

# IT-GRUNDLAGEN DER LOGISTIK 2021

## Chancen der digitalen Transformation

Kapitel 4: Datenkommunikation in der Intralogistik  
Prof. Dr.-Ing. Frank Thomas



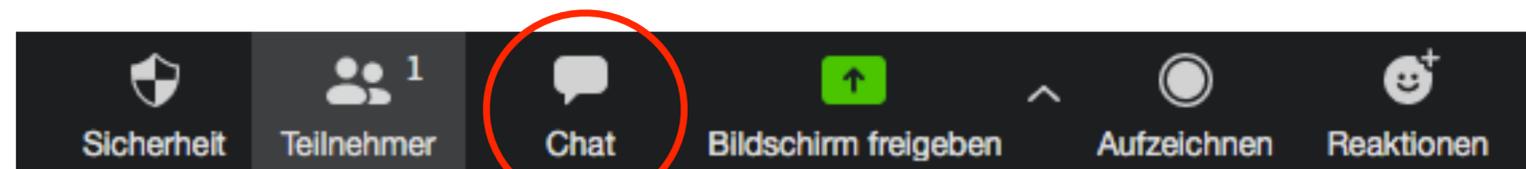
TUP.COM

# Fragen?

Fragen können Sie am besten während und am Ende der online-Vorlesung in den **Zoom-Chat** schreiben.

Zu Beginn der nächsten Vorlesung gehe ich auf Ihre Fragen ein.

Danke.



**Keine VL am 26. Mai 2021**



TUP.COM

**Hinweis!**

**In der Pfingstwoche am 26. Mai 2021  
findet keine Vorlesung statt!**



# Prüfungstermine 2021

Weiterhin gilt auch 2021:

Die Prüfungen für **Wirtschaftsingenieure** und **Maschinenbauer** sollen in **mündlicher Form** abgelegt werden.

Diesbezüglich werden wir zwei Tage für die Mündlichen Prüfungen (in der Kalenderwoche 36) einplanen:

Donnerstag, den 09.09.2021 zwischen 10.00 - 16.30 Uhr, und  
Freitag, den 10.09.2021 zwischen 10.00 - 16.30 Uhr.

Lokation aller mündlichen Prüfungen ist im IFL (Bibliothek im EG).

# Prüfungstermine 2021



Bitte melden Sie sich für die Prüfung wie gehabt über die Uni-Plattform an!

Terminabsprache und Vergabe für alle mündlichen Prüfungen (Hauptfach oder Nebenfach) bitte über [infoka@tup.com](mailto:infoka@tup.com).

Danke.

**[infoka@tup.com](mailto:infoka@tup.com)**



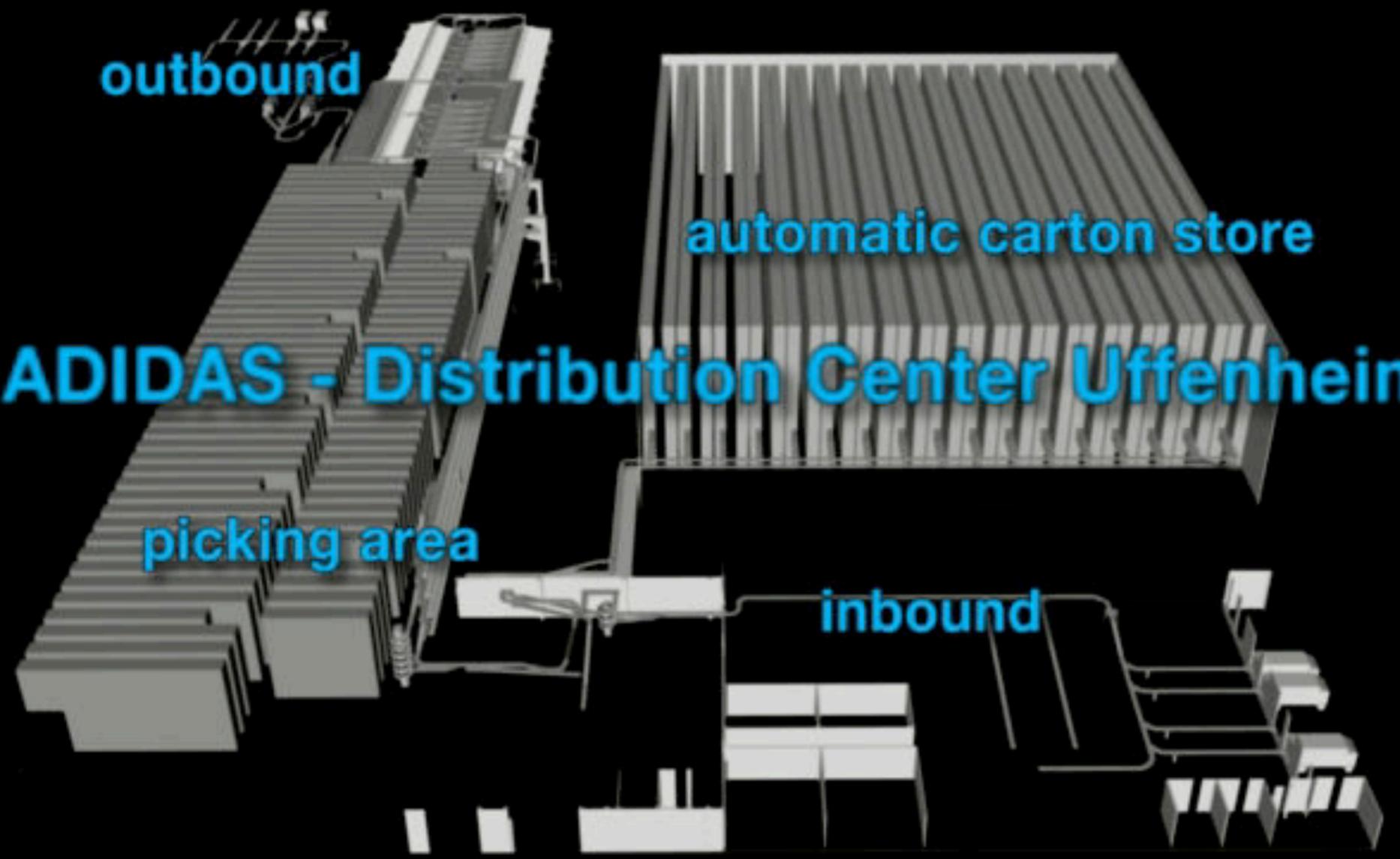
outbound

automatic carton store

# ADIDAS - Distribution Center Uffenheim

picking area

inbound



# Einleitung

## IT-Grundlagen der Logistik - Chancen der digitalen Transformation

### THEMENSCHWERPUNKTE

**Kapitel 1:**  
Systemarchitektur für Intralogistiklösungen / Modularisierung von Förderanlagen

**Kapitel 2:**  
Gestaltung und Einsatz innovativer Material-Flow-Control-Systeme (MFCS)

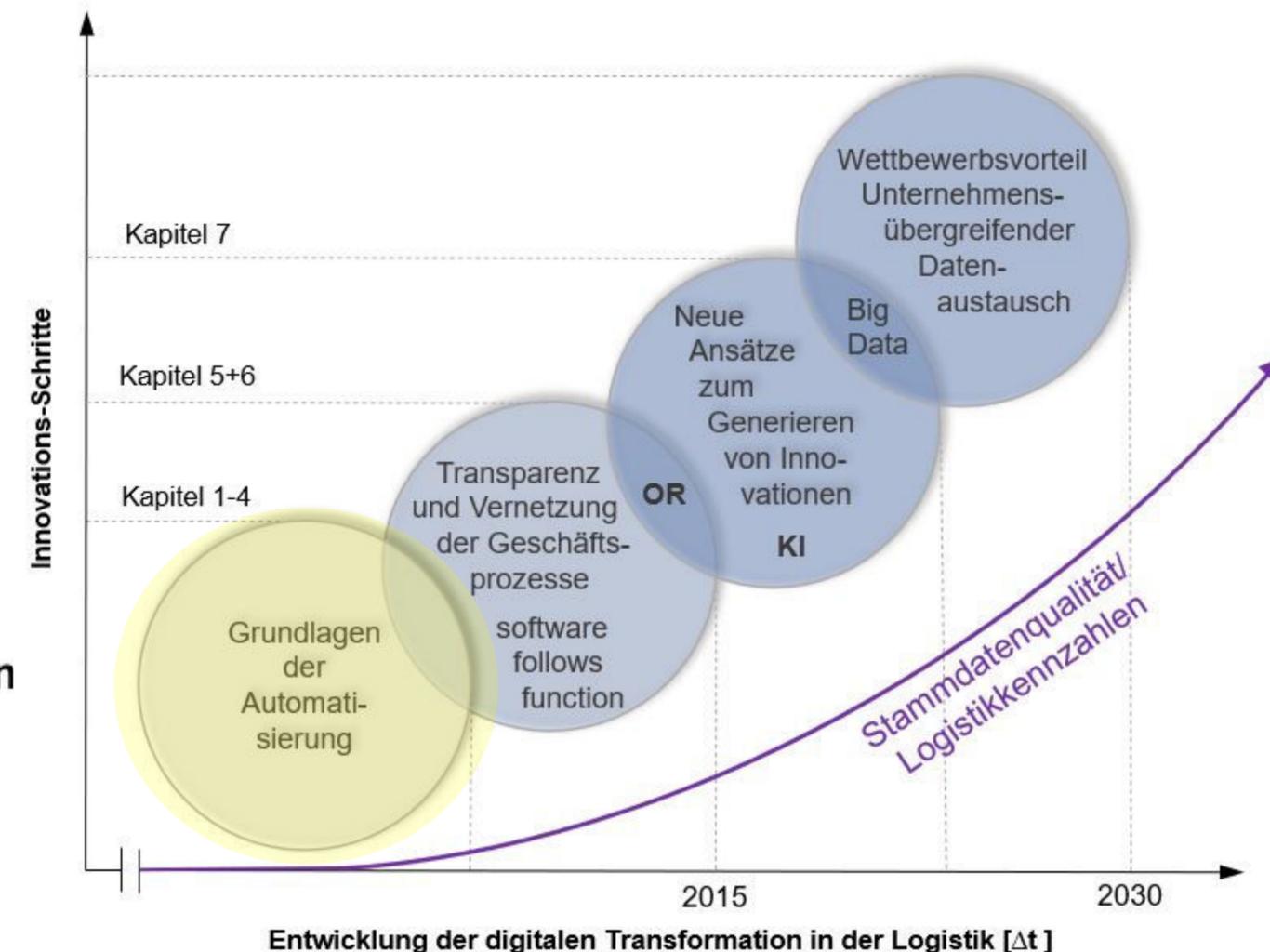
**Kapitel 3:**  
Warenidentifikation – Anwendung in der Logistik

**Kapitel 4:**  
Datenkommunikation in der Intralogistik

**Kapitel 5:**  
Transparenz und Vernetzung der Geschäftsprozesse

**Kapitel 6:**  
software follows function - Softwareentwicklung nach industriellen Maßstäben

**Kapitel 7:**  
Neue Ansätze zum Generieren von Innovationen



# Bedeutung von Information in der Logistik



- ❑ Eine Information beschreibt den Inhalt einer Nachricht, die für die Empfängeradresse von Wert ist. Dabei kann die Empfängeradresse sowohl ein Mensch als auch eine Maschine sein.
- ❑ Hier muss schon bei der Software-Entwicklung stark darauf geachtet werden, dass die versendeten, bzw. empfangenen Informationen keine redundanten oder irrelevanten Nachrichten enthalten.
- ❑ Die Bedeutung von Information in der Logistik teilt sich in zwei Bereiche auf:

Auf der einen Seite stehen der operative Bereich mit seinem Produktionsfaktor, auf der Anderen agiert der strategische Bereich mit dem Wettbewerbsfaktor (siehe Folgefolie).

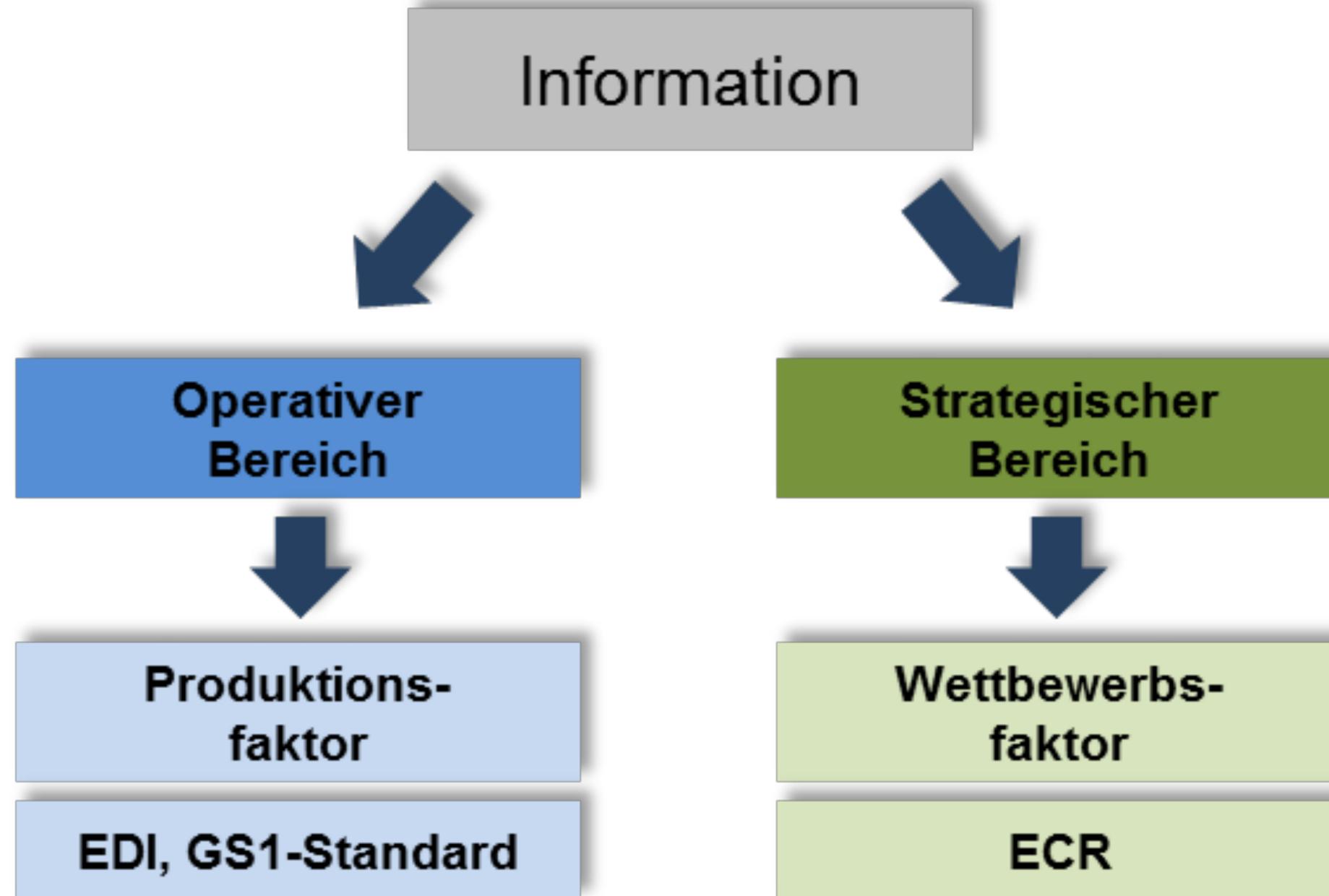
# Big Data



TUP.COM

- Aus Datenmassen schlüssige Informationen machen
- Datengetriebene Lösungen vom operativen Logistikumfeld basieren auf Detailkenntnissen (siehe Kapitel 5)

# Bedeutung von Information in der Logistik



# ECR – Efficient Consumer Response

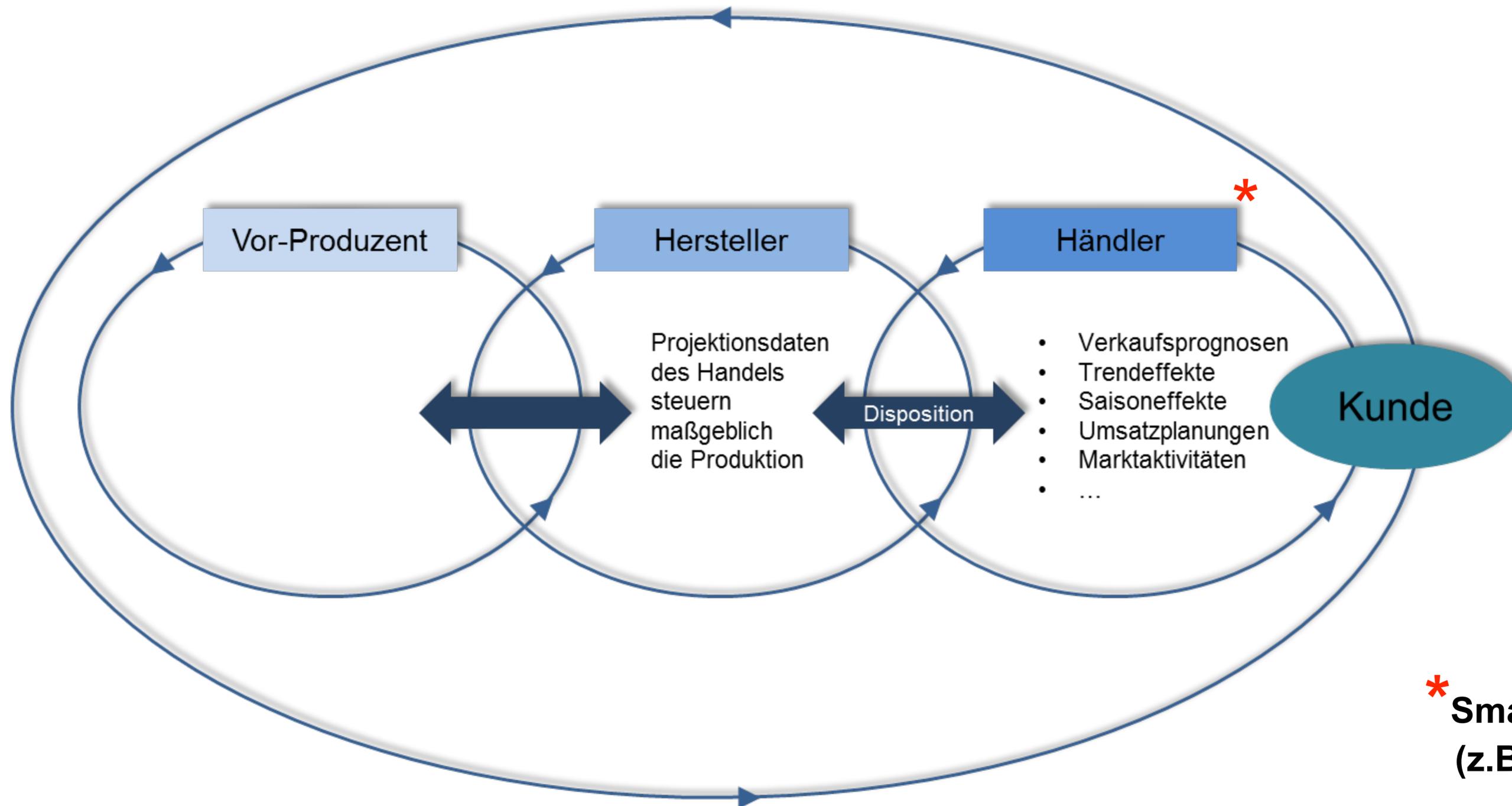


- Efficient Consumer Response, kurz ECR, betrachtet die informelle Versorgungskette vom Hersteller bis zum Abverkauf unter dem Aspekt der Verbraucherbedürfnisse und des maximalen Kundennutzens.
- Damit die Betrachtung, sowie die Auswertungen der gesammelten Erkenntnisse (Informationen) allen beteiligten Unternehmen/Gewerken von Nutzen sind, spricht man von einer ECR-Kooperation.
- So werden mit den schlüssigen Informationen bei der Produktion von Ware, beim Transport der Ware, beim Lagern der Ware und beim eigentlichen Management der Ware Aufwände und Kosten auf Nötigste reduziert.
- In der Automatisierung spricht man auch von Lean Industry.

# ECR – Efficient Consumer Response: Informationskreislauf



TUP.COM



\* **Smart-Data-User**  
(z.B. PayBack)

# Smart-Data-User



- Unternehmen, die überdurchschnittliche Nutzen aus Daten ziehen
- Im Vordergrund stehen bei diesen datengetriebenen Lösungen:
  - Mehr Wissen über den Kunden
  - Mehr Wissen über das Konsumverhalten
  - Die Verbesserung des Kundenerlebnisses

# Industrielle lokale Netze (Industrie-LAN)

## Liefer-Avisierung via EDI



TUP.COM

### EDI - Electronic Data Interchange:

- ❑ EDI verbindet Hersteller, Lieferanten und Handel elektronisch, und ist somit für die Bestell-Abwicklung und der Liefer-Avisierung einsetzbar.
- ❑ Hersteller (Versender) und das Warenverteilzentrum (Empfänger) tauschen im Prozessverlauf die Bestelldaten und Lieferdaten (Avis) über ein Netzwerk aus.
- ❑ Durch die enge Verzahnung zwischen WMS und der überlagerten kaufmännischen Ebene (ERP) existiert eine strukturierte Vorinformation über die jeweils ankommende Ware - ein sogenanntes Avis.





## Vorteile EDI

- Keine manuelle Papierdokumentation
- Lieferavisierung mit automatischer Datenerfassung im WE
- Reduzierung des Personalaufwands
- Bessere Personalplanung
- Just-in-Time-Abwicklung
- Verbesserte Reaktionszeiten im Unternehmen
- Vermeidung von Übertragungsfehlern
- Zuletzt: eine Intensivierung der Partnerbeziehungen

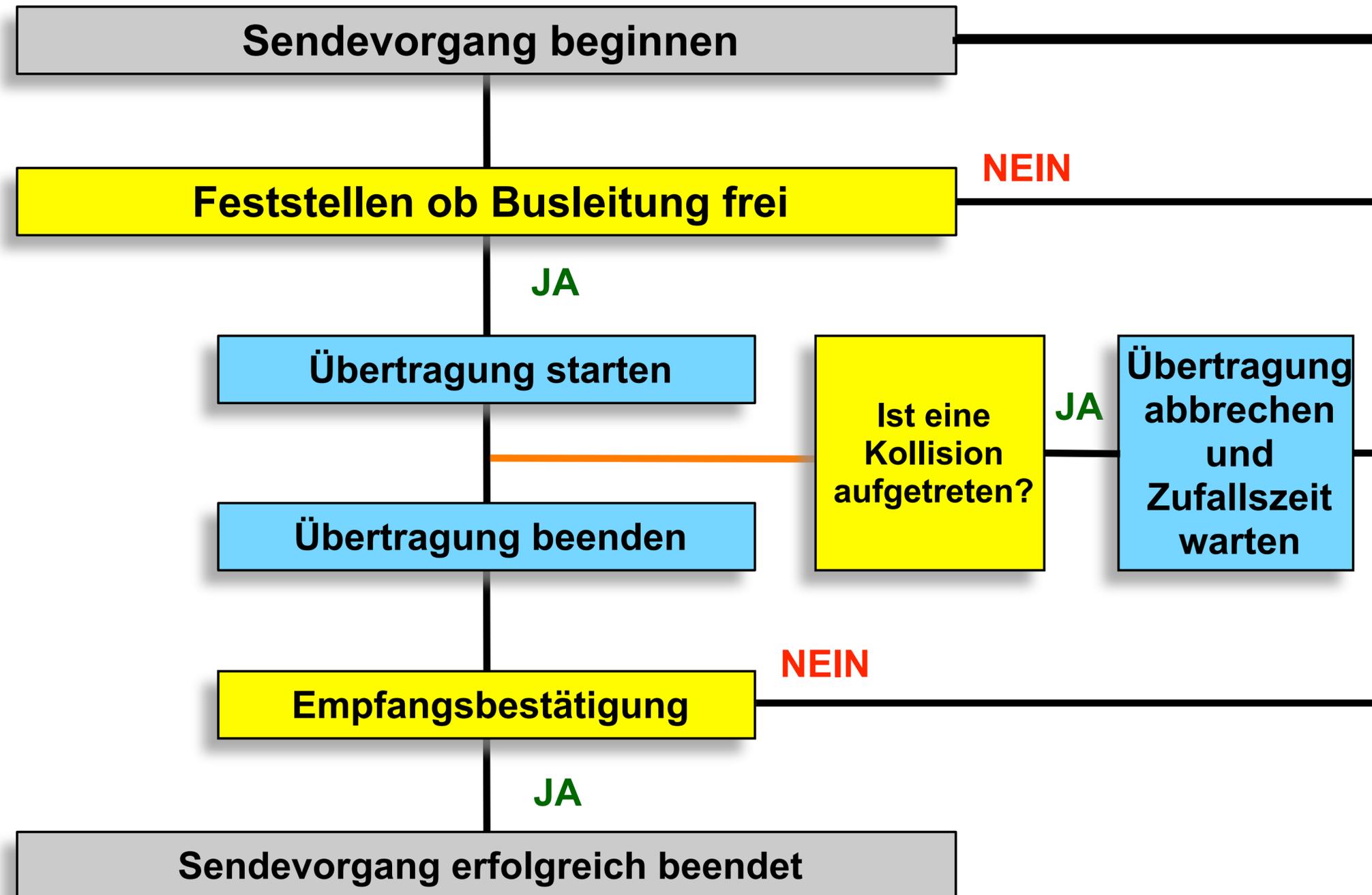
# Ethernet-LAN



TUP.COM

- ❑ Ethernet war das erste umfassende eingesetzte Hochgeschwindigkeits-LAN.
- ❑ Token Ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) und ATM (Asynchronous Transfer Mode) sind komplexer und teurer als Ethernet.
- ❑ Der wichtigste Grund für einen Umstieg auf LAN-Techniken war die höhere Übertragungsgeschwindigkeit dieser neuen Technologie.
- ❑ Ethernet konnte immer „kontern“ und bot neue Versionen, welche die gleiche oder sogar höhere Übertragungsgeschwindigkeit lieferte als die Konkurrenz.

# CSMA/CD-Verfahren



# CSMA/CD-Verfahren

## Praxisbeispiel: OTTO Versandzentrum Haldensleben

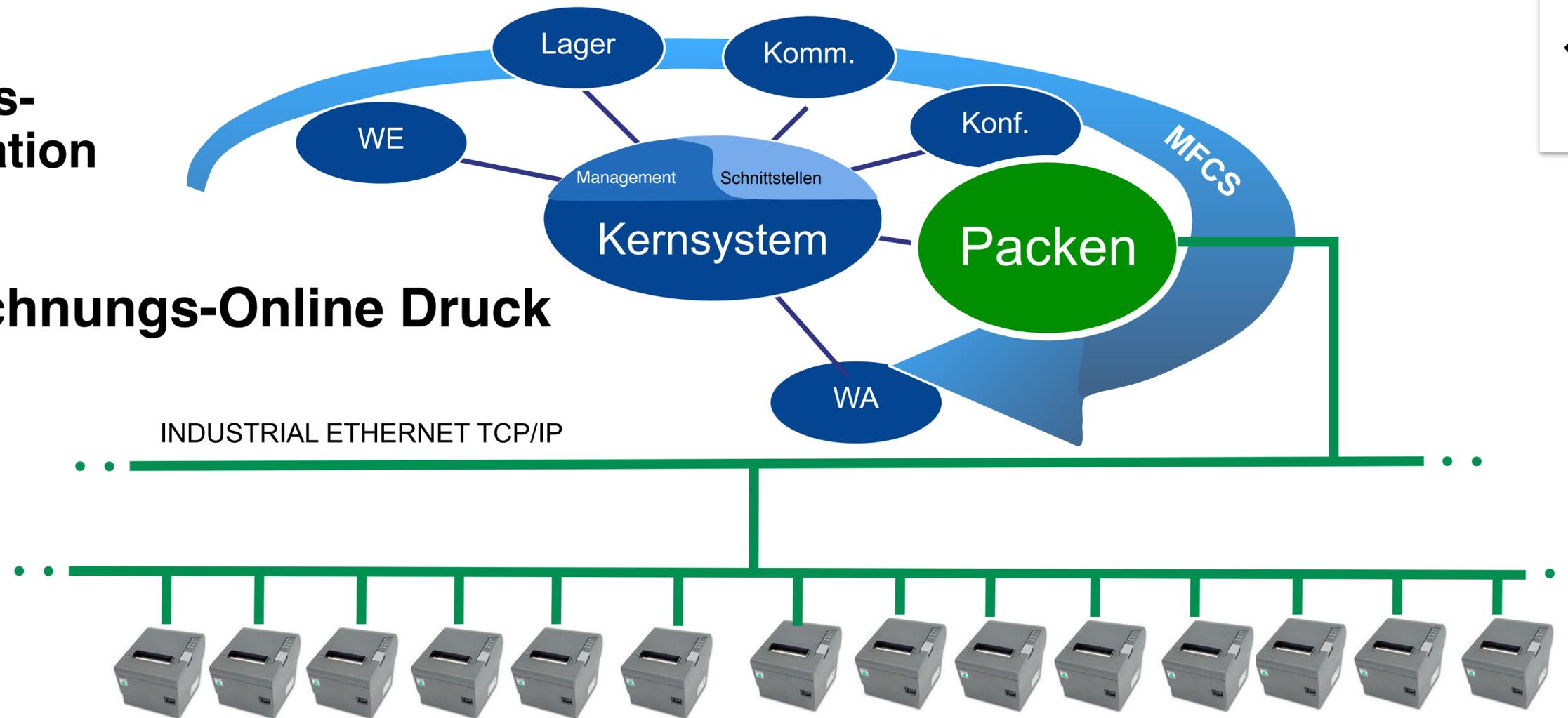


TUP.COM

- ❑ Der kommerzielle Rechner (ERP-Ebene) bereitet aus den Kundenbestelldaten die Kundensendungen und übergibt die logistischen Daten (wie Sendungsnummer, Anzahl, Teile pro Sendung, laufende Teilenummer einer Sendung und die kaufmännischen Daten) an das Warehouse-Management-System (WMS).
- ❑ Entsprechend dem Arbeitsfortschritt steuert das WMS die logistischen Daten dem Packer zu. Sobald der Packer eine Kundensendung als komplett an das WMS sendet, werden die aus dem kaufmännischen System bereitgestellten Rechnungsdaten in die Steuersequenzen für den Laserdruck umgesetzt.
- ❑ Alle 260 Laserdrucker sind hierbei wie Werkzeugmaschinen ins Shake-Hand-Verfahren eingebunden.

Neue  
Funktions-  
konfiguration

Rechnungs-Online Druck



Summe: 260 Rechnungsdrucker - permanenter Telegrammaustausch auf Richtigkeit !

Kommunikation: *Rechner - Drucker (6 unterschiedliche Kunden- / Mandantenformulare)*

- *Rechnungsvordruck „aus richtigem Schacht“ (Handshake)*
- *Rechnungsvordruck „richtiges Format“ (Handshake)*
- *Rechnungsvordruck „vor Druckwalze“ (Handshake)*
- *Rechnungsvordruck „während Druck“ (Handshake)*
- *Komplette Kundenrechnung „richtige Ausgabe“ (Handshake)*

# Rechnungs-Online Druck



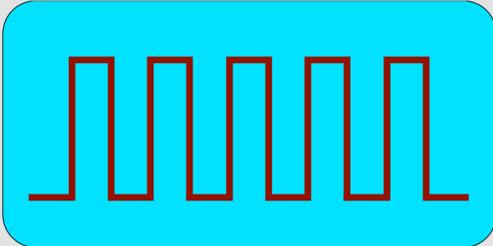
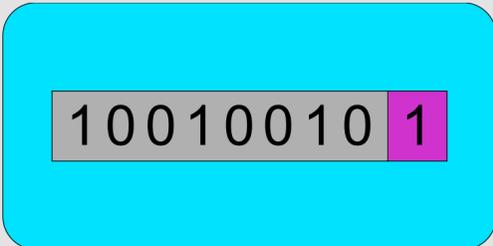
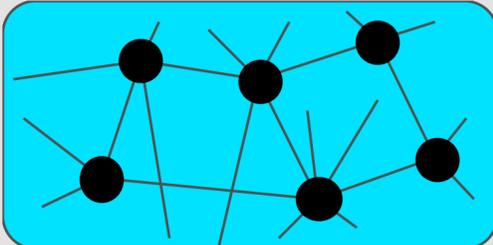
TUP.COM



# Das ISO/OSI-Protokoll (I)

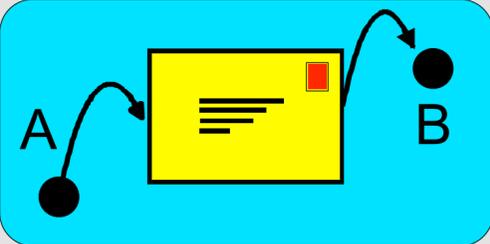
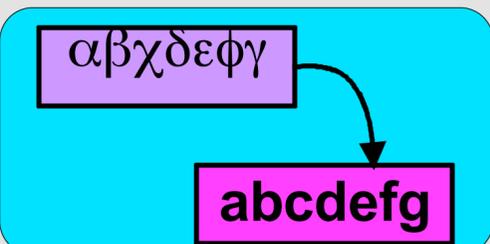


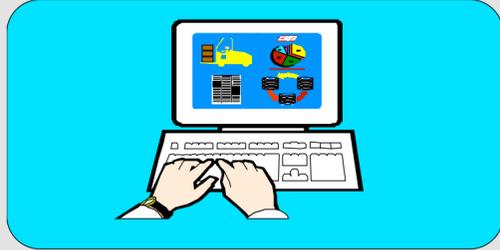
TUP.COM

<b>1</b>	Bitübertragungsschicht 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> <b>Physikalische Übertragung eines Bitstroms</b></li><li><input type="checkbox"/> <b>Festlegung des Übertragungsmediums, des Übertragungsverfahrens und Spezifikation der Schnittstellen</b></li><li><input type="checkbox"/> <b>Die Topologie wird festgelegt</b></li></ul>
<b>2</b>	Sicherungsschicht 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> <b>Die zu übertragenden Bits werden zu Rahmen zusammengefasst und mit einer Prüfsumme versehen</b></li><li><input type="checkbox"/> <b>Übertragungsfehler werden entdeckt und behoben</b></li><li><input type="checkbox"/> <b>Das Netz-Zugriffsverfahren wird geregelt</b></li></ul>
<b>3</b>	Vermittlungsschicht 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> <b>Herstellung eines einheitlichen Formates der Daten</b></li><li><input type="checkbox"/> <b>Umwandlung, Verschlüsselung oder Komprimierung der Daten</b></li></ul>

# Das ISO/OSI-Protokoll (II)



4	<p>Transportschicht</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Gesicherter Datentransport zwischen den Endgeräten</li><li><input type="checkbox"/> Zerlegung der Daten in Pakete</li><li><input type="checkbox"/> Adressierung und Nummerierung der Pakete</li></ul>
5	<p>Sitzungsschicht</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Verwaltung der Kommunikationsprozesse</li><li><input type="checkbox"/> Kontrolle und Synchronisation der Kommunikation</li><li><input type="checkbox"/> Zusammenfügen der Daten in der richtigen Reihenfolge nach dem Auftreten eines Fehlers</li></ul>
6	<p>Darstellungsschicht</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Die Übertragungswege für die Daten zwischen zwei Rechnersystemen werden festgelegt</li><li><input type="checkbox"/> Informationen wie Übertragungszeit und Auslastung eines Weges werden genutzt um eine Verbindung herzustellen</li></ul>

<b>7</b>	Anwendungsschicht 	<b>Enthält die Anwendungs- und Dienstprogramme für unterschiedliche Funktionen, die über die Netzwerkverbindung ausgeführt werden sollen</b>
----------	---	--

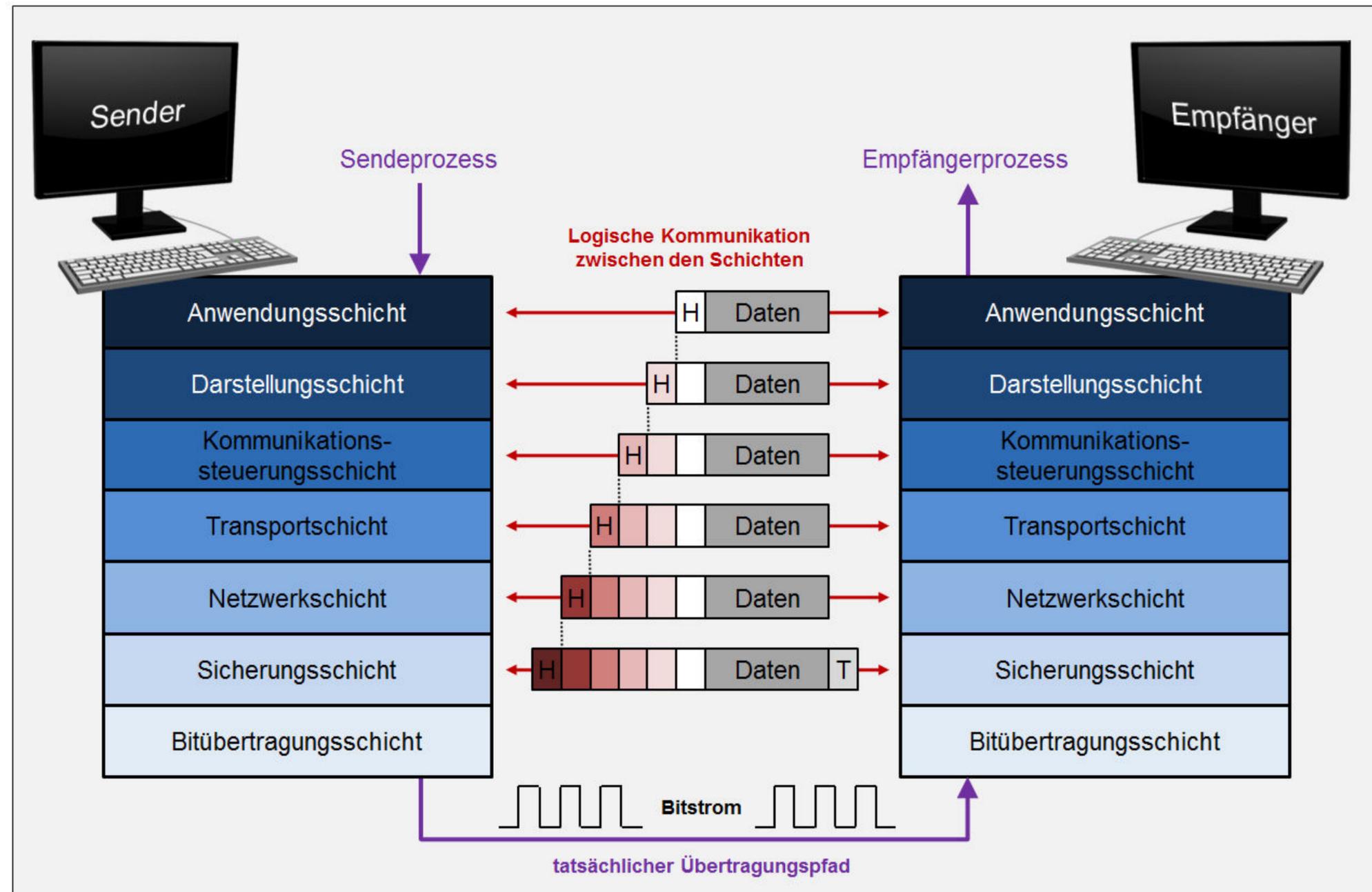
- Die Schichten 1 bis 4 sind für die Übertragung zwischen den Teilnehmern zuständig
- Die Schichten 5 bis 7 koordinieren das Zusammenwirken mit dem Betriebssystem und dem Anwendungsprogramm des Rechners im jeweiligen Teilnehmer

# Das ISO/OSI-Protokoll

## Die sieben Schichten des OSI-Referenzmodells



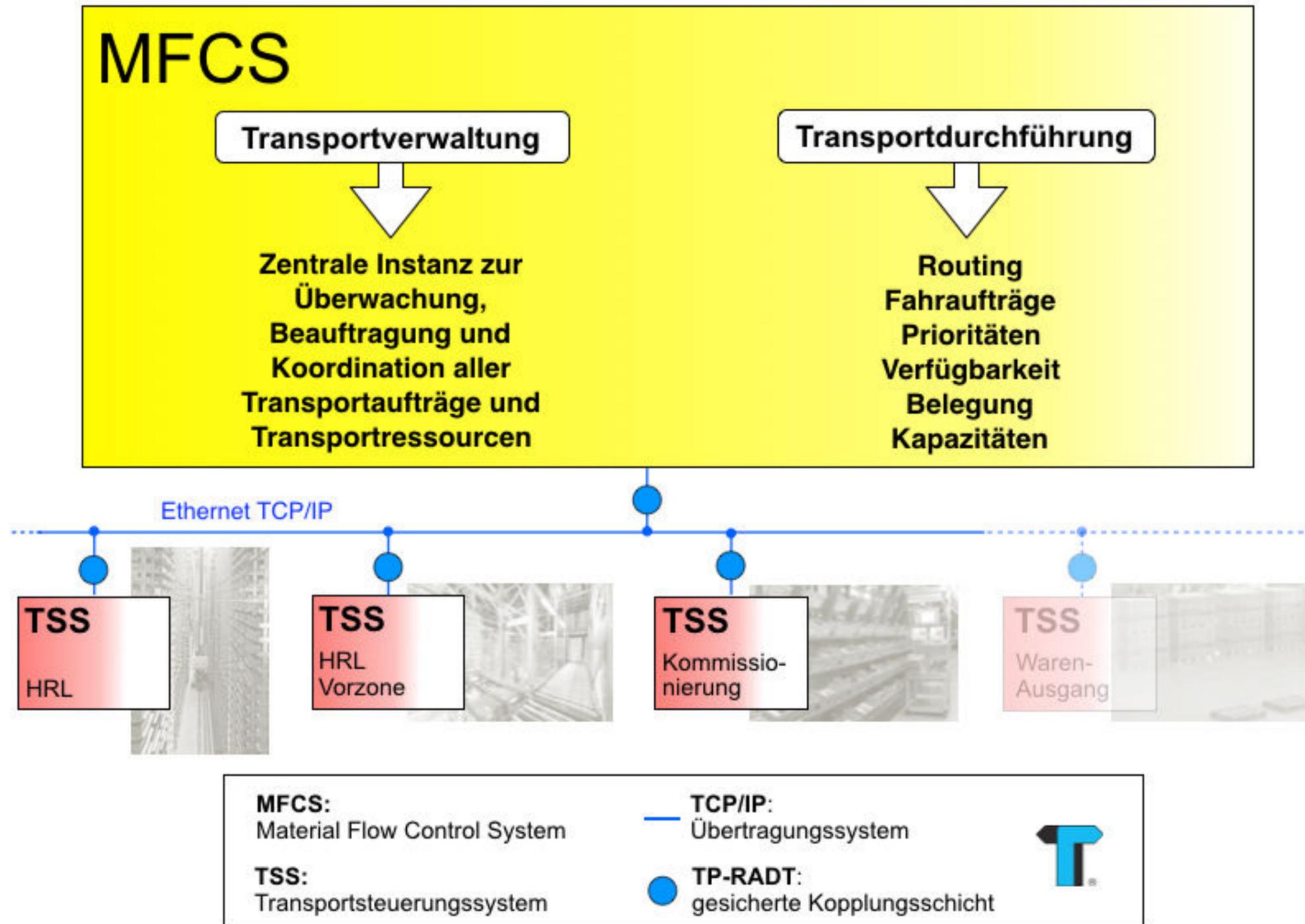
TUP.COM



# Aufgabenzuordnung des MFCS



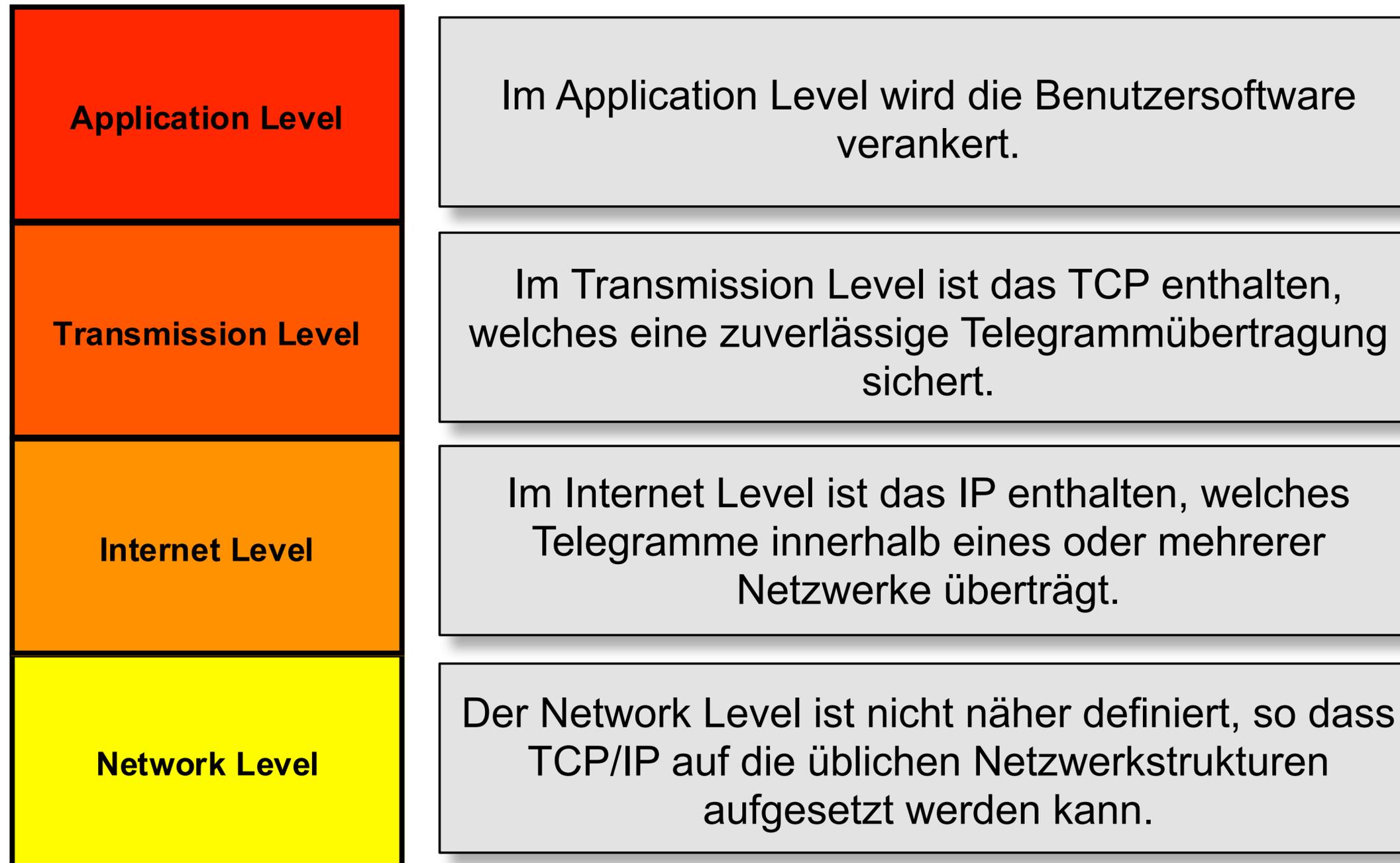
TUP.COM



# Das TCP/IP-Protokoll



TUP.COM





# Das Internet Protocol (IP)

## Funktionen des IP:

- Übermittlung von Telegrammen vom Sender zu einem oder mehreren Empfängern
- Adressverwalter (Adress-Management)
- Telegrammaufteilung (Segmentierung)
- Pfadsuche (Routing)
- Netzwerk-Kontrollfunktionen

Das IP kann nicht garantieren, dass die Telegramme bedingt durch die unterschiedlich langen Wegstrecken, in der richtigen Reihenfolge beim Empfänger eintreffen

**Dazu wird das TCP benötigt**

# Das Transmission Control Protocol (TCP)



TUP.COM

## Funktionen des TCP:

- zuverlässige Telegrammübertragung
- Vollduplexdatenstrom zwischen den Teilnehmern
- Aufbau und Abbau von Verbindungen
- Überwachung der Verbindungen und Fehlermeldung an Anwendungssoftware
- Zwischenspeicherung und Aufbereitung der Datenblöcke
- Vereinbarung dynamischer Ports

## Sicherungsmechanismen des TCP:

- Erkennen von Übertragungsfehlern (Prüfsumme)
- Empfangsbestätigung (Quittung bzw. Acknowledgement)
- Wiederholung bei Übertragungsfehlern und Telegrammverlust (Repeat)
- Zeitüberwachung zwischen Senden und Empfangsbestätigung (Time Out)

# TCP-Streamsocket



- ❑ TCP ist ein verbindungsorientiertes Protokoll.
- ❑ Bevor ein Server (z.B.: WMS) und ein Client (Fremdsystem) beginnen können Daten miteinander auszutauschen, müssen sie zuerst eine Handshake Prozedur durchführen und eine TCP-Verbindung aufbauen.
- ❑ Das Ende der TCP-Verbindung wird dem WMS-Socket und das andere Ende einem Fremdsystem-Socket zugeordnet. Zur Erzeugung der TCP-Verbindung wird die Socketadresse des WMS-Systems (IP-Adresse und Quellportnummer) mit der Socketadresse des Fremdsystems (IP-Adresse und Zielportnummer) verbunden.

# TCP-Streamsocket



Die Transportschicht auf dem Client (Fremdsystem) merkt sich die folgenden vier Werte aus dem Verbindungsaufbausegment:

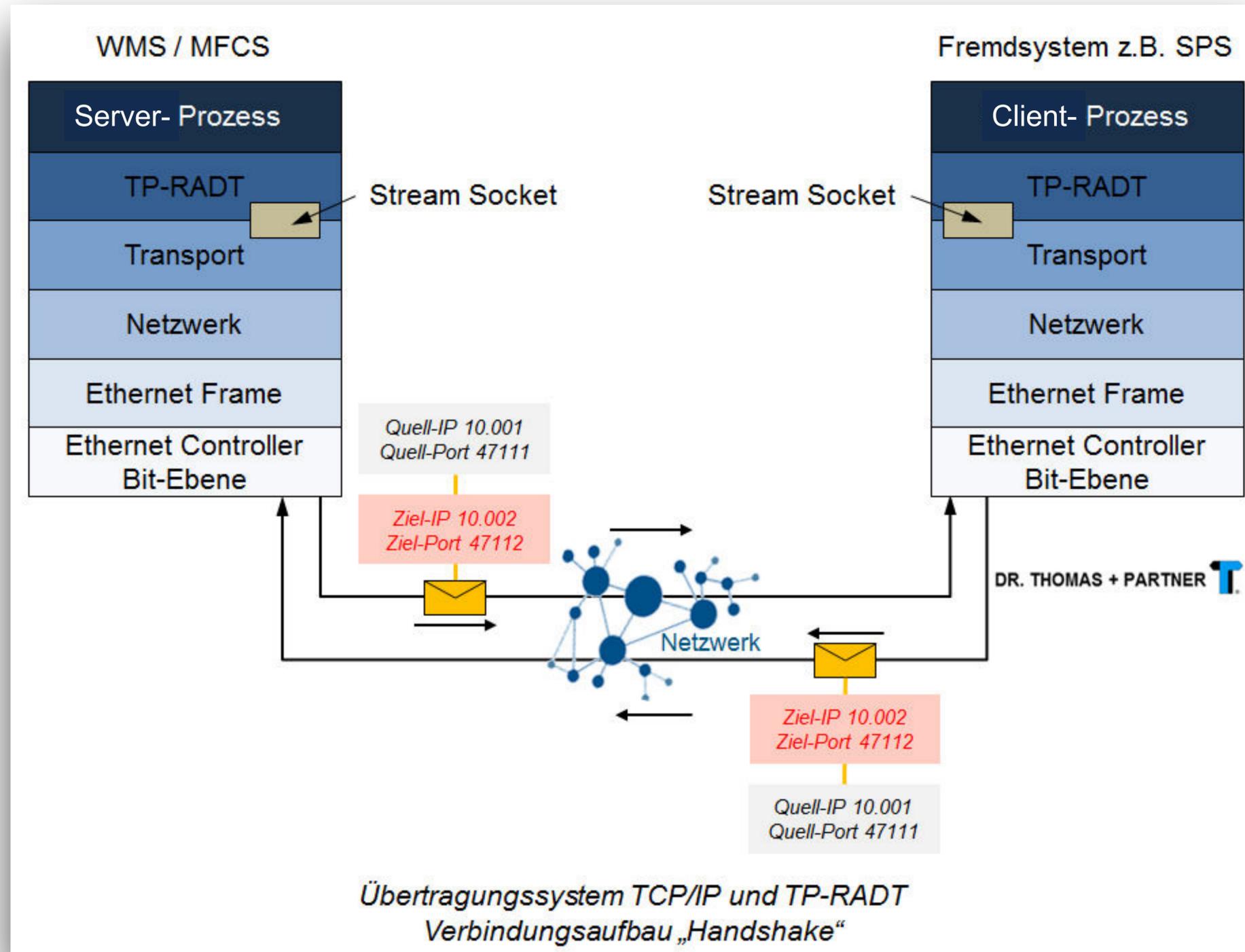
1. Die Quellportnummer
2. Die IP-Adresse des Quellsystems
3. Die Zielportnummer
4. Ihre eigene IP Adresse

# Übertragungssystem TCP/IP und TP-RADT

## Verbindungsaufbau Handshake



TUP.COM





# RADT - Reliable Application Data Transfer

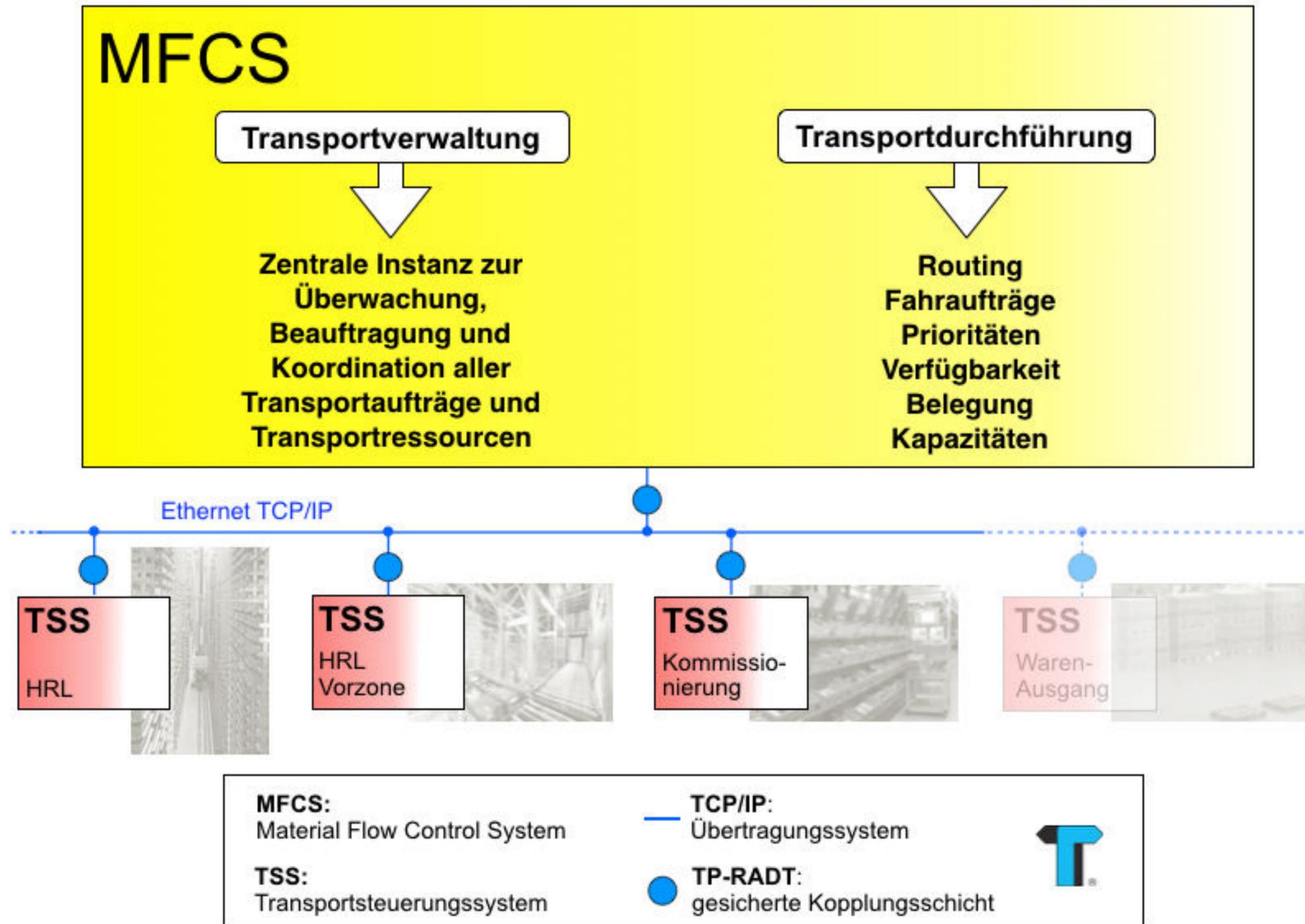
## Fremdsystemkopplung

- Die Kopplung zu Fremdsystemen, auch zu SPSen, wird über eine gesicherte Kopplungsschicht TP-RADT realisiert, die einen geblockten Telegrammaustausch über Streamsockets auf TCP/IP abwickelt.
- Der Nachrichtenaustausch und der Quittungsverkehr erfolgen über einen einzigen Socket.
- Vorteil: Streamsocket auf TCP/IP
  - Weltweit nutzbar, auf jeder Plattform verfügbar
  - Einfach zu administrieren (Firewall, Tunneling)
  - Einfache APPs für viele Programmiersprachen
- Verlustfrei: keinerlei Datenverlust auf der Übertragungsstrecke

# Aufgabenzuordnung des MFCS



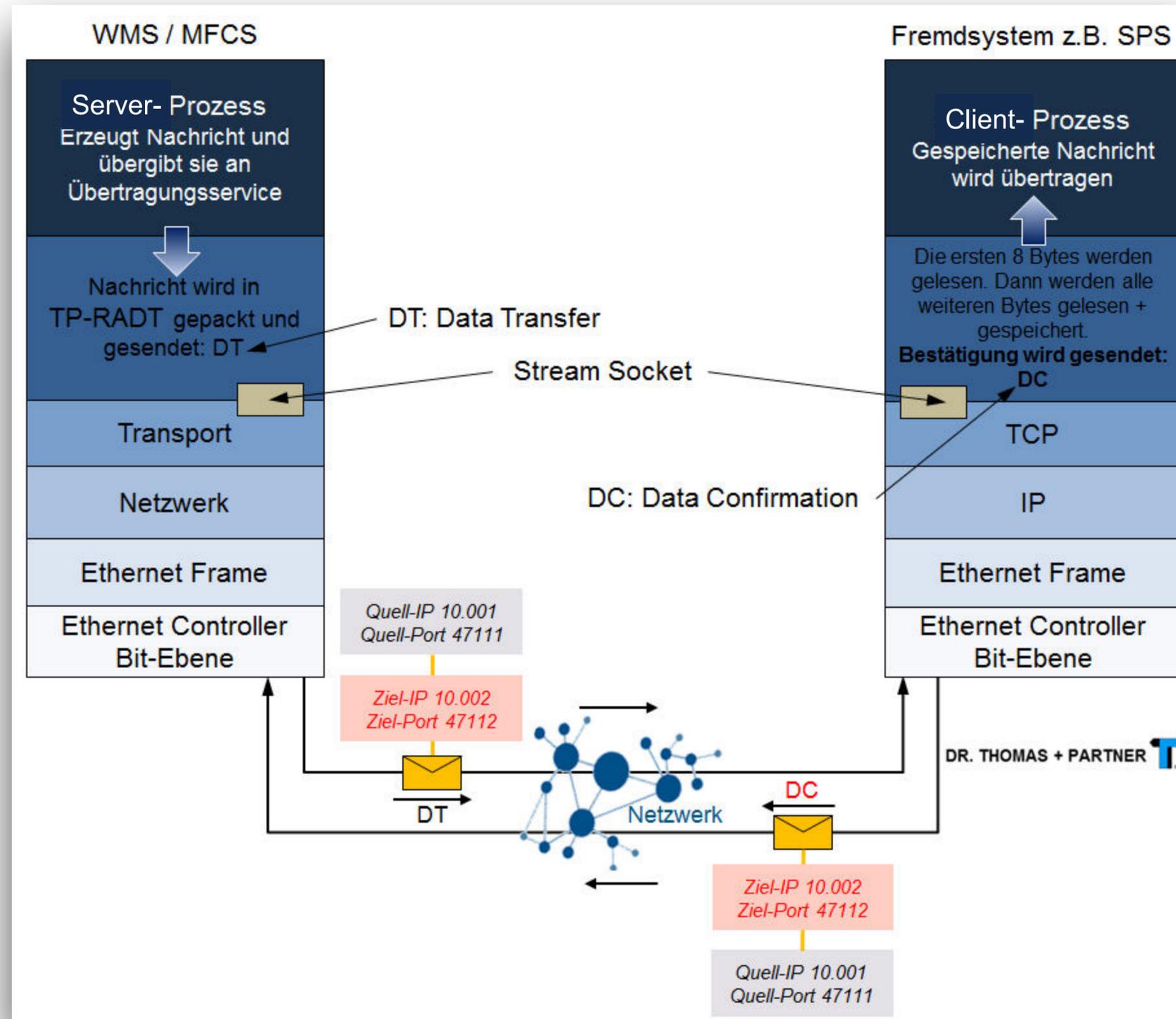
TUP.COM



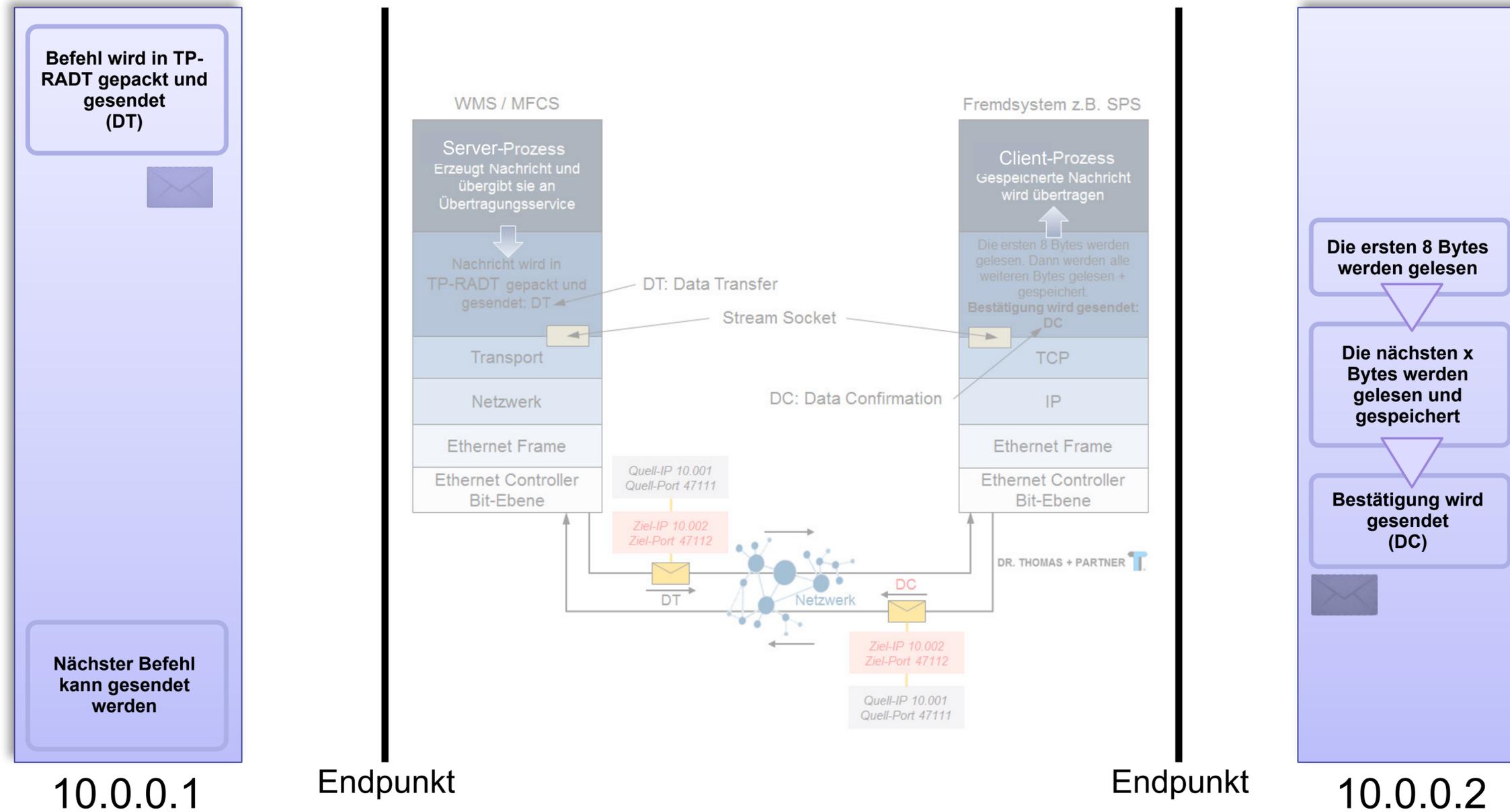
# Fremdsystemkopplung über die gesicherte Kopplungsschicht TP-RADT



TUP.COM



# TP-RADT - Funktionsweise



# TP RADT - Header



TUP.COM

Offset	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11
0	Blocklänge			Typkennung		Laufnummer
12	Fehlercode	Senderkennung	Empfängererkennung		Daten	
Daten						

- Alle Daten sind in ASCII Zeichen gespeichert
- Blocklänge: Anzahl Bytes dieses Datenblocks inkl. Header
- Typ-Kennung:
  - DT: DataTransfer
  - DC: DataConfirmation
  - PT: PingTransfer
  - PC: PingConfirmation
- Laufnummer: Nummer des Datenblockes (01-99)
- Fehlercode: 00 = kein Fehler, 01 = Fehler
- Sender-Kennung: Sender (z.B. MFCS)
- Empfänger-Kennung: Empfänger

# TP-RADT (Reliable Application Data Transfer) - Header und Datenblock



	TP-RADT Feldbezeichnung	Anzahl (Bytes)	Inhalt
<b>H E A D E R</b>	Blocklänge	0 - 7	Die ersten 8 Bytes (nur gelesen)
	Typkennung	8 - 9	Nachrichtenart des Blocks
	Laufnummer	10 - 11	00 bei Erststart, sonst zw. 01 u. 99
	Fehlercode	12 - 13	Information über Verlauf des Blocktransfers
	Sendeerkennung	14 - 17	Sender der Nachricht
	Empfängererkennung	18 - 21	Empfänger der Nachricht
<b>DT</b>	Datenblock DT	22 - ...variabel	Ab 22 bis ... Anzahl variabel

# RADT - Reliable Application Data Transfer

## Anforderungen



TUP.COM

- Die Anwendung erzeugt Nachrichten an ein Fremdsystem und übergibt sie dem Übertragungsservice
- **Sequenztreu**  
Daten werden in der Reihenfolge empfangen wie sie gesendet werden (FIFO-Prinzip)
- **Effizient**  
Hier kann gewählt werden, ob die Telegramme zu Blöcken werden dürfen oder nicht, bzw. wie groß ein Block sein darf.  
Bei der Übertragung an SPSen wird immer der Einzeltelegramm-Verkehr mit konstanter Telegrammlänge und Quittung versendet

# RADT - Reliable Application Data Transfer

## Aufgaben des Empfängers



- Werden Daten empfangen, werden diese gesichert und unbedingt quittiert.
- Der Empfänger hat die Aufgabe, wiederholte Nachrichtenblöcke zu erkennen und nur einmal zu verarbeiten.
- Die Weitergabe an die richtige Application ist Aufgabe des Empfängers

# RADT - Reliable Application Data Transfer

## Sichere Übertragung

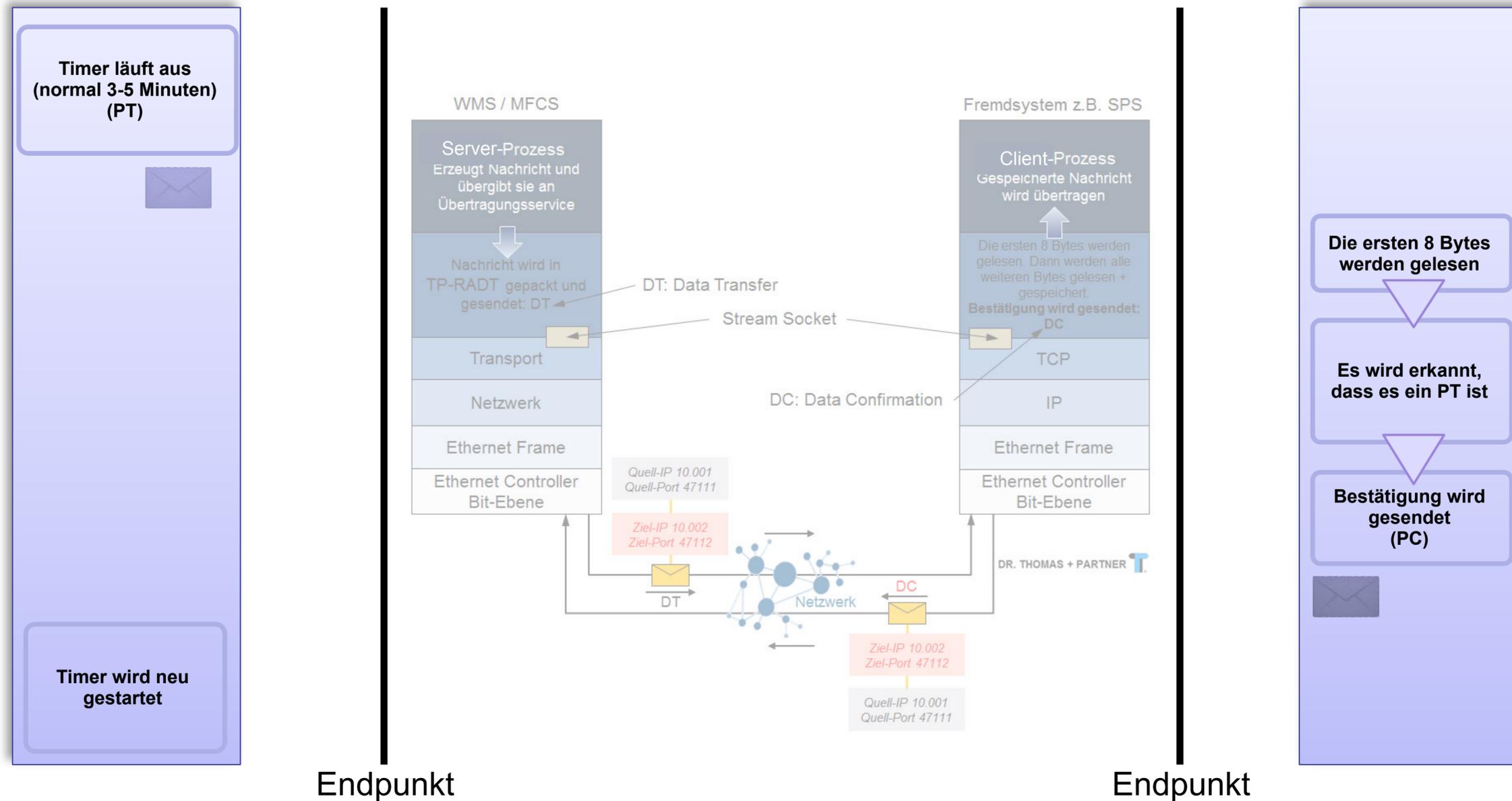


- Ein Nachrichtenblock, der auch nur aus einem einzelnen Telegramm bestehen kann, wird mit einer Sequenznummer versehen und an den Verbindungspartner übertragen.
  - Jede Nachricht erhält vom Sender eine Sequenznummer
  - Der Empfänger quittiert den Erhalt der Nachricht unter Angabe der Sequenznummer
  - Der Sender überwacht das Eintreffen der Quittung, nach einem Timeout wird die Sendung wiederholt, die Sequenznummer bleibt gleich.
  - Der Empfänger erkennt doppelte Sequenznummern, verwirft die Wiederholungen, quittiert sie aber!
  - Der Sender sendet die nächste Nachricht erst wenn die aktuelle Nachricht quittiert ist.

# TP-RADT - Funktionsweise



TUP.COM



# RADT - Reliable Application Data Transfer

## Verfügbarkeit



- Die Verfügbarkeit der Verbindung soll permanent überwacht werden, Probleme werden erkannt wenn sie auftreten, nicht erst wenn das Medium benötigt wird.
- Der überwachende Partner (auch beide) starten einen Timer, der mit jedem Empfang nachgestartet wird.
- Läuft der Timer ab, gab es Probleme oder nichts zu übertragen (Schwachlast), dann sendet der Überwacher einen "Ping" und wartet auf das Echo.
- Trifft das Echo ein, wird (wie bei jedem Empfang) der Timer nachgetriggert.
- Bleibt das Echo aus, ist die Verbindung gestört, das ist jetzt bekannt.
- Die Verbindung wird abgebaut und danach wieder neu aufgebaut.
- Mit diese Methode wird sichergestellt, daß keine Nachricht verloren geht, oder die Übertragungstrecke unbemerkt gestört ist.

# TP-RADT



- Langjährig bewährt und im Einsatz bei vielen unserer Kunden:



... und viele andere



So groß der Nutzen der Vernetzungstechnologie ist, so gravierend kann auch der Schaden sein.



## Ein Täter will:

- an Informationen gelangen, die nicht für ihn bestimmt sind, z.B. Entwicklungsdaten, Kundeninformationen.
- unerwünschte Aktionen auslösen, z.B. Daten löschen oder manipulieren.
- Ressourcen nutzen, die er nicht nutzen darf, z.B. Leitungsverbindungen.

- Um ein Privatnetz gegenüber unberechtigtem Zugriff zu schützen verwendet man Firewall-Systeme.
- Die Firewall wird als Schranke zwischen das zu schützende und das unsichere Netz geschaltet.
- Der Gesamte Datenverkehr zwischen zwei Netzen ist dann nur über das Firewall-System möglich.

# Gründe für mehrstufige Firewall (I)



- Bei nur einer Stufe ergibt sich eine hohe Abhängigkeit vom Hersteller des Firewall-Systems. Dadurch kann ein einziger Fehler in der verwendeten Software oder bei der Konfiguration des Systems zu unberechtigtem Zugriff führen.
- Bei Bekanntwerden von neuen Angriffsmethoden oder Sicherheitsmängeln schnell neue Versionen seiner Software zur Verfügung stellen.
- In mehrstufigen Systemen können derartige Fälle von den anderen Stufen abgefangen und so eine gewisse Zeitdauer überbrückt werden.

# Gründe für mehrstufige Firewall (II)



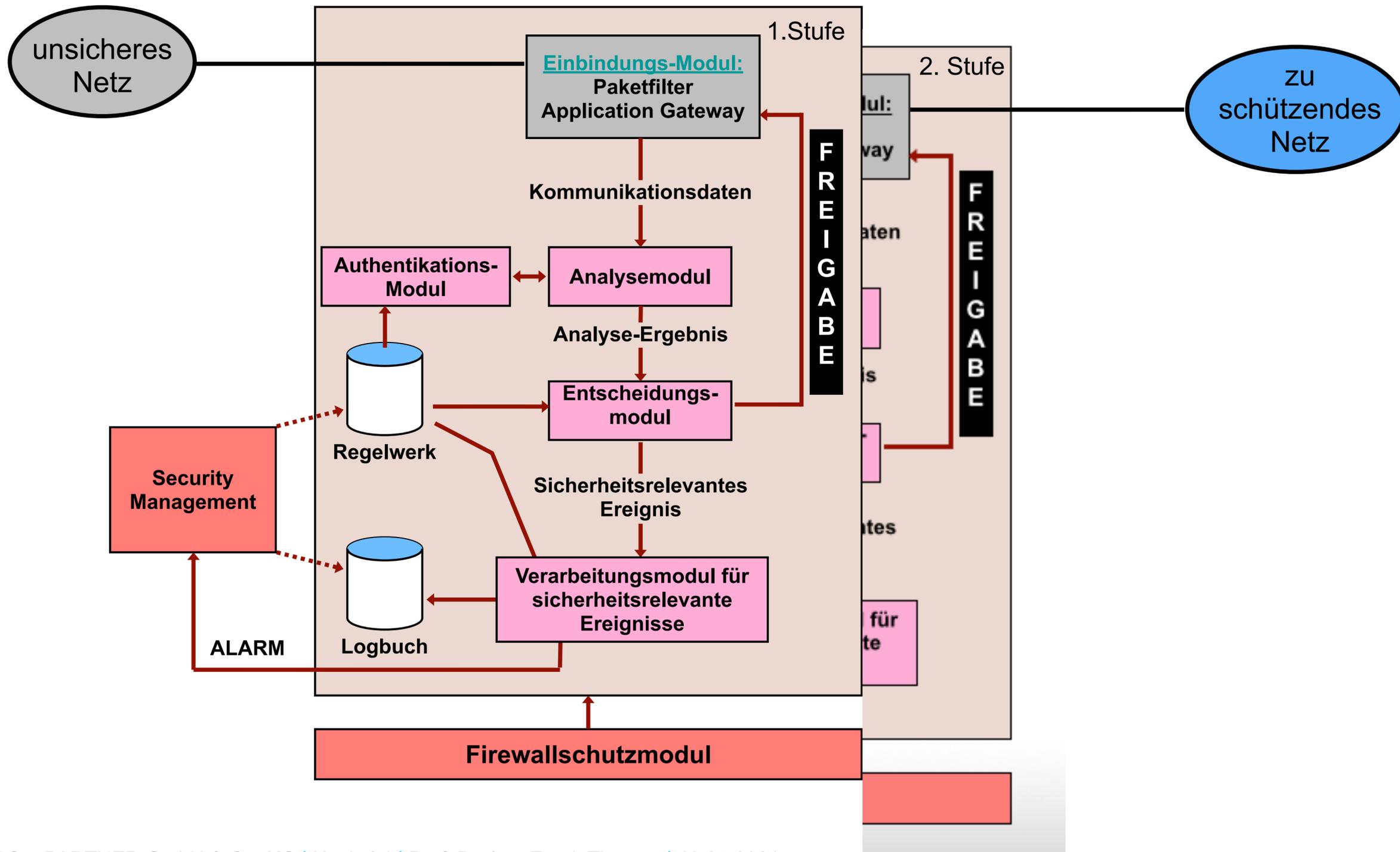
TUP.COM

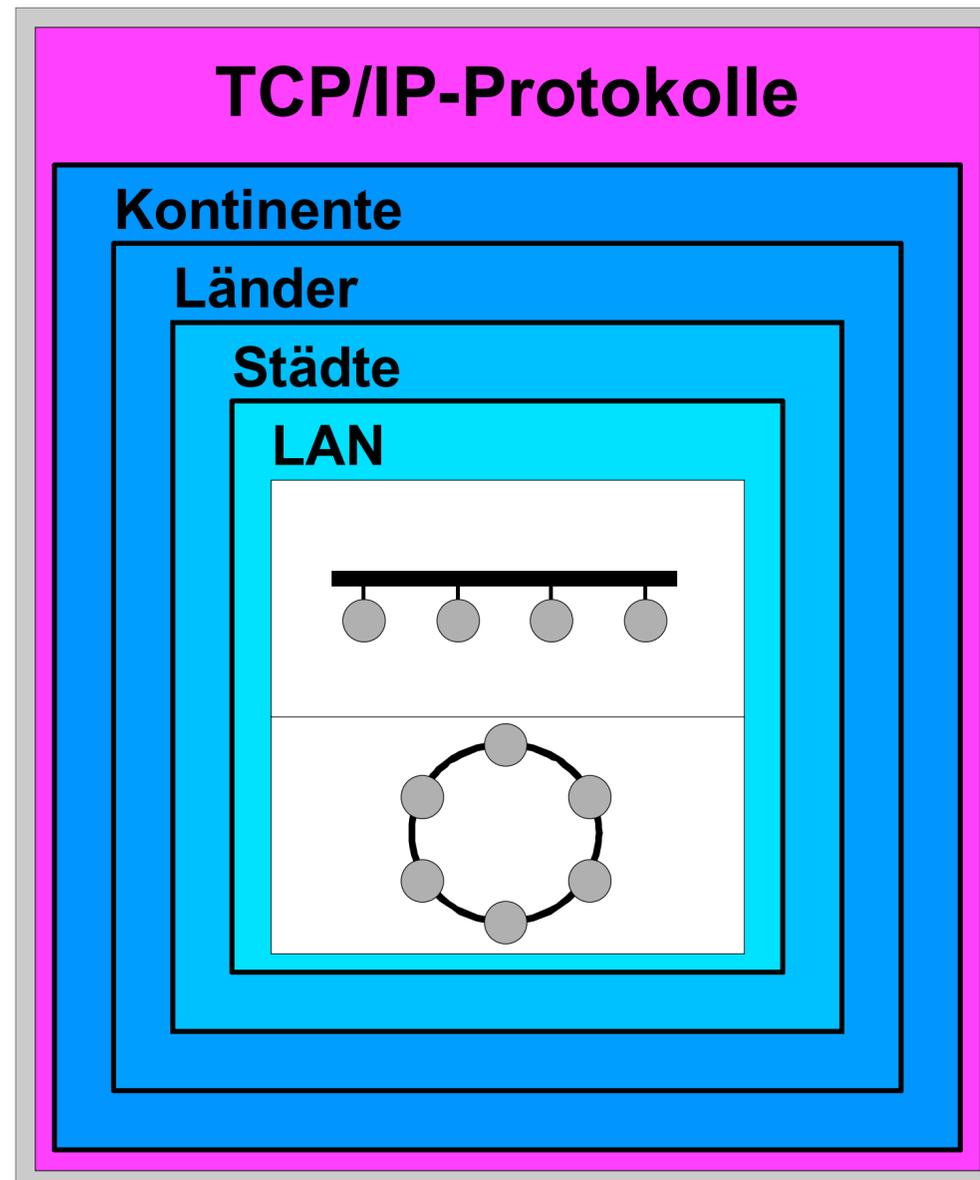
- Beim Versagen einer einzigen Stufe versagt die gesamte Firewall. Mehrstufige Konzepte bieten auch bei Versagen einer Stufe noch Schutz.
- Bei Wartungsarbeiten an einer einstufigen Firewall muss entweder die Netzwerkverbindung getrennt werden, oder die Firewall kann in bestimmten Fällen vorübergehend angreifbar sein.
- Bei Störungen der Firewall kann eine unqualifizierte Bedienung das System deaktivieren. Dieses Risiko wird durch mehrere Stufe verringert.

# Architektur einer Firewall



TUP.COM





- Basis des Internets bilden Local Area Networks (LANs).
- Die einzelnen LANs werden weltumspannend zu einem Global Area Network (GAN) vernetzt.
- Zur Kommunikation werden TCP/IP-Protokolle verwendet.
- Ein Datenpaket wird via TCP/IP von einem beliebigen Computer zu jedem anderen Computer verschickt.

- E-Mail: Elektronische Post und Datenaustausch auf Textbasis
- FTP (File Transfer Protocol):  
Übertragung von Text und binären Dateien
- Newsgroups: Diskussionsgruppen mit netzweiter Verteilung der Nachrichten
- WWW (World Wide Web): Aktiver Informationsdienst
- Internet-Telefonie und Videoverbindungen
- Workgroup Computing (speziell für Firmen von Bedeutung):
  - Gruppenmeetings
  - Gemeinsame Arbeit an geteilten Dokumenten
  - Gleichzeitiges Bearbeiten von Informationen am Bildschirm
  - Terminkalender und -vereinbarungen via Netzwerk

# Das Internet als Schlachtfeld



TUP.COM

- Die Universalität und Offenheit machen das Internet auch gefährlich
- Es ist durch viele kriminelle, politische und technische Eingriffe gefährdet:
  - weltweit pro Tag bis zu 85 Milliarden **SPAM-Nachrichten!**
  - Das BotNet (Roboter-Netzwerk) ist die mächtigste Waffe
  - Es besteht aus aus einer großen Anzahl aus infizierten PCs
- Da das Zombie-Netzwerk die Bandbreite des Internetknoten des jeweiligen PC-Eigentümers benutzen, sinken die Grenzkosten für den E-Mailversand gegen Null
- Terroristen ist das Internet das Geschenk der Hölle, es steht Ihnen überall kostenlos zur Verfügung



# Phishing, Spam und Viren



Quelle:  
Monty Python's Flying Circus, 1970



# Who controls the Internet?

- Weil das globale Netz-Computing GRID, weltumspannend agiert, hat es als **dominierendes Medium des Handels, der Kommunikation** und sogar der Kultur grundlegenden Einfluss auf einzelne Regionen, Länder und sogar auf die ganze Welt
- Regierungen werden künftig gezwungen sein, Stellung zu beziehen. Sie müssen Regulierungskriterien wählen: Vom
  - freien Modell
  - bis hin zum Modell der politischen Kontrolle (Chinas, Saudi-Arabiens, Irans, Türkei, ...)

Wir werden es erleiden müssen!

# Einfluss des Internets - Explodierende Nachfrage nach Elektrizität !



- Was vor 100 Jahren auf dem Gebiet der Produktion von Energie geschah, das geschieht jetzt auf dem Gebiet der Produktion von Informationen
- Durch dieses sogenannte Internet of Things rechnen Experten wie Dr. Ralph Hintemann mit einem Mehrenergieaufwand von 70 TWh pro Jahr in der EU.
- (Quelle: [www.borderstep.de/team/dr-ralph-hintemann](http://www.borderstep.de/team/dr-ralph-hintemann))

# Klimaschädling Internet: Cloud-Computing treibt Stromverbrauch in die Höhe



TUP.COM



Quelle: [blog.energiesdienst.de/stromverbrauch-internet/](https://blog.energiesdienst.de/stromverbrauch-internet/)



# Boom führt zu deutlich steigendem Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2017

- Server und Rechenzentren **in Deutschland** benötigten im **Jahr 2017** insgesamt **13,2 Mrd. kWh Strom!!**  
(= 13.200.000.000 kWh =  $13,2 \times 10^9$  kWh = 13,2 TWh)
- Mit einem **Anstieg von 6% im Vergleich zum Vorjahr** stieg der Stromverbrauch im Jahr 2017 damit so stark wie seit 10 Jahren nicht mehr.

Quelle:

[https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2019/01/Borderstep-Rechenzentren-2017-final-Stand-Dez\\_2018.pdf](https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2019/01/Borderstep-Rechenzentren-2017-final-Stand-Dez_2018.pdf)

# Jährlicher Energiebedarf in D (Server und Rechenzentren)



TUP.COM

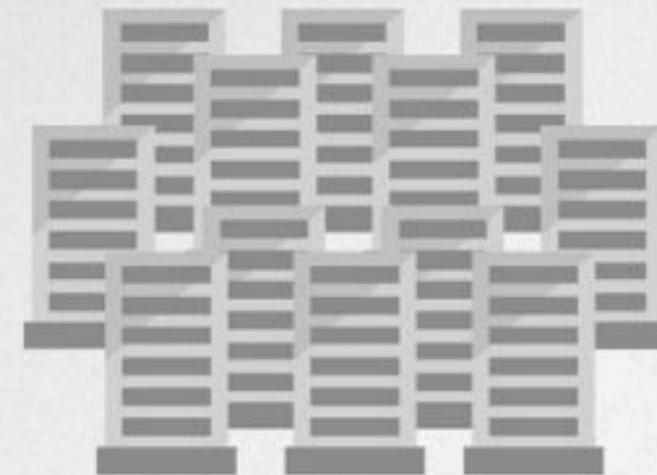
## Jährlicher Energiebedarf für Server und Rechenzentren in Deutschland in Mrd. kWh



im Jahr 2000  
4 Mrd. kWh



im Jahr 2014  
10 Mrd. kWh



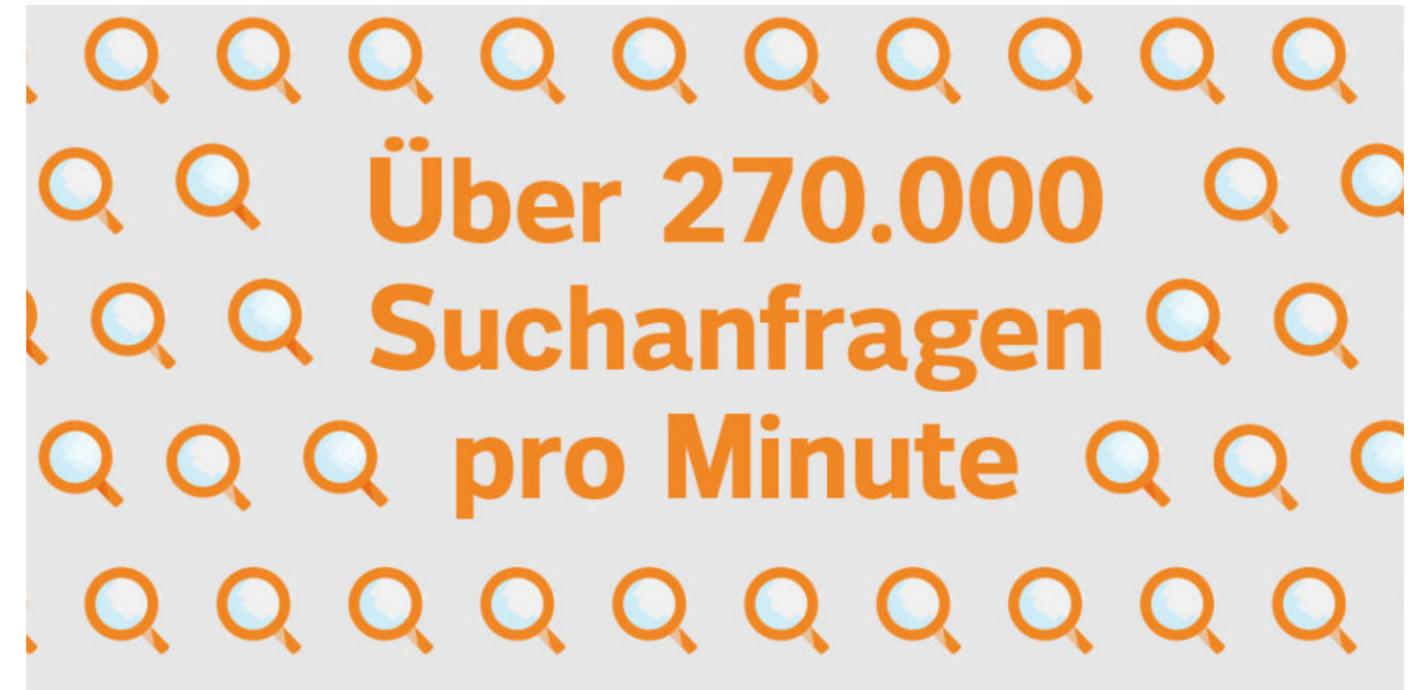
im Jahr 2020  
12 Mrd. kWh

Quelle: C3 Visual Lab, Borderstep Institut

# Deutschland



TUP.COM



81 KWh/min



Quelle: C3 Visual Lab

# Energie-Einsparung durch Verlangsamung?



TUP.COM

## Wie kann man das Internet sparsamer machen?

Wissenschaftler denken schon lange darüber nach, wie Rechenzentren effizienter gemacht werden können. Zum Beispiel gibt es die Idee, mit der anfallenden Wärme anliegende Gebäude zu beheizen und so Energie zu sparen.

Von Google kam der Entwurf für schwimmende Rechenzentren, die mit Meerwasser gekühlt werden.

Einige Forscher glauben, mit einer kleinen Reduzierung des Datenstroms Energie sparen zu können. Wenn man den Datenstrom um einige Millisekunden langsamer machen würde, könnte man angeblich 50 Prozent der Energie einsparen.

Quelle: C3 Visual Lab



# Riesiger Energiebedarf durch Apps und Surfen

**Dreckige Cloud:** Wieso Smartphones so viel Strom wie Kühlschränke verbrauchen.

**Wäre das Internet ein Staat, wäre er der sechst größte Energieverbraucher der Welt.**  
Fast alles, was wir mit Apps anstellen, verbraucht an einem anderen Ort Strom.

## **Amazon ist ein digitaler Umweltsünder**

Die größte Internet-Dreckschleuder ist Amazon. Seine Server versorgt der Gemischtwarenladen hauptsächlich mit Strom aus Kernkraft und Kohle. Und die Rechner haben gut zu tun. Auf den Serverfarmen des US-Unternehmens werden Netflix, Spotify und natürlich Amazon Instant Video betrieben. Wer also mit seinem Tablet auf dem Sofa liegt und eine neue Folge seiner Netflix-Lieblingsserie startet, fordert ein paar tausend Kilometer entfernt von einem Prozessor Leistung an.

Die Daten des Films werden dann über viele Server im Internet weitergeleitet, was dort ebenfalls Strom verbraucht, bis sie dann auf dem heimischen Bildschirm landen.

Jeder Aufruf für sich mag ein kleiner Energietropfen sein, doch die Masse macht es. Bereits 2015 bildete Videostreaming die Hälfte des globalen Datenverkehrs. **Alle Datendienste zusammen**, hat Greenpeace vor drei Jahren in einer Studie ermittelt, **verbrauchen 700 Milliarden Kilowatt Strom – mehr als Deutschland.**

Quelle: <https://www.stern.de/wirtschaft/smartphone-strom-verbrauch-7630770.html>



# Immenser Energiebedarf durch Krypto-Währungen

## Riesiger Energieverbrauch

Die Diskussion um die Umweltbilanz und die Effizienz von Bitcoin ist keineswegs neu und es blieb zunächst unklar, warum Musk das Thema erst jetzt als problematisch einstuft. Viele Kritiker stören sich daran schon lange. Laut dem Bitcoin Energy Consumption Index der Online-Plattform Digiconomist, die sich unter anderem für umweltfreundlichere Krypto-Technologien einsetzt, **verbraucht Bitcoin derzeit in etwa so viel elektrische Energie wie die Niederlande. Der CO2-Fußabdruck der Digitalwährung entspreche ungefähr dem Singapurs.**

Bitcoin- und Krypto-Anhänger wie Twitter-Chef Jack Dorsey argumentieren damit, dass die Umweltbilanz mit der fortschreitenden Verbreitung von Erneuerbaren Energien langfristig wesentlich besser werden dürfte. Allerdings stehen viele Server-Farmen, die zum Bitcoin-Mining im großen Stil genutzt werden, in Ländern mit relativ geringen Stromkosten wie China oder Kasachstan. Hier stammt die Energie häufig aus vergleichsweise umweltschädlichen Quellen wie Kohle. Daran scheint sich nun auch Tesla-Chef Musk stärker zu stören.

Quelle: <https://www.faz.net/aktuell/finanzen/digital-bezahlen> vom 13.05.2021