Rechnernetze I

SoSe 2025

Roland Wismüller
Universität Siegen
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 26. Juni 2025

Rechnernetze I

SoSe 2025

9 Anwendungsprotokolle

Inhalt

- SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*)
- HTTP (*Hypertext Transport Protocol*)
- DNS (*Domain Name Service*)

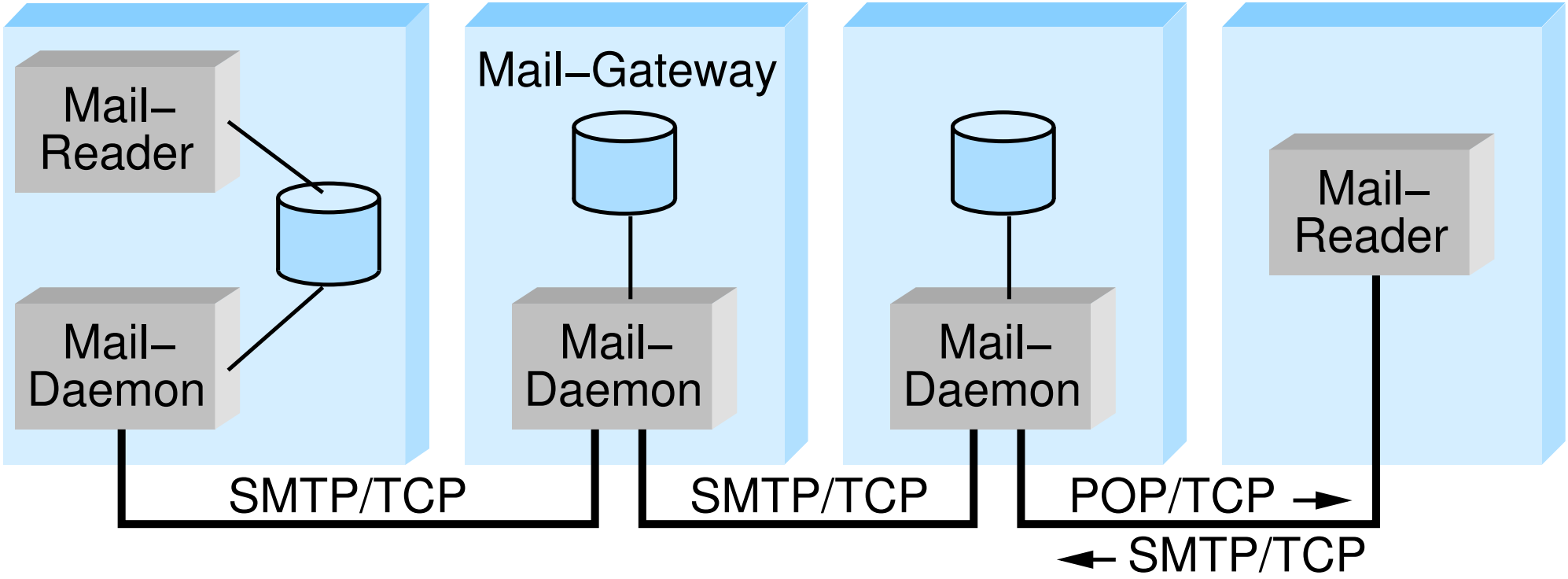
- Peterson, Kap. 9.1, 9.2.1 – 9.2.2
- CCNA, Kap. 10

★★

Protokolle für Emails

- RFC 822 und MIME: Format einer Email
  - Header (ASCII)
  - Rumpf (ASCII)
    - binäre Daten (z.B. Bilder) werden durch MIME in ASCII codiert
- **SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*)**
  - regelt Weitergabe der Emails zwischen Rechnern
  - textbasiertes Protokoll
    - vermeidet Darstellungsprobleme
    - erleichtert Test und Debugging
- **POP** (*Post Office Prot.*) / **IMAP** (*Internet Message Access Prot.*)
  - Herunterladen der Emails von einem entfernten Server

Transport von Emails über Mail-Gateways



- Eigene Speichervermittung, da
  - Zielrechner beim Sender nicht immer bekannt
  - Zielrechner nicht immer erreichbar

Beispiel zum Aufbau einer Email

```
MIME-Version: 1.0
Content-Type: multipart/mixed; boundary="----417CAWVF...
From: Alice Smith <Alice@cicso.com>
To: Bob@cs.Princeton.edu
Subject: proposed material
Date: Mon, 07 Sep 1988 19:45:19 -0400
```

Header

```
----417CAWVFNCVKRZKAZCFHKWFHQ
Content-Type: text/plain; charset=us-asci
Content-Transfer-Encoding: 7bit

Bob, here is the jpeg image I promised.
Alice
```

Rumpf

```
----417CAWVFNCVKRZKAZCFHKWFHQ
Content-Type: image/jpeg; name="beach.jpg"
Content-Transfer-Encoding: base64
```

... ASCII–codiertes JPEG–Bild ...

Beispiel eines SMTP Dialogs

(Client, *Server*)

```
HELO cs.princeton.edu
250 Hello daemon@mail.cs.princeton.edu [128.12.169.24]
MAIL FROM: <Alice@cs.princeton.edu>
250 OK
RCPT TO: <Bob@cisco.com>
250 OK
RCPT TO: <Tom@cisco.com>
550 No such user here
DATA
354 Start mail input; end with <CRLF>.<CRLF>
Blah blah blah ...
... etc. etc. etc.
.
250 OK
QUIT
221 Closing connection
```

siehe vorige Folie

9.2 HTTP

- HTTP ist wie SMTP textbasiert
- Kommandos (u.a.):

GET <URL>	Anfrage nach einem Dokument
HEAD <URL>	Anfrage nach Metainformation
POST <URL>	Senden von Information an den Server
PUT <URL>	Speichern eines Dokuments
DELETE <URL>	Löschen eines Dokuments

- Beispiel-Anfrage:

```
GET index.html HTTP/1.1
Host: www.cs.princeton.edu
```

9.2 HTTP ...

- Ergebniscodes:

1xx	Informativ	Anfrage erhalten
2xx	Erfolg	Anfrage empfangen u. akzeptiert
3xx	Weiterleitung	Weitere Aktionen notwendig
4xx	Client-Fehler	Syntaxfehler, nicht erfüllbar, ...
5xx	Server-Fehler	Anfrage OK, Problem im Server

- Beispiel-Antwort:

```
HTTP/1.1 301 Moved Permanently
Location: http://www.cs.princeton.edu/cs/index.html
```

9.2 HTTP ...

- In HTTP 1.0:
  - neue TCP-Verbindung für jedes Seiten-Element
    - z.B. Frame, eingebettetes Bild, ...
- Ab HTTP 1.1: persistente Verbindungen möglich
  - mehrere Anfragen / Antworten über dieselbe TCPVerbindung
  - deutlich effizienter (Verbindungsaufbau)
  - Problem: Server muß viele Verbindungen offenhalten
    - wie lange? $\Rightarrow$ Timeout-Mechanismus notwendig
- Einsatz von Caches (Proxy-Server)
  - nahe beim Client, speichert häufig besuchte Seiten

Rechnernetze I

SoSe 2025

03.07.2025

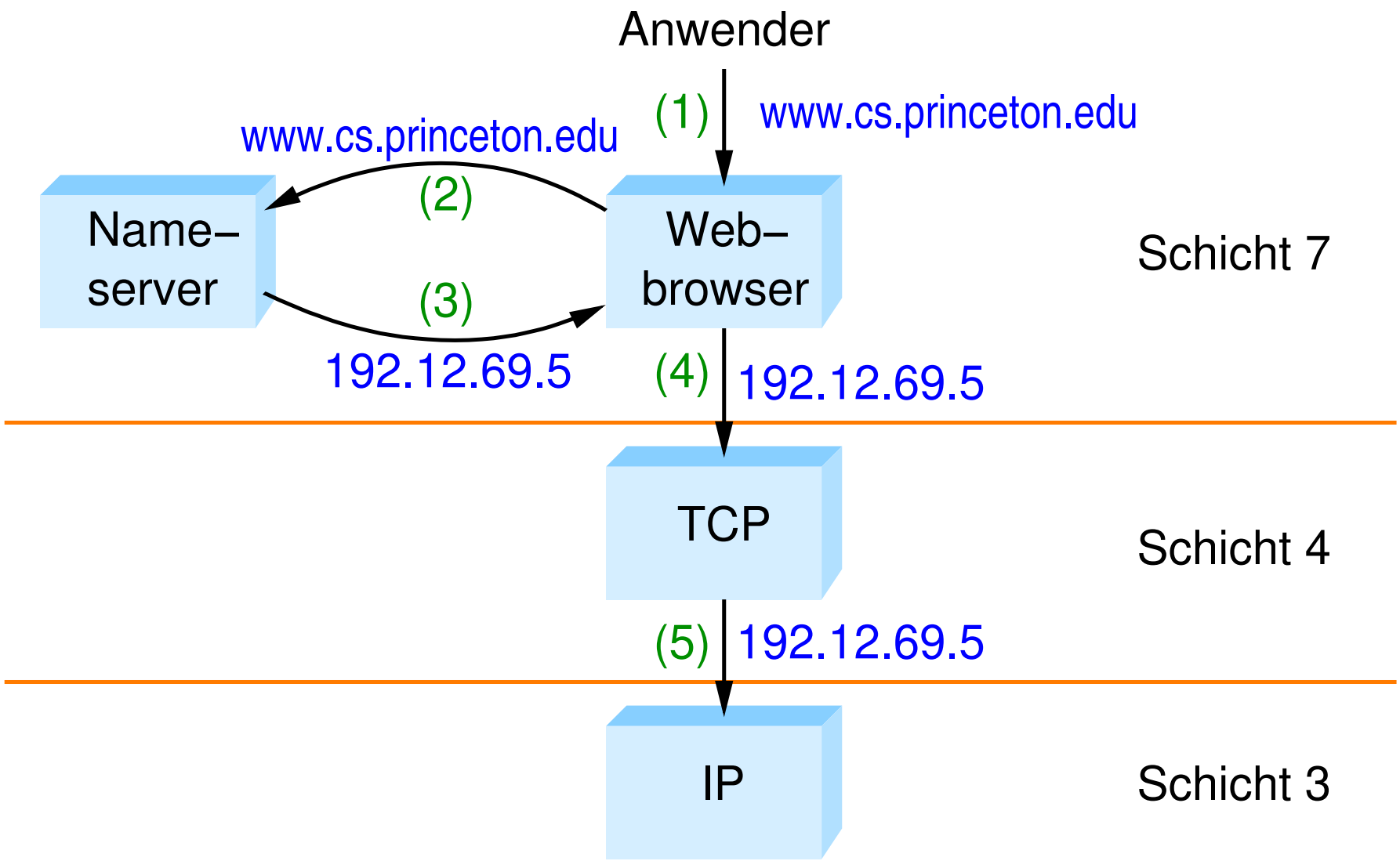
Roland Wismüller
Universität Siegen
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 26. Juni 2025

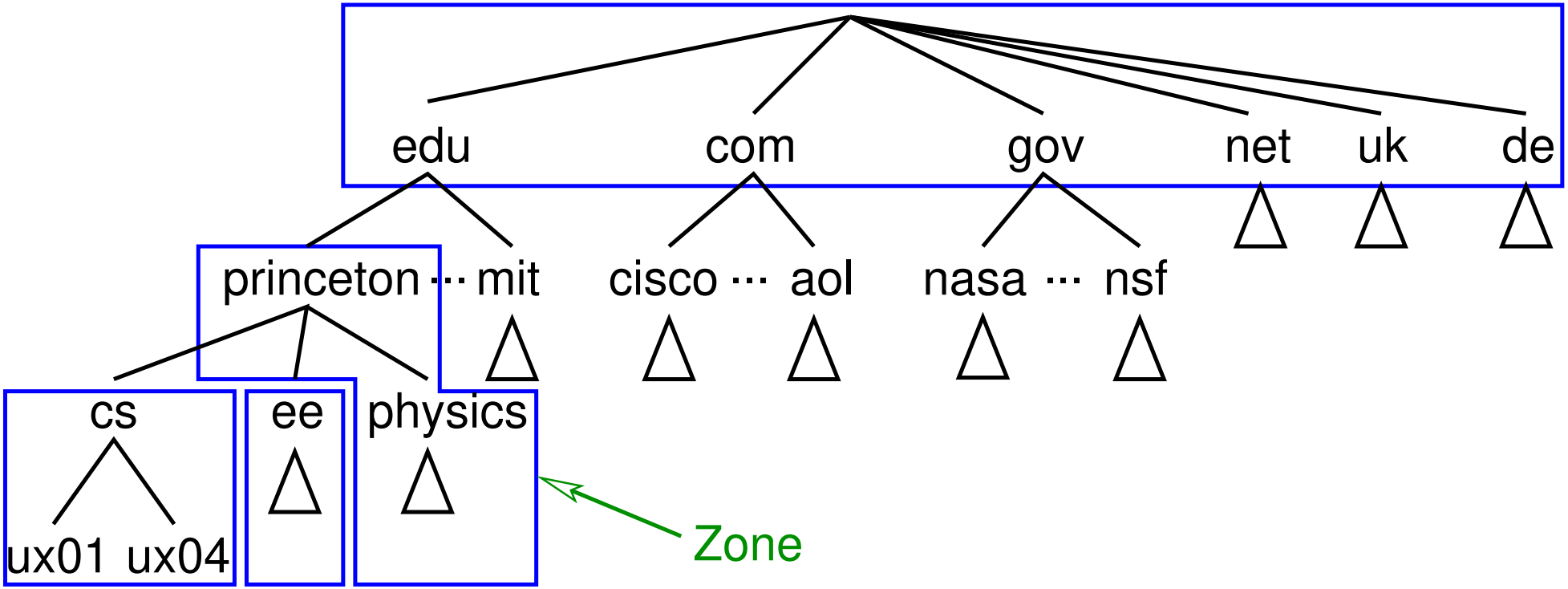
9.3 DNS

- Das Internet-Protokoll (IP) arbeitet mit numerischen Adressen
  - einheitliches Format (Länge)
  - identifizieren das Netz des Hosts (logische Adressen)
    - wichtig für das Routing von Paketen
  - nicht benutzerfreundlich
- Benutzer verwenden (Host-/Rechner-)Namen:
  - benutzerfreundlich
  - unterschiedliche Länge
  - nicht für das Routing nutzbar
- Daher: Umsetzung von Namen auf IP-Adressen:
  DNS (*Domain Name Service*)

Ablauf der Umsetzung von Namen in Adressen

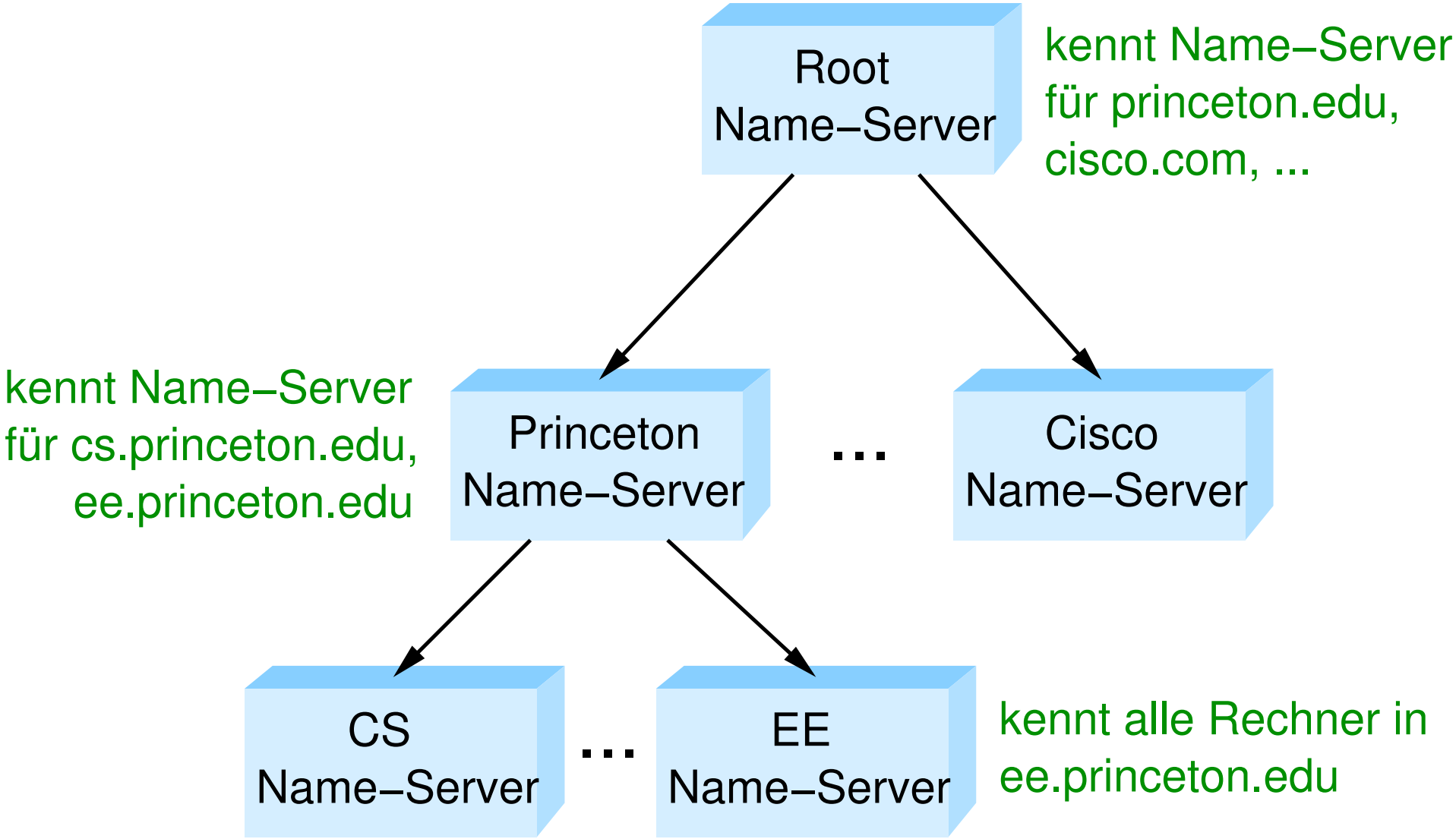


DNS realisiert einen hierarchischen Namensraum



- Für jede Zone ist ein Name-Server zuständig
  - Hierarchie von Name-Servern

Hierarchie von Name-Servern bei DNS



★★

Hierarchische Namensauflösung mit DNS

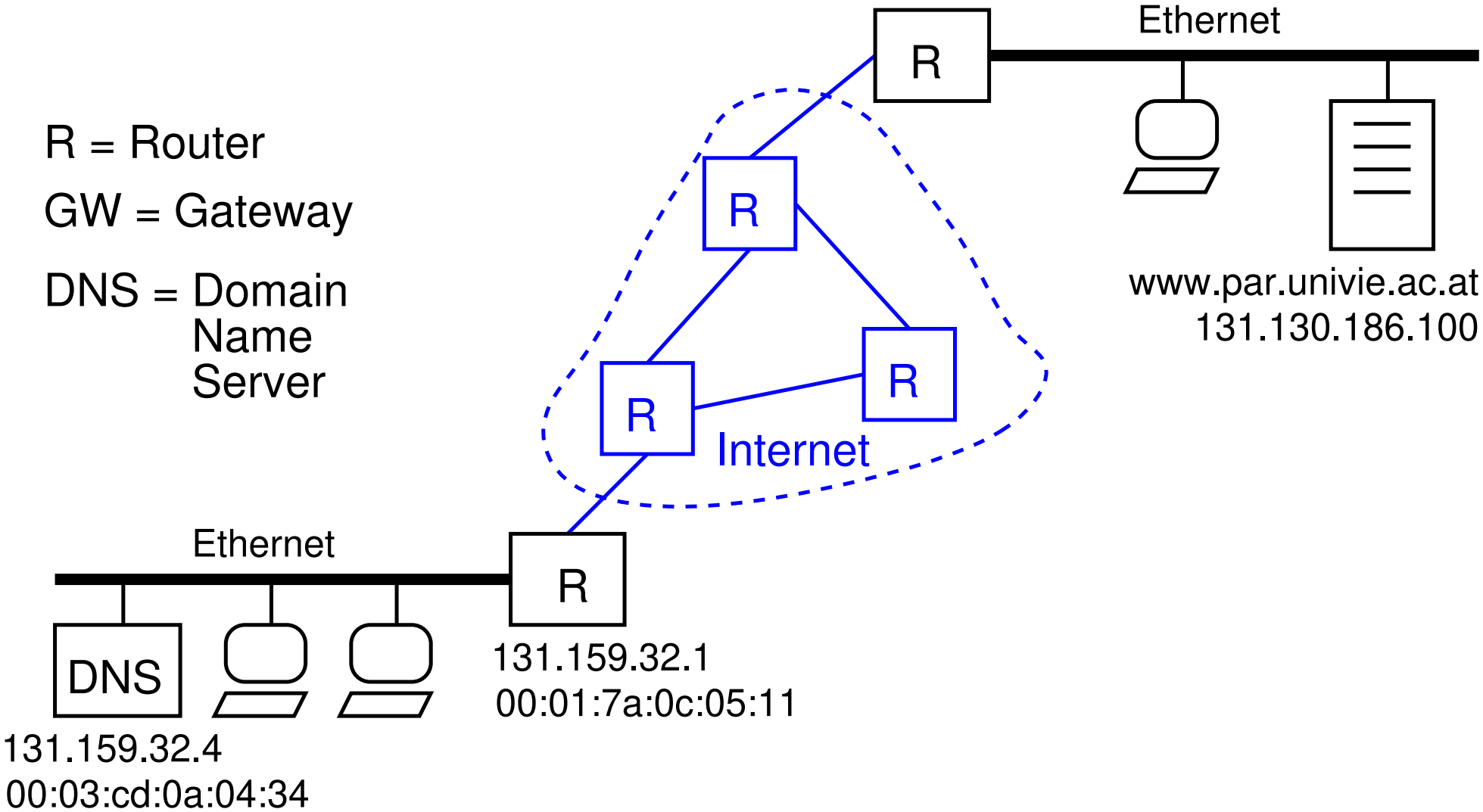
- Jeder Rechner kennt nur seinen lokalen Name-Server
- Lokale Name-Server
  - lösen lokale Namen auf
  - kennen Root-Name-Server (über Konfigurationsdatei)
- Server und Hosts führen Cache mit bereits aufgelösten Namens-Adreß-Paaren
  - begrenzte Lebensdauer der Einträge
- Alternativen, falls Zuordnung nicht im Cache:
  - Nachfrage bei anderem Servern (*recursive query*)
  - antworte mit Adresse eines anderen Servers, erneute Anfrage des Clients (*nonrecursive query*)

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

R = Router

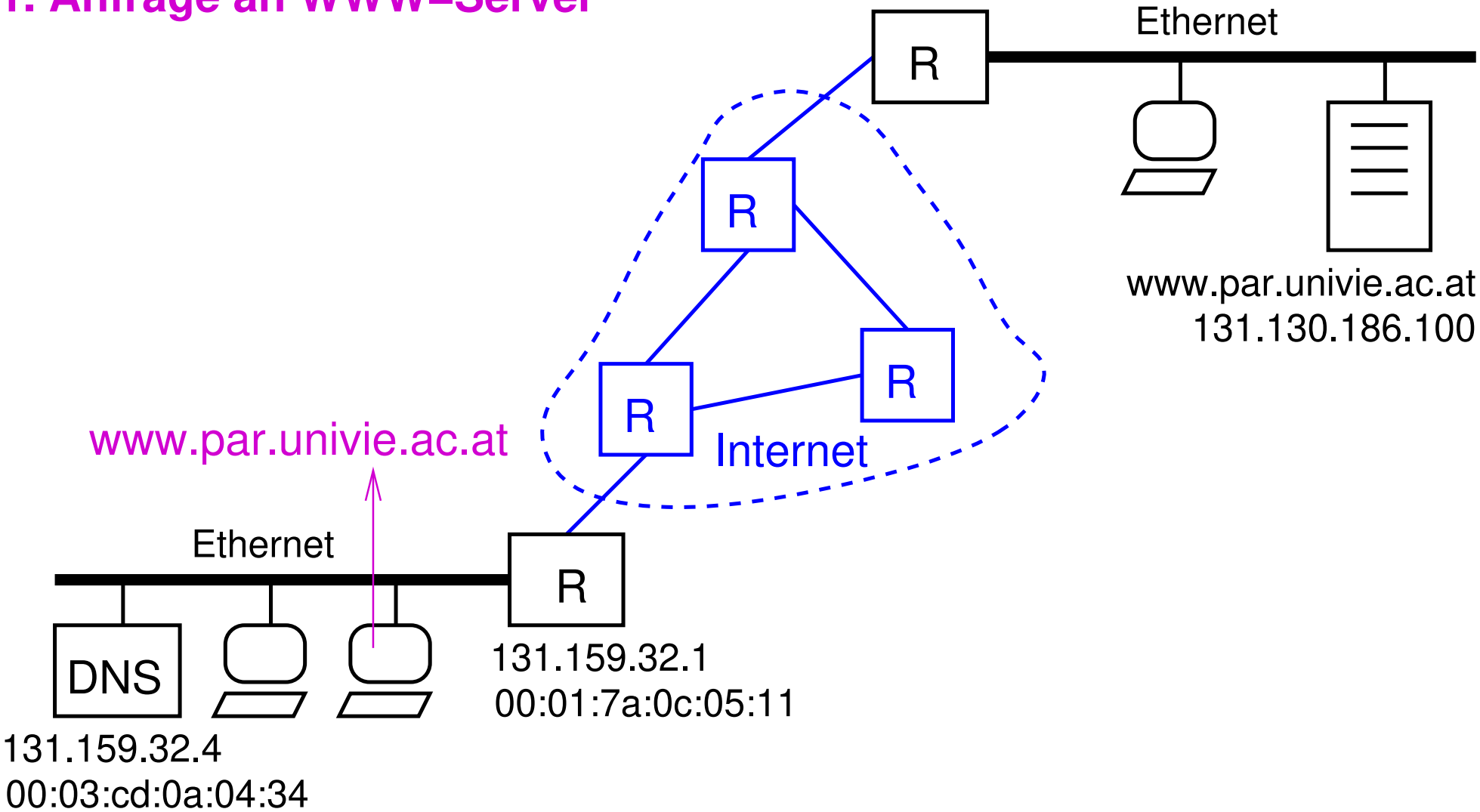
GW = Gateway

DNS = Domain Name Server



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

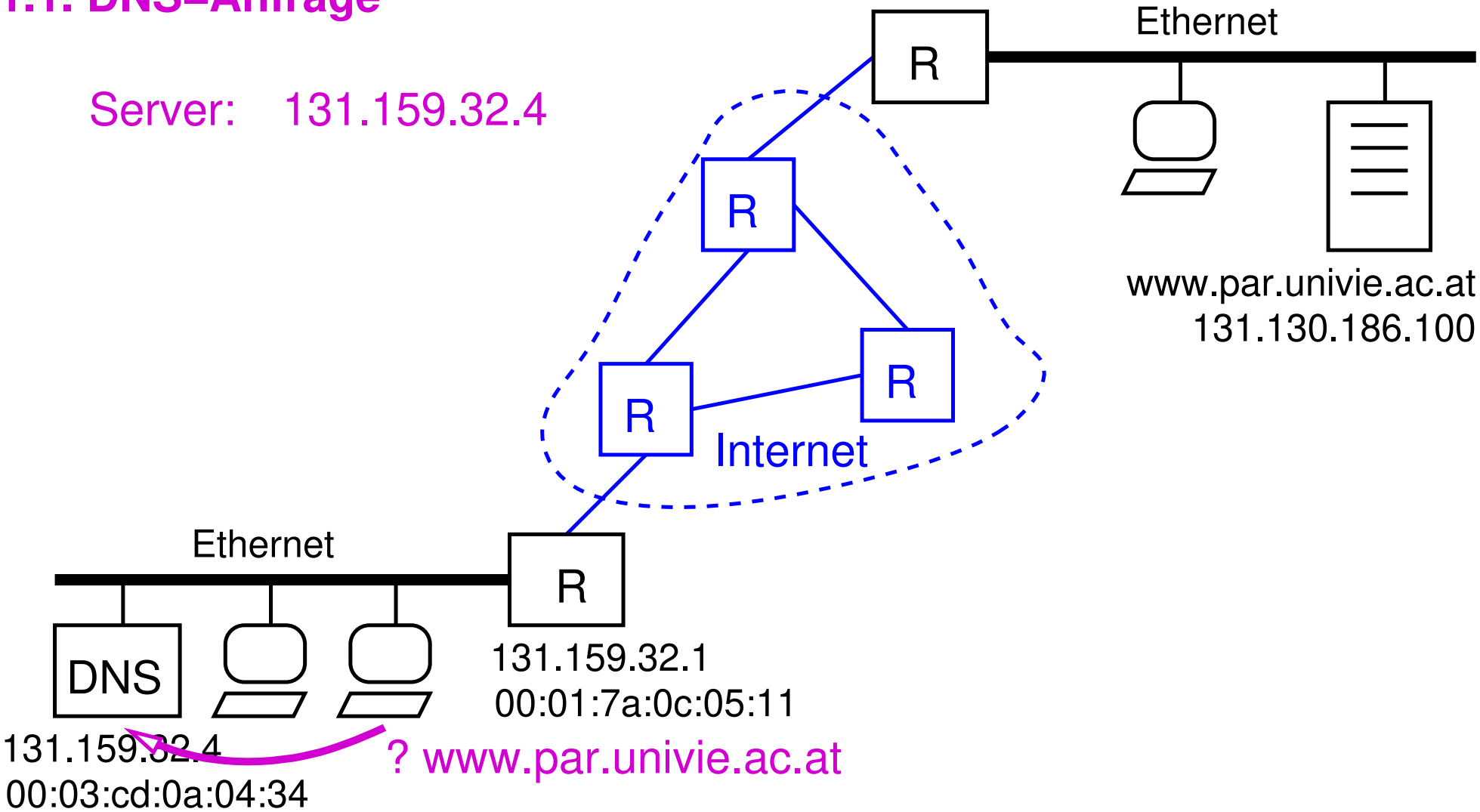
1. Anfrage an WWW–Server



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1. DNS–Anfrage

Server: 131.159.32.4



★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.1. IP–Forwarding

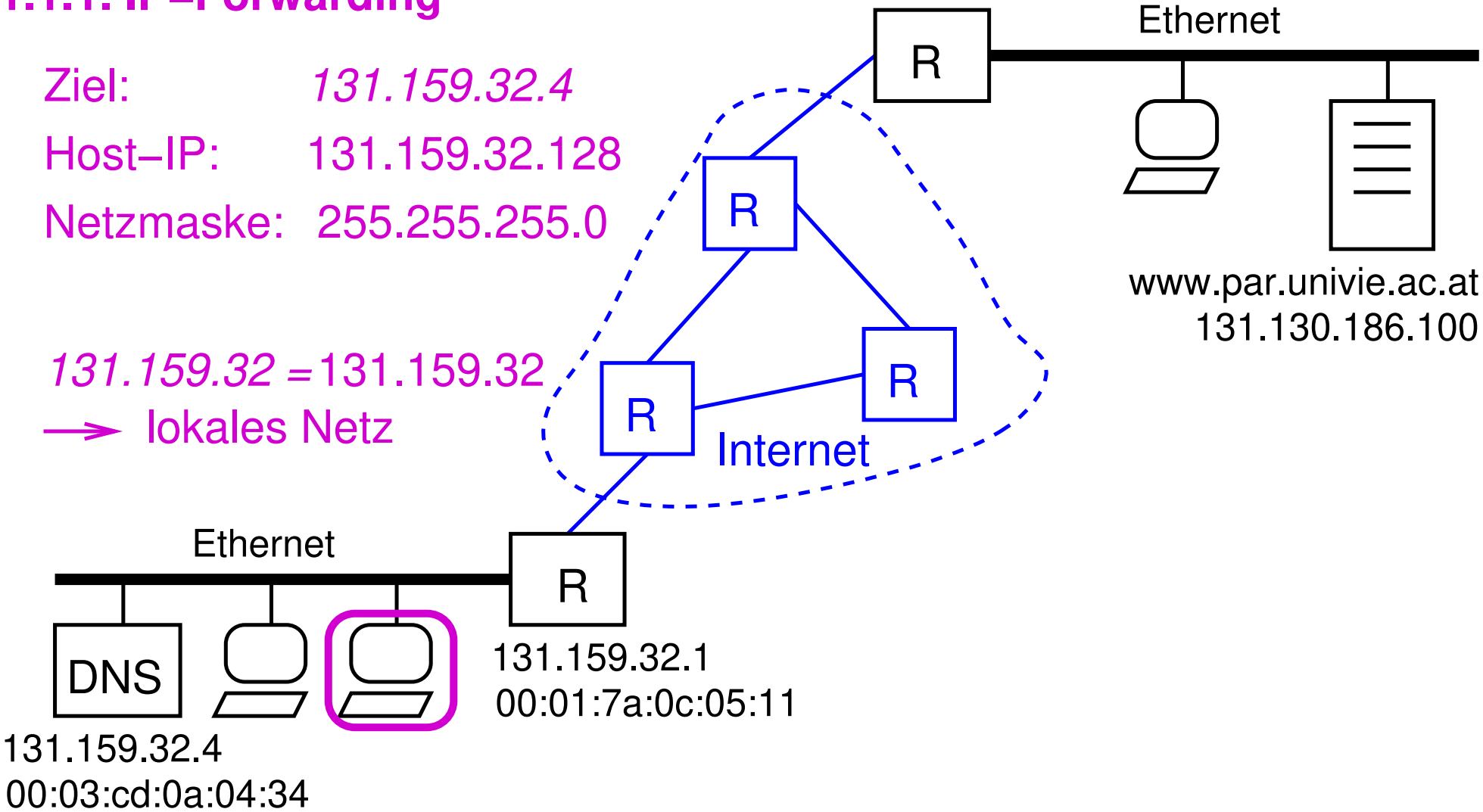
Ziel: *131.159.32.4*

Host–IP: 131.159.32.128

Netzmaske: 255.255.255.0

131.159.32 = 131.159.32

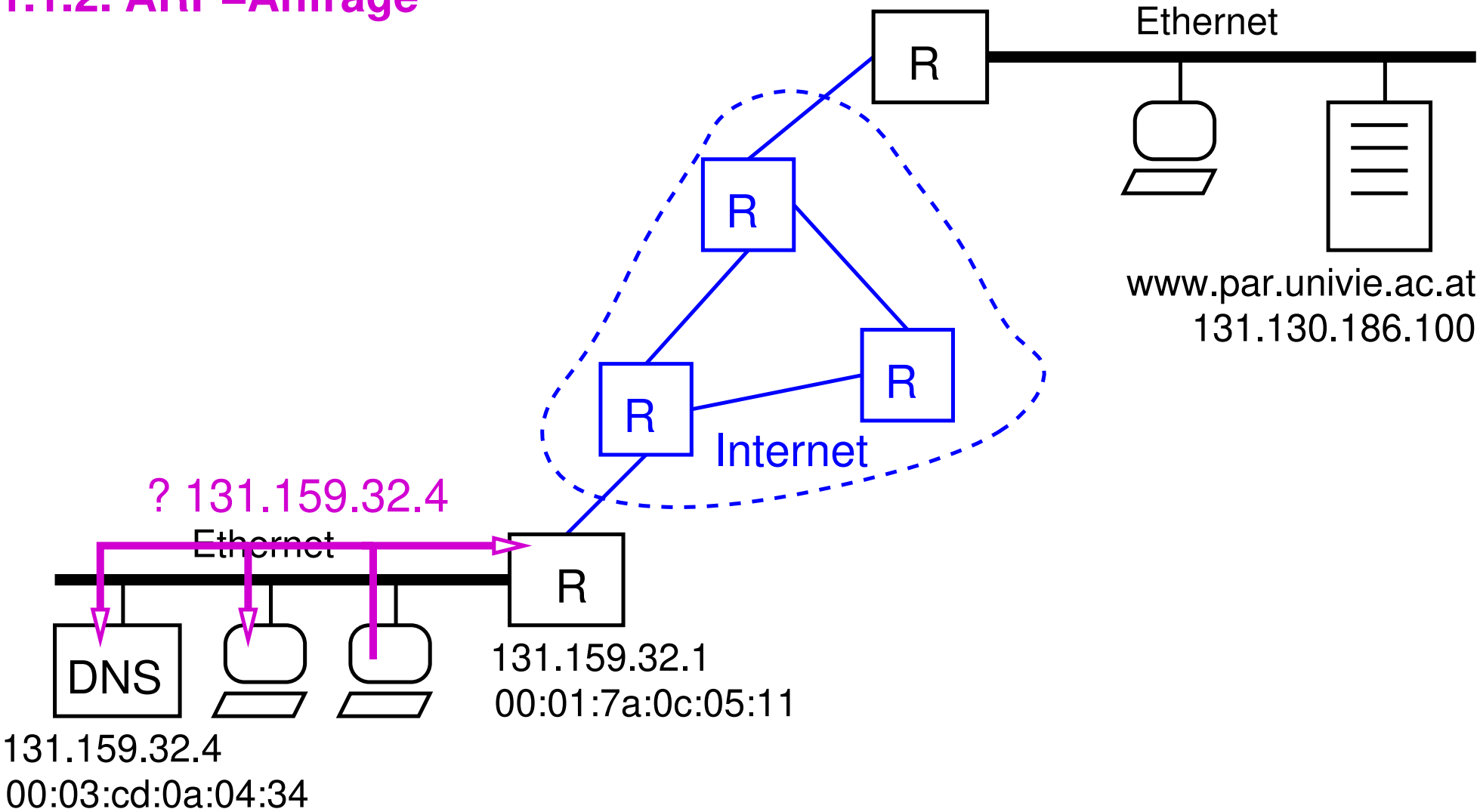
→ lokales Netz



★★

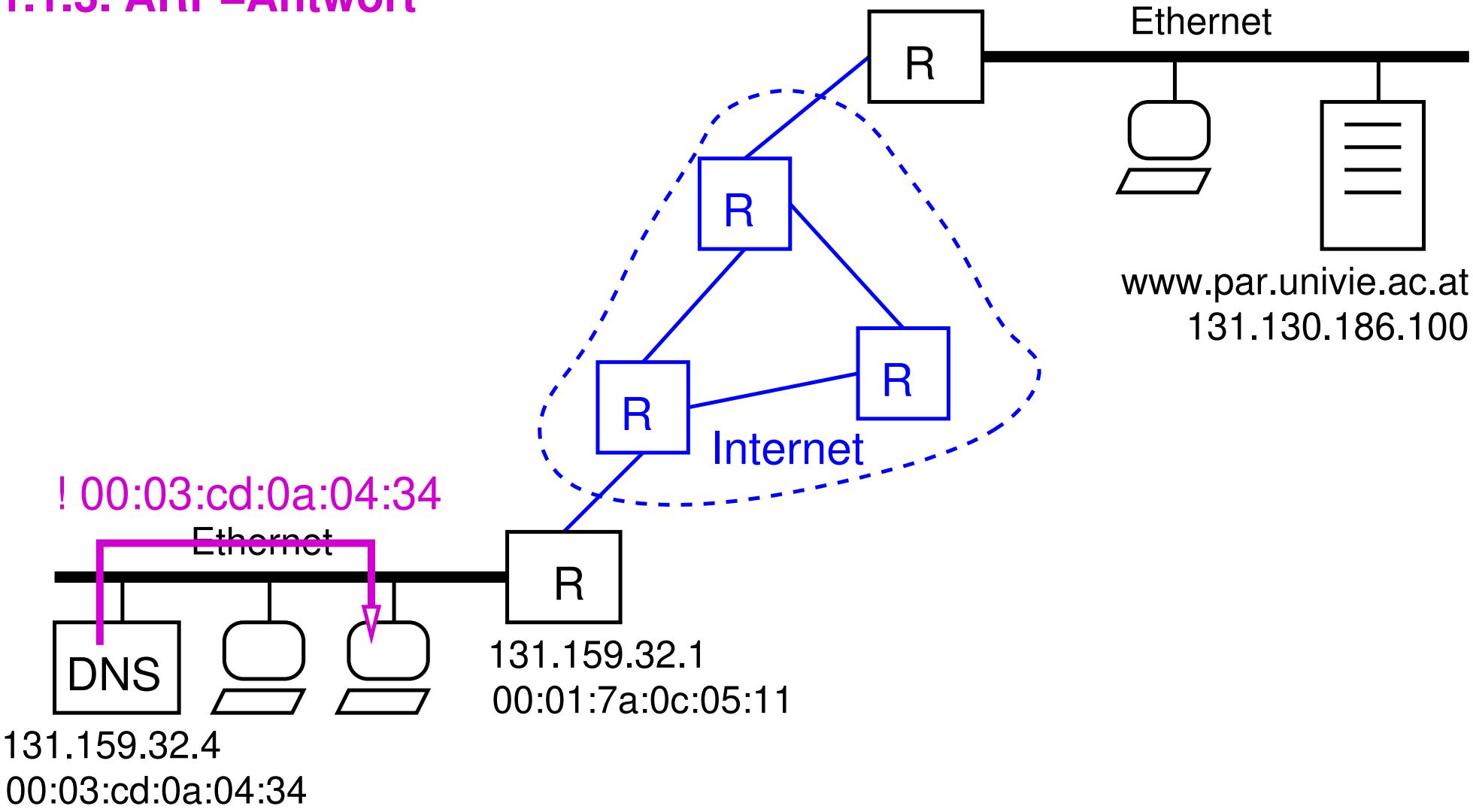
Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.2. ARP–Anfrage



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.3. ARP–Antwort



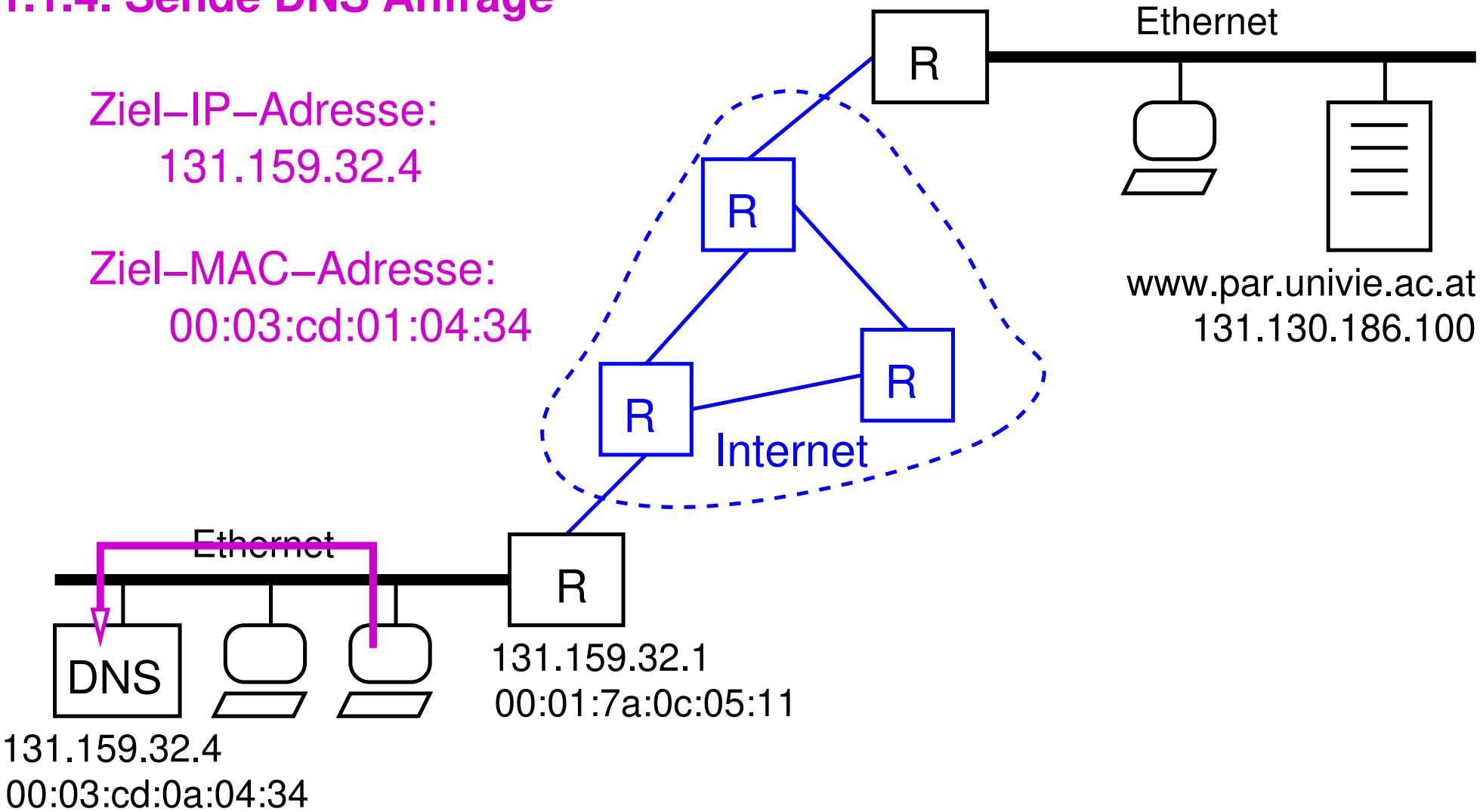
★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.4. Sende DNS Anfrage

Ziel–IP–Adresse:
131.159.32.4

Ziel–MAC–Adresse:
00:03:cd:01:04:34

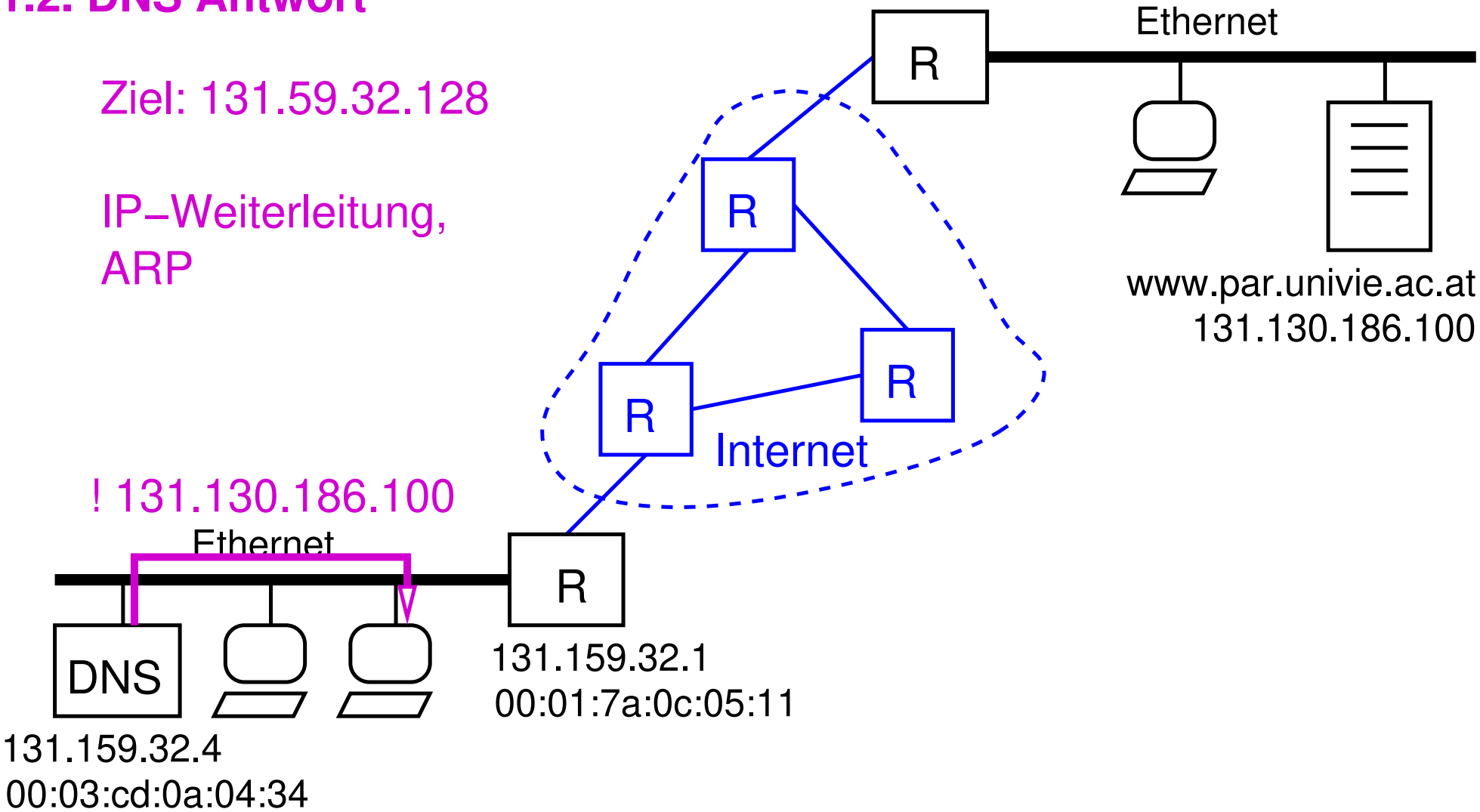


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.2. DNS Antwort

Ziel: 131.59.32.128

IP–Weiterleitung,
ARP

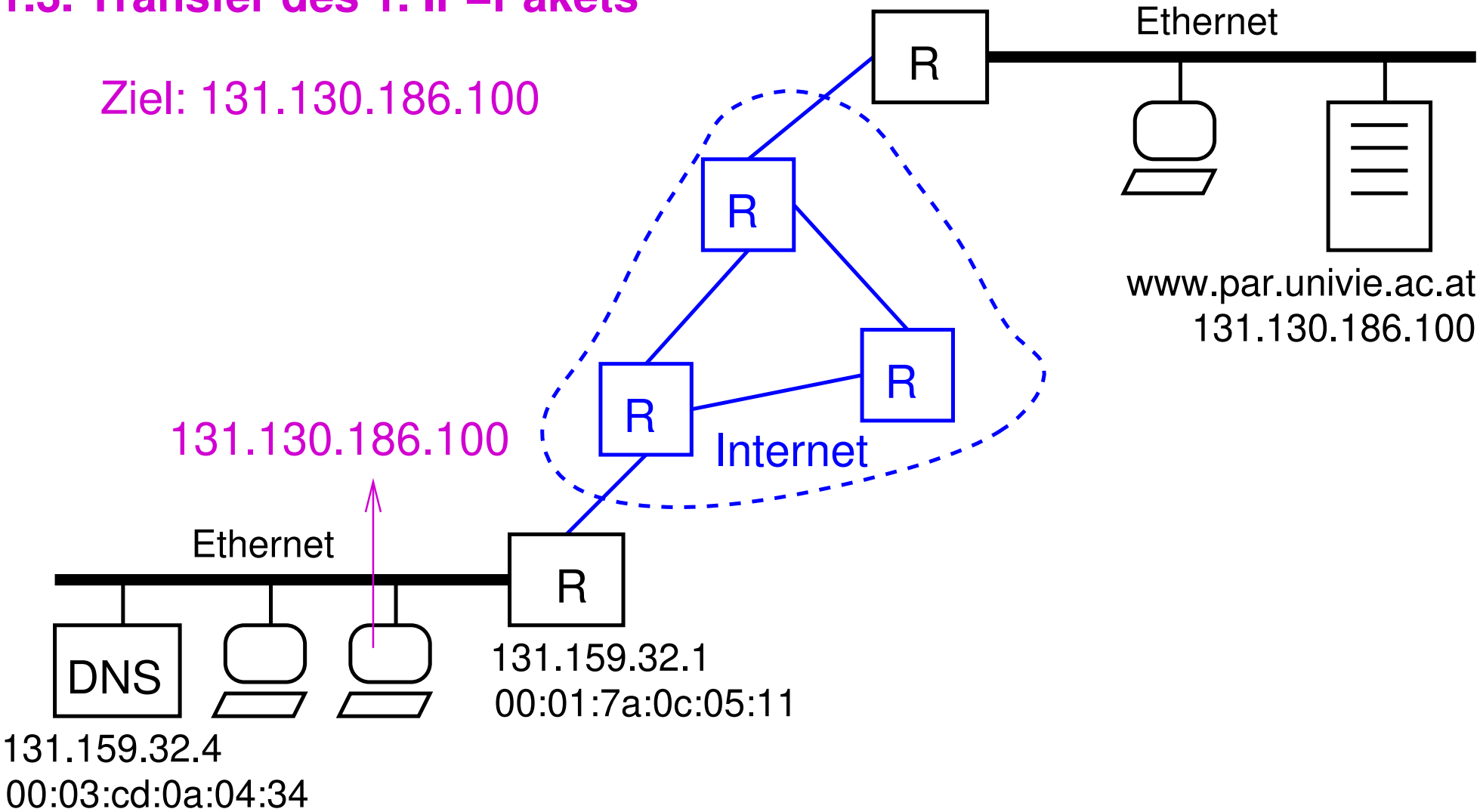


★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3. Transfer des 1. IP–Pakets

Ziel: 131.130.186.100



★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.1. IP–Forwarding

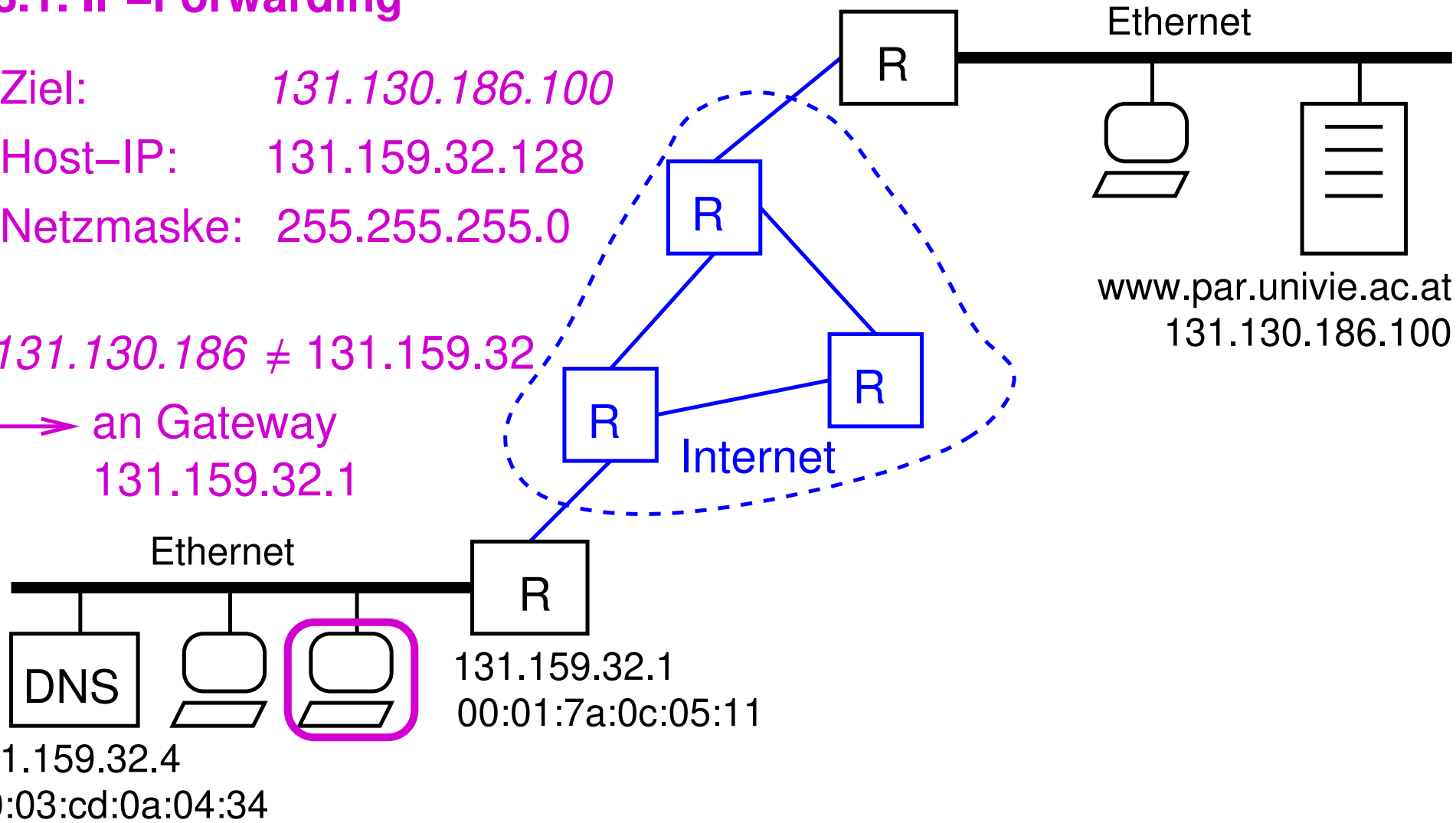
Ziel: *131.130.186.100*

Host–IP: 131.159.32.128

Netzmaske: 255.255.255.0

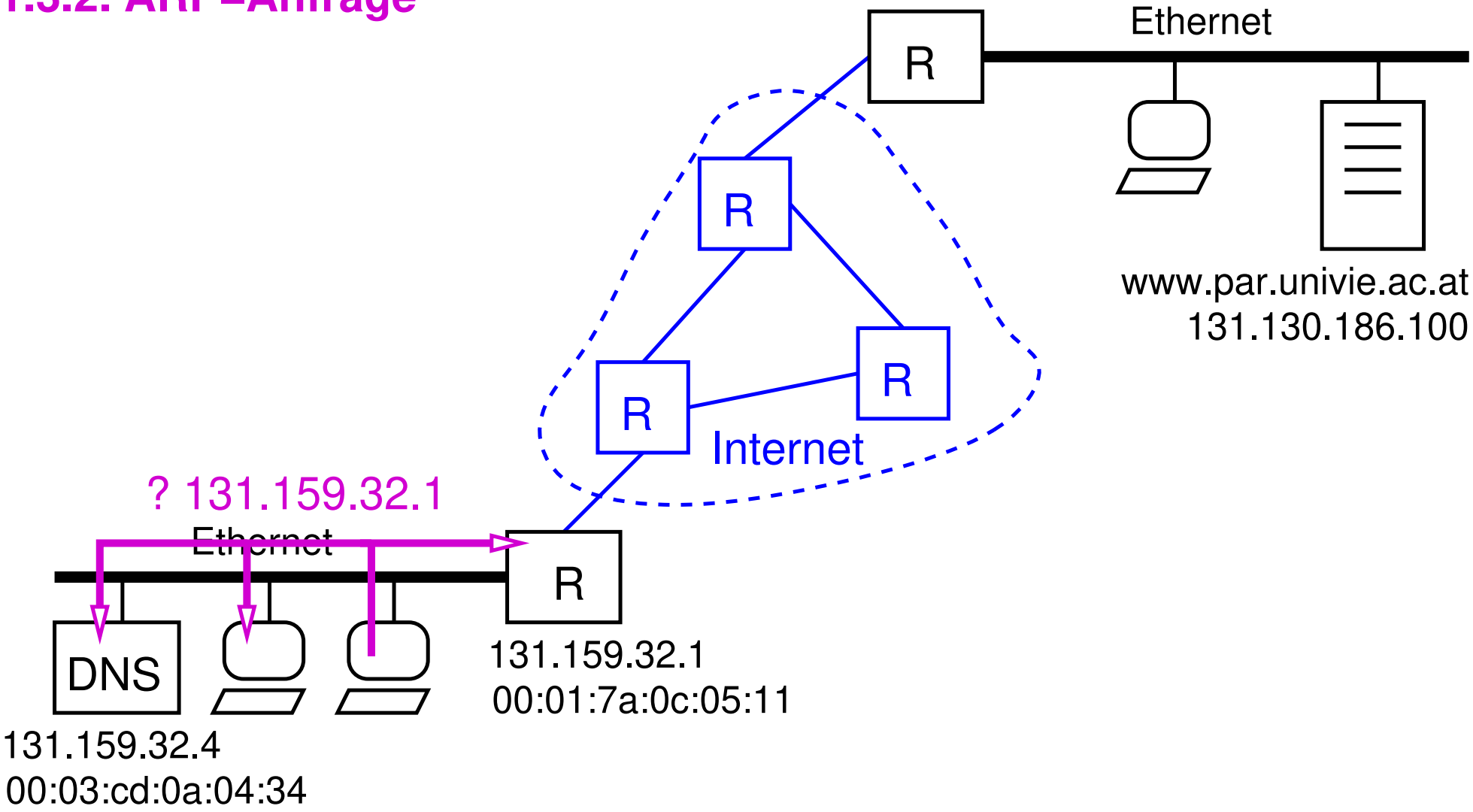
131.130.186 ≠ 131.159.32

→ an Gateway
131.159.32.1



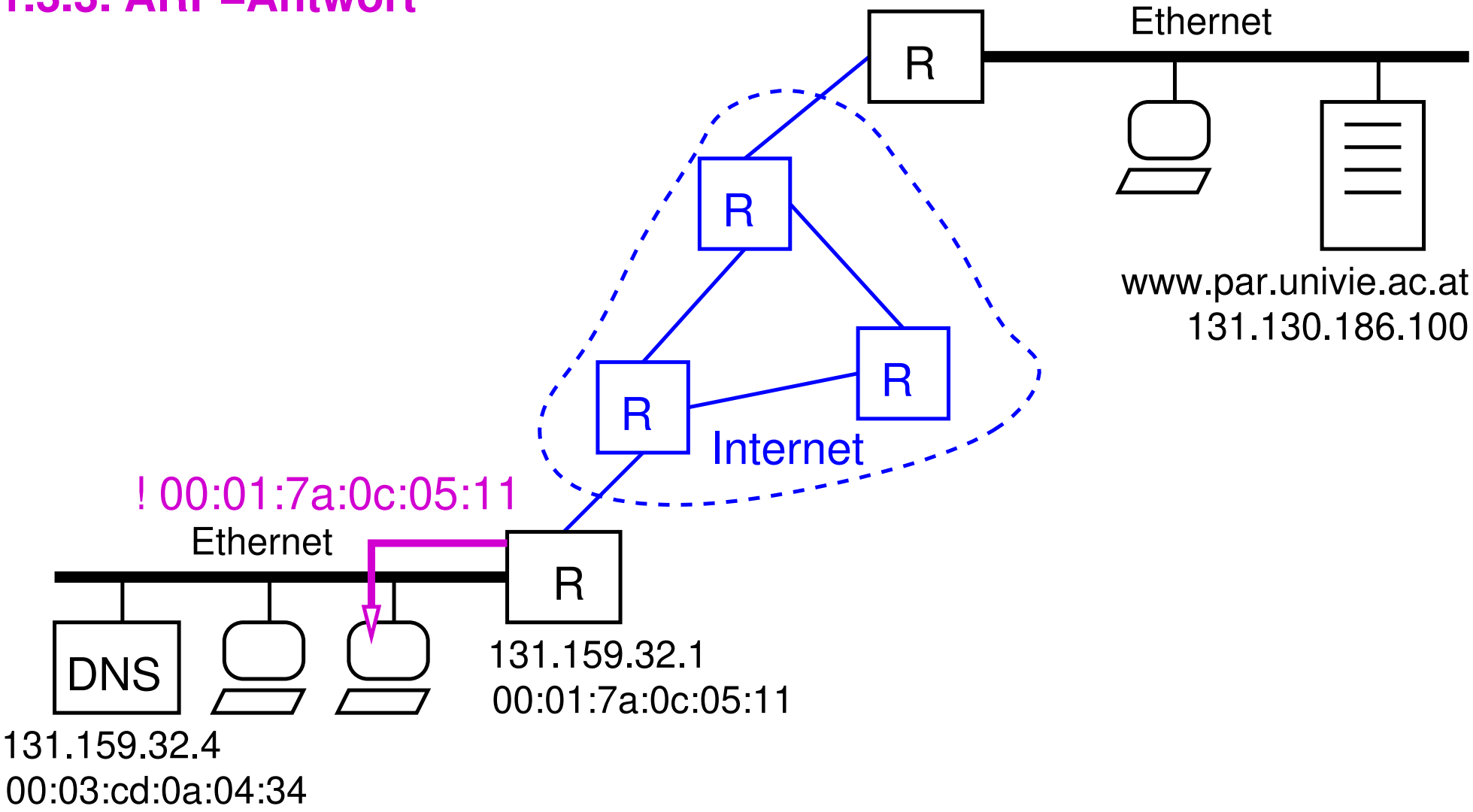
Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.2. ARP–Anfrage



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.3. ARP–Antwort



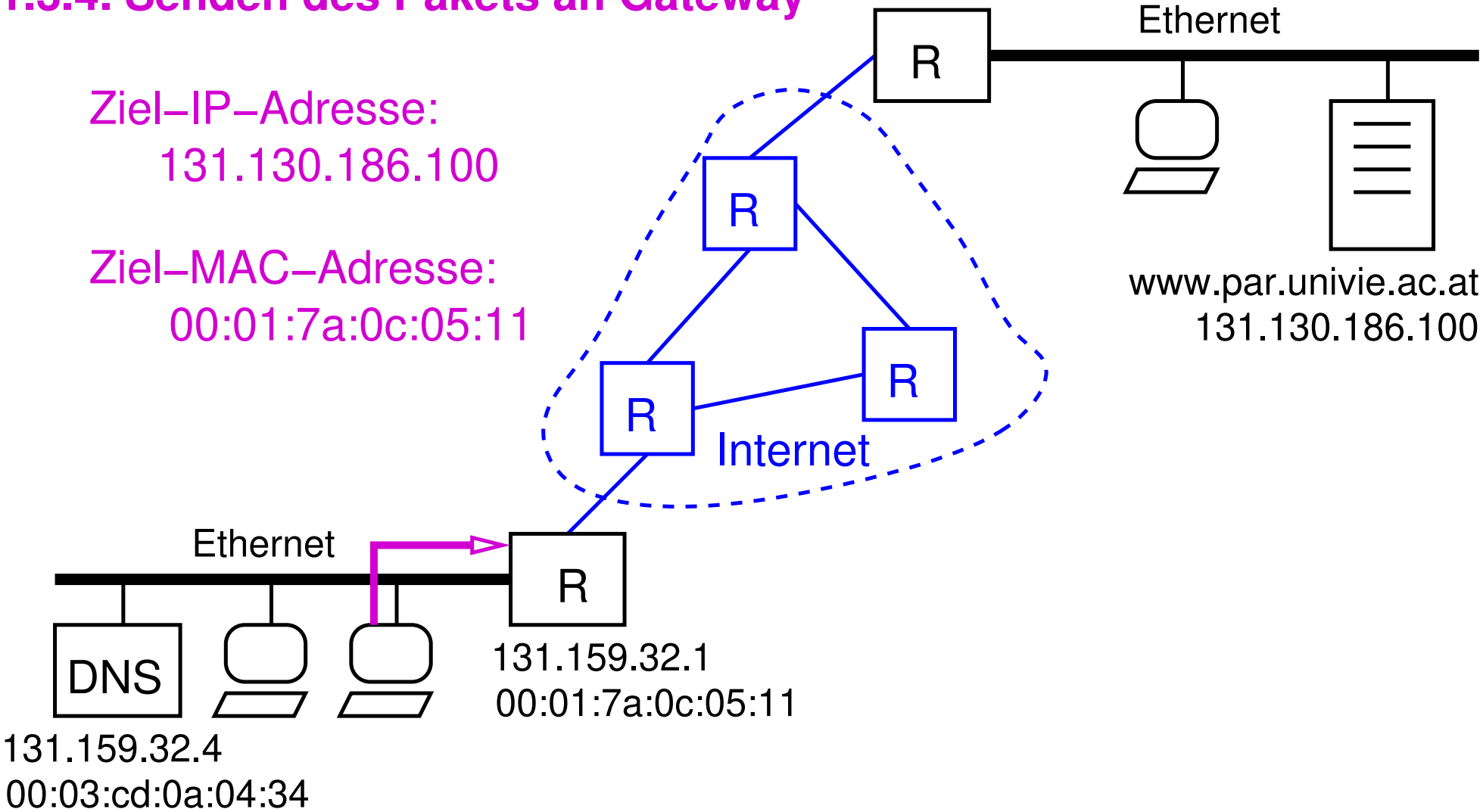
★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.4. Senden des Pakets an Gateway

Ziel–IP–Adresse:
131.130.186.100

Ziel–MAC–Adresse:
00:01:7a:0c:05:11

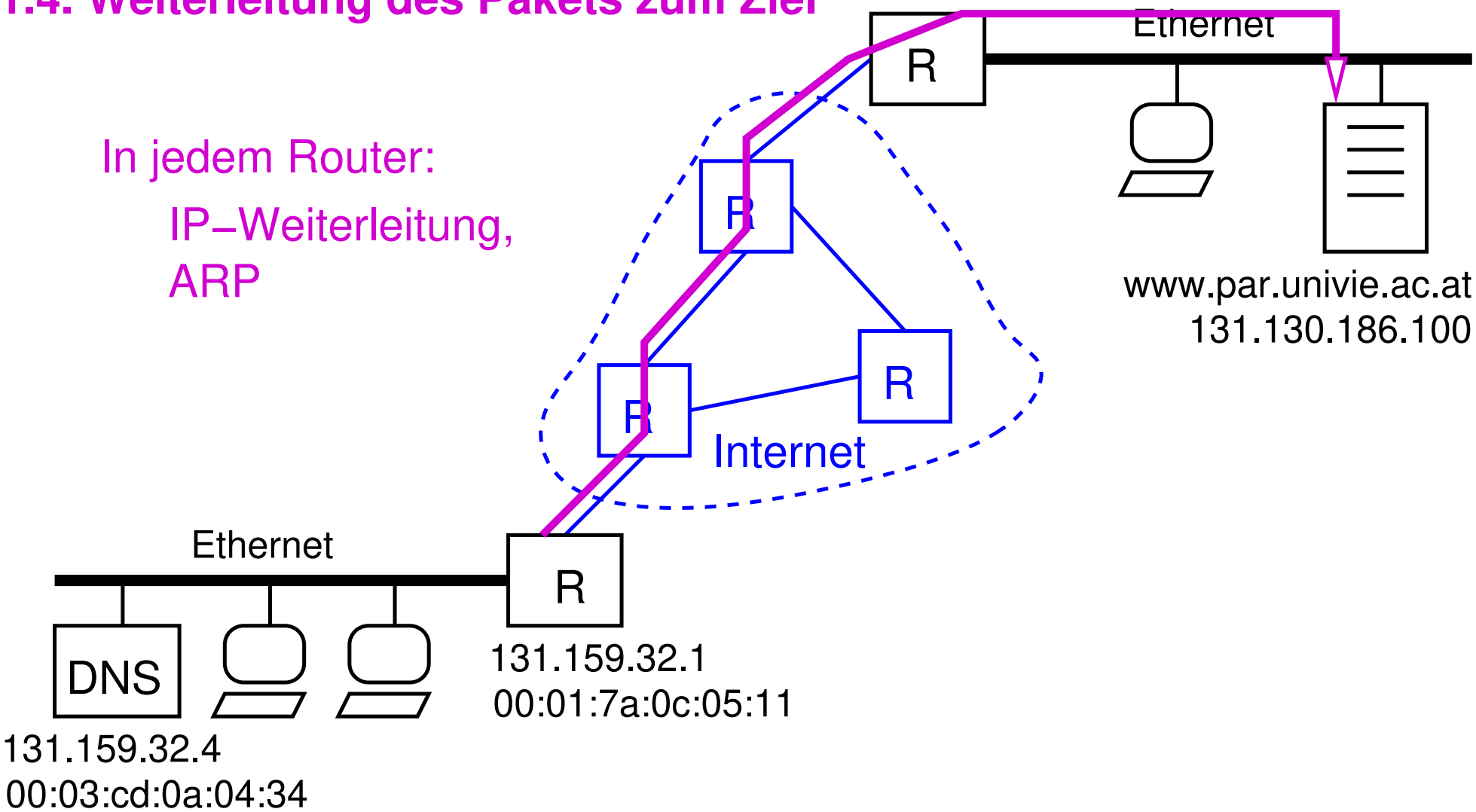


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.4. Weiterleitung des Pakets zum Ziel

In jedem Router:

IP–Weiterleitung,
ARP



9.4 Zusammenfassung ...

- SMTP: textbasiert, speichervermittelnd
- HTTP: ebenfalls textbasiert
  - wie viele andere Anwendungsprotokolle im Internet
- DNS: Umsetzung von Rechnernamen auf IP-Adressen
  - Hierarchischer Namensraum + Server-Hierarchie

Nächste Lektion:

- Netzwerksicherheit