

Glasfaserstecker in der Praxis

In modernen Kommunikationsnetzen gewinnt Glasfaserkabel ständig an Bedeutung – denn dort, wo hohe Datenmengen schnell zu übertragen sind, ersetzen Lichtwellenleiter (LWL) herkömmliche Kupferleiter. In der Lichtwellenleitertechnik besteht ebenso Bedarf an wiederholt lösbaren Verbindungen. Die Stecker für Glasfaserverbindungen sind hierbei wichtige Schlüsselkomponenten einer verlustarmen und breitbandigen Übertragungsstrecke.

Lichtwellenleiter sind im Kommen

In Kommunikationsnetzen mit hohem Datentransfer setzt man zunehmend Glasfaserkabel ein. Auch in der Lichtwellenleitertechnik besteht der Bedarf an wiederholt lösbaren Verbindungen. Lichtsender und Lichtempfänger werden deshalb über optische Steckkontakte angeschlossen und Verbindungskabel, Patchcords, rangieren auf der Übertragungsstrecke die Schaltungen auf die richtigen Fasern. Die Stecker für Glasfaserverbindungen sind somit Schlüsselkomponenten einer verlustarmen und breitbandigen Übertragungsstrecke.

Aufbau einer LWL-Steckverbindung

Eine LWL-Steckverbindung ist eine lösbare Verbindung zwischen zwei Fasern. Sie besteht aus Hochpräzisions-Bauteilen

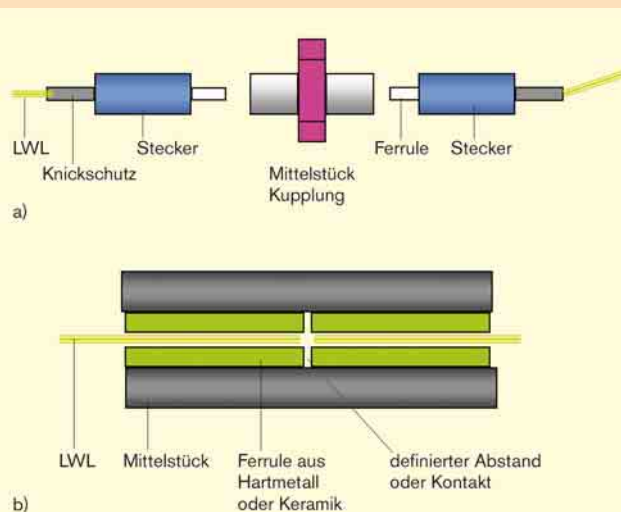
mit geringsten Toleranzen. Bei den optischen Steckverbindern wird nicht zwischen Stecker und Buchse unterschieden.

Ferrule. Die abisolierte Glasfaser endet in der Ferrule (englisch für Hülse) des Steckers.

Je nach Hersteller und Steckertyp ist die Ferrule aus Hartmetall oder Keramik gefertigt, da das Material für die Aufgabe einen hohen Härtegrad und geringe Führungstoleranz erfordert.

Der Steckerkörper selbst besteht aus Metall oder aus einem Polymer. Die meisten Stecker verwenden einen Ferrule-Durchmesser von 2,5 mm, Small-Stecker einen solchen von 1,25 mm. Dies erlaubt kleinere Stecker und damit auch höhere Packungsdichten am Verteiler.

Kupplung. Über das Mittelstück, die Kupplung, werden zwei Stecker miteinander verbunden (Bild 1). Auch hier kommen Keramik, Polymere und Metalle (Phosphor-Bronze) zum Einsatz.



1 Aufbau einer Steckverbindung für Glasfasern

BEGRIFFE

Faserkern

Das ist der zentrale Bereich eines LWL, in dem die Lichtübertragung stattfindet.

SM – Singlemode-Faser, auch Monomode-Faser

Sie haben einen kleinen Kerndurchmesser in der Größe von 9–10 µm und sind zum Übertragen bei großen Distanzen geeignet.

MM – Multimode-Fasern

Diese haben einen deutlich größeren Kern – 50 µm oder größer. Sie werden für kürzere Übertragungsstrecken wie z. B. in LAN verwendet.

LAN – Local Area Network

Ein lokales Netz, das voneinander unabhängige Rechner und Peripheriegeräte miteinander verbinden kann. Es erstreckt sich nur über geringe Entfernungen.

WAN – Wide Area Network

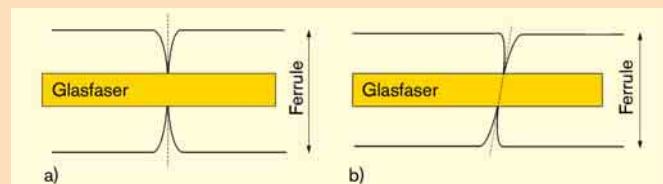
Sammelbegriff für öffentliche und private Netze, die z. T. weltweit organisiert sind.

Die beiden Ferrulen müssen so präzise aufeinander treffen, dass möglichst viel Lichtenergie von Faser zu Faser übertragen wird. Damit weder die Dämpfung der Strecke erhöht wird noch über die Stirnflächen der Ferrulen störende Reflexionen entstehen, ist die Ausrichtung der Stecker und auch deren Endfläche entscheidend. Diese optimale Ausrichtung muss auch nach wiederholten Steckzyklen noch erhalten bleiben. Besonders bei Singlemode-Fasern mit dem lichtführenden Kern von 9 µm können bereits minimale Abweichungen die Qualität der Übertragung negativ beeinflussen.

Einfluss der Steckerfläche

Flache Endfläche. In den Anfangszeiten der Lichtwellenleiter wurden die Steckerflächen im 90°-Winkel zur Faserachse geschliffen. Dies hatte zur Folge, dass bereits kleinste Schmutzpartikel auf der ganzen Fläche zu einem Abstand der beiden Ferrulen führte. Auch wurde der Anpressdruck auf die ganze Fläche verteilt. Wenn auch außerhalb des lichtführenden Kerns eine Verunreinigung auftrat, blieb so ein Luftspalt erhalten.

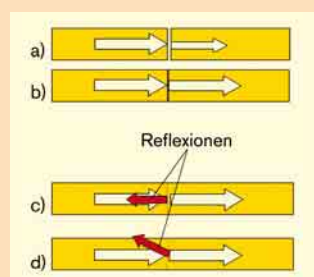
Konvexe Endfläche. So wurden Stecker entwickelt, die nicht mehr eine flache, sondern eine konvex geschliffene Endfläche aufweisen. Beim Stecken kontak-



2 Schliff der Endfläche

a) physical contact – PC

b) angled physical contact – APC



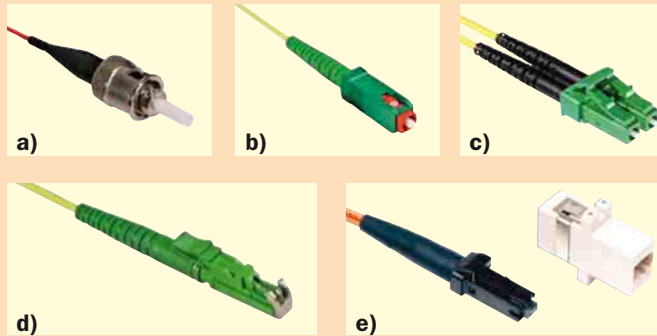
3

a) große Dämpfung durch Luftspalt

b) kleine Dämpfung durch direkten Kontakt

c) störende Reflexion

d) Reflexion durch Schrägschliff abgelenkt



4 Häufig verwendete Steckertypen

- a) ST-Stecker
- b) SC-Stecker
- c) LC-Stecker als Doppelstecker
- d) E2000-Stecker
- e) MT-RJ-Stecker

tieren sich physikalisch nur noch die Kernflächen der Stecker. Solche Stecker (Bild 2 a) führen oft ein „PC“ (**physical contact**) in der Bezeichnung wie z. B. FC/PC usw. Damit konnten die Probleme mit den beiden flachen Endflächen gelöst werden. Heutzutage sind alle qualitativ hochwertigen Stecker „PC-Stecker“.

Schrägschliff. Eine weitere Verbesserung lässt sich mit Hilfe der Schrägschlifftechnik erreichen. Damit werden die beiden konvexen Endflächen der Ferrulen in einem Winkel von 8° – einige Hersteller verwenden dazu abweichend 9° – zur Faserachse geschliffen. Das verbessert die Reflexionsbildung an der Verbindungsstelle.

Durch diesen Aufbau wird von der Steckerendfläche zurückreflektiertes Licht aus dem Kern über das Mantelglas in die Luft hinaus gebrochen und kann somit die Licht-(Daten-)Übertragung nicht mehr stören. Ein solcher Schliff wird als **APC (angled physical contact)** (Bild 2 b) oder **HRL (high return loss)** bezeichnet. Zur Unterscheidung verwenden verschiedene Hersteller die Farben blau für PC-Stecker und grün für Stecker mit APC-Schliff. In Datennetzen mit hohen Datenraten (MAN, WAN) sind solche Stecker Standard.

Anforderungen an Steckverbinder

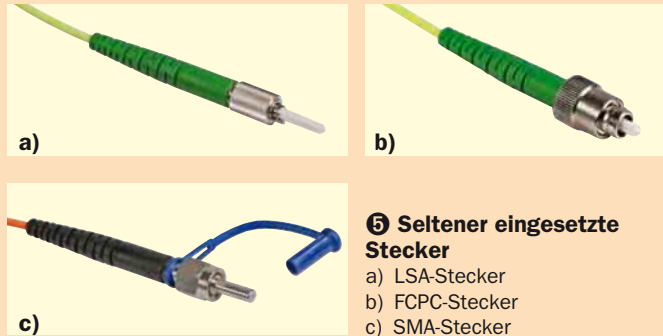
Neben einer einfachen Handhabung, mechanischer Stabilität auch im Dauerbetrieb sowie

einem möglichst beschränkten Platzbedarf sind es die geforderten hohen Übertragungsparameter der Glasfaserstrecke, die einzuhalten sind. Deshalb dürfen die Werte der Einfügedämpfung und der Rückflusdämpfung durch die Verbindung möglichst wenig beeinflusst werden (Bild 3).

Die **Einfügedämpfung (IL = insert loss)** ist das Maß der Verluste, die an der Steckverbindung auftreten. Sie ergibt sich aus dem Verhältnis der Lichtleistung in den Faserkernen vor und nach der Verbindung. Je kleiner und konstanter diese Dämpfung (db) ist, desto besser ist die Übertragungsstrecke. Je nach Stecker und Ausführung liegen die Werte zwischen 0,1 und 0,3 db. Die **Rückflusdämpfung (RL = return loss)** ist das Maß für den Lichtanteil, der von der Verbindungsstrecke zurück in Richtung des Lichtsenders reflektiert wird. Je größer der Wert in db ist, desto geringer sind die störenden Reflexionen. Typische Werte liegen je nach Stecker und Ausführung zwischen 45 und 70 db bei Single-mode-Fasern und 20 bis 40 db bei Multimode-Fasern.

Steckerarten

Die Anschlüsse an den aktiven Komponenten geben die Art der verwendeten Stecker vor. Bekannte Hersteller auf der ganzen Welt haben unterschiedliche Ausführungen entwickelt und den Modellen auch die Namen ge-



5 Seltener eingesetzte Stecker

- a) LSA-Stecker
- b) FCPC-Stecker
- c) SMA-Stecker



6 Quick Assembly System für Feldkonfektion

Fotos: Huber + Suhner

IM ÜBERBLICK

Beschreibung häufig verwendeter Glasfaserstecker (Bild 4 a-e)

ST-Stecker: ST = „Straight (= gerade) Typ“

Diese Stecker sind weltweit in LAN- und WAN-Netzen zu finden. Als Verschluss hat er eine Bajonetthalterung und die Ferrulen werden mit Federkraft in den Verbindergepresst. Der Stecker wurde von AT&T entwickelt und spezifiziert.

SC-Stecker: SC = square connector

Für Neuinstallationen wird dieser Steckertyp mit dem quadratischen Design und dem Push/Pull-System empfohlen. Er zeichnet sich durch Kompaktheit und damit einer hohen Packungsdichte aus. Er kann zudem zu Duplex- und Mehrfachverbindungen kombiniert werden.

LC-Stecker: LC = Lucent connector

Der von Lucent entwickelte Stecker gehört zu einer neuen Generation von Kompaktsteckern. Der Aufbau basiert auf einer Ferrule von 1,25 mm. Der Stecker kann einfach zusammengesteckt werden. Diese Duplexverbindung ist nicht größer als eine SC-Steckverbindung.

E2000:

Bei diesem Stecker handelt es sich um eine Entwicklung von Diamont. Sie orientiert sich an LAN- und CATV-Anwendungen. Die integrierte Schutzklappe schützt vor Staub und Kratzern, aber auch vor Laserstrahlen. Über Raster und Hebel wird der Stecker verriegelt.

MT-RJ:

Der MT-RJ ist ein Stecker für den LAN-Bereich. Das Aussehen entspricht dem aus dem Kupferbereich bekannten RJ 45-Stecker. Er ist als Duplexstecker im Einsatz.

Eher selten sind noch anzutreffen (Bild 5 a-c):

DIN/LSA: Lichtwellenleiter-Steckverbinder Version A

Kompakter Schraubverschluss – der Stecker ist nur im deutschsprachigen Raum bekannt.

FC: FC = Fibre connector

Robuster bewährter Stecker der ersten Generation mit Führungsnut.

SMA: Sub-Miniature Assembly

Schraubverschluss ohne physikalischen Kontakt zwischen den Ferrulen.

geben. Es sind eingetragene Warenzeichen™.

Die Bezeichnung F weist auf einen Glasfaserstecker (F=fibre) hin. Die ersten Ausführungen waren Gewindestecker. Heute sind Bajonettausführungen und der Stecker zum Einklicken (push-pull) weit verbreitet und zunehmend im Einsatz. Duplex-Varianten sind Stecker für zwei Fasern. Praktisch alle heute verwendeten Steckertypen eignen sich für Singlemode- oder Multimode-Fasern (Bild 4 a-e).

Einige dieser Stecker findet man sehr häufig im Einsatz (s. IM ÜBERBLICK).

Die Montage der Stecker auf die Faser

Es stehen verschiedene Möglichkeiten offen, um die Faserenden mit Steckern auszurüsten:

a) Steckermontage im Feld

Diese Möglichkeit ist zeitaufwändig. Es gibt verschiedene Techniken zum Anbringen der Stecker. So kann die Faser im Stecker eingeklebt oder gecrimpt werden. Derzeit hat die Klebtechnik die größte Bedeutung. Die Faser wird abisoliert, in die Ferrule eingeklebt und dann geschnitten. Die Stirnfläche wird von Hand poliert. Sobald ein PC- oder APC-Schliff gefordert ist, kann dies im Feld nicht mehr in der geforderten Präzision erfolgen. Mechanische Hilfsmittel können aber hier mit-helfen. So sind heute spezielle Tools für die Feldmontage der Stecker im LAN-Bereich auf dem Markt (Bild 6).

b) Fertig konfektionierte Kabel einbauen

Wenn die genaue Kabellänge bekannt ist und sich das Kabel einfach verlegen lässt, können die

gewünschten Stecker bereits im Werk angebracht werden. Eine Qualitätssicherung mit Messung kann beim Hersteller erfolgen. Die Stecker sind für die Verlegung mit einem Wellrohr geschützt. Durch die versetzte Anordnung wird die Leitung an den Enden nur unwesentlich dicker. Vor Ort wird das Schutzrohr entfernt und die Fasern im Rack angeschlossen.

c) Werksmontierte Stecker an Kabel spleißen

Der Stecker wird werkseitig mit einem etwa 2 m langen Faserstück versehen. Dieses „pigtail“ muss dann vor Ort nur noch an die Faser gespleißt werden (Bild 7). Die Stecker können beim Hersteller maschinell präzise geschliffen und geprüft werden (Bild 8).

Fehler bei Steckverbindungen

Probleme in der Übertragung haben ihre Ursache in den meisten Fällen in den Steckverbindungen. Die Werkzeuge für den Umgang mit Glasfasern und für die Kontrolle der Glasfaserstecker wurden im ep 07/2008, S. 603–605, beschrieben.

Stecker können nur kompatibel sein, wenn sie bezüglich Spezifikationen und Schliff übereinstimmen. Das herauszufinden, ist nicht immer einfach. Mit bloßem Auge sind die Unterschiede nicht feststellbar, darum müssen die technischen Spezifikationen zu Hilfe genommen werden. Immer wieder vorkommende Fehler (Bild 9):

• Schmutz oder Kratzer auf der Stirnfläche

Das ist in 80 % der Fälle die Hauptursache für Übertragungs-

7 Kabelendverschluss mit Pigtails und Spleißkassette



Kommentar mit Anwendungsempfehlungen zur Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR/LAR/RbALei)

TIPP



■ Enthält den Richtlinien-text der MLAR und den Hinweis zu den abweichenden Richtlinien-texten der baurechtlich eingeführten Leitungsanlagen-Richtlinien (LAR/RbALei) in den Bundesländern

■ Die Kommentierung bezieht sich auf die einzelnen Absätze mit Praxisempfehlungen und die grafische Interpretation durch Zeichnungen und Maßangaben.

■ Ausführliche Praxisempfehlungen und Praxisbeispiele helfen die Leitungsanlagen-Richtlinien bei bundesweiten Baustellen in die Praxis umzusetzen.

Lippe/Wesche/Rosenwirth, Kommentar mit Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispielen zur Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR/LAR/RbALei)

3., akt. u. erw. Aufl. 2007, 260 S., mit zahlr. Abb. u. Tab., Broschur, Bestell-Nr. 586 881 4, € 96,00

Die Geltungsbereiche:

- Leitungsanlagen in Flucht- und Rettungswegen
- Leitungsdurchführungen durch feuerwiderstandsfähige Wände und Decken
- Deckenabschottungsprinzip für Leitungsanlagen und Bodenabläufe
- Installationsschachtprinzip nach DIN 4102-4 und -11
- Elektrischer Funktionserhalt von Leitungsanlagen
- Systemböden-Richtlinie
- EitBau-Verordnung für elektrische Betriebsräume

shop huss
HUSS-MEDIEN GmbH
10400 Berlin

Direkt-Bestell-Service:
Tel. 030 42151-325 · Fax 030 42151-468
E-Mail: bestellung@huss-shop.de
www.huss-shop.de

Jetzt bestellen!

Ich bestelle zur Lieferung gegen Rechnung zzgl. Versandkosten zu den mir bekannten Geschäftsbedingungen beim **huss-shop HUSS-MEDIEN GmbH 10400 Berlin**

Expl.	Bestell-Nr.	Titel	€/Stück
	586 881 4	Kommentar mit Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispielen zur Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR/LAR / RbALei)	96,00

KUNDEN-NR. (siehe Adressaufkleber oder letzte Warenrechnung)

Firma/Name, Vorname

Branche/Position z. Hd.

Telefon Fax

E-Mail

Straße, Nr. Postfach

Land/PLZ/Ort

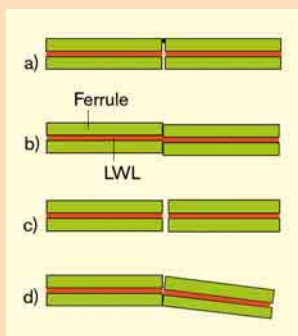
Datum Unterschrift 0903 ep

Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten



8 Poliermaschine

Fotos: Huber + Suhner



9 Steckerfehler

- a) Schmutz oder Kratzer auf der Stirnfläche
- b) Achsversatz
- c) Luftspalt
- d) Schiel- oder Kippwinkel

probleme. Bereits kleinste Schmutzpartikel beeinträchtigen die Lichtübertragung massiv. Absolute Sauberkeit und eine Reinigung vor jedem Steckvorgang ist zwingend, auch bei Neuanlagen. Ein Stecker mit Schmutzresten kann sich selber und den zweiten Stecker beschädigen. Nicht benutzte Stecker oder Kupplungen sind mit Staubschutzkappen zu schützen. Das Reinigen der Stecker erfolgt mit reinem Alkohol (Isopropyl) und fusselfreien Reinigungstüchern.

• Achsversatz

Wenn der Stecker ungenau in das Mittelstück passt oder wenn Mittelstück und Stecker nicht kompatibel sind, führt dies zu einem Achsversatz. Denselben Fehler haben Stecker mit nicht zentrierter Faser. Dies kann durch eine zu große Bohrung oder durch eine exzentrisch ausgeführte Bohrung in der Ferrule verursacht sein.

• Luftspalt

Dieser entsteht dann, wenn nicht ganz eingesteckt wird oder wenn zwischen den Steckerflächen auch nur kleinste Schmutzteile liegen. Ebenso können durch mechanische Einflüsse die polierten Endflächen der Stecker beschädigt sein. Nicht ganz eingeführte Stecker und schlecht gefederte Verbindungen oder Zug auf dem Stecker sind ebenfalls Fehlerursachen.

• Schiel- oder Kippwinkel

Dieser entsteht bei unpräziser Verbindungstechnik. Es sind vor

allem zu große Bohrungen, die zu solchen Unregelmäßigkeiten führen, aber auch Stecker die zu lang sind.

Hinweis: Da LWL-Stecker Präzisionsteile sind, rächt sich meist der Einsatz von Billigprodukten. Ein einziger Ausfall oder eine einzige zusätzliche Messung macht die Preisdifferenz zu Markenprodukten bereits wieder wett.

Sicherheitshinweise

Auf dem Lichtwellenleiter werden Lichtsignale übertragen, die durch Laser erzeugt werden. Die Wellenlänge dieser Laserstrahlen liegt nicht im sichtbaren Bereich, man sieht also kein Licht. Laserstrahlung kann aber beim Auftreffen auf das Auge gefährlich sein. Aus Sicherheitsgründen wird darum bei jedem Anschluss ein Warnzeichen angebracht werden (Bild 10). Das Betrachten eines Steckers mit



einem Mikroskop, aber auch Arbeiten an eingeschalteten Anlagen ist gefährlich. Bis sicher gestellt ist, dass keine Lasersignale übertragen werden, ist eine Laserschutzbrille zu tragen.

R. De Boni

Konjunkturelle Kurzarbeit als Alternative

Häufig ist die erste Reaktion auf wirtschaftliche Schwierigkeiten eines Unternehmens die Freisetzung von Mitarbeitern. Das ist eine Strategie, die zwar kurzfristig wirkt, mittel- und langfristig aber erhebliche Nachteile birgt. Wird die Auftragslage später wieder besser, fehlen die notwendigen qualifizierten und eingearbeiteten Mitarbeiter – ganz abgesehen von den Kosten im Zusammenhang mit Kündigungen und Neueinstellungen.

Qualifizierte Fachkräfte bei der Stange halten

In wirtschaftlich schwierigen Zeiten neigen die Unternehmen häufig dazu, ihre Sparmaßnahmen zuallererst durch Reduzierung von Personalkosten umzusetzen. Doch gerade in kleinen und mittleren Betrieben ist man auf das Know-how der gut qualifizierten Mitarbeiter angewiesen – häufig fehlen sogar die Fachkräfte in den Handwerksbetrieben. Daher sind solche vielleicht kurzfristig wirksamen Maßnahmen wenig geeignet, den Betrieb erfolgreich aus der Krise zu führen. Verbessert sich die Auftragslage, fehlen qualifizierte und eingearbeitete Mitarbeiter. Außerdem führen Entlassungen auch bei den verbleibenden Mitarbeitern zu Ängsten und einem Absinken der Produktivität und der Verbundenheit mit dem Arbeitgeber.

Alternative: Kurzarbeit

Da ist es besser, die Mitarbeiter im Unternehmen zu halten. Damit die Kosten dafür das Unternehmen nicht ruinieren, gibt es die Möglichkeit der Kurzarbeit, die von der Bundesagentur für Arbeit (BA) mit erheblichen Mitteln gefördert wird. Gerade wurden im Rahmen des Konjunkturpakets II (vgl. auch Beitrag: „Konjunkturpaket II“, im **ep** Heft 2/2009, S. 121) der Bundesregierung die Bedingungen für das Kurzarbeitergeld noch einmal verbessert (**Kasten**). Auch für kleine und mittlere Betriebe kann die Kurzarbeit durchaus eine Alternative in dieser Zeit sein.

Leistungsarten

Konjunkturelles Kurzarbeitergeld. An erster Stelle steht das so genannte konjunkturelle oder



allgemeine Kurzarbeitergeld. Dieses soll einen vorübergehenden Arbeitsausfall – konjunkturbedingt – ausgleichen, um so die Arbeitsplätze zu erhalten. Dieses Kurzarbeitergeld spielt auch bei der Bewältigung der Wirtschaftskrise die zentrale Rolle.

Saison-Kurzarbeitergeld. Daneben gibt es noch die Leistung des Saison-Kurzarbeitergeldes. Dies wird nur zu bestimmten Zeiten – vom 1. Dezember bis zum 31. März – bei witterungsbedingten Ausfällen gezahlt und ist auf einige festgelegte Branchen wie das Baugewerbe beschränkt.

Transferkurzarbeitergeld. Seit 2004 gibt es ebenfalls das so genannte Transferkurzarbeitergeld. Damit sollen allerdings nicht, wie bei den beiden anderen Arten, Arbeitsplätze erhalten werden. Ziel ist vielmehr ein sozialverträglicher Personalabbau. Der Beitrag beschäftigt sich abschließend mit dem **konjunkturellen Kurzarbeitergeld**.

Wann gezahlt wird

Das Kurzarbeitergeld wird an Arbeitnehmer gezahlt, setzt aber die Mitwirkung des Arbeitgebers und das Vorliegen einer Reihe betrieblicher Tatbestände voraus. Grundvoraussetzung ist