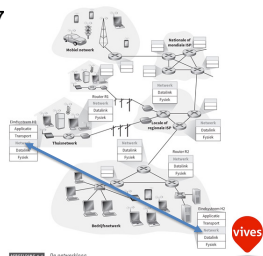


## Netwerklaag - IPv4 - router

- Basisfuncties van een router - p287
  - Forwarden (van ingaande link naar uitgaande link)
  - Routers (welk pad moet gevolgd worden?)
  - (Filtering)
  - NAT (enkel IPv4)



vives

1

---

---

---

---

---

---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Routing
  - Via routetabellen -> invloed op de forwardingstabellen
  - Bepalen van de weg door het netwerk via een "cost" tot dat netwerk
  - Manieren om deze "cost" te berekenen
    - Hops - distance vector routingsalgoritmen - RIPv2/RIPv3
    - Linkspeed - linkstate routingsalgoritmen - OSPFv2/OSPFv3
  - Opsplitsing datalevel en controlelevel
    - Forwardingstabellen op datalevel
    - Routingsalgoritmen op controlelevel

vives

2

---

---

---

---

---

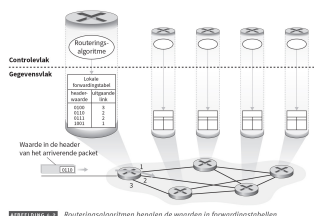
---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Routing - klassieke manier



Routingsalgoritmen bepalen de waarden in forwardingstabellen

vives

3

---

---

---

---

---

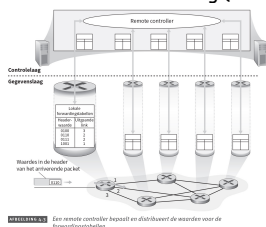
---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Routing - software defined networking (SDN)



4

---

---

---

---

---

---

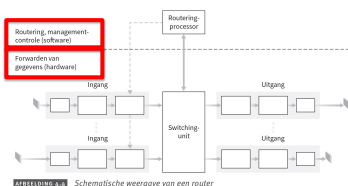
---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Wat zit in een router? - p292

- Ingangen (HW)
- Switchingunit (HW)
- Uitgangen (HW)
- Routeringsprocessor (SW)



AFBEELDING 4.4 Schematische weergave van een router

5

---

---

---

---

---

---

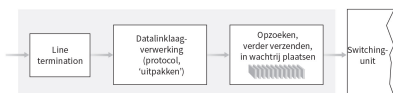
---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Ingangen (HW)

- Tijdens het opzoeken wordt de forwardingtabel gebruikt om de juiste uitgang te bepalen.



AFBEELDING 4.5 Functies van een ingang van een router



6

---

---

---

---

---

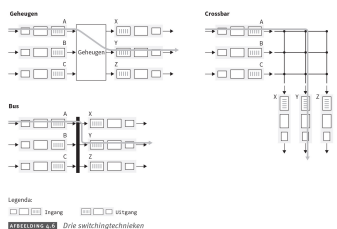
---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Switchingunit (HW)
  - Hart van een router
  - Kan via
    - geheugen
    - een bus
    - een crossbar



7

---

---

---

---

---

---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Uitgangen (HW)



AFBEELDING 6.7 Functies van een uitgang van een router

- Routeringsprocessor
  - Zorgt voor de routetabellen en helpt bij het opstellen van de forwardingtabel (in detail voor NET)



8

---

---

---

---

---

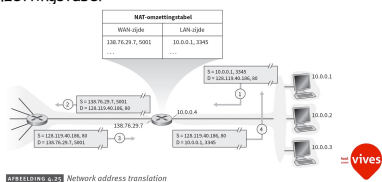
---

---

---

## Netwerklaag - IPv4 - router

- Netwerk adres translatie (NAT) - p322
  - Een **privaat netwerk** verbinden met het **publieke internet**
  - Werkt met NAT omzettingstabel
  - Enkel IPv4**
  - Extra voorbeeld zie eigen notities
  - SNAT/DNAT



9

---

---

---

---

---

---

---

---

## Transportlaag - UDP/TCP



10

---

---

---

---

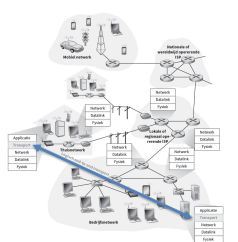
---

---

---

## Transportlaag - H3

- Diensten op de transportlaag - p175
  - Voorzien van een logische communicatie tussen toepassingen/applicaties die draaien op verschillende computers
  - Transportprotocollen draaien op de eindsystemen (computers)
  - 2 protocollen
    - TCP - connection oriented, betrouwbaar, congestion control, flow control
    - UDP - connectionless - niet betrouwbaar



11

---

---

---

---

---

---

---

## Transportlaag

- Verschil tussen netwerklaag en transportlaag - p177
  - Netwerklaag staat in voor een logische communicatie tussen computers (hosts)
  - Transportlaag staat in voor een logische communicatie tussen processen/applicaties



12

---

---

---

---

---

---

---

## Transportlaag

- UDP (User Datagram Protocol) - p187
  - Connectionless protocol: dwz dat er geen logische verbinding opgezet wordt
  - Onbetrouwbare dienst
  - Mogelijke voordelen:
    - Meer controle op applicatielaag over welke gegevens verzonden worden
    - Geen verbinding tot stand brengen
    - Geen statusinformatie bijhouden op de hosts
    - Slechts een kleine header nodig



13

---

---

---

---

---

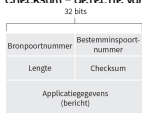
---

---

---

## Transportlaag

- UDP segment - p190
  - Header (4 velden van 2 byte)
    - Source port
    - Destination port
    - Length (aantal bytes in header + data)
    - Checksum - detectie van fouten in het segment



AFBEELDING 3.7 De structuur van een UDP-segment



14

---

---

---

---

---

---

---

---

## Transportlaag

- TCP (Transmission Control Protocol) - p218
  - Connection-oriented protocol: dwz dat er een logische verbinding opgezet wordt
  - Betrouwbare dienst
  - Statusinformatie bijhouden op de hosts
  - Altijd point-to-point
  - TCP-verbinding altijd full-duplexgegevensoverdracht



15

---

---

---

---

---

---

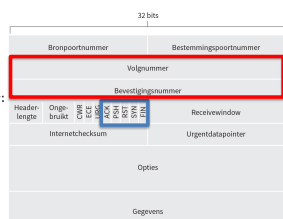
---

---

## Transportlaag

### – TCP-segment - p221

- Betrouwbare gegevensoverdracht: volgnummer, bevestigingsnummer en ACK-bit
- Opzetten en verbreken van de verbinding: SYN-, FIN- en RST-bit
- Flowcontrol: receivewindow



AFBEELDING 3.29 De structuur van een TCP-segment



16

---

---

---

---

---

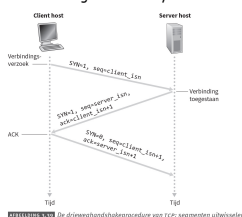
---

---

---

## Transportlaag

### • Opzetten van een TCP verbinding - three way handshake (3WHS) - p238



AFBEELDING 3.30 De drie-wayschakelprocedure van TCP: segmenten uitwisselen



17

---

---

---

---

---

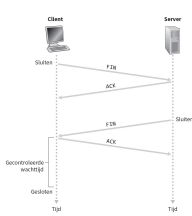
---

---

---

## Transportlaag

### – Verbreken van een TCP verbinding



AFBEELDING 3.31 De TCP-verbinding wordt verbroken



18

---

---

---

---

---

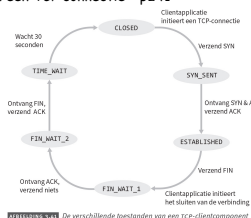
---

---

---

## Transportlaag

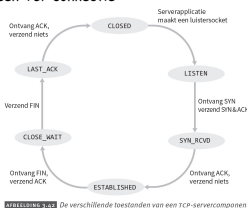
- Toestanden die op de client bijgehouden worden tijdens het opzetten en verbreken van een TCP connectie - p241



19

## Transportlaag

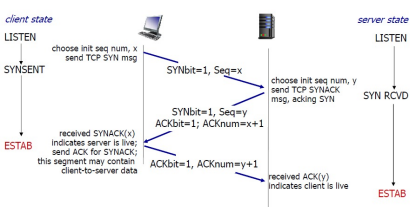
- Toestanden die op de server bijgehouden worden tijdens het opzetten en verbreken van een TCP connectie



20

## Transportlaag

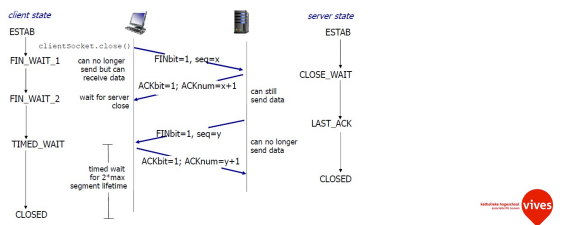
- Samenvattend het opzetten van een TCP connectie



21

## Transportlaag

- Samenvattend het verbreken van een TCP connectie



22

## Transportlaag

- Flowcontrol
  - via het veld "receivewindow" die bijgehouden wordt door de verzender
  - dit is een indicatie van de receivebuffer op de ontvanger

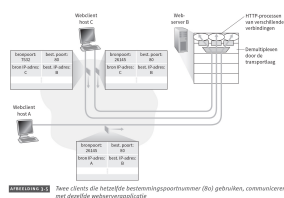


- Congestiecontrol - Hoe overbelasting van het netwerk detecteren?
  - End-to-end congestion control mechanisme - ter info

23

## Transportlaag

- Multiplexen en demultiplexen - p180
  - Multiplexen  
(van transportlaag naar netwerkl laag)
  - Demultiplexen  
(van transportlaag naar applicatielaag)



24



## Transportlaag

- Poorten - indeling
  - Well-known ports (system ports)
    - < 1024
  - Registered ports
    - 1024 tot 49151
  - Dynamic ports
    - 49152 – 65535 (client ports)



25

---

---

---

---

---

---

---

---

## Transportlaag

- Voorbeelden van poorten
  - Well-known ports (system ports)
    - TCP/21 ftp
    - TCP/22 ssh
    - TCP/25 smtp
    - TCP/80 http
    - TCP/110 pop3
    - TCP/443 https
    - UDP/67 dhcp (server)
    - UDP/68 dhcp (client)
    - UDP/520 RIPv2
    - UDP/521 RIPng
    - ....



26

---

---

---

---

---

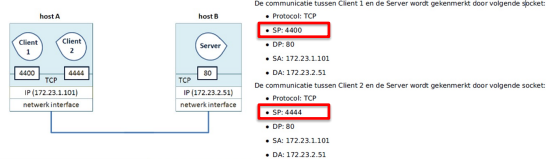
---

---

---

## Transportlaag

- Socket
  - Zorgt voor eenduidige communicatie
  - Socket = (IPv4:Poortnummer)
- Voorbeeld van eenduidige communicatie



27

---

---

---

---

---

---

---

---