



Modul 6: Data Link Layer

Material für Instruktoren

Einführung in die
Netzwerktechnik v7.0 (ITN)



Was erwartet Sie in diesem Modul

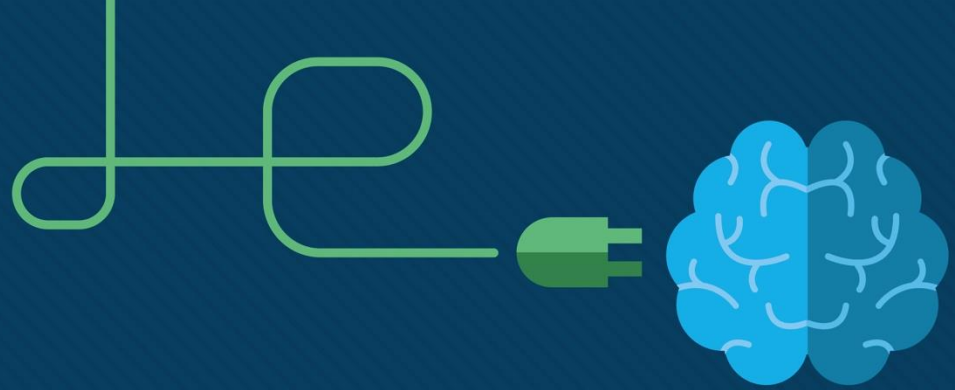
- Um das Lernen zu vereinfachen sind folgende Funktionen der grafischen Bedienoberfläche in diesem Modul enthalten:

Funktion	Beschreibung
Animationen	Den Lernenden mit neue Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt bringen
Videos	Den Lernenden mit neue Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt bringen
Prüfen Sie Ihr Verständnis	Mit Hilfe der interaktiven Quizzes beurteilen die Lernenden Ihr Verständnis des Themas.
Interaktive Aktivitäten	Die Vielfalt an Formaten hilft den Lernenden Ihr Verständnis einzuschätzen.
Syntaxprüfer	Über kleinere Simulation wird die Konfiguration über das Cisco command line Interface (CLI) erlernt.
Packet-Tracer (PT) Aktivitäten	Durch Simulations- und Entwurfsaufgaben entdecken und erwerben Sie neue Fähigkeiten. Bereits Erlerntes wird gefestigt und erweitert.

Was erwartet Sie in diesem Modul (Inhalt)

- Um das Lernen zu vereinfachen sind folgende Funktionen der grafischen Bedienoberfläche in diesem Modul enthalten:

Funktion	Beschreibung
Praxisorientierte Übungen	Laborübungen sind für das Arbeiten an realen Geräten vorgesehen.
Gruppenaktivitäten	Sie finden diese auf den Seiten mit den Hilfsmitteln für Instruktoren. Gruppenaktivitäten sollen das Lernen vereinfachen, Diskussionen fördern und Zusammenarbeit unterstützen.
Modulquizze	Selbstüberprüfung der erlernten Begrifflichkeiten und Fertigkeiten, die während der verschiedenen Themen innerhalb des Moduls vorgestellt wurden.
Modulzusammenfassung	Kurze Wiederholung des Modulinhalts



Modul 6: Data Link Layer

Einführung in die
Netzwerktechnik v7.0 (ITN)



Modulziele

Modultitel: Data Link Layer

Modulziel: Erläutern Sie, wie die Medienzugriffskontrolle in der Sicherungsschicht (Data Link Layer) die Kommunikation über Netzwerke hinweg unterstützt.

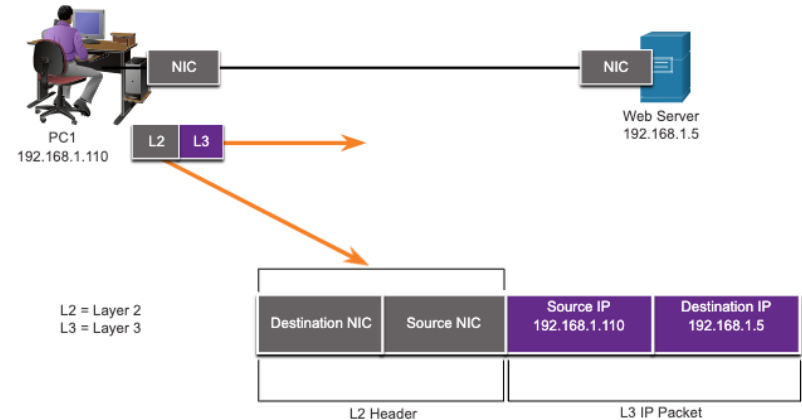
Thema	Ziel
Zweck der Sicherungsschicht	Beschreiben Sie Zweck und Funktion der Sicherungsschicht bei der Kommunikationsvorbereitung für die Übertragung auf bestimmten Medien.
Topologien	Vergleichen Sie die Eigenschaften von Methoden der Medienzugriffskontrolle auf WAN- und LAN-Topologien.
Sicherungsschicht-Frame	Beschreiben Sie die Eigenschaften und Funktionen des Datenverbindungsrahmens.

6.1 Zweck der Sicherungsschicht

Zweck der Sicherungsschicht

Die Sicherungsschicht

- Die Sicherungsschicht ist für die Kommunikation zwischen Netzwerkkarten in Endgeräten verantwortlich.
- Sie ermöglicht, dass Protokolle der oberen Schichten auf die Medien der Bitübertragungsschicht zuzugreifen und kapselt Layer-3-Pakete (IPv4 und IPv6) in Layer-2-Frames.
- Sie führt auch Fehlererkennung durch und weist beschädigte Frames zurück.



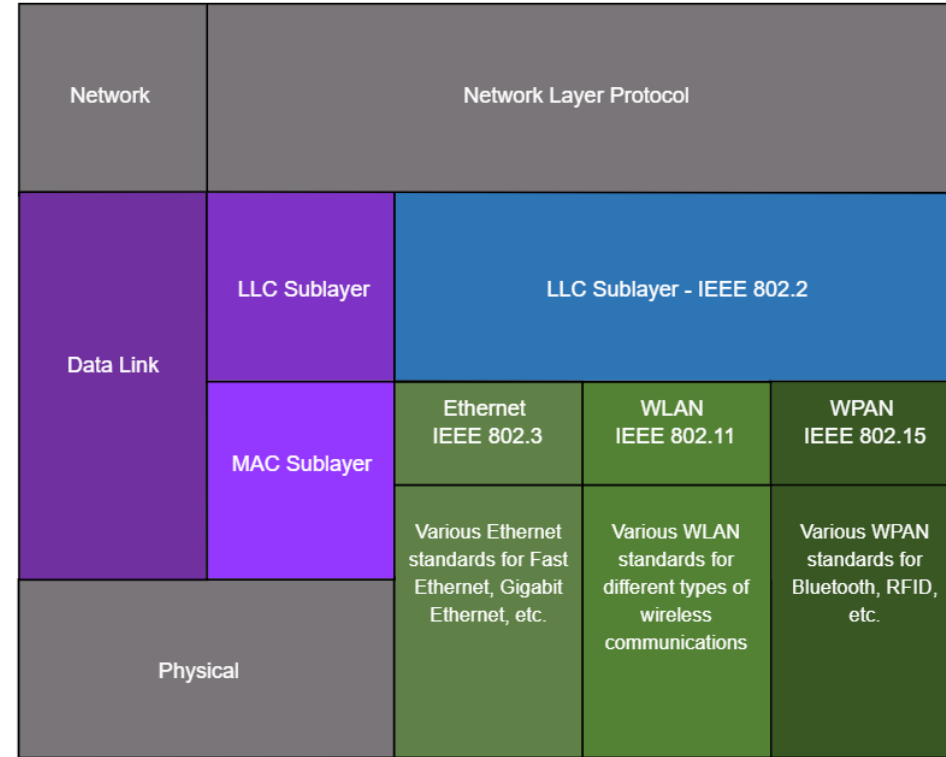
Zweck der Sicherungsschicht

IEEE 802 LAN/MAN Teilschichten der Sicherungsschicht

IEEE 802 LAN/MAN-Standards sind spezifisch für den Netzwerktyp (Ethernet, WLAN, WPAN usw.).

Die Sicherungsschicht besteht aus zwei Teilschichten. **Logical Link Control (LLC)** und **Media Access Control (MAC)**.

- Der LLC-Sublayer kommuniziert mit der Netzwerksoftware in den oberen Schichten und der Gerätehardware in den unteren Schichten.
- Der MAC-Sublayer ist für die Datenkapselung und die Medienzugriffskontrolle verantwortlich.



Zweck der Sicherungsschicht Zugriff auf Medien ermöglichen

Pakete, die zwischen Knoten ausgetauscht werden, können auf zahlreiche Sicherungsschichten und Medienübergänge treffen.

Bei jedem Hop entlang des Pfades führt ein Router vier grundlegende Layer-2-Funktionen aus:

- Er empfängt einen Frame vom Netzwerkmedium.
- Er entpackt den Frame, um das gekapselte Paket freizulegen.
- Er verpackt das Paket wieder in einen neuen Frame.
- Er leitet den neuen Frame auf dem Medium des nächsten Netzwerksegments weiter.

Zweck der Sicherungsschicht

Sicherungsschicht Standards

Sicherungsschicht-Protokolle werden von folgenden Organisationen definiert:

- Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- International Telecommunications Union (ITU).
- International Organizations for Standardization (ISO).
- American National Standards Institute (ANSI).



6.2 Topologien

Topologien

Physische und logische Topologien

Die Topologie eines Netzes ist die Anordnung bzw. die Beziehung der Netzwerkgeräte und deren Verbindungen untereinander.

Bei der Beschreibung von Netzwerken werden zwei Arten von Topologien verwendet:

- **Physische Topologie** — zeigt physische Verbindungen und wie Geräte miteinander verbunden sind.
- **Logische Topologie** — Identifiziert die virtuellen Verbindungen zwischen Geräten mithilfe von Geräteschnittstellen und IP-Adressierungsschemata.

Es gibt drei gängige physische WAN-Topologien:

- **Punkt-zu-Punkt** — die einfachste und gebräuchlichste WAN-Topologie. Besteht aus einer permanenten Verbindung zwischen zwei Endpunkten.
- **Hub and spoke** – ähnlich wie eine Stern-Topologie, in der ein zentraler Standort Zweigstellen durch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen miteinander verknüpft.
- **Mesh** – bietet eine hohe Verfügbarkeit, erfordert aber, dass jedes Endsystem mit jedem anderen System verbunden wird.

Topologien

Punkt-zu-Punkt-WAN-Topologie

- Physische Punkt-zu-Punkt-Topologien verbinden zwei Knoten direkt.
- Die Knoten teilen die Medien möglicherweise nicht mit anderen Hosts.
- Da alle Frames auf dem Medium nur zu oder von den beiden Knoten übertragen werden können, können Punkt-zu-Punkt-WAN-Protokolle sehr einfach sein.



Topologien

LAN-Topologien

Endgeräte auf LANs sind in der Regel über eine Stern- oder erweiterte Sterntopologie miteinander verbunden. Stern- und erweiterte Sterntopologie sind einfach zu installieren, sehr skalierbar und Fehler sind leicht zu beheben.

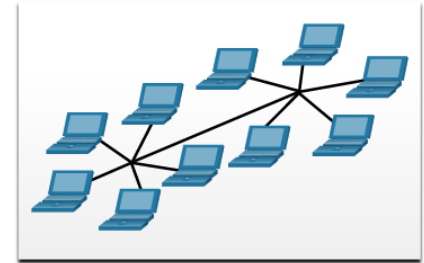
Bus- und Legacy Token Ring-Technologien bieten zwei zusätzliche Topologien:

- **Bus** – Alle Endgeräte sind miteinander in einer Reihe verknüpft und an jedem Ende terminiert (abgeschlossen).
- **Ring** — Jedes Endgerät ist mit seinen jeweiligen Nachbarn verbunden, um einen Ring zu bilden.

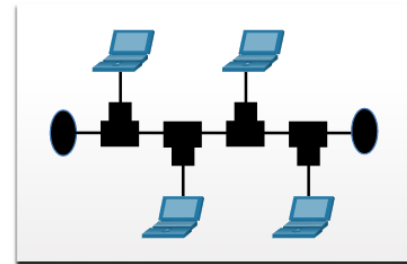
Physical Topologies



Star Topology



Extended Star Topology



Bus Topology



Ring Topology

Halb- und Vollduplex-Kommunikation

Halbduplex-Kommunikation

- Erlaubt es nur einem Gerät gleichzeitig auf einem freigegebenen Medium zu senden oder zu empfangen.
- Wird für WLANs und Legacy-Bus-Topologien mit Ethernet-Hubs verwendet.

Vollduplex-Kommunikation

- Ermöglicht es beiden Geräten gleichzeitig auf einem gemeinsam genutzten Medium zu übertragen und zu empfangen.
- Ethernet-Switches arbeiten im Vollduplex-Modus.

Konfliktbasierter Zugriff

Alle Knoten, die in Halbduplex arbeiten, konkurrieren um die Verwendung des Mediums. Hier einige Beispiele:

- Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) wie sie auf Legacy-Bus-Topologie-Ethernet verwendet wird.
- Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) wie sie in Wireless LANs verwendet wird.

Kontrollierter Zugriff

- Deterministischer Zugriff, bei dem jeder Knoten seine eigene Zeit auf dem Medium hat.
- Wird in älteren Netzwerken wie Token Ring und ARCNET verwendet.

CSMA/CD

- Wird von älteren Ethernet-LANs verwendet.
- Arbeitet im Halbduplex-Modus, in dem nur ein Gerät zu einem Zeitpunkt sendet oder empfängt.
- Verwendet einen Kollisionserkennungsprozess, um zu bestimmen, wann ein Gerät senden kann und was passiert, wenn mehrere Geräte gleichzeitig senden.

CSMA/CD-Kollisionserkennung:

- Geräte, die gleichzeitig übertragen, führen zu einer Signalkollision auf den gemeinsam genutzten Medien.
- Geräte erkennen die Kollision.
- Geräte warten einen zufälligen Zeitraum und übertragen Daten erneut.

CSMA/CA

- Wird von IEEE 802.11 WLANs verwendet.
- Arbeitet im Halbduplex-Modus, in dem nur ein Gerät zu einem Zeitpunkt sendet oder empfängt.
- Verwendet einen Kollisionsvermeidungs-Prozess der steuert, wann ein Gerät senden darf und was geschieht, wenn mehrere Geräte gleichzeitig senden.

CSMA/CA Kollisionsvermeidung:

- Bei der Übertragung beziehen die Geräte auch den Zeitraum mit ein, die für die Übertragung benötigt wird.
- Andere Geräte auf dem freigegebenen Medium erhalten die Informationen zur Übertragungsdauer und wissen, wie lange das Medium nicht verfügbar ist.

6.3 Sicherungsschicht-Frame

Sicherungsschicht-Frame

Der Frame

Die Daten werden von der Sicherungsschicht mit einem Header und einem Trailer gekapselt, um einen Frame zu bilden.

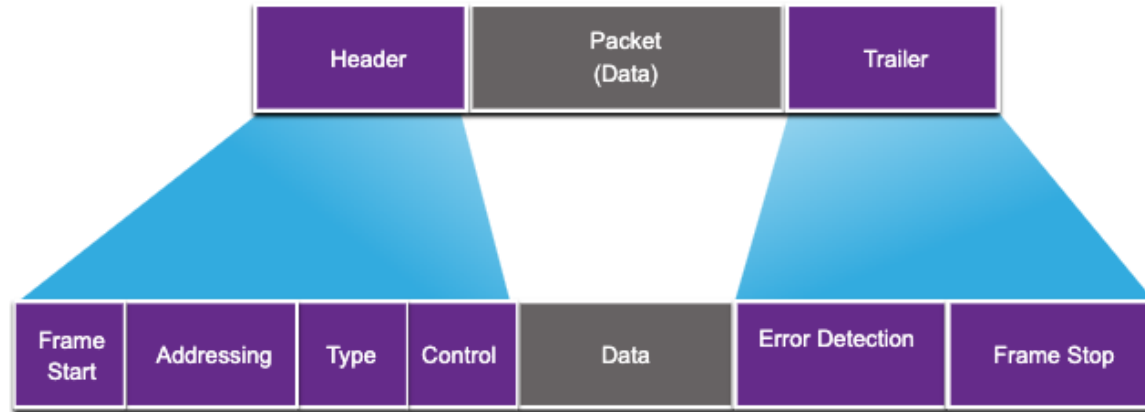
Ein Frame besteht aus drei Teilen:

- Header
- Daten
- Trailer

Die Felder des Headers und des Trailers variieren je nach Sicherungsschicht-Protokoll.

Die Menge der Kontrollinformationen, die im Frame mitgeführt werden, variiert je nach Zugriffssteuerung und logischer Topologie.

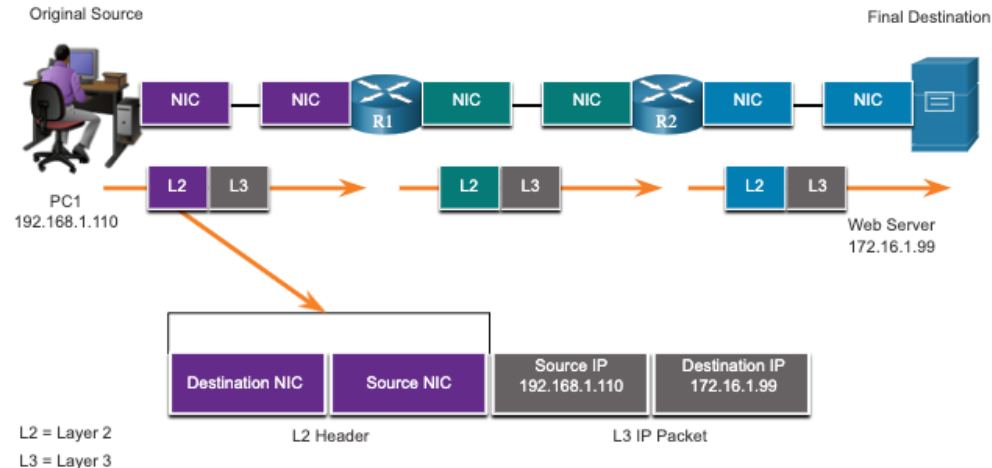
Sicherungsschicht-Frame Frame-Felder



Feld	Beschreibung
Frame-Start und Frame-Stopp	Kennzeichnen Anfang und Ende des Frames
Adressierung	Zeigt Quell- und Zielknoten an
Typ	Identifiziert das gekapselte Schicht-3-Protokoll
Kontrolle	Identifiziert Flusskontrolldienste
Daten	Enthält die Frame-Nutzdaten
Fehlererkennung	Wird zur Ermittlung von Übertragungsfehlern verwendet

Sicherungsschicht-Frame Layer 2 Adressen

- Auch als physische Adresse bezeichnet.
- Im Frame-Header enthalten.
- Wird nur für die lokale Zustellung eines Rahmens auf dem Netzwerksegment verwendet.
- Aktualisiert von jedem Gerät, das den Frame weiterleitet.



Die logische Topologie und die physischen Medien bestimmen das verwendete Sicherungsschicht-Protokoll:

- Ethernet
- 802.11 Wireless
- Point-to-Point (PPP)
- High-Level Data Link Control (HDLC)
- Frame-Relay

Jedes Protokoll führt die Medienzugriffskontrolle für bestimmte logische Topologien durch.

6.4 Modul Praxis und Quiz

Was habe ich in diesem Modul gelernt?

- Die Sicherungsschicht (data link layer, Layer 2 des OSI Models), wie in der Abbildung gezeigt, bereitet die zu übertragenden Daten für das physische Netzwerk vor.
- Die Sicherungsschicht ist für die Kommunikation von Netzwerkkarte (NIC) zu Netzwerkkarte verantwortlich.
- Die IEEE 802 LAN/MAN Sicherungsschicht besteht aus den folgenden zwei Teilschichten: LLC und MAC.
- Die beiden Topologietypen, die in LAN- und WAN-Netzwerken verwendet werden, sind physisch und logisch.
- Drei gängige Typen physischer WAN-Topologien sind: Punkt-zu-Punkt, Nabe und Speiche und Mesh.
- Halbduplex-Kommunikationen tauschen Daten zu einem Zeitpunkt nur in einer Richtung aus. Vollduplex sendet und empfängt Daten gleichzeitig.
- In konfliktbasierten Multi-Access-Netzwerken arbeiten alle Knoten in Halbduplex.
- Beispiele für konfliktbasierte Zugriffsmethoden sind: CSMA/CD für Bus-Topologie Ethernet-LANs und CSMA/CA für WLANs.
- Der Sicherungsschicht-Frame besteht aus drei Grundteilen: Header, Daten und Trailer.
- Frame-Felder umfassen: Frame-Start- und Stopp-Indikator-Flags, Adressierung, Typ, Steuerung, Daten und Fehlererkennung.
- Sicherungsschicht-Adressen werden auch als physische Adressen bezeichnet.
- Sicherungsschicht-Adressen werden nur für die Link-lokale Zustellung von Frames verwendet.

