

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

- Docent:
 - J.W.J. Heijnsdijk
 - Heijnsdijk@its.tudelft.nl
 - kamer 08.050 (Mekelweg 4)

- Boek:
 - Tanenbaum, Computer Networks, **vierde** druk

1. Inleiding

Ontwikkeling van de techniek

- 18-eeuw: grote mechanische systemen.
- 19-e eeuw: stoommachine.
- 20-e eeuw: verzamelen, verwerken en verspreiden van informatie.
 - Telefoonnetwerk wereldwijd
 - Uitvinding van radio en televisie
 - Begin en groei van de computerindustrie
 - Ontwikkeling van de telecommunicatie
 - hoge datasnelheden
 - communicatiesatellieten
 - glasvezel
 - mobiele communicatie

Enige termen

- Datacommunicatie
Uitwisseling van gegevens in gecodeerde vorm
- Datatransmissie
Technieken rond het communicatiemedium
- Telecommunicatie
 - Algemene term voor communicatie op afstand.
(telefonie, telex, datacommunicatie en mobiele communicatie gebruiken telecommunicatie)
- Telematica
Samentrekking van *tele*communicatie en *informatica*, samenwerking van telecommunicatie en informatica.

Telecommunicatie

Definitie, internationaal en volgens Nederlandse wet:

“iedere overdracht, uitzending of ontvangst van gegevens van welke aard ook door middel van kabels, langs radio-elektrische weg of door middel van optische of andere elektromagnetische systemen”

(Wet op de Telecommunicatievoorzieningen (WTV, '88)
Hfd. 1, art. 1, lid b.)

Telecommunicatie & telematica



g = gebruiker
b = gebruikers-“interface”
c = bewerking van informatie
d = opslag van informatie

Enige termen (vervolg)

- Computernetwerk
Verzameling onderling verbonden, autonome computers

- Gedistribueerd systeem
Computernetwerk met programmatuur die zorgt dat de gebruikers niet merken dat ze gebruik maken van verscheidene computers.

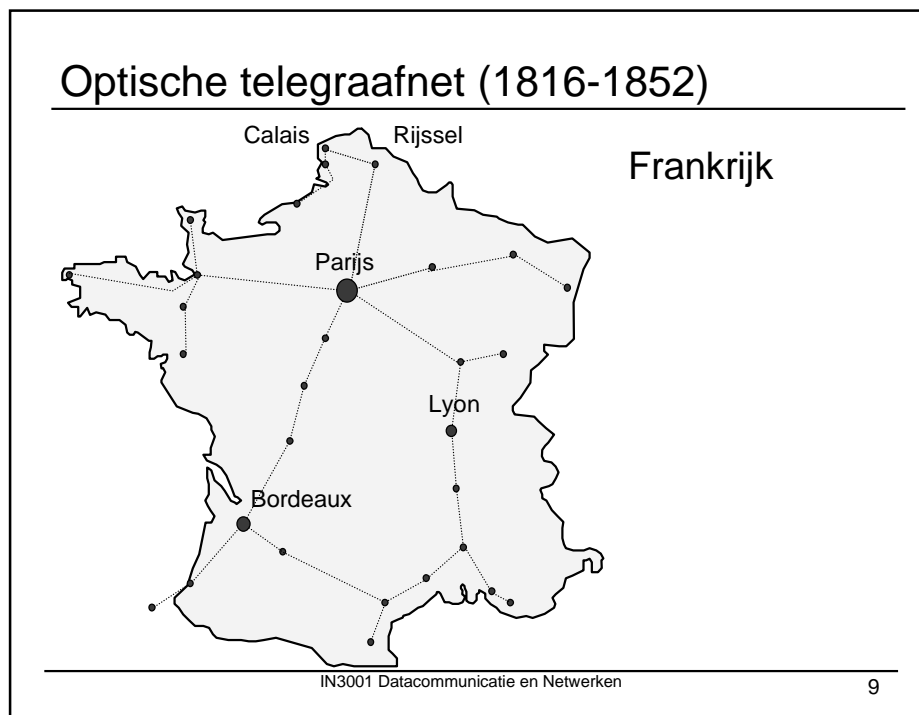
Sleutelwoorden:

Samenwerking en Transparantie

Geschiedenis datacommunicatie (1)

- Reeds de Grieken hadden vormen van datacommunicatie:
 - vuursignalen
 - fakkels (digitaal, parallel)
 - watertelegraaf

- Het eerste omvangrijke datacommunicatienet door Napoleon, Frankrijk: De optische telegraaf



Geschiedenis datacommunicatie (2)

Elektro-magnetische datacommunicatie:

1837 **Cooke & Wheatstone**, Engeland,
telegraafverbinding langs spoorlijn;

Morse, Amerika, proefopstelling

1866 Duurzame transatlantische telegraafkabel

1874 **Baudot**, sneltelegraaf (een-draads, vijf-bits code)

(1876 Telefoon (Bell & Gray))

1897 **Marconi**, radiotelegrafie

1914 Verreschrijver

1925 Telex

Geschiedenis datacommunicatie (3)

- 1961 SABRE, Amerika, luchtvaartreserveringsnetwerk
- 1965 Pakketschakelen
- 1970 ALOHA, Univ. v. Hawai, computernetwerk met radioverbindingen
- 1976 Ethernet, Xerox, lokaal netwerk met busstructuur
- 1980 Begin van Internet (DARPA)
 - Openbare datanetwerken (b.v. PTT's);
 - OSI-referentiemodel
- 1990 Internet omvat ongeveer 3000 netwerken en 200.000 computers
- 1994 ISDN (Integrated Services Digital Networks)

1.1 Toepassingen van netwerken

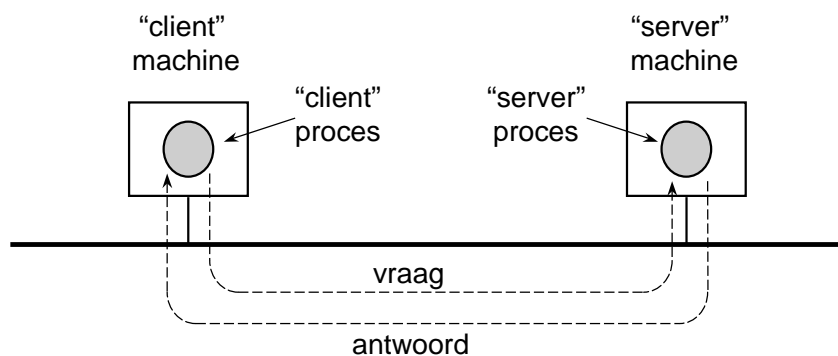
1. Zakelijke toepassingen
2. Toepassingen in huis
3. Mobiele toepassingen

Zakelijke toepassingen van netwerken (1)

- “resource sharing” dit is het gemeenschappelijk gebruik van bronnen:
 - hardware en informatie
informatie en processing capaciteit beschikbaar ongeacht de locatie vande gebruiker, “binnen één gebouw”. of wereldwijd

Hierbij wordt vaak gebruik gemaakt van client/server model

Het “client-server”-model



Zakelijke toepassingen van netwerken (2)

- Communicatie tussen personen
 - E-mail
 - videoconferencing

- Electronisch zakendoen (e-business, e-commerce)

Toepassingen in huis

Met name Internet gebruik in huis t.b.v.

- Toegang tot informatie op afstand
 - communicatie met andere personen
 - Email, chat
 - peer-to-peer toepassingen
 - interactief vermaak
 - video on demand
 - games
 - e-commerce
 - electronisch bankieren
 - veilingen
- ... en nog veel meer

Mobiele toepassingen (1)

Hierbij wordt meestal bedoeld draadloos en mobiel, dat is niet hetzelfde

	draadloos	mobiel
- Vaste werkstations	nee	nee
- Draagbare PCs	nee	ja
- via telefoonstopcontact		
- LANs	ja	nee
- in oude gebouwen zonder bekabeling		
- in kantoren die veel veranderen		
- notebook met draadloze verbinding	ja	ja

Mobiele toepassingen (2)

- draadloze notebook voor registratie op verschillende plaatsen
- WAP telefoons (combinatie van mobiele telefoon en PDA)
 - WAP 1.0 mislukt (te klein scherm, lage bandbreedte)
 - WAP 2.0 moet beter
- draagbare computers (b.v. Linux in polshorloge)

Sociale en maatschappelijke aspecten

Moeilijke vragen

- 1) Inhoud van Webpages, E-mail etc. kan kwetsend zijn voor anderen, of illegaal (verschillende wetten in verschillende landen). Is netwer operator op enige manier verantwoordelijk?
- 2) Mag werkgever inhoud van Email van werknemers controleren? En Universiteit van studenten?
- 3) Mag een "BIG brother" alle Internetverkeer afluisteren?
- 4) Moet anoniem Internetverkeer mogelijk zijn?

Sociale en maatschappelijke aspecten

Minpunten

- Betrouwbaarheid informatie op Internet
- junk mail
- gestolen identiteit
- virussen
- schendingen van copyright

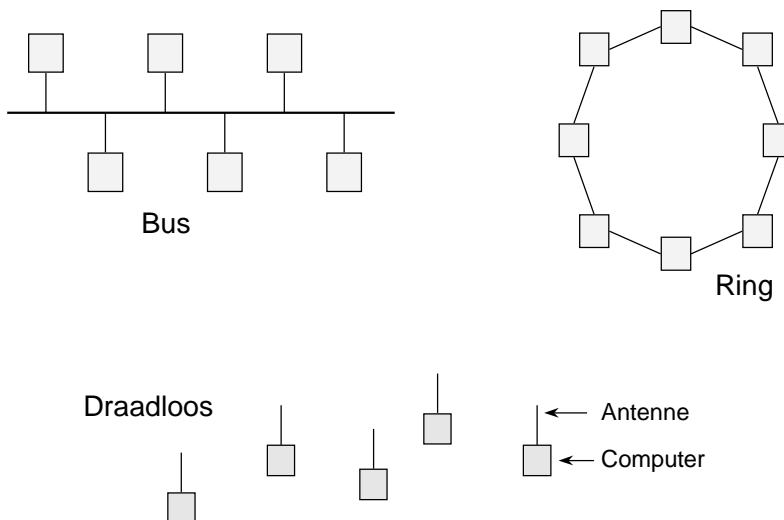
Er is nog veel te verbeteren !

1.2 De techniek van de netwerken

Omroepnetwerken (1)

- Omroepkanalen ("broadcast-kanalen")
Eén gemeenschappelijk communicatiekanaal voor alle stations.
- Als één station zendt kunnen alle anderen het bericht opvangen.
- Adres zit in het pakket
 - één naar één
 - één naar velen ("multicast message")
 - één naar allen (omroepbericht, "broadcast message")

Omroepnetwerken (2)



Toegang tot omroepsubnet

- Er kan slechts één station tegelijk zenden
- Een arbitrage-mechanisme is nodig voor verdeling van de zendtijd
 - Statisch (vast)
 - verspilling van capaciteit
 - Dynamisch (aanpassen aan de behoefte)
 - centraal
 - decentraal (interne procedure in de stations)

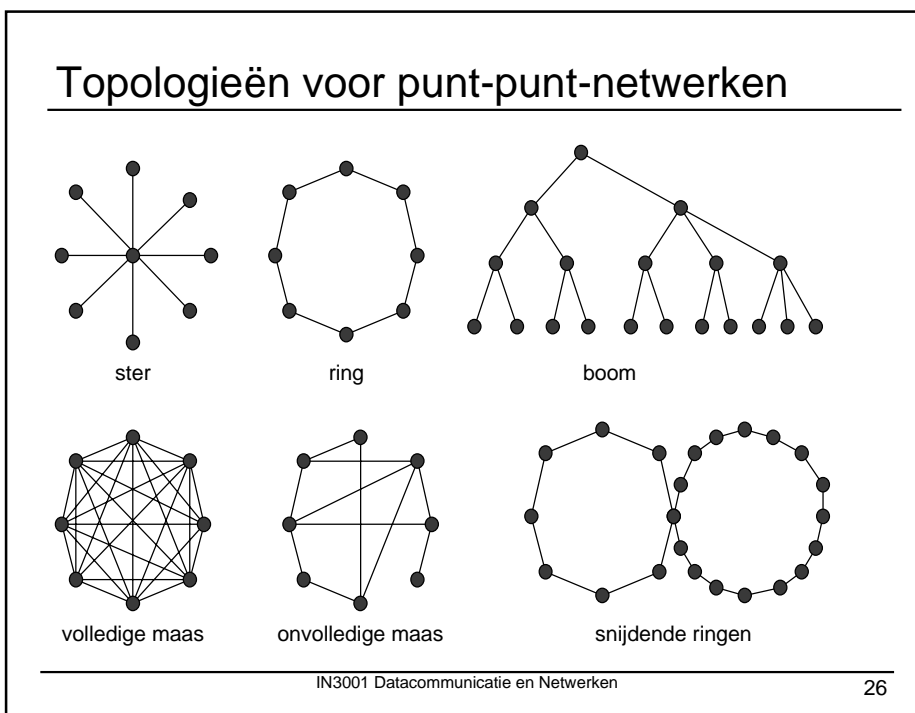
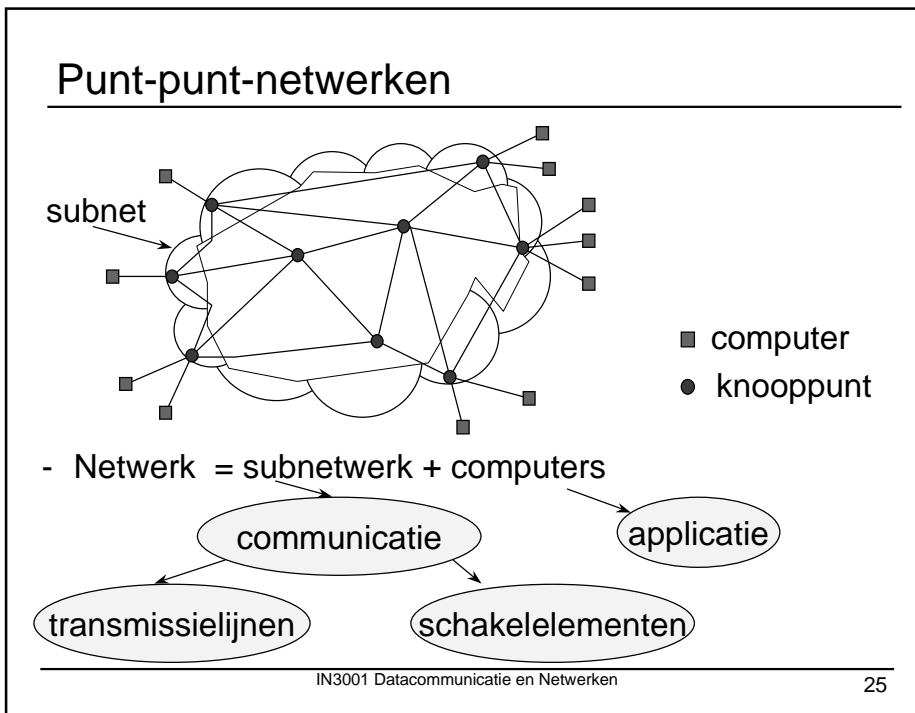
Punt-punt-netwerken

- Punt-naar-punt-kanalen

Bericht (pakket) wordt
van knooppunt naar knooppunt verstuurd =>
ontvangen => opgeslagen =>
doorgestuurd.

Naam voor zo'n soort net:

- pakketgeschakeld subnet
- punt-naar-punt-subnet
- store and forward subnet
- berichtgeschakeld subnet



Indeling naar schaal		
Afstand tussen processoren	Processoren in/op zelfde	Voorbeeld
0.1 m	Printplaat	Parallele computers
1 m	Systeem	Multicomputer
10 m	Kamer	} Lokaal netwerk (LAN)
100 m	Gebouw	
1 km	Terrein	
10 km	Stad	Metropool netw. (MAN)
100 km	Land	} Wide area network (WAN) Internet
1 000 km	Werelddeel	
10 000 km	Planeet	

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken 27

1.2.1 Lokale netwerken

(Local Area Networks, LANs)

Verschillen van andere netwerken door:

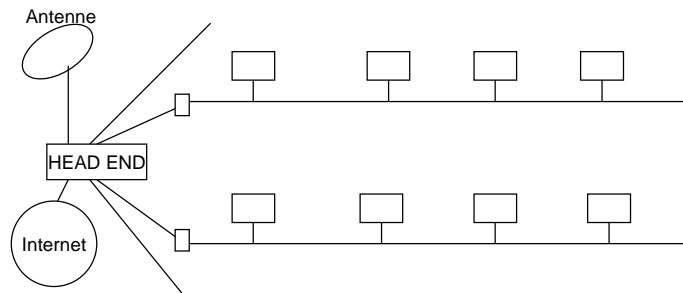
- Kleine afmetingen (kleine vertragingen)
- Transmissietechniek
 - meestal een omroepnetwerk
 - transmissiesnelheid 10-100 Mbit/s
- Topologie
 - bus of ring, soms draadloos

1.2.2 Metropool-netwerken

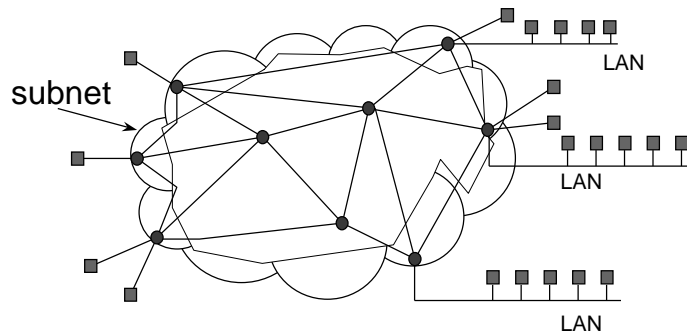
Metropolitan Area Networks (MANs)

- Evenals LANs geen schakel-elementen (omroepnetwerk)

V.b. MAN gebaseerd op kabel TV



1.2.3 Wide area networks (WANs)

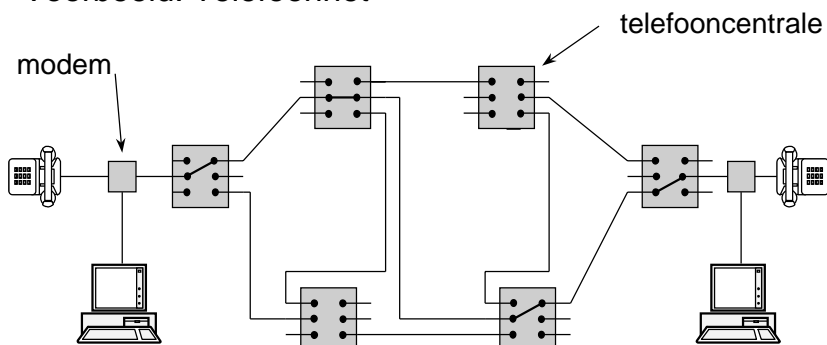


- Punt-punt-netwerken

- computer
- router, knooppunt

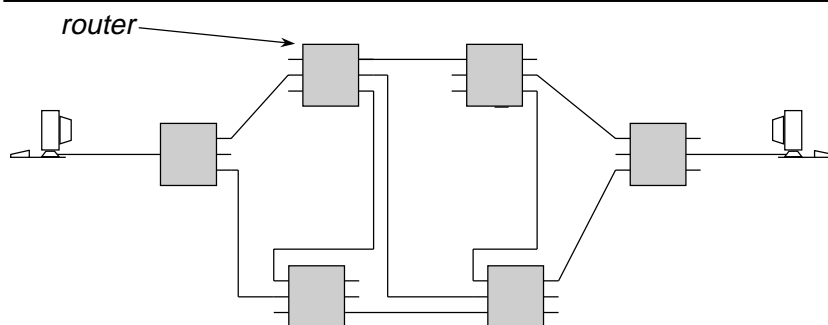
Circuitschakelen

Voorbeeld: Telefoonnet



Voor datacommunicatie over het telefoonnet is in principe een continue stroom van databits tussen A naar B mogelijk

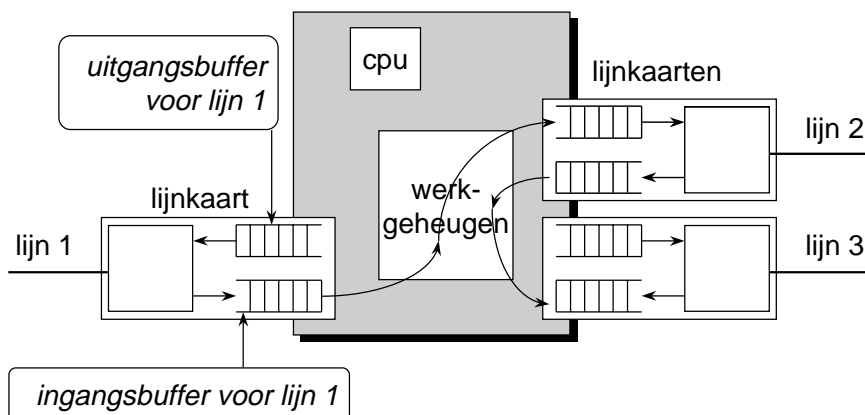
Pakketschakelen (*store and forward*)



- Databits worden in blokken verstuurd: pakketten
Een pakket bevat naast de data een kop (*header*); hierin staat informatie voor het transport door het netwerk.
- Een *router* ontvangt zo'n pakket, slaat het op, bekijkt de kop en stuurt het pakket door naar een volgende router of eindbestemming.

Router (principe eerste generatie)

De cpu loopt ingangsbuffers af, zet de pakketten in het werkgeheugen, bekijkt de kop en stuurt de pakketten naar een uitgangsbuffer van een lijnkaart.



IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

33

1.2.4 Draadloze netwerken

- **Systeem interconnectie**
voor het draadloos verbinden van systeemcomponenten over korte afstand, b.v. toetsenbord en computer (Bluetooth)
- draadloze LAN's
alle stations in een draadloos LAN communiceren met centraal basisstation
standaard IEEE802.11, maat: 50 Mb/s, 10 m
- draadloze WAN's
als bij cellulaire telefoon
stations in een cel communiceren met één basisstation, maat: < 1 Mb/s, 1 km

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

34

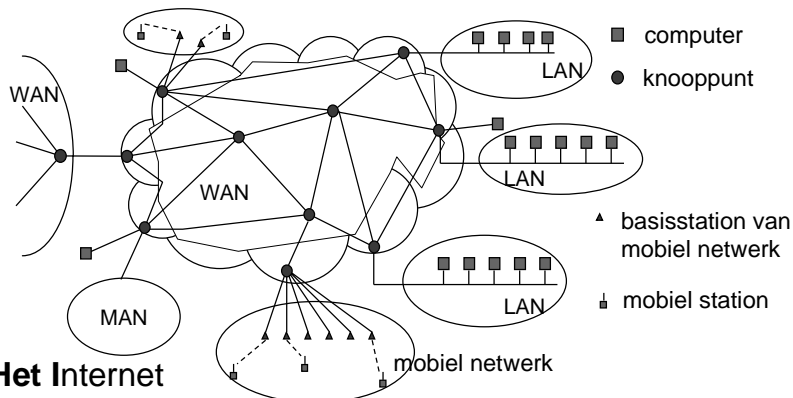
1.2.5 Huis-netwerken

- idee: alles wat een stekker of een batterij heeft moet kunnen communiceren
- mogelijke categorieën:
 - computers en randapparatuur (PC, printer, ...)
 - audio/video apparatuur (radio, TV, videocamera,)
 - telecommunicatie apparatuur (telefoon, fax, ...)
 - huishoudelijke apparaten (klok, koelkast, lampen)
 - telemetrie (electriciteitsmeter, rookmelder,)
- Stelt zware eisen aan netwerk, m.b.t. capaciteit, betrouwbaarheid, veiligheid

1.2.6 Internetwerken

- Een internet

Een stel met elkaar verbonden netwerken.



- Het Internet

Een bepaald wereldwijd internet, bestaande uit vele gekoppelde netwerken.

1.3 Netwerkarchitecturen

- Architectuur bemoeit zich met functies vanuit het oogpunt van de gebruiker.

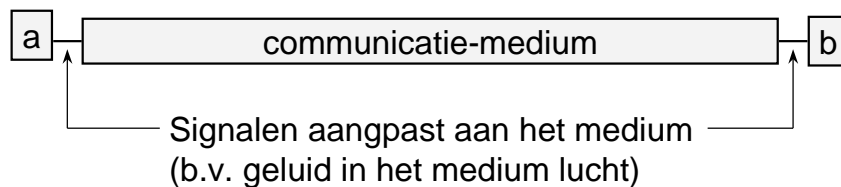
(Bijvoorbeeld bij een huis *niet* hoe het technisch gebouwd is (implementatie), maar wat de *gebruiker* ervaart. Hoe ziet het eruit, functioneel, esthetisch)

- Netwerkarchitectuur.
Verzameling functionele lagen en protocollen (procedures) die de functies van het subnetwerk bepalen.
Niet de details van de uitvoering (implementatie).

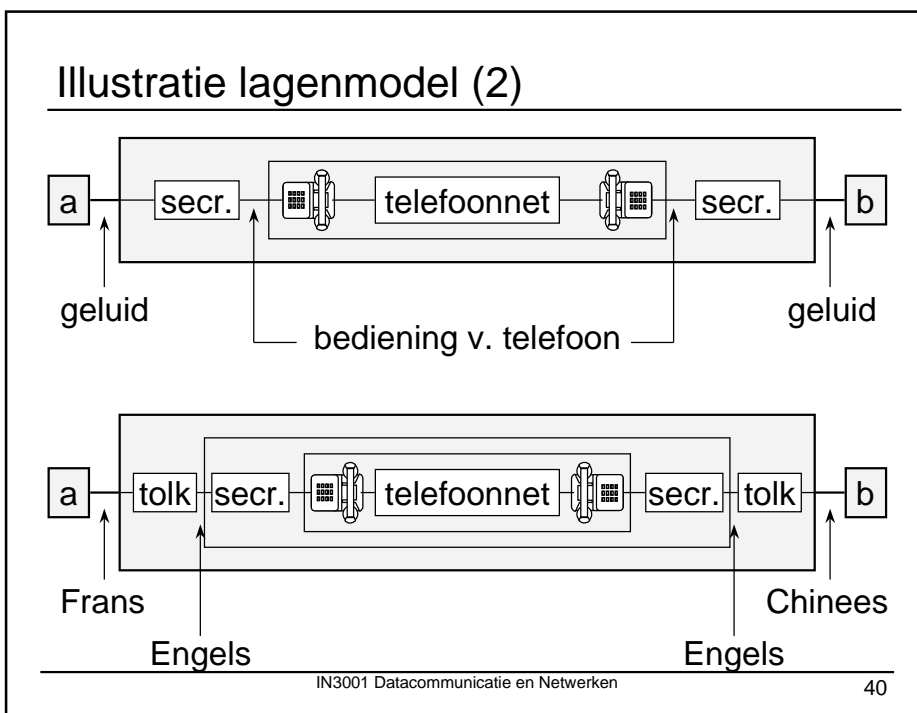
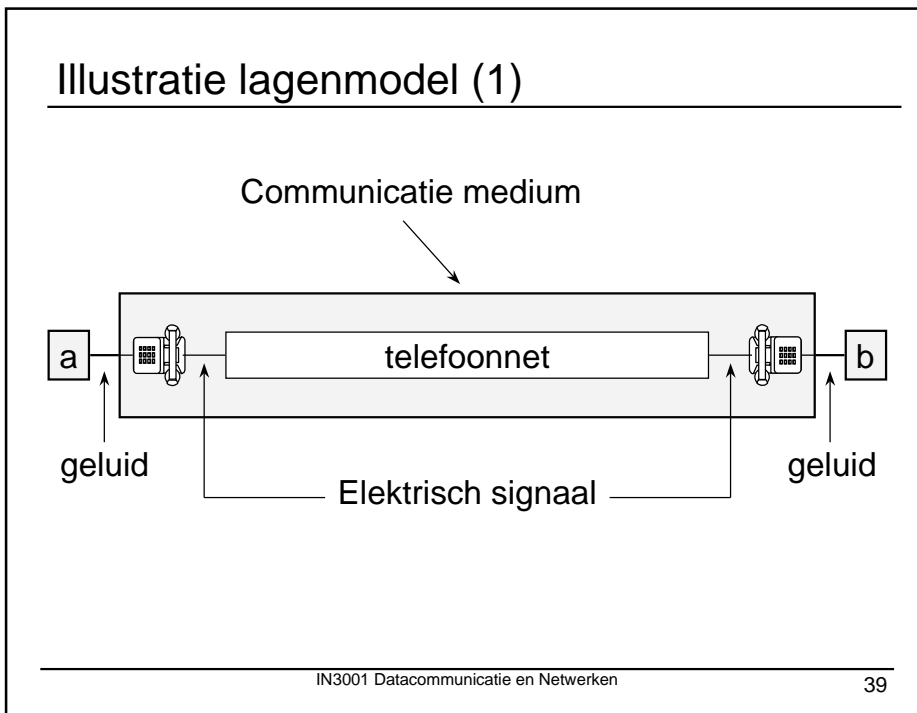
1.3.1 Protocolhiërarchieën

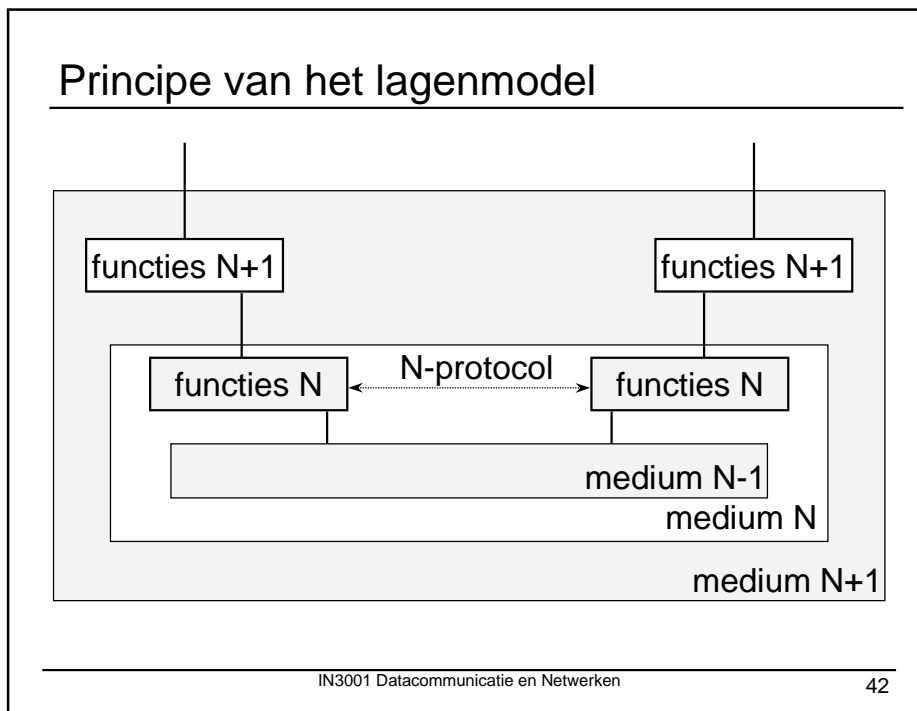
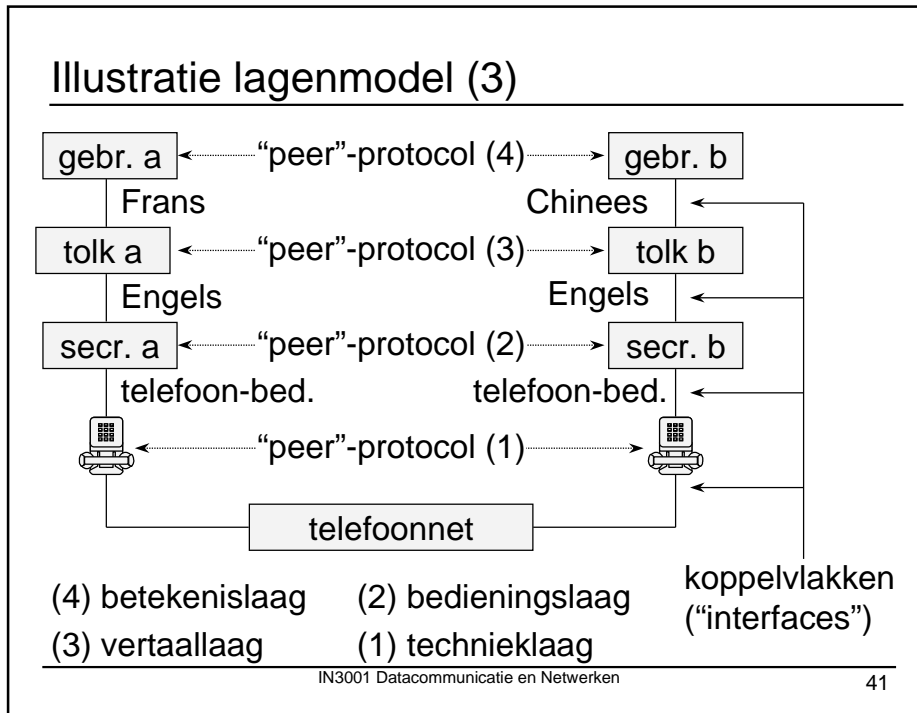
Communicatiefuncties worden in lagen opgebouwd.

Uitgangssituatie:

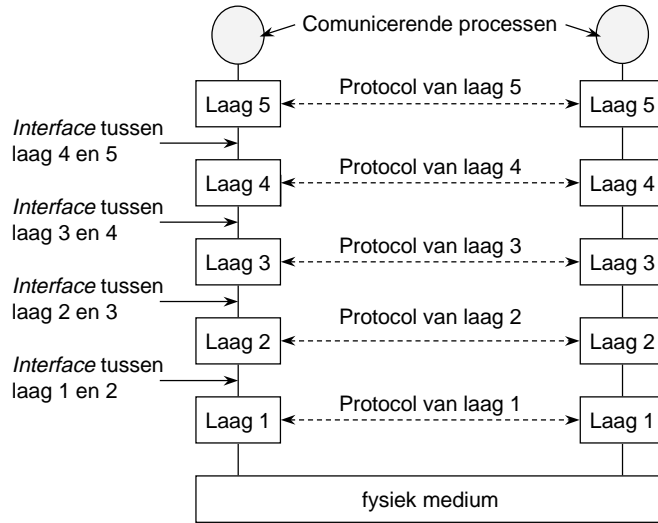


Het communicatiemedium kan verschillend ingevuld zijn.

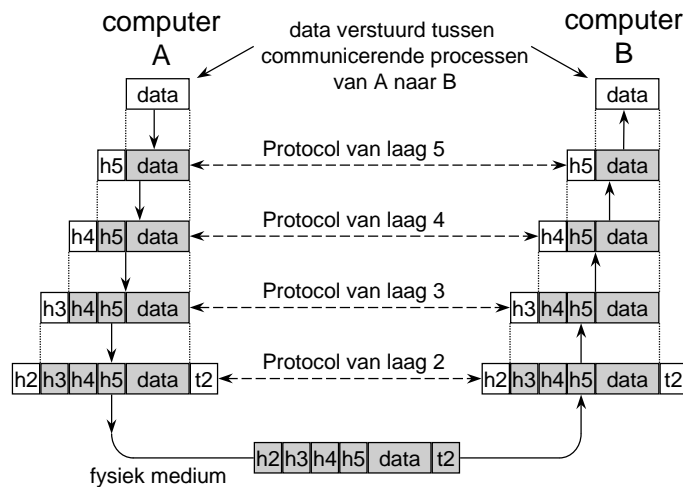




Vb.: Lagen, protocollen, interfaces

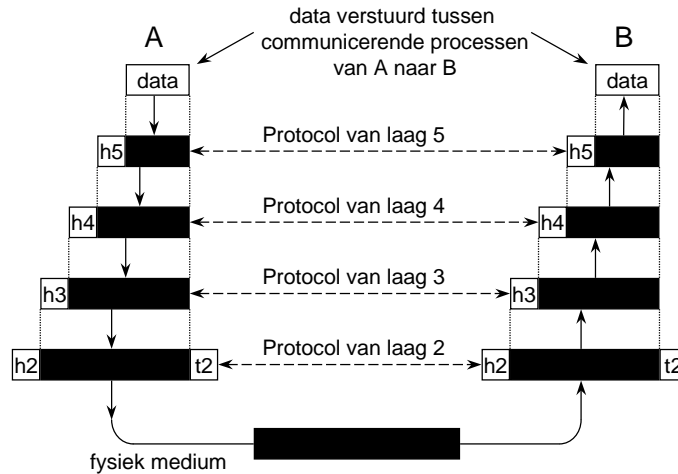


Voorbeeld informatiestroom



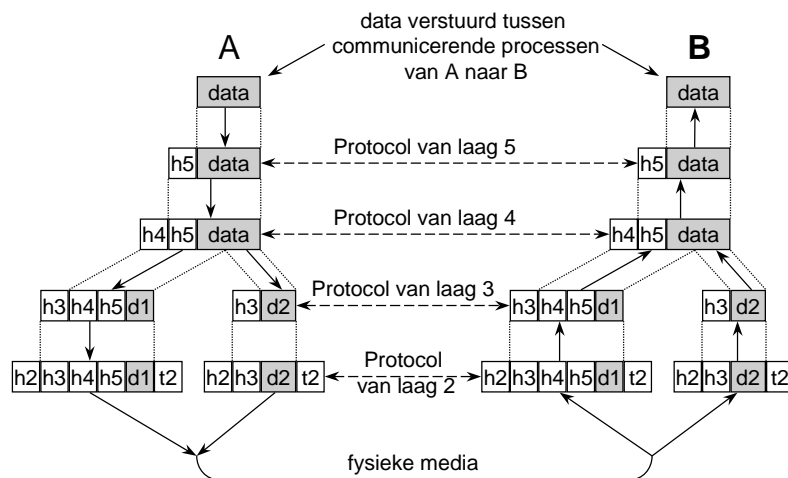
Voorbeeld informatiestroom voor virtuele communicatie in laag 5

Toegang tot informatie in berichten



De verschillende lagen hebben slechts toegang tot de informatie in de licht getinte gedeeltes van de uitgewisselde berichten (Bijv. laag 4 slechts toegang tot h4)

Voorbeeld: splitsen van een "bericht"

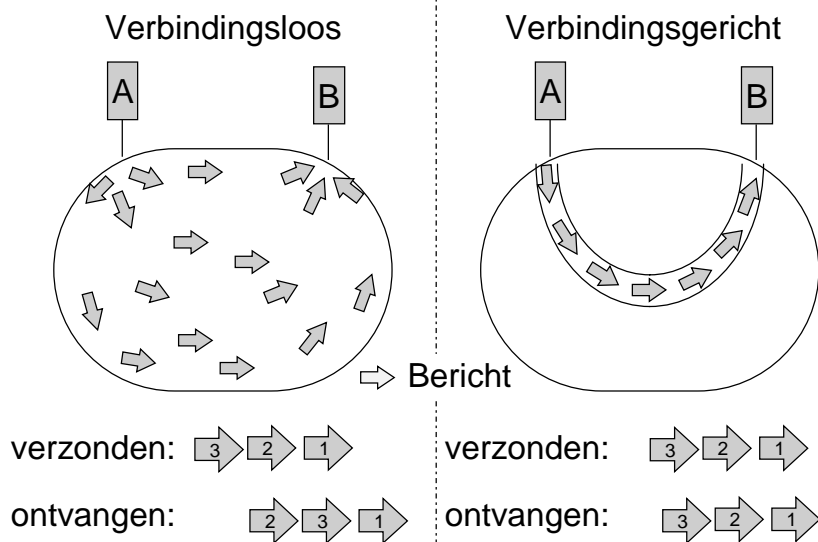


Voorbeeld informatiestroom voor virtuele communicatie in laag 5

1.3.2 Per laag beslissen over

- adressering
- error control
- flow control
- multiplexing
- (routing)
- verbindingsgerichte/verbindingsloze diensten

1.3.3 Twee soorten diensten

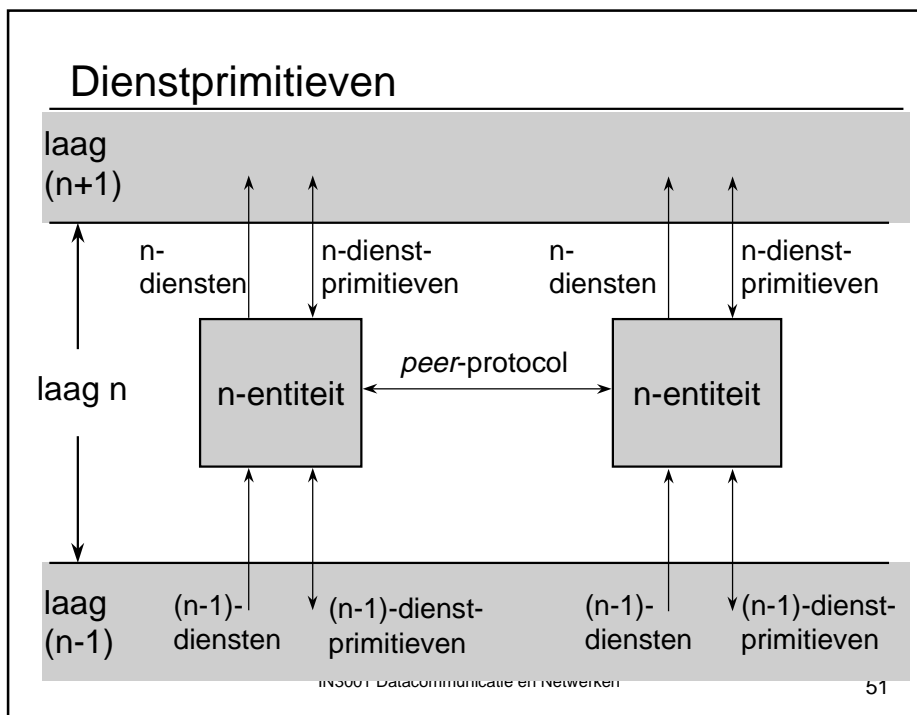


Verbindingsloos - verbindingsgericht

<u>soort dienst</u>	<u>voorbeeld</u>
Verbindingsgericht	
- betrouwbare berichtenstroom	bestand overbrengen
- betrouwbare byte-stroom	inloggen op afstand
- onbetrouwbare verbinding	gedigitaliseerde spraak
Verbindingsloos	
- onbetrouwbaar datagram	elektronische reclame
- bevestigd datagram	aangetekende post
- vraag-antwoord	vraag aan database

1.3.4 Diensten, primitieven en protocollen

- **(n)-dienst**
Is een verzameling acties die de (n)-laag en de lagen daaronder kunnen uitvoeren voor (n+1)-laag.
- **Dienstenprimitieven**
Zijn berichten die communicatie verzorgen tussen de (n+1)-laag en de (n)-laag over een (n)-dienst.
(aanvraag, bevestiging, meldingen)
- **(n)-protocol:**
Een stel regels (over procedures en over indeling en betekenis van berichten) die het communicatie-gedrag bepalen van (n)-entiteiten.
(Een (n)-entiteit is een actief element in de (n)-laag.)



1.4 Referentiemodellen

- OSI
(Open Systems Interconnection)
- TCP/IP
(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
- Hybried (in het boek gebruikt)
- ATM
(Asynchronous Transfer Mode)

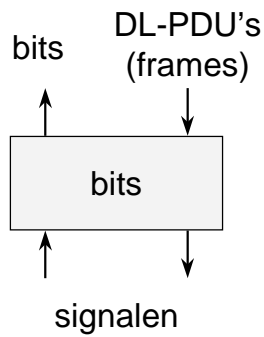
1.4.1 OSI-referentiemodel

- OSI Reference Model
(Open Systems Interconnection) Reference Model”
Gernormaliseerd door ISO (Norm ISO 7498)
- Nagenoeg ongewijzigd overgenomen door ITU-T
(Norm X-200)
- Bedoeld als algemeen toepasbare structuur voor
datacommunicatie
- Er worden zeven functionele lagen onderscheiden.

De zeven lagen van het OSI-model

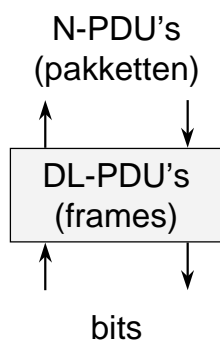
- 7 applicatielaag (“application layer”)
- 6 presentatielaag (“presentation layer”)
- 5 sessielaag (“session layer”)
- 4 transportlaag (“transport layer”)
- 3 netwerklaag (“network layer”)
- 2 datalinklaag (“data link layer”)
- 1 fysieke laag (“physical layer”)

Fysieke laag (laag 1)



- Mechanische functies (stekers, bijv. pen-indeling);
- Elektrische functies (vorm van de elektrische signalen, eigenschappen van lijnen & modems);
- procedures om een fysieke verbinding tot stand te brengen en te verbreken.

Datalinklaag (laag 2)

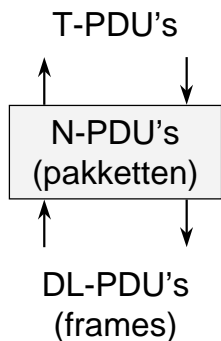


- foutbeheersing;
- stroombeheersing.

(Bits worden daartoe in blokken gegroepeerd (frames) met speciale bitpatronen aan begin en eind om voor de herkenning)

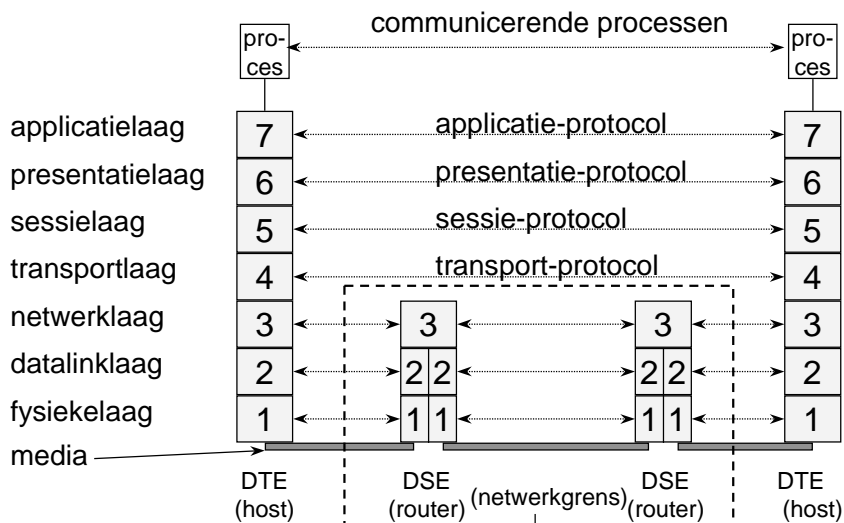
De zender zendt o.a. dataframes, de ontvanger bevestigingsframes.

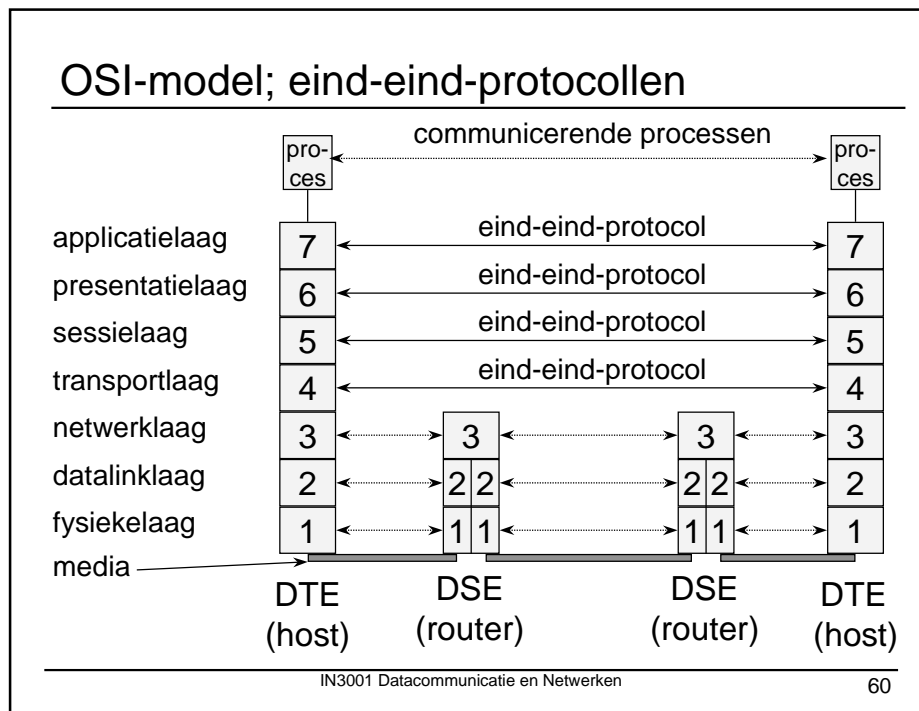
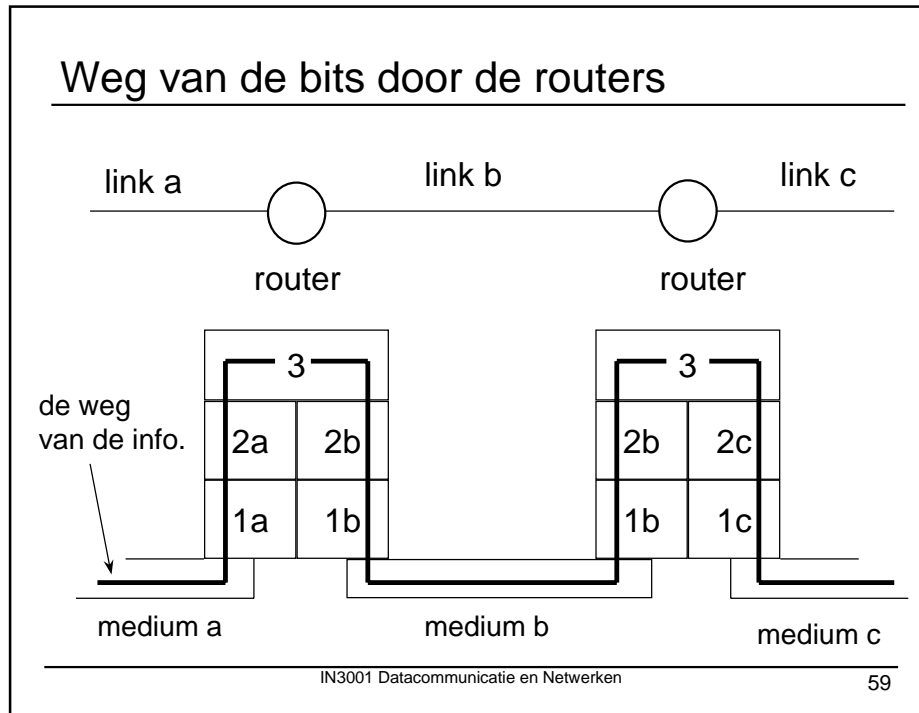
Netwerklaag (laag 3)



- routeren
(weg door netwerk kiezen);
 - adresseren
(op juiste adres bezorgen);
 - congestiebeheersing (voorkómen van verstopping van het netwerk);
 - verrekening van kosten;
- eventueel:
- aanvullende foutbeheersing en stroombeheersing;
 - volgorde-bewaking.

OSI-referentiemodel (netwerkgrens)

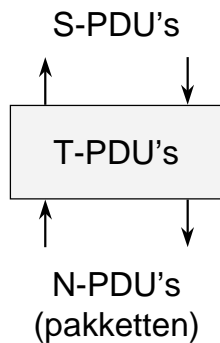




Transportlaag (laag 4)

(1)

Laagste laag die van eind tot eind loopt.



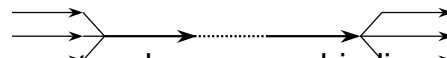
- Optimaliseren van het gebruik van het netwerk
- altijd full-duplex verbinding
- aanvullende foutbeheersing en stroombeheersing (eind-eind) tot het niveau dat gebruiker wenst).
- Transportadres
(interne naam voor gebruiker)
omzetten in netwerkadres
(vergelijk tel. nr.)

Transportlaag (laag 4)

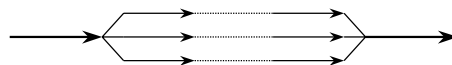
(2)

Optimaliseren van het gebruik van het netwerk ten aanzien van kosten of gewenste capaciteit, bijvoorbeeld stapelen (multiplexen) van verbindingen.

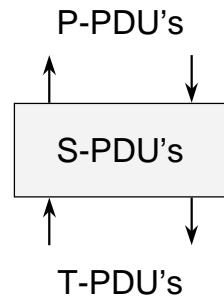
- Kosten besparen: verscheidene transportverbindingen over één netwerkverbinding van hoge capaciteit te laten lopen.



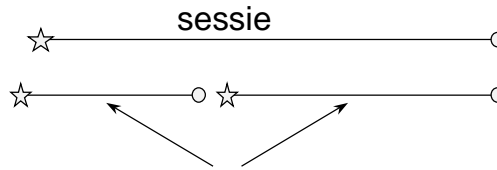
- Transmissiecapaciteit vergroten door een verbinding met hoge capaciteit over verscheidene netwerkverbindingen te laten lopen.



Sessiel laag (laag 5)



- Regelen van de dialoog;
- Tokenbeheer;
- Herstelprocedures:

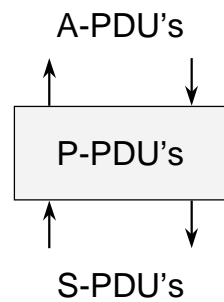


Transportverbinding onderbroken, bijvoorbeeld door storing. De sessiel laag zorgt voor een goede "doorstart" van het datatransport.

☆ begin

○ eind

Presentatielaag (laag 6)

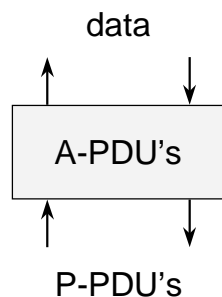


Code-omzettingen:

- aanpassen van teken-sets
- datacompressie
- versleuteling (cryptografie)

Applicatielaag (laag 7)

(1)



Enige laag waartoe de communicerende processen *direct* toegang hebben

Bevat *niet* de communicerende processen zelf, maar slechts die gedeelten ervan die betrekking hebben op communicatie.

Bevat alle communicatiefuncties waarin de onderliggende lagen niet voorzien.

Applicatielaag (laag 7)

(2)

Voorbeelden van protocollen in de applicatielaag:

- Abstract standaard terminal (Virtual Terminal Protocol - VTP)
- Overbrengen van bestanden, toegang tot computersystemen (File Transfer Access and Management - FTAM)
- Elektronische post (X.400)
- Electronische formulieren (Electronic Data Interchange - EDI)
- Draaien programma's op andere computersystemen (Job Transfer and Manipulation - JTM)

Samenvatting OSI-referentiemodel

- 1 - Fysieke laag - Mechanisch, elektrisch (bits);
- 2 - Datalinklaag - Betrouwbaarheid van lijn (frames);
- 3 - Netwerklaag - Maakt netwerk uit losse lijnen (pakketten);

- 4 - Transportlaag - Eerste eind-eind-laag, optimaliseert;
- 5 - Sessiel laag - Coördinatie van de communicatie;
- 6 - Presentatielaag - Code-omzettingen;
- 7 - Applicatielaag - Specifiek voor de betrokken communicerende processen.
Alle nodige diensten waarin de onderliggende lagen niet voorzien.

Notaties in het OSI-model (norm X.200)

De notatie (n)-, (n+1)- en (n-1)- wordt gebruikt om aangrenzende lagen aan te duiden.

(n)-laag: elke willekeurige laag;

(n+1)-laag: de eerste hogere laag;

(n-1)-laag: de eerste lagere laag.

Deze notatie wordt ook gebruikt om andere zaken aan te duiden b.v. (n)-protocol, (n+1)-dienst.

Is bijvoorbeeld de (n)-laag de netwerklaag dan is de (n-1)-laag de datalinklaag en is de (n+1)-laag transportlaag.

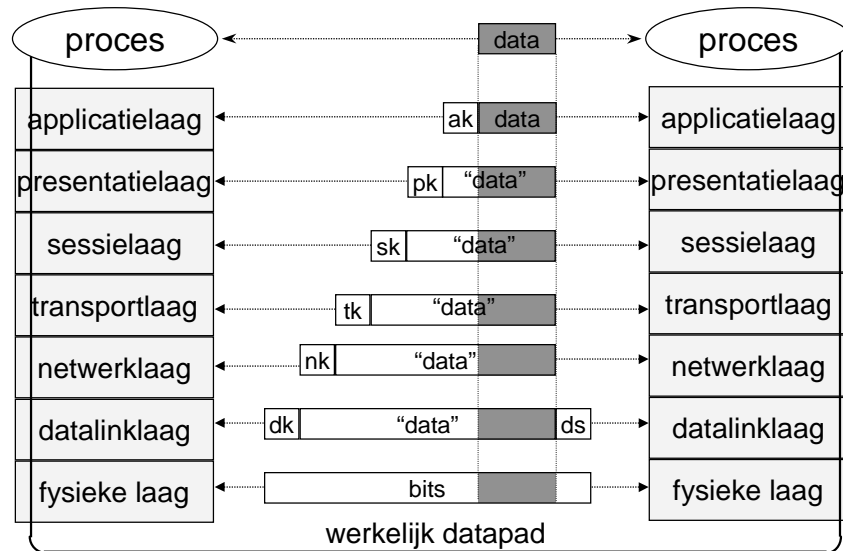
Afkortingen van de namen van lagen

(n)- kan zijn:

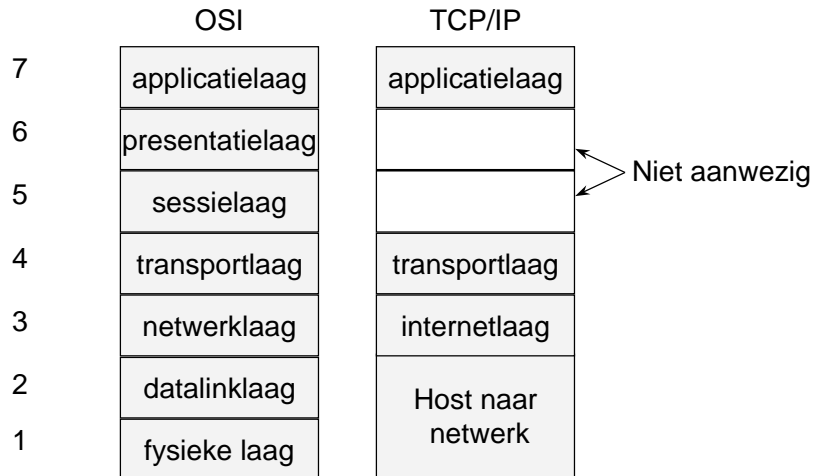
A-	bijv. applicatielaag	A-laag
P-	presentatielaag	P-laag
S-	sessielaag	S-laag
T-	transportlaag	T-laag
N-	netwerklaag	N-laag
DL-	datalinklaag	DL-laag
F-	fysieke laag	F-laag

N.B.: (n)-laag hoeft geen N-laag te zijn!

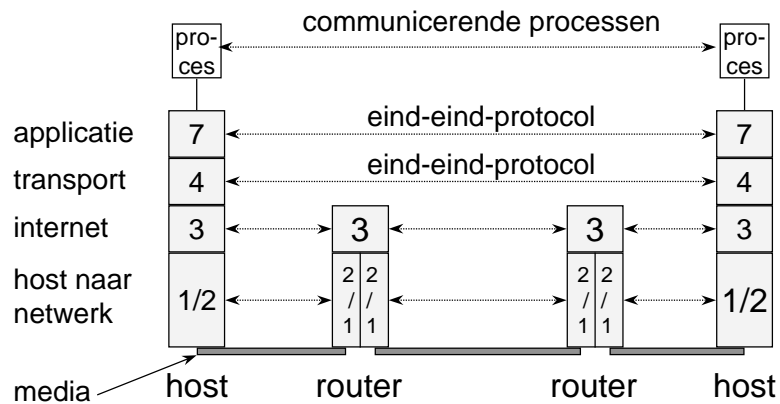
Inpakken van data in het OSI-model



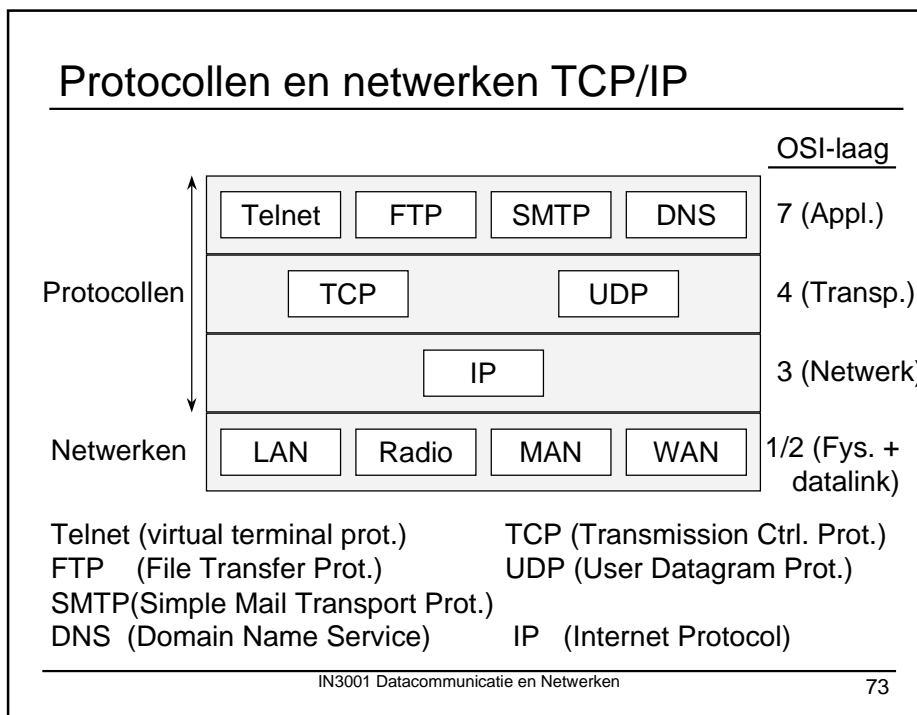
1.4.2 TCP/IP-referentiemodel



TCP/IP



De nummers geven de corresponderende OSI-lagen aan.



Vergelijking OSI en TCP/IP model (1)

OSI

sterke punten

- duidelijk onderscheid tussen: diensten, interfaces en protocollen (vergelijk OO-programmeren)
- eerst het model gedefinieerd, daarna de protocollen

zwakke punten

- niet alle lagen echt zinvol (sessie-, presentatielaag)
- weinig geslaagde implementaties (te laat)
- complex

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken 74

Vergelijking OSI en TCP/IP model (2)

TCP/IP model

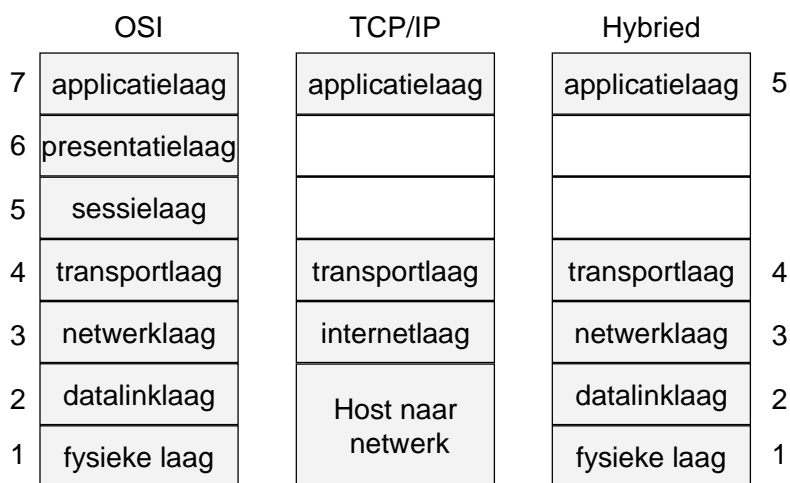
zwakke punten

- eerst de protocollen gedefinieerd, daarna het model (niet bruikbaar voor andere netwerken)
- host-to-network layer geen echte laag

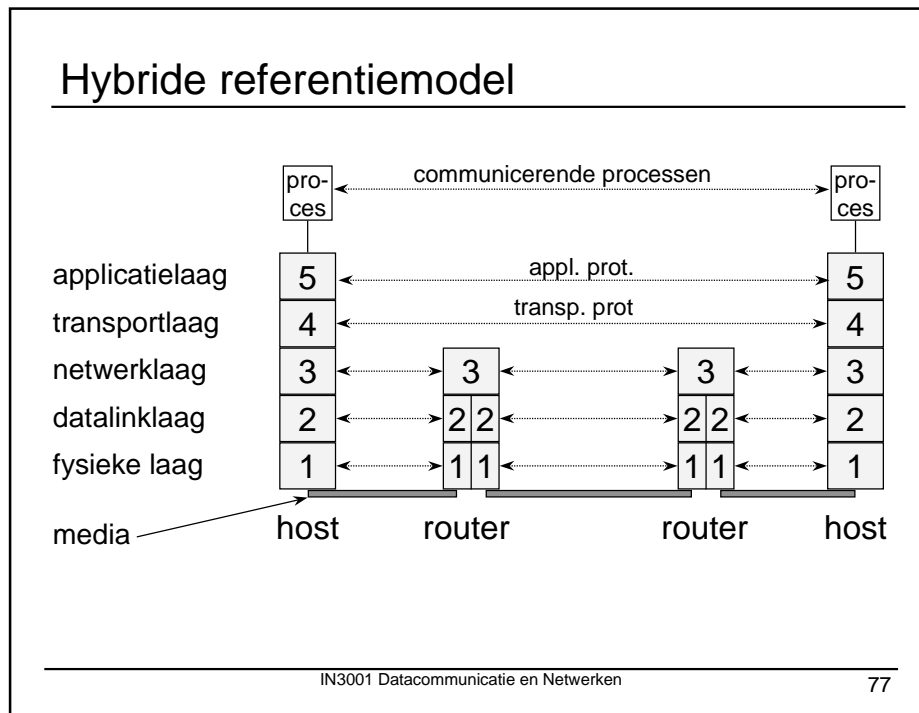
sterke punten

- implementatie was op het juiste moment beschikbaar (verspreid als onderdeel van UNIX)
- relatief eenvoudig

1.4.5 Hybride referentiemodel



Het hybride model wordt in het boek gebruikt

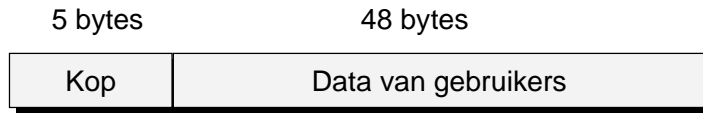


1.5.2 ATM (Asynchronous Transfer Mode)

- doel: alle communicatie verenigen in één geïntegreerd systeem
- ontstaan in jaren 90
- gedeeltelijk succesvol: met name ingebruik binnen netwerken voor overdracht van grote hoeveelheden IP pakketten
- verbindingsgericht, maakt gebruik van
 - Virtual Circuits (VC's)
 - Permanent Virtual Circuits (PVC's)
- Bij opzetten van verbinding wordt
 - pad gekozen
 - tabellen in routers worden bijgewerkt

ATM (2)

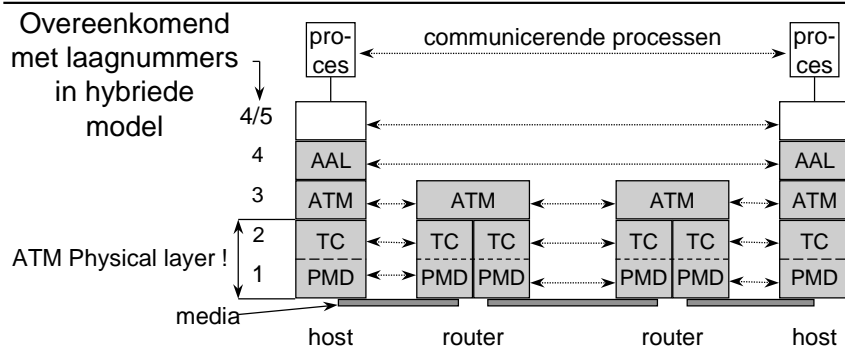
ATM-cel:



- aflevering van cel is *niet* gegarandeerd
(in hogere lagen corrigeren)
- volgorde van de cellen is *wel* gegarandeerd

Snelheid voorlopig 34 of 155 Mbit/s, later 622 Mbit/s

ATM-referentiemodel



AAL = ATM Adaptation Laag
 ATM = Asynchronous Transfer Mode laag
 TC = Transmission Convergence sublayer
 PMD = Physical Medium Dependent sublayer

ATM-referentiemodel

ATM Adaptation Layer (AAL) (Hybr. 4)

- Interface naar de laag erboven. Verschillende AAL-versies voor verschillende soorten data (b.v. tijdgebonden, wisselend aanbod)
- Berichten opdelen en samenvoegen

ATM-layer (Hybr. 3)

- Stroombeheersing, genereren/extraheren van headers, genereren van uitgaande cellen, cel-multiplexing,
- Beheer virtuele circuits

Physical layer:

Transmission Convergence sublayer (TC) (Hybr. 2)

- Reconstrueert cellen uit binnenkomende bitstroom; foutdetectie

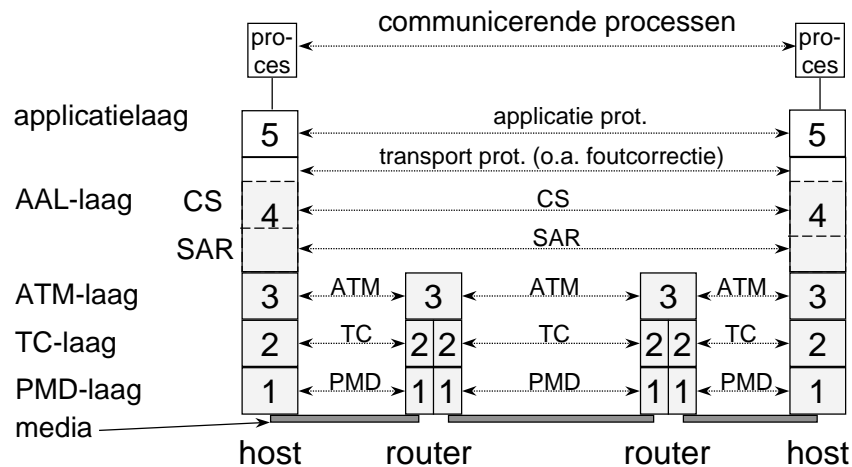
Physical Medium Dependent sublayer (PMD) (Hybr. 1)

1)

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

81

ATM-referentiemodel (gedetailleerd)



De nummers geven de lagen van het hybride model aan.

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

82

ATM-referentiemodel (gedetailleerd)

- ATM Adaptation Layer (AAL) (Hybr. 4)
 - Convergence Sublayer (CS)
 - Segmentation And Reassembly sublayer (SAR)
- ATM-layer (Hybr. 3)
 - stroombeheersing, headers, virtueel circuits, cel-multiplexing
- Physical layer
 - Transmission Convergence sublayer (TC) (Hybr. 2)
 - maakt cellen; foutdetectie
 - Physical Medium Dependent sublayer (PMD) (Hybr. 1)

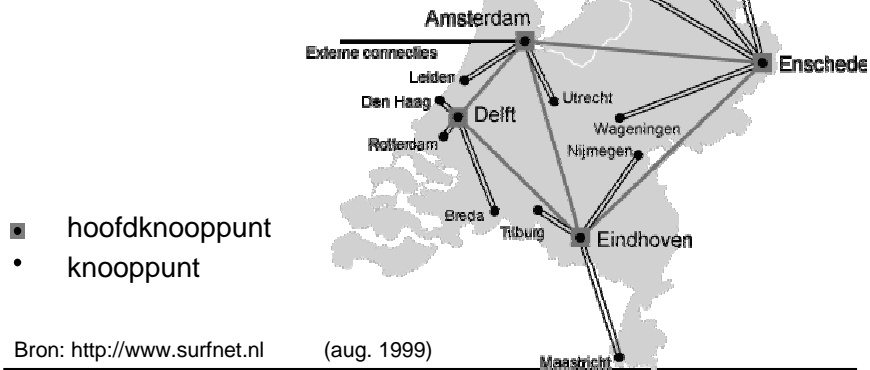
IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

83

De SURFnet-ruggegraat voor Internet

Toestand eind 1998

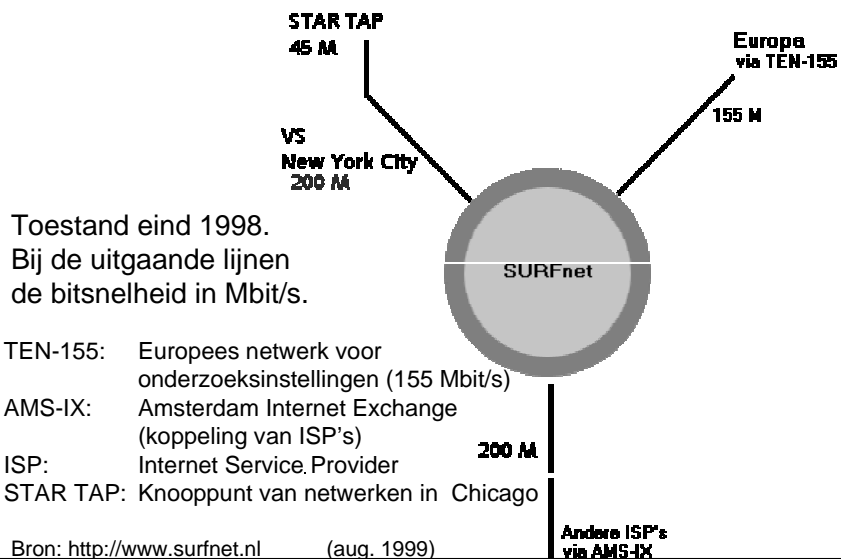
- == 155 Mbit/s of meer
- 320 - 622 Mbit/s



IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

84

Koppeling SURFNET met andere netten



IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

85

Ethernet

- veel toegepast in LAN's
- IEEE 802.3 standaard vanaf 1985
- medium: coax kabel max 2.5 km, repeaters na 500 m



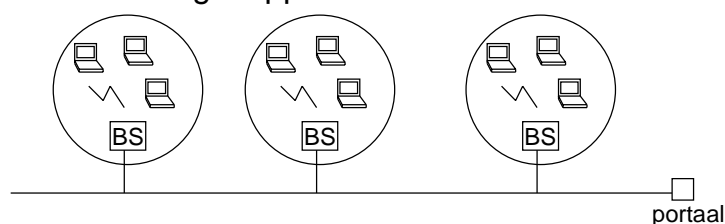
- broadcast systeem
 - station gaat zenden als hij niets 'hoort'
 - als een ander 'gelijktijdig' zendt, ... botsing
 - na botsing willekeurige tijd wachten en opnieuw proberen
 - aanvankelijk 10 Mb/s, nu ook 100 Mb/s, en 1 Gb/s

IN3001 Datacommunicatie en Netwerken

86

Draadloos Lan (IEEE 802.11, WiFi)

- medium: short range radio
- modes:
 - met base station (access point),
 - zonder base station (ad-hoc networking)
- per base station een cel
- base stations gekoppeld via een 802.11 Ethernet



Draadloos Lan (2)

Op te lossen problemen, o.a

- luisteren voor zenden niet altijd effectief (hidden station)
- interferentie vanwege reflectie (multipath fading)
- overgaan van ene basisstation naar volgende (handing off)

standaards

1997 IEEE802.11 1 of 2 Mb/s

1999 802.11a tot 54 Mb/s (andere frequentie)

802.11b tot 11 Mb/s (andere modulatie techniek)

nu ook 802.11g tot 54 Mb/s?

1.7 Organisaties voor normalisering (1)

- ISO - International Standards Organisation
Normaliseert alles van bouten en moeren tot netwerkprotocollen
- IEC - International Electrotechnical Commission
Een commissie van de ISO die zich bezig houdt met elektrotechnische normalisatie (onder andere bekend van de cassettebandjes)
- ITU-T - International Telecommunication Union
section Telecommunication,
(voormalige CCITT) overlegorgaan van PTT's

Organisaties voor normalisering (2)

- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
(Internationale vereniging van elektrotechnische ingenieurs, geeft een uitgebreide reeks van vooraanstaande wetenschappelijke tijdschriften uit, verder vooral bekend van normen voor LAN's)
- ECMA - European Computer Manufacture Association
(Magnetische materialen, LAN's identiek aan IEEE)

Organisaties voor normalisering (3)

- ETSI - European Telecommunications Standards Institute

Heeft normen vastgesteld onder andere voor:

- Het digitale telefoonnet GSM
(Global System for Mobile Communications)
- Een digitaal draadloos telefoonsysteem DECT
(Digital Enhanced Cordless Telecommunications)