚Electronic Computer-Aided Design‘ (ECAD) ist eine Kategorie von „Software“-Werkzeugen, die für den Entwurf, die Analyse, die Optimierung und die Validierung der Leistung von integrierten Schaltungen oder Leiterplatten verwendet werden.
  2. Die ‚Register Transfer Level‘ (RTL) ist eine Entwurfsabstraktion, die eine synchrone digitale Schaltung in Bezug auf den Fluss digitaler Signale zwischen Hardware-Registern und die mit diesen Signalen durchgeführten logischen Operationen modelliert.
  3. ‚Geometrical Database Standard II‘ (GDSII) ist ein Datenbankdateiformat für den Datenaustausch von integrierten Schaltkreisen oder Layout-Designs für integrierte Schaltkreise.
- 3D101 „Software“, besonders entwickelt oder geändert für die „Verwendung“ der von Unternummer 3A101b erfassten Ausrüstung.
- 3D225 „Software“ besonders entwickelt zur Leistungssteigerung oder Aufhebung der Beschränkungen der Frequenzumwandler oder Generatoren, um den Eigenschaften von Nummer 3A225 zu entsprechen.

### 3E Technologie

- 3E001 „Technologie“ entsprechend der Allgemeinen Technologie-Anmerkung für die „Entwicklung“ oder „Herstellung“ von Ausrüstung, Werkstoffen oder Materialien, die von Nummer 3A, 3B oder 3C erfasst werden.

Anmerkung 1: Nummer 3E001 erfasst nicht „Technologie“ für Ausrüstung oder Bestandteile, die in Nummer 3A003 erfasst werden.

Anmerkung 2: Nummer 3E001 erfasst nicht „Technologie“ für integrierte Schaltungen, die von den Unter Nummern 3A001a3 bis 3A001a12 erfasst werden, mit allen folgenden Eigenschaften:

- Verwendung einer „Technologie“ mit minimalen Strukturbreiten größer/gleich  $0,130\ \mu\text{m}$  und
- Multilayer-Strukturen mit drei oder weniger Metallisierungsebenen.

Anmerkung 3: Nummer 3E001 erfasst nicht ‚Process Design Kits‘ (PDKs), außer sie enthalten Bibliotheken, welche Funktionen oder Technologien für von Nummer 3A001 erfasste Güter implementieren.

Technische Anmerkung:

Im Sinne der Nummer 3E001 Anmerkung 3 ist ein ‚Process Design Kit‘ (PDK) ein Software-Tool, bereitgestellt von einem Halbleiterhersteller, um die Einhaltung der Entwurfsverfahren und -regeln sicherzustellen, die für die erfolgreiche Herstellung eines spezifischen Entwurfs einer integrierten Schaltung in einem spezifischen Halbleiterprozess unter technologischen und herstellungsbezogenen Bedingungen erforderlich ist (jeder Halbleiterherstellungsprozess hat sein eigenes ‚PDK‘).

3E002 „Technologie“ entsprechend der Allgemeinen Technologie-Anmerkung, die nicht von Nummer 3E001 erfasst wird, für die „Entwicklung“ oder „Herstellung“ eines Mikroprozessor-, Mikrocomputer- oder Mikrocontroller-Kerns (core), der eine Arithmetisch-Logische Einheit (ALU) mit einer Zugriffsbreite größer/gleich 32 Bit enthält und mit einer der folgenden Eigenschaften oder Charakteristiken:

- a. eine ‚Vektoreinheit‘, entwickelt, um mehr als zwei Berechnungen auf ‚Gleitkomma‘-Vektoren (eindimensionale Felder von Zahlen mit einer Darstellung von 32 Bit oder mehr) gleichzeitig auszuführen,

Technische Anmerkung:

*Im Sinne der Unternummer 3E002a ist eine ‚Vektoreinheit‘ ein Prozessorelement mit eingebauten Befehlen, das Mehrfachrechnungen auf ‚Gleitkomma‘-Vektoren (eindimensionale Felder aus Zahlen von 32 Bit oder länger) gleichzeitig ausführen kann und mindestens eine Vektor-ALU (Arithmetisch-Logische-Einheit) und Vektorregister von mindestens je 32 Elementen enthält.*

- b. entwickelt, um mehr als vier ‚Gleitkomma‘-Ergebnisse mit einer Wortlänge von 64 Bit oder größer pro Taktzyklus zu erzielen, oder
- c. entwickelt, um mehr als acht ‚Festkomma‘-Multiplikations-Additions-(multiply-accumulate) Ergebnisse mit einer Wortlänge von 16 Bit pro Taktzyklus zu erzielen (d. h. digitale Verarbeitung von analogen Eingangsdaten, die in digitale Darstellung gebracht wurden, auch bekannt unter dem Begriff: digitale „Signalverarbeitung“).

Technische Anmerkungen:

1. ‚Gleitkomma‘ im Sinne der Unternummern 3E002a und 3E002b ist in der Norm IEEE-754 definiert.
2. Im Sinne der Unternummer 3E002c bezieht sich ‚Festkomma‘ auf eine reelle Zahl mit einer festen Anzahl von Ziffern, die aus einem Vorkomma- und einem Nachkommateil besteht, und umfasst keine reinen Ganzzahlformate.

Anmerkung 1: Nummer 3E002 erfasst nicht „Technologie“ für Multimedia-Erweiterungen.

Anmerkung 2: Nummer 3E002 erfasst nicht „Technologie“ für Mikroprozessorkerne mit allen folgenden Eigenschaften:

- a. Verwendung einer „Technologie“ mit minimalen Strukturbreiten größer/gleich 0,130  $\mu\text{m}$  und
- b. Multilayer-Strukturen mit fünf oder weniger Metallisierungsschichten.

Anmerkung 3: Nummer 3E002 schließt „Technologie“ für die „Entwicklung“ oder „Herstellung“ digitaler Signalprozessoren und digitaler Array-Prozessoren ein.

3E003 „Technologie“ wie folgt für die „Entwicklung“ oder „Herstellung“ folgender Güter:

- a. mikroelektronische Vakuumbaelemente,
- b. elektronische Halbleiterbauelemente mit heterogener Struktur, z. B. HEMT (high electron mobility transistors), HBT (hetero-bipolar transistors), quantum well devices oder super lattice devices;

Anmerkung: Unternummer 3E003b erfasst nicht „Technologie“ für HEMT (high electron mobility transistors) mit Betriebsfrequenzen kleiner als 31,8 GHz sowie HBT (hetero-bipolar transistors) mit Betriebsfrequenzen kleiner als 31,8 GHz.

- c. „supraleitende“ elektronische Bauelemente,
- d. Substrate aus Diamant für elektronische Bauelemente;
- e. Substrate aus silicon-on-insulator (SOI) für integrierte Schaltungen, wobei der Isolator aus Siliziumdioxid besteht;

## 3E003 (Fortsetzung)

- f. Substrate aus Siliziumcarbid für elektronische Bauelemente;
- g. „elektronische Vakuumbauelemente“ mit Betriebsfrequenzen größer/gleich 31,8 GHz,
- h. Substrate aus Galliumoxid für elektronische Bauelemente.

3E004 „Technologie“, die „unverzichtbar“ ist für das Schneiden, Schleifen und Polieren von 300-mm-Siliziumwafern, um ein ‚SFQR‘ (Site Front least sQuares Range) von kleiner/gleich 20 nm an jeder Stelle mit einer Fläche von 26 mm × 8 mm auf der Vorderseite eines Wafers und einer Randauslassung von kleiner/gleich 2 mm zu erzielen.

Technische Anmerkung:

*Im Sinne von Nummer 3E004 ist ‚SFQR‘ die Spanne der maximalen und minimalen Abweichung von der Frontbezugsebene, berechnet nach der Methode der kleinsten Quadrate mit allen Frontoberflächendaten einer Stelle einschließlich ihrer Begrenzung.*

3E101 „Technologie“ entsprechend der Allgemeinen Technologie-Anmerkung für die „Verwendung“ von Ausrüstung oder „Software“, erfasst von Unternummer 3A001a1 oder 3A001a2, Nummer 3A101, 3A102 oder 3D101.

3E102 „Technologie“ entsprechend der Allgemeinen Technologie-Anmerkung für die „Entwicklung“ von „Software“, erfasst von Nummer 3D101.

3E201 „Technologie“ entsprechend der Allgemeinen Technologie-Anmerkung für die „Verwendung“ von Ausrüstung erfasst von den Unternummern 3A001e2, 3A001e3 und 3A001g sowie den Nummern 3A201 und 3A225 bis 3A234.

3E225 „Technologie“ in Form von Lizenzschlüsseln oder Produkt-Keys zur Leistungssteigerung oder Aufhebung der Beschränkungen der Frequenzumwandler oder Generatoren, um den Eigenschaften der Nummer 3A225 zu entsprechen.