

Özgür Göcer

Die petroskopische Anreicherung von Lichtwellenleitern



Diplomica Verlag

Özgür Göcer

Die petroskopische Anreicherung von Lichtwellenleitern

ISBN: 978-3-8366-2359-9

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2009

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2009

Die petroskopische Anreicherung von Lichtwellenleitern

	<i>Seite</i>
1.1 Physikalische Grundlagen der Lichtwellenleiter-Technik	5
1.1.1 Einleitung	5
1.1.2 Das Prinzip der optischen Informationsübertragung	5
Bild 1.1: Das Prinzip der optischen Informationsübertragung	5
1.1.3 Die Vorteile der Nachrichtenübertragung über Lichtwellenleiter	7
1.1.4 Das elektromagnetische Spektrum	8
Bild 1.2: Änderung der Strahlrichtung zwischen zwei Medien	8
1.1.5 Signalausbreitung im Lichtwellenleiter	9
Bild 1.3: Aufbau einer LWL-Faser	9
Bild 1.4: Totalreflexion im Stufenprofil-LWL	11
1.1.6 Dämpfung im Lichtwellenleiter	11
Tabelle 1.1: Beispiele für Dämpfungskoeffizienten	12
1.1.7 Zusammenfassung	15
1.2 Dotierter Lichtwellenleiter-Typ mit Dispersion	16
1.2.1 Einleitung	16
1.2.2 Dotierter Stufenprofil-Lichtwellenleiter mit Modendispersion	16
Bild 1.5: Impulsverbreiterung und –überlappung entlang des Lichtwellenleiters zu verschiedenen Zeiten	16
1.2.3 Dotierung mit HCR-LWL	20
Bild 1.6: Spannungswandler für 2kV mit Lichtwellenleiter-Ausgang	23
Bild 1.7: Eingangsverstärker und Modulationsschaltung	24
Bild 1.8: Empfangs- und Demodulationsschaltung mit Impedanzwandler	24
Bild 1.9: Gleichspannungs-Übertragungscharakteristik gemessen mit Voltmetern der Fehlergrenzen 0,3 %	25
Bild 2.0: Übertragung eines typischen Meßsignals: Ein zweipunkt geregelter Bremschopper entlädt den Zwischenkreis periodisch innerhalb von 70 µm um 100V	26
1.2.4 Zusammenfassung	27
1.3 Optoelektronische Bauelemente	28
2.1 Lichtwellenleiter-Messtechnik	30
2.1.1 Einleitung	30
2.1.2 Verfahren zur Herstellung einer Modengleichgewichtsverteilung	30
2.1.3 Leistungsmessung	32
2.1.4 Dämpfungsmessung	34
2.1.5 Zusammenfassung	36

Die petroskopische Anreicherung von Lichtwellenleitern

	<i>Seite</i>
3.1 Optische Übertragungssysteme	37
3.1.1 Systemparameter	37
3.1.2 Digitale und Analoge Systeme	38
Bild 2.1: Beispiele für überbrückbare Entfernungen in Abhängigkeiten von der Bandbreite für Systeme im ersten optischen Fenster	39
Bild 2.2: Beispiele für überbrückbare Entfernungen in Abhängigkeit von der Bandbreite für Systeme im zweiten optischen Fenster	41
3.1.3 Zusammenfassung	41
3.1.4 Digitale Hierarchien und Netzstrukturen	42
Tabelle 1.2: Plesiochrone Digitale Hierarchien	42
3.1.5 Zusammenfassung	44
4.1 Messungen an DWDM-Systemen	46
4.1.1 Spektrale Messungen	46
Bild 2.3: Typisches Spektrum eines DWDM-Systems mit 16 Kanälen	47
4.1.2 Dispersionsmessungen	48
4.1.3 Zusammenfassung	49
5.1 Kanalbündelung in der Lichtwellenleiter-Technik	50
5.1.1 Verfahren der Kanalbündelung	50
Bild 2.4: Kanalbündelung auf elektrischer und optischer Ebene	51
5.1.2 DWDM-Systeme	51
Bild 2.5: Einfluss der chromatischen Dispersion auf die maximal überbrückbare Entfernung	53
Bild 2.6: Entwicklung der Übertragungskapazität des Lichtwellenleiters	54
6.1 Literatur	56
7.1 Abkürzungen	58

1.1 Physikalische Grundlagen der Lichtwellenleiter-Technik

1.1.1 Einleitung

Die optische Informationsübertragung ist mit Hilfe von Lichtwellenleitern oder über die Freiraumausbreitung möglich. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Übertragung mit Lichtwellenleitern. Kurze Entfernung können unter gewissen Bedingungen auch mit der optischen Freiraumübertragung überbrückt werden.

1.1.2 Das Prinzip der optischen Informationsübertragung

Ein elektrisches Signal moduliert in einem Sendemodul einen optischen Träger und erzeugt damit ein optisches Signal. Die Modulation kann analog oder digital erfolgen. Als Sender kommen Lumineszenzdiode oder Laserdiode zum Einsatz. Das optische Signal der Senderdiode wird in den Lichtwellenleitern eingekoppelt. Es ist auf eine hohe Qualität der Einkopplung zu achten, um die Koppelverluste möglichst gering zu halten. Das Prinzip der optischen Informationsübertragung wird in Bild 1.1 dargestellt.

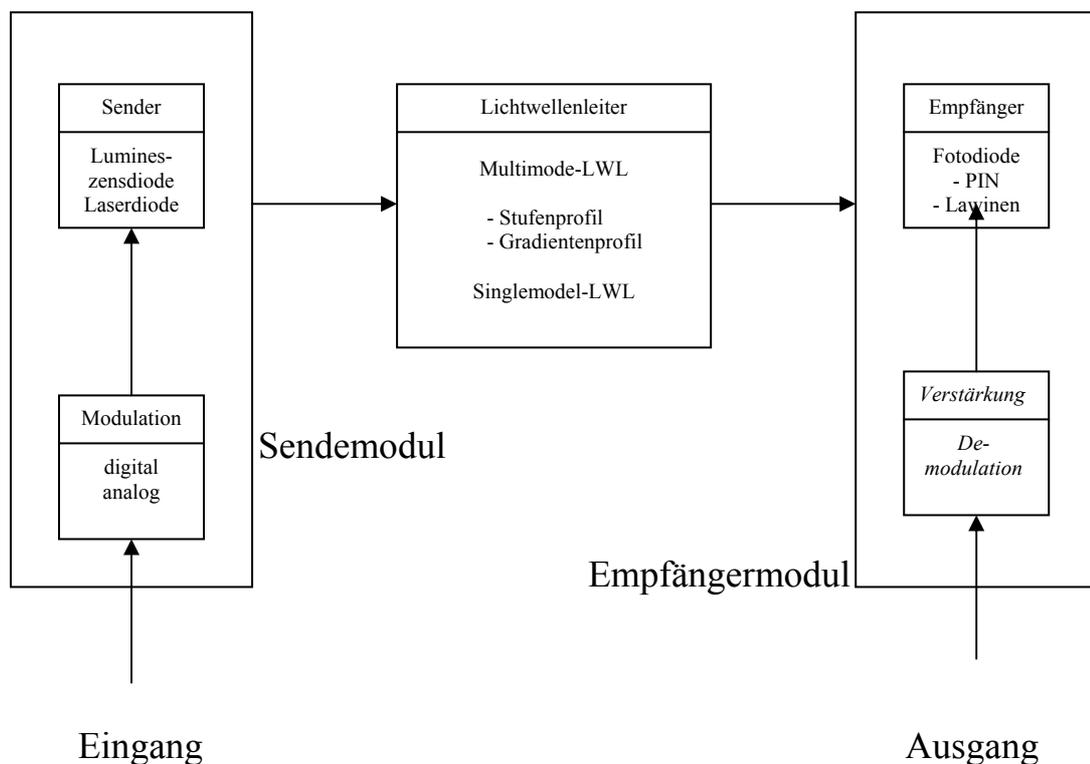


Bild 1.1: Das Prinzip der optischen Informationsübertragung

Der Lichtwellenleiter kann für geringe Anforderungen ein Multimode-Stufenprofil-LWL, beispielsweise ein Kunststoff-LWL oder ein PCF (Polymer Cladding Fiber) sein.

Für höhere Anforderungen kommt der Gradientenprofil-LWL zum Einsatz. Höchste Anforderungen bezüglich Dämpfung und Dispersion erfüllen Singlemode-LWL.

Am Ende der Übertragungsstrecke wird das optische Signal mit Hilfe des Empfängers in ein elektrisches Signal gewandelt und gegebenenfalls verstärkt und demoduliert. Die optisch-elektrische Wandlung übernimmt eine PIN- bzw. Lawinen-Fotodiode.

Das Übertragungssystem kann dämpfungsbegrenzt oder dispersionsbegrenzt sein.

Dämpfungsbegrenzung heißt, dass die maximal realisierbare Streckenlänge durch die Dämpfung im System begrenzt wird. Genauer gesagt: Die am Empfänger ankommende Leistung darf einen bestimmten Wert nicht unterschreiten, damit das Signal noch fehlerfrei oder mit einer noch zulässigen Fehlerrate detektiert werden kann.

So wird die Dämpfungsbegrenzung nicht nur durch eine hohe LWL-Dämpfung oder eine lange zu überbrückende Strecke verursacht, auch die Höhe der eingekoppelten Leistung und die Empfindlichkeit des Empfängers spielt eine wichtige Rolle. Die Empfängerempfindlichkeit nimmt mit wachsender Bandbreite ab.

Dispersionsbegrenzung heißt, dass die maximal realisierbare Streckenlänge durch die Dispersion im System begrenzt wird. Dabei verstehen wir unter Dispersion eine Impulsverbreiterung während der Ausbreitung entlang des Lichtwellenleiters.

Die Auswahl der geeigneten Komponenten (Typ des Senders, des Lichtwellenleiters und des Empfängers) wird durch die jeweiligen Anforderungen an das Übertragungssystem bestimmt. Dabei ist es sinnlos, einen hohen Aufwand zur Reduktion der Dämpfung zu treiben, wenn das System dispersionsbegrenzt ist und umgekehrt. Bei der Erfüllung der beiden Forderungen sollte man optimieren.