

DIN EN 61290-1

ICS 33.180.30

Einsprüche bis 2013-11-06

Entwurf**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker –
Teil 1: Optische Leistungs- und Verstärkungsparameter
(IEC 86C/1161/CD:2013)**

Optical amplifiers –
Test methods –
Part 1: Optical power and gain parameters
(IEC 86C/1161/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-09-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 27 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich und Zweck	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Abkürzungen	5
4 Prüfverfahren für optische Leistung und Verstärkung.....	5
5 Verfahren	5
6 Prüfergebnisse	10
Literaturhinweise.....	13
Bild 1 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Eingangssignalleistung.....	6
Bild 2 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Wellenlänge.....	6
Bild 3 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Temperatur.....	7
Bild 4 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Wellenlänge.....	8
Bild 5 – Typisches Verhalten der Verstärkungsschwankung als Funktion der Zeit.....	8
Bild 6 – Typisches Verhalten der Ausgangsleistungsschwankung als Funktion der Zeit.....	9
Bild 7 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Eingangssignalleistung.....	9
Bild 8 – Typisches Verhalten der Ausgangsleistung als Funktion der Eingangssignalleistung.....	10

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 86C/1161/CD:2013 „Optical amplifiers – Test methods – Part 1: Optical power and gain parameters“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1: Optische Leistungs- und Verstärkungsparameter

Einleitung

Diese Internationale Norm gilt für Lichtwellenleiter-Verstärker. Da sich die Technologie auf dem Gebiet der Lichtwellenleiter-Verstärker noch in rascher Entwicklung befindet, sind Änderungen und neue Ausgaben dieser Norm zu erwarten.

Jede in dieser Internationalen Norm verwendete Abkürzung wird im Textverlauf, zumindest wenn sie das erste Mal vorkommt, erklärt. Um die Verständlichkeit des Textes jedoch insgesamt zu erleichtern, ist in Abschnitt 3 eine Liste mit allen Abkürzungen aufgeführt.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für alle handelsüblichen optischen Verstärker (OAs) und elementare Teilsysteme mit optischer Verstärkung. Insbesondere gilt sie für OAs, bei denen optisch gepumpte Fasern (OFAs, die entweder auf mit seltenen Erden dotierten Fasern oder dem Raman-Effekt beruhen), Halbleiter (SOAs) und Wellenleiter (POWAs) zur Anwendung kommen.

ANMERKUNG Die Anwendbarkeit der in der vorliegenden Norm beschriebenen Prüfverfahren für Verstärker, die auf der Ramann-Streuung beruhen, unterliegen weiteren Untersuchungen.

Der Zweck dieser Norm ist die Festlegung einheitlicher Anforderungen für genaue und zuverlässige Messungen der folgenden, in IEC 61291-1, Abschnitt 3 festgelegten OA-Parameter:

- a) Nenn-Ausgangssignalleistung;
- b) Verstärkung;
- c) gegenläufige Verstärkung;
- d) höchste Verstärkung;
- e) Wellenlänge der höchsten Verstärkung;
- f) maximale Änderung der Verstärkung mit der Temperatur;
- g) Wellenlängenbereich der Verstärkung;
- h) Änderung der Wellenlänge der Verstärkung;
- i) Verstärkungsstabilität;
- j) polarisationsabhängige Verstärkung;
- k) Stabilität des Großsignalausgangs;
- l) Sättigungsausgangsleistung;
- m) höchste Ausgangssignalleistung;
- n) höchste Gesamtausgangsleistung.

ANMERKUNG Alle numerischen Werte, denen ein (§) folgt, sind vorgeschlagene Werte, deren Messung gesichert ist. Andere Werte können annehmbar sein, sollten jedoch überprüft werden.

Diese Norm ist spezifisch auf Einkanalverstärker ausgerichtet. Für Mehrkanalverstärker wird auf die Normenreihe IEC 61290-10: „Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Mehrkanalparameter“ verwiesen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61290-1-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-1: Power and gain parameters – Optical spectrum analyzer method*

IEC 61290-1-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-2: Power and gain parameters – Electrical spectrum analyzer method*

IEC 61290-1-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-3: Power and gain parameters – Optical power meter method*

IEC 61291-1, *Optical amplifiers – Part 1: Generic specification*

3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

ASE	verstärkte spontane Emission (en: amplified spontaneous emission)
OA	Lichtwellenleiter-Verstärker (en: optical amplifier)
OFA	faseroptischer Verstärker (en: optical fibre amplifiers)
SOA	optischer Halbleiterverstärker (en: semiconductor optical amplifier)
FWHM	Halbwertsbreite (en: full width at half maximum)
OSA	optischer Spektralanalysator (en: optical spectrum analyzer)

4 Prüfverfahren für optische Leistung und Verstärkung

In dieser Norm werden die drei häufigsten praktizierten Verfahren zur Bewertung der optischen Leistung und Verstärkung eines OA betrachtet.

Ziel des ersten Verfahrens (siehe IEC 61290-1-1) ist es, die optische Leistung und Verstärkung durch ein Verfahren mit optischem Spektralanalysator zu bestimmen.

Ziel des zweiten Verfahrens (siehe IEC 61290-1-2) ist es, die optische Leistung und Verstärkung durch ein Verfahren mit elektrischem Spektralanalysator zu bestimmen.

Ziel des dritten Verfahrens (siehe IEC 61290-1-3) ist es, die optische Leistung und Verstärkung durch ein Verfahren mit optischem Leistungsmessgerät und optischem Bandpassfilter zu bestimmen.

5 Verfahren

- a) **Nenn-Ausgangssignalleistung:** Die Nenn-Ausgangssignalleistung ergibt sich aus der kleinsten optischen Ausgangssignalleistung bei einer in den betreffenden Bauartspezifikationen festgelegten optischen Eingangssignalleistung und unter Nenn-Betriebsbedingungen, die in der betreffenden Bauartspezifikation angegeben sind. Zur Ermittlung dieses Kleinstwertes werden die Pegel des Eingangs- und des Ausgangssignals über eine vorgegebene Dauer und bei Veränderungen des Polarisationszustandes und weiterer Instabilitäten kontinuierlich überwacht, wie es in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt ist. Die Messverfahren und Berechnungen werden in jedem Prüfverfahren beschrieben.
- b) **Verstärkung:** Die Messverfahren und Berechnungen werden in jedem Prüfverfahren beschrieben.

- c) *Gegenläufige Verstärkung*: Wie in b), jedoch wird der OA mit dem Eingangstor als Ausgangstor und umgekehrt betrieben.
- d) *Höchste Verstärkung*: Wie in b), jedoch wird eine in der Wellenlänge abstimmbare optische Quelle verwendet und alle Verfahrensschritte werden bei verschiedenen Wellenlängen wiederholt, so dass der gesamte in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegte Wellenlängenbereich erfasst wird.

ANMERKUNG 1 Sofern nicht anders festgelegt, sollte die Wellenlänge in Schritten von kleiner als 1 nm ($\pm$) um die Wellenlänge herum geändert werden, bei der die (z. B. mit einem optischen Spektralanalysator oder einem Monochromator) gemessene Leistungsdichte der ASE ohne Eingangssignal ihren höchsten Wert annimmt.

ANMERKUNG 2 Eine Messgenauigkeit der Wellenlängen von $\pm 0,01$ nm innerhalb des Betriebswellenlängenbereiches des OA kann mit handelsüblichen Wellenlängenmessgeräten eingehalten werden, die auf der Zählung von Interferenzkreisen beruhen. Einige abstimmbare Laserdiodengeräte mit externem Resonator erzielen eine Messgenauigkeit von $\pm 0,2$ nm.

Die Werte für die Verstärkung werden bei den verschiedenen Wellenlängen wie in b) beschrieben gemessen. Die höchste Verstärkung ergibt sich bei Nennbetriebsbedingungen aus dem höchsten dieser Verstärkungswerte. Bild 1 zeigt das typische Verhalten oder die Verstärkung als Funktion der Eingangssignalleistung.

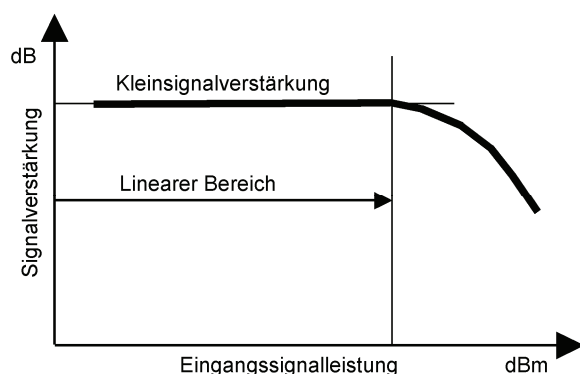


Bild 1 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Eingangssignalleistung

- e) *Wellenlänge der höchsten Verstärkung*: wie in d), Die Wellenlänge der höchsten Verstärkung entspricht der Wellenlänge, bei der die maximale Verstärkung erfolgt. Das typische Verhalten der Verstärkung bei verschiedenen Wellenlängen ist in Bild 2 dargestellt.

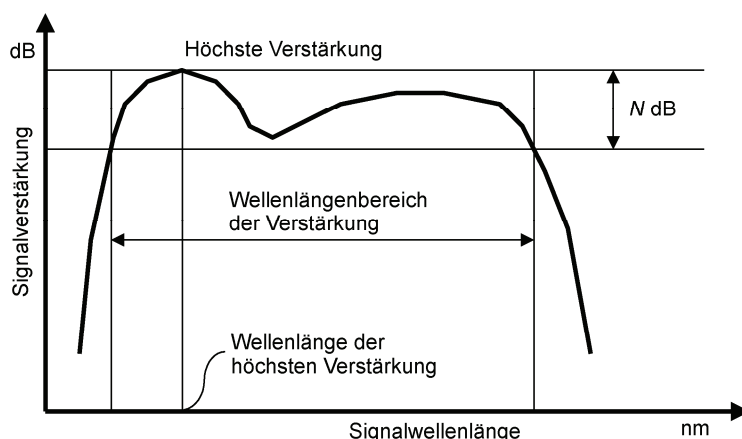


Bild 2 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Wellenlänge

- f) *Maximale Änderung der Verstärkung mit der Temperatur*: Die für einen festgelegten Temperaturbereich maximale Änderung der Signalverstärkung. Unter Bezugnahme auf den Messaufbau und das Messverfahren sind die nachfolgend beschriebenen Messungen und Berechnungen für jedes Prüfverfahren einzuhalten.
- 1) Wie in b) beschrieben, ist die höchste Verstärkung $G_{\text{max-Tmp}}$ innerhalb der Temperaturänderung zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.

- 2) Wie in b) beschrieben, ist die niedrigste Verstärkung $G_{\min\text{-Tmp}}$ innerhalb der Temperaturänderung zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.
- 3) Die maximale Änderung der Verstärkung mit der Temperatur ΔG_{tmp} ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\Delta G_{\text{tmp}} = G_{\text{max-tmp}} - G_{\text{min-tmp}} \text{ (dB)}$$

Bild 3 zeigt das typische Verhalten der Verstärkung als Funktion der Temperatur.

ANMERKUNG Die Änderung der Verstärkung mit der Temperatur kann aufgrund der Eigenschaften seiner aktiven Fasern von der Signalwellenlänge abhängen. Die Wellenlänge, bei der der Parameter festgelegt und zu messen ist, sollte angegeben werden.

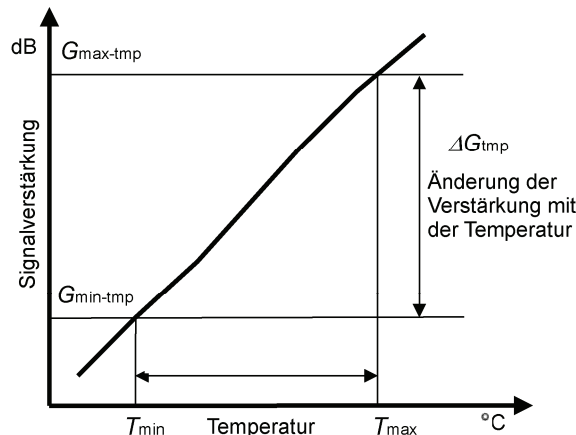


Bild 3 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Temperatur

- g) **Wellenlängenbereich der Verstärkung:** Die höchste Verstärkung ist wie in d) beschrieben zu messen. Es sind die Wellenlängen zu bestimmen, bei denen sich die Verstärkung N dB unterhalb der höchsten Verstärkung befindet. Der Wellenlängenbereich der Verstärkung ergibt sich aus dem (den) Wellenlängenintervall(en) zwischen diesen Wellenlängen, innerhalb derer die Verstärkung zwischen dem Höchstwert der Verstärkung und einem Wert N dB unterhalb der höchsten Verstärkung auftritt. Die Berechnungen sind nach folgendem Verfahren auszuführen.
 - 1) Die Verstärkung jeder Wellenlänge gegenüber den Verstärkungen der benachbarten Wellenlängen ist entsprechend Bild 2 graphisch darzustellen.
 - 2) Eine horizontale Linie N dB unter dem höchsten Punkt der Verstärkung ist einzuzeichnen.
 - 3) Die zwei oder mehr Schnittpunkte bestimmen den Wellenlängenbereich der Verstärkung. Die N dB unterhalb der Wellenlängen vorhandene geringste Differenz ergibt den Wellenlängenbereich der Verstärkung.

ANMERKUNG $N = 3$ ist ein üblicher Wert.

- h) **Änderung der Wellenlänge der Verstärkung:** Die höchste und die niedrigste Verstärkung über den festgelegten zu messenden Wellenlängenbereich ist wie in d) beschrieben zu messen. Die Änderung der Verstärkung ergibt sich aus der Differenz aus den Werten der höchsten und der niedrigsten Verstärkung. Die Berechnungen sind nach folgendem Verfahren auszuführen.
 - 1) Die Verstärkung jeder Wellenlänge ist wie in Bild 4 gezeigt graphisch darzustellen.
 - 2) Die höchste Verstärkung $G_{\text{max-}\lambda}$ (dB) innerhalb des Wellenlängenbereichs ist zu bestimmen.
 - 3) Die niedrigste Verstärkung $G_{\text{min-}\lambda}$ (dB) innerhalb des Wellenlängenbereichs ist zu bestimmen.
 - 4) Die Änderung der Wellenlänge der Verstärkung $\Delta G\lambda$ (dB) ist mit folgender Gleichung zu berechnen.

$$\Delta G\lambda = G_{\text{max-}\lambda} - G_{\text{min-}\lambda} \text{ (dB)}$$

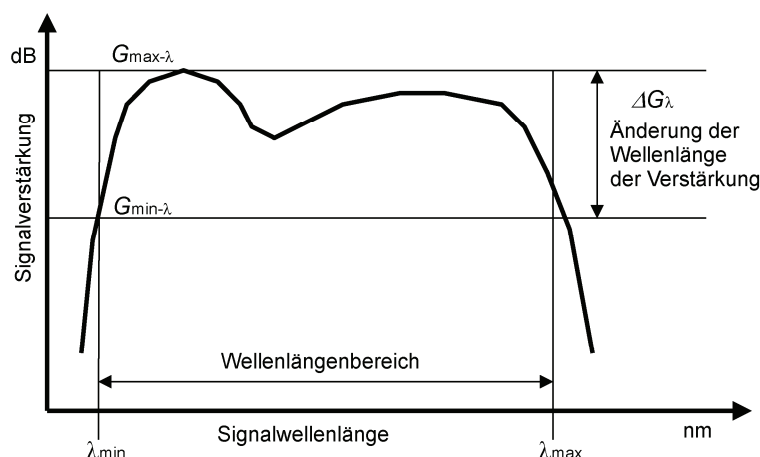


Bild 4 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Wellenlänge

- i) **Verstärkungsstabilität:** Die sich aus maximaler und minimaler Änderung der Signalverstärkung für einen in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegten Prüfzeitraum ergebende größte Verstärkungsschwankung. Unter Bezugnahme auf den Messaufbau und das Messverfahren sind die nachfolgend beschriebenen Messungen und Berechnungen für jedes Prüfverfahren einzuhalten. Das typische Verhalten der Verstärkungsschwankung ist in Bild 5 dargestellt.
- 1) Wie in b) beschrieben, ist die höchste Verstärkung $G_{\text{max-stability}}$ für einen festgelegten Prüfzeitraum zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.
 - 2) Wie in b) beschrieben, ist die niedrigste Verstärkung $G_{\text{min-stability}}$ für einen festgelegten Prüfzeitraum zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.
 - 3) Die Verstärkungsstabilität $\Delta G_{\text{stability}}$ (dB) ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\Delta G_{\text{stability}} = G_{\text{max-stability}} - G_{\text{min-stability}} \text{ (dB)}$$

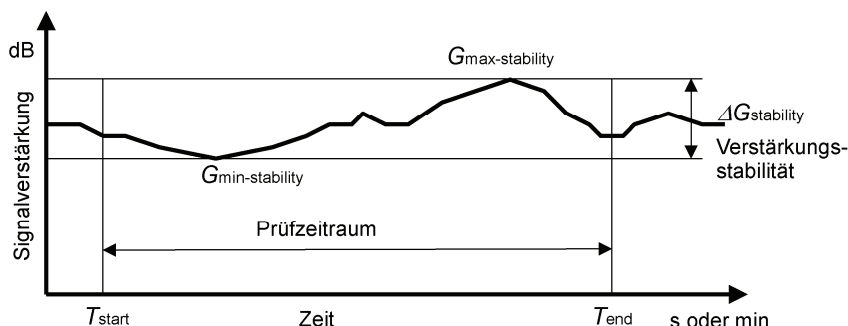


Bild 5 – Typisches Verhalten der Verstärkungsschwankung als Funktion der Zeit

- j) **Polarisationsabhängige Verstärkung:** Die Werte für die Verstärkung bei den unterschiedlichen Polarisationszuständen wie in b) beschrieben. Die Messverfahren und Berechnungen werden in jedem Prüfverfahren beschrieben.
- k) **Stabilität des Großsignalausgangs:** Die sich aus maximaler und minimaler Änderung der optischen Ausgangsleistung für einen in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegten Prüfzeitraum ergebende größte Verstärkungsschwankung. Unter Bezugnahme auf den Messaufbau und das Messverfahren sind die nachfolgend beschriebenen Messungen und Berechnungen für jedes Prüfverfahren einzuhalten. Das typische Verhalten der Ausgangsleistungsschwankung ist in Bild 6 dargestellt.
- 1) Wie in a) beschrieben, ist die größte Ausgangssignalleistung $P_{\text{max-stability}}$ für einen festgelegten Prüfzeitraum und bei einer vorgegebenen Wellenlänge sowie maximaler Signaleingangsleistung zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.

- 2) Wie in a) beschrieben, ist die kleinste Ausgangssignalleistung $P_{\min\text{-stability}}$ für einen festgelegten Prüfzeitraum und bei einer vorgegebenen Wellenlänge sowie maximaler Signaleingangsleistung zu messen, wie in der betreffenden Bauartspezifikation festgelegt.
- 3) Durch Vergleichen von $P_{\max\text{-stability}}$ mit $P_{\min\text{-stability}}$ und Subtraktion der $P_{\min\text{-stability}}$ von $P_{\max\text{-stability}}$ wird die Stabilität des Großsignalausgangs erhalten.
- 4) Die Stabilität des Großsignalausgangs $\Delta P_{\text{stability}}$ (dB) ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\Delta P_{\text{stability}} = P_{\max\text{-stability}} - P_{\min\text{-stability}} \text{ (dB)}$$

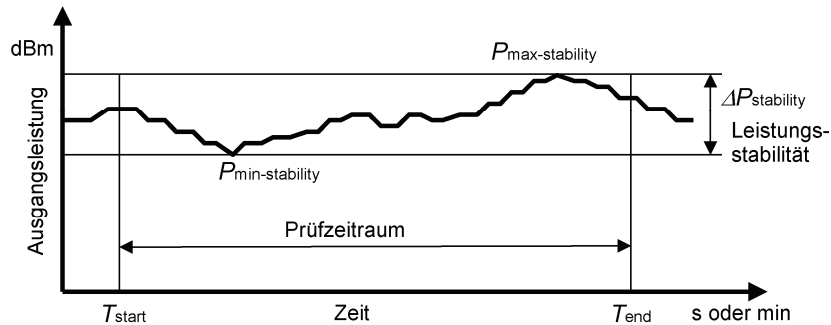


Bild 6 – Typisches Verhalten der Ausgangsleistungsschwankung als Funktion der Zeit

- 1) **Sättigungsausgangsleistung:** Unter Bezugnahme auf den Messaufbau ist das nachfolgend beschriebene Messverfahren für jedes Prüfverfahren einzuhalten. Über der Sättigungsausgangsleistung reduziert sich bei der Signalwellenlänge die Verstärkung um N dB (üblicherweise $N = 3$) in Bezug auf die Kleinsignalverstärkung. Die Berechnungen sind nach folgendem Verfahren auszuführen.
 - 1) Die Verstärkung als Funktion der Eingangsleistung ist graphisch darzustellen wie in d) beschrieben. Das typische Verhalten der Verstärkung ist in Bild 7 dargestellt.
 - 2) Die Ausgangsleistung als Funktion der Eingangsleistung ist graphisch darzustellen. Das typische Verhalten der Ausgangsleistung ist in Bild 8 dargestellt.
 - 3) Die Verstärkung G_{sat} (dB), die im linearen Bereich der Verstärkung N dB unter der Kleinsignalverstärkung liegt ist zu bestimmen.
 - 4) Die Eingangsleistung $P_{\text{in-sat}}$ (dBm), aus der sich die Verstärkung G_{sat} ergibt ist zu bestimmen.
 - 5) Die bei der Eingangsleistung $P_{\text{in-sat}}$ auftretende Ausgangsleistung $P_{\text{out-sat}}$ (dBm) ist zu bestimmen.
 - 6) Die Sättigungsausgangsleistung ergibt sich aus $P_{\text{out-sat}}$.

ANMERKUNG $N = 3$ ist ein üblicher Wert.

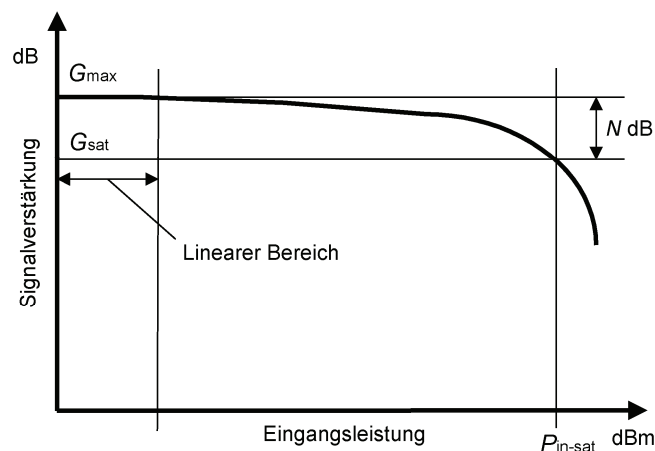


Bild 7 – Typisches Verhalten der Verstärkung als Funktion der Eingangssignalleistung