
Rechnernetze I

SoSe 2025

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

Stand: 1. April 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

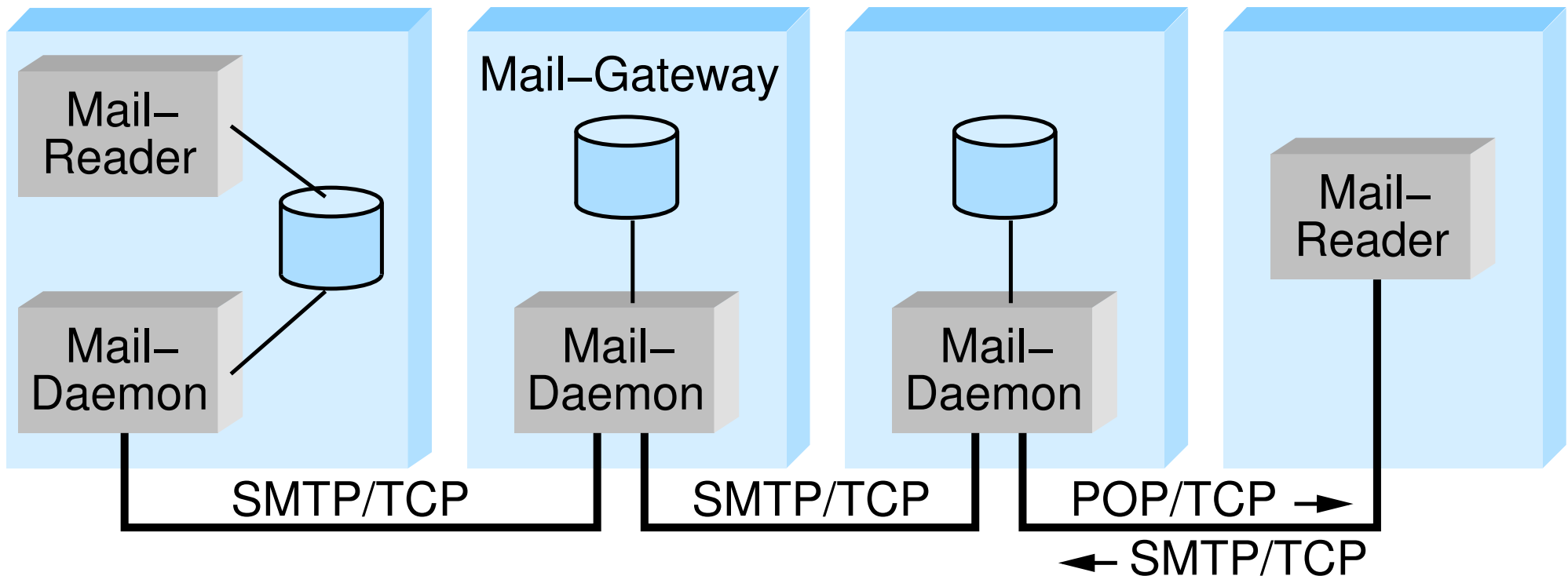
Protokolle für Emails

- ➔ 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 Speichervermittlung, 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-ascii
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

- ➔ 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
```


➔ 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>

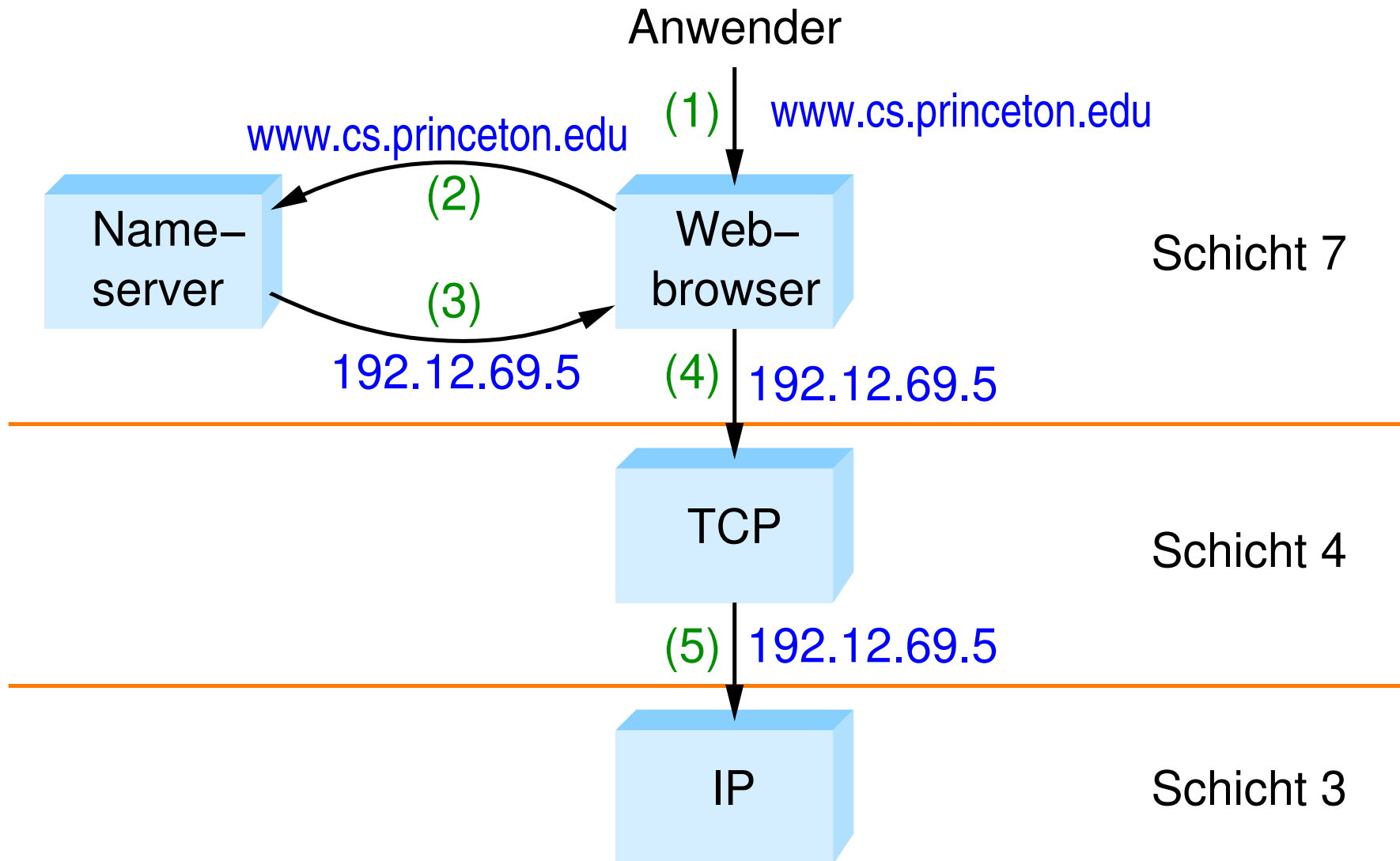


- ➔ In HTTP 1.0:
 - ➔ neue TCP-Verbindung für jedes Seiten-Element
 - ➔ z.B. Frame, eingebettetes Bild, ...
- ➔ Ab HTTP 1.1: persistente Verbindungen möglich
 - ➔ mehrere Anfragen / Antworten über dieselbe TCP-Verbindung
 - ➔ deutlich effizienter (Verbindungsaufbau)
 - ➔ Problem: Server muß viele Verbindungen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

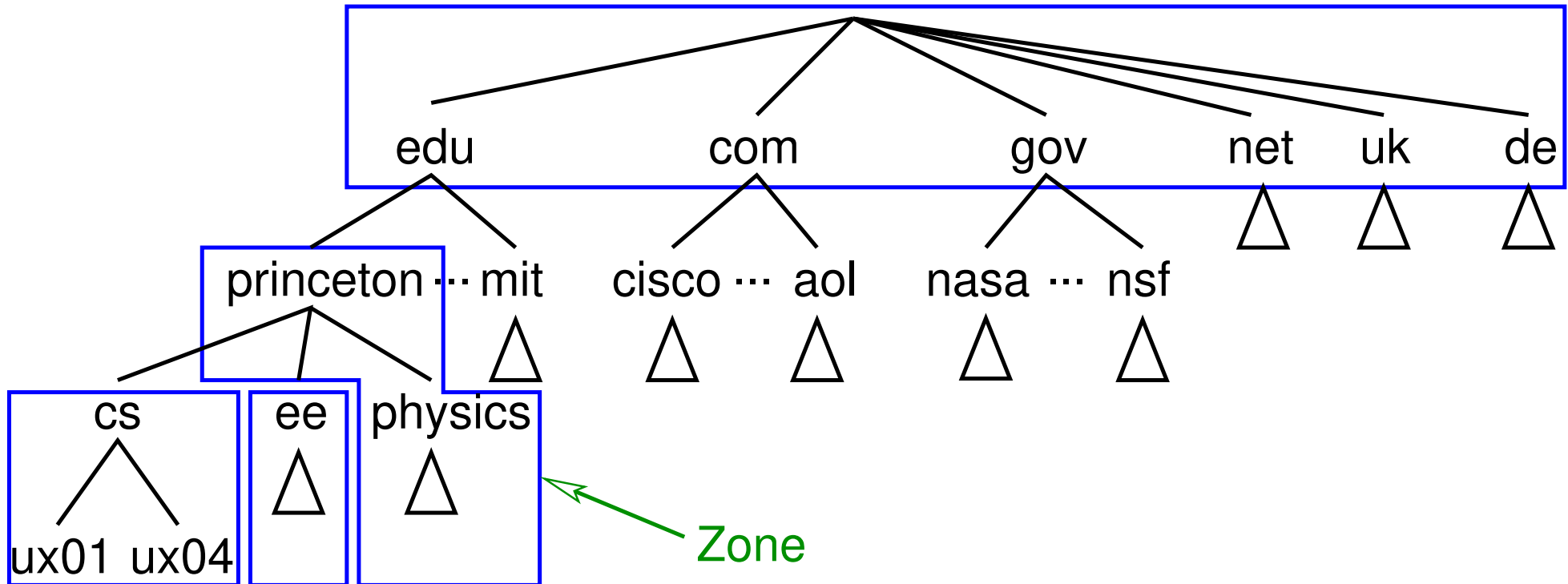
- ➔ Das Internet-Protokoll (IP) arbeitet mit numerischen Adressen
 - ➔ einheitliches Format (Länge)
 - ➔ identifizieren das Netz des Hosts (logische Adressen)
 - ➔ wichtig für das Routing von Paketen
 - ➔ nicht benutzerfreundlich
- ➔ Benutzer verwenden (Host-/Rechner-)Namen:
 - ➔ benutzerfreundlich
 - ➔ 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



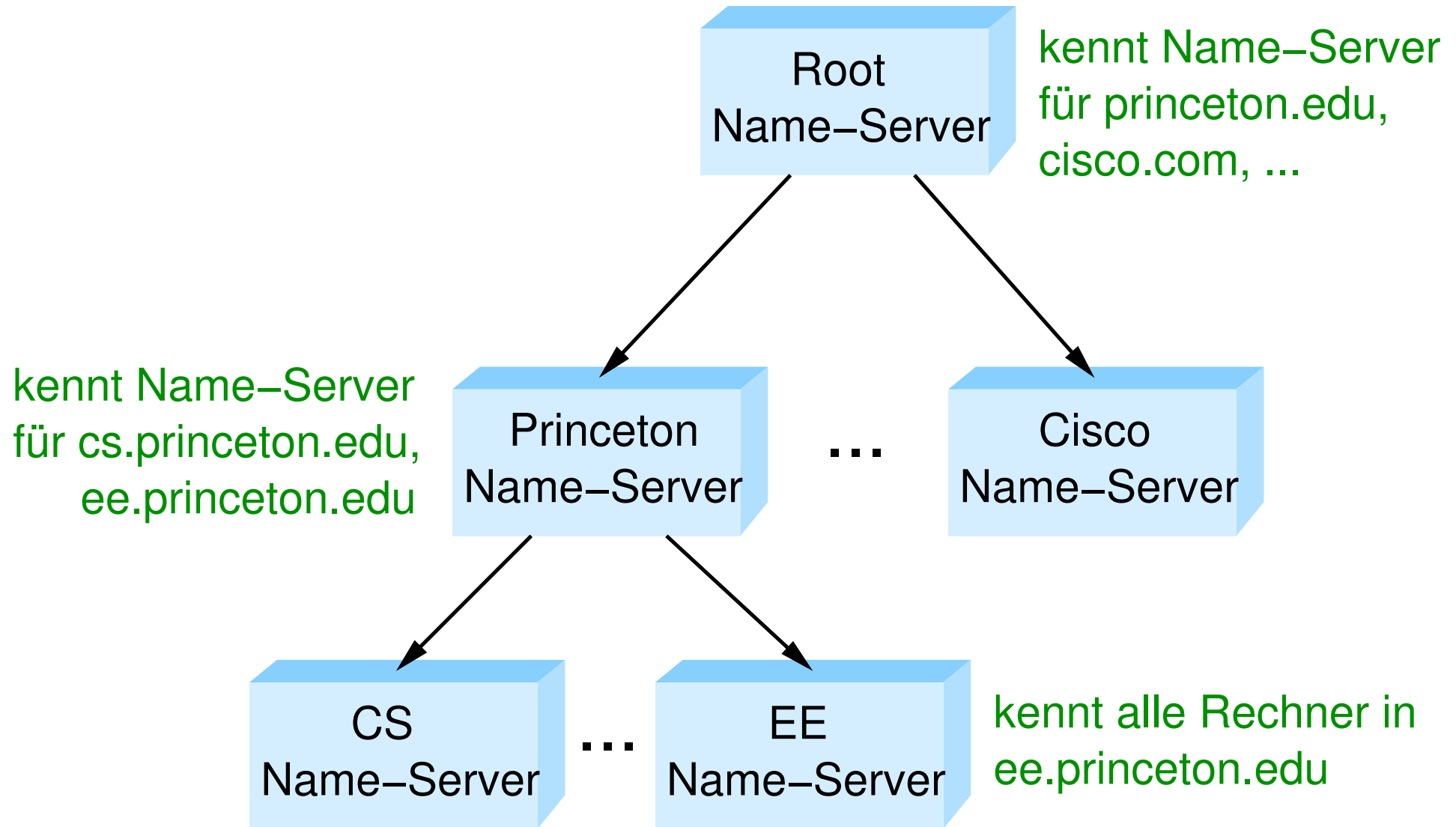
DNS realisiert einen hierarchischen Namensraum



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



Hierarchie von Name-Servern bei DNS



Hierarchische Namensauflösung mit DNS

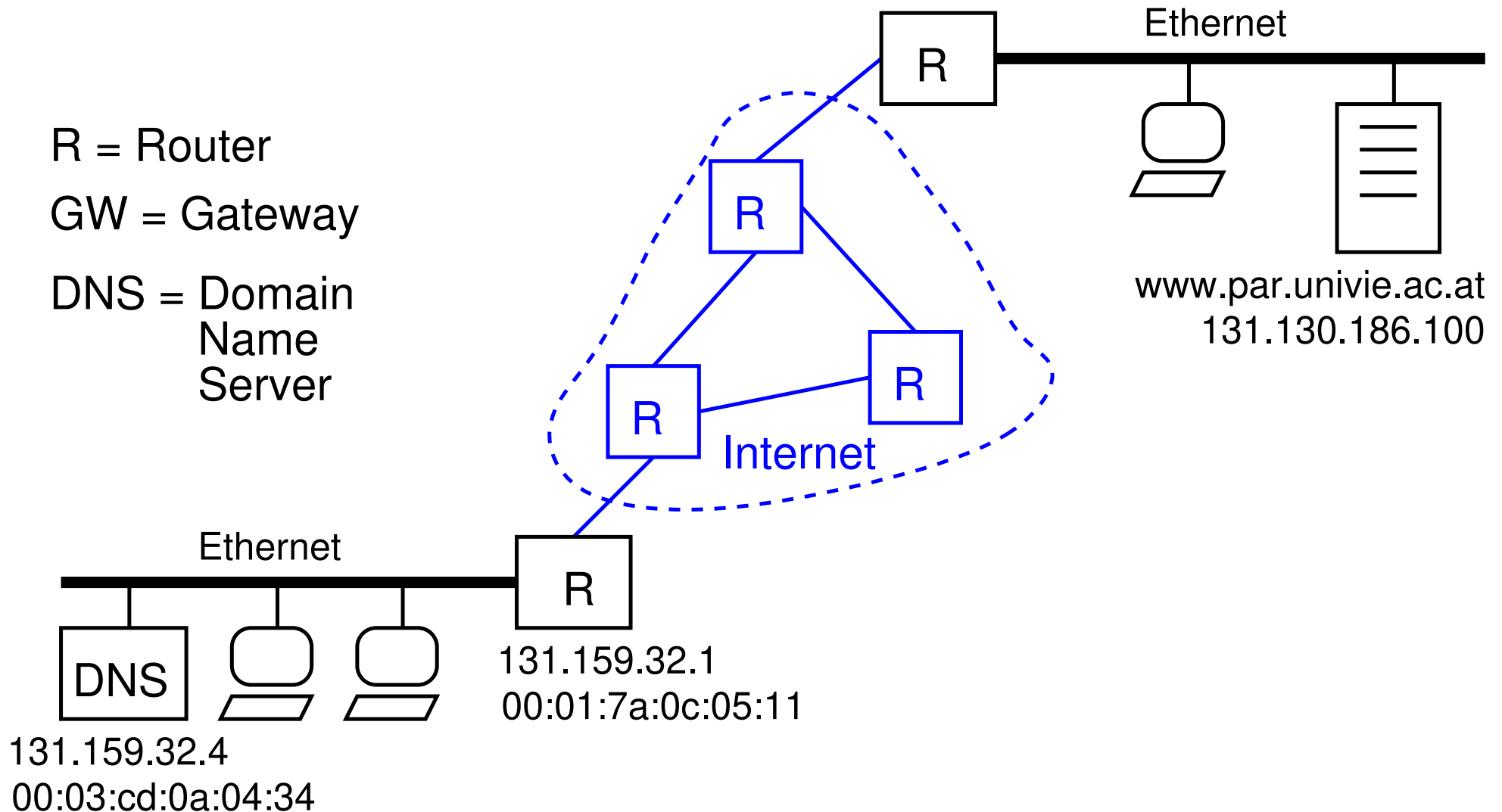
- ➔ Jeder Rechner kennt nur seinen lokalen Name-Server
- ➔ Lokale Name-Server
 - ➔ lösen lokale Namen auf
 - ➔ kennen Root-Name-Server (über Konfigurationsdatei)
- ➔ Server und Hosts führen Cache mit bereits aufgelösten Namens-Adreß-Paaren
 - ➔ begrenzte Lebensdauer der Einträge
- ➔ Alternativen, falls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

9.4 Zusammenfassung



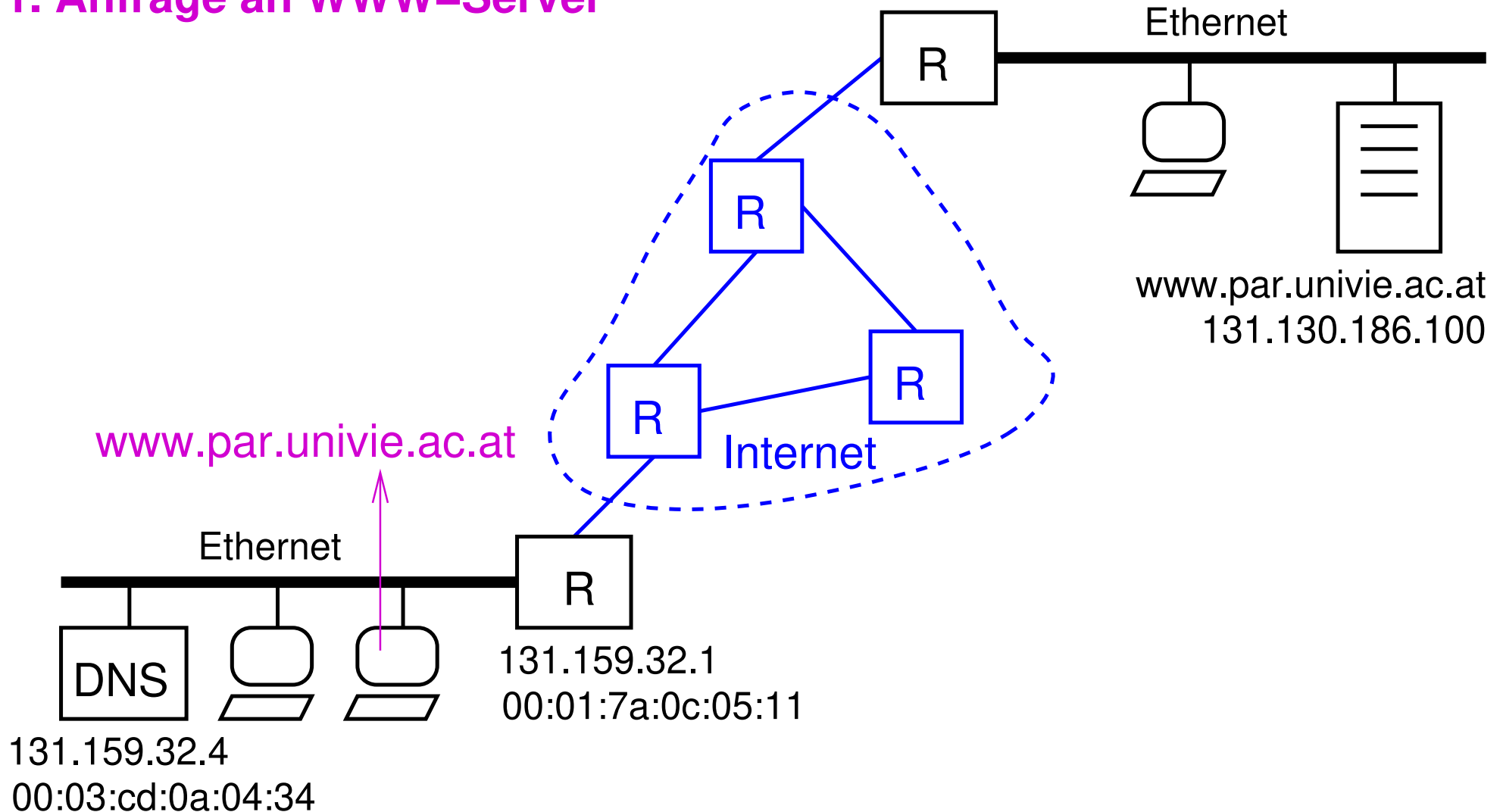
★★

Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

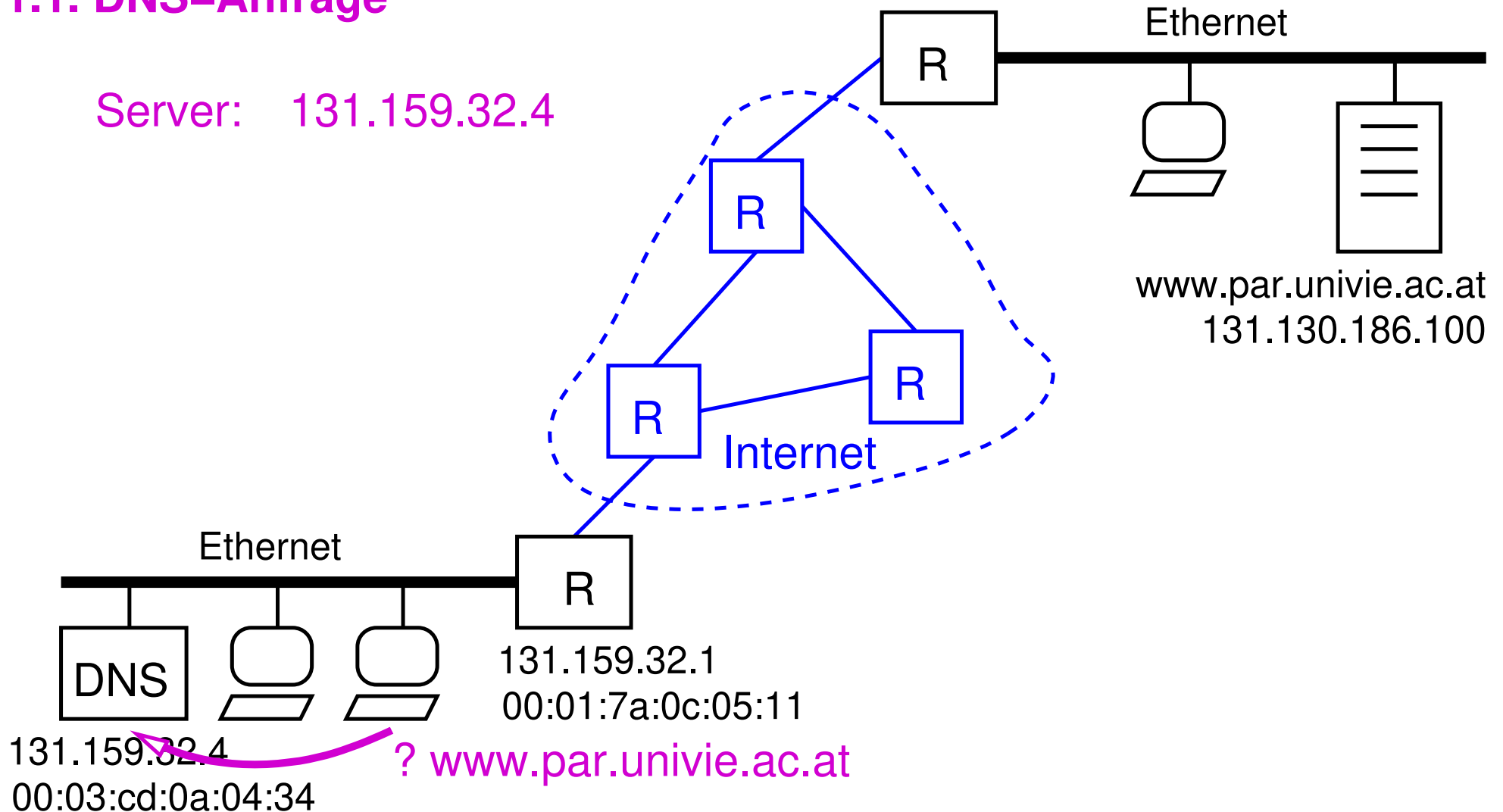
1. Anfrage an WWW-Server



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1. DNS-Anfrage

Server: 131.159.32.4

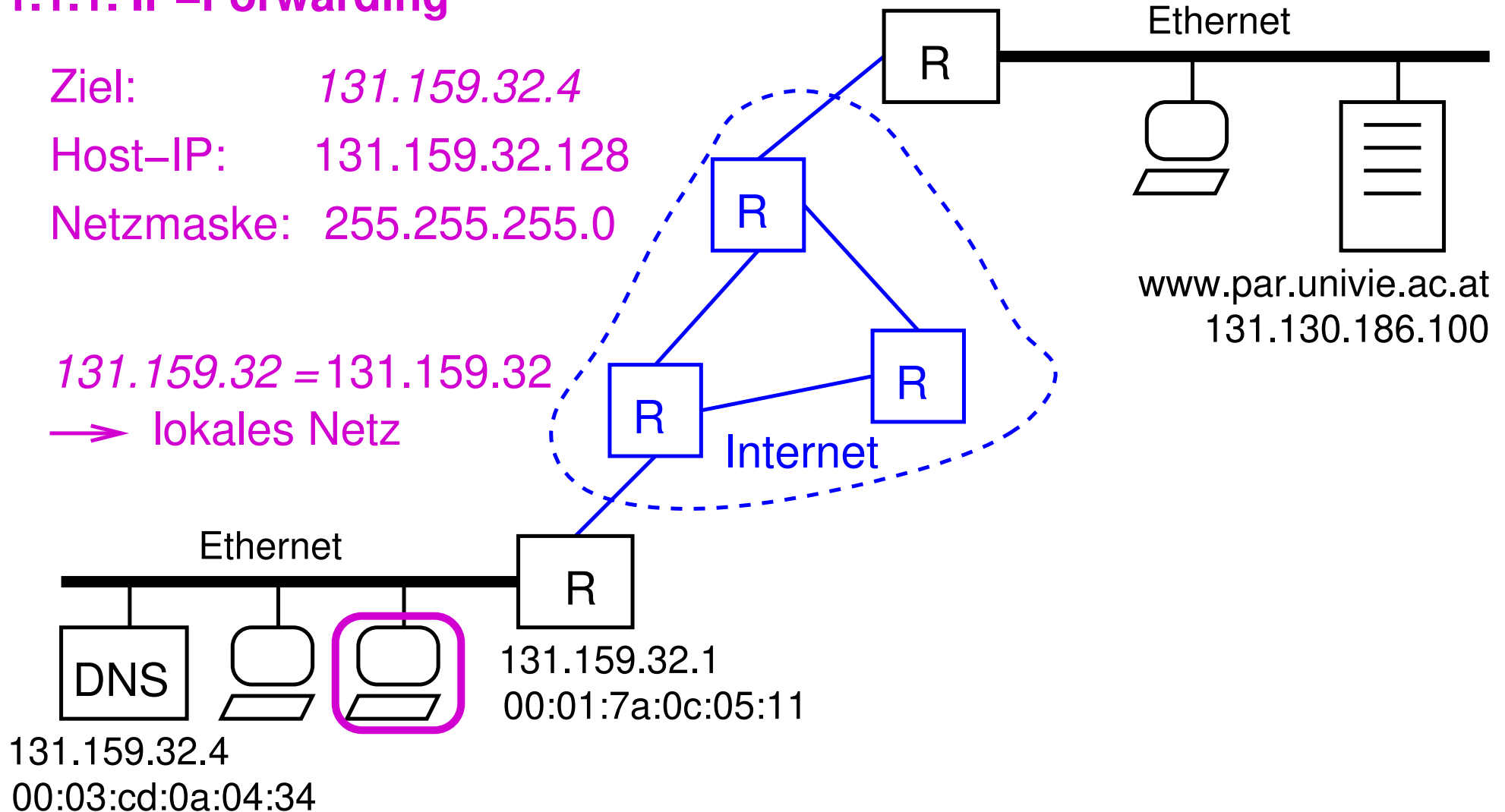


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.1. IP-Forwarding

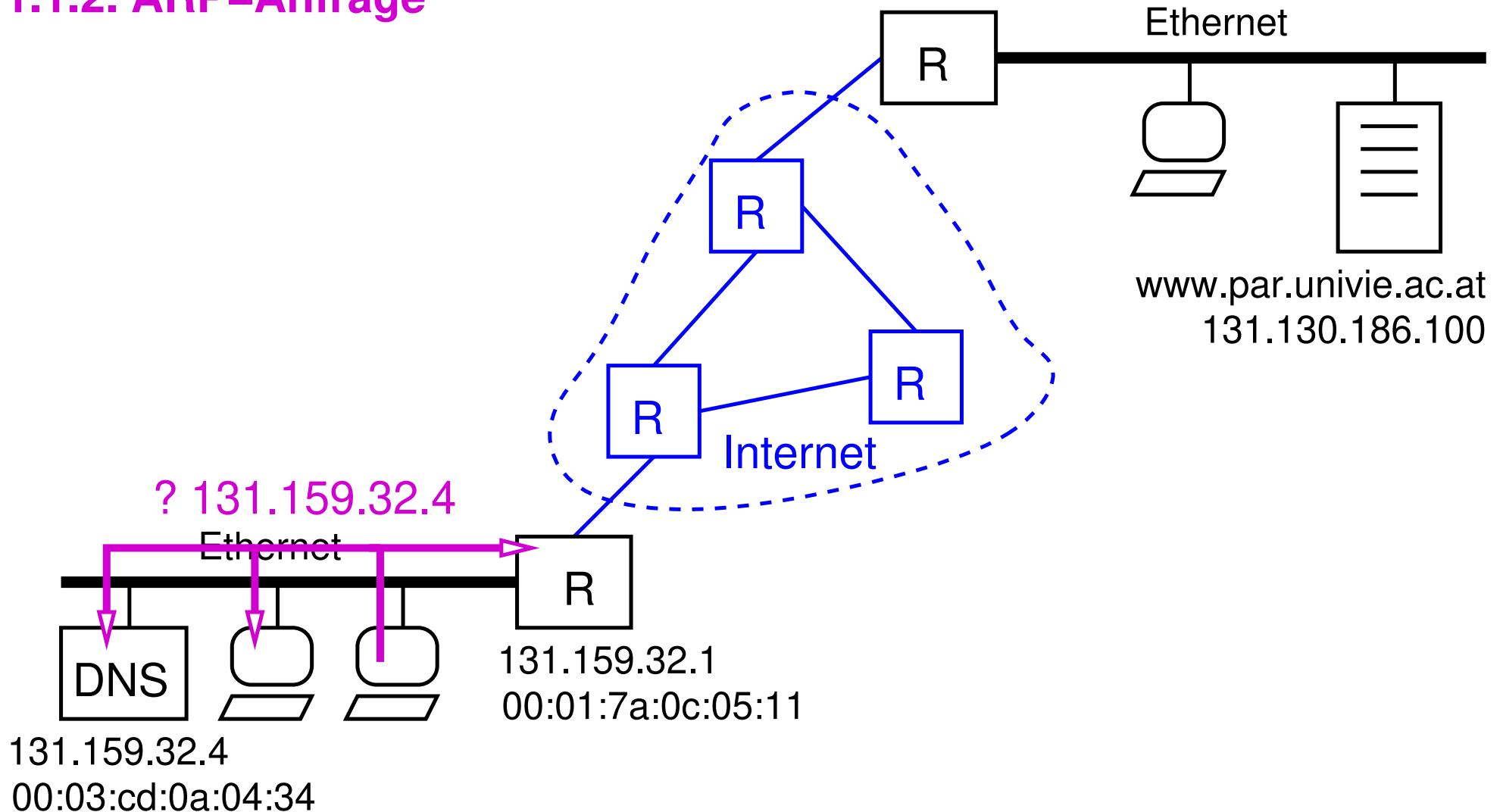
Ziel: 131.159.32.4
Host-IP: 131.159.32.128
Netzmaske: 255.255.255.0

131.159.32 = 131.159.32
→ lokales Netz



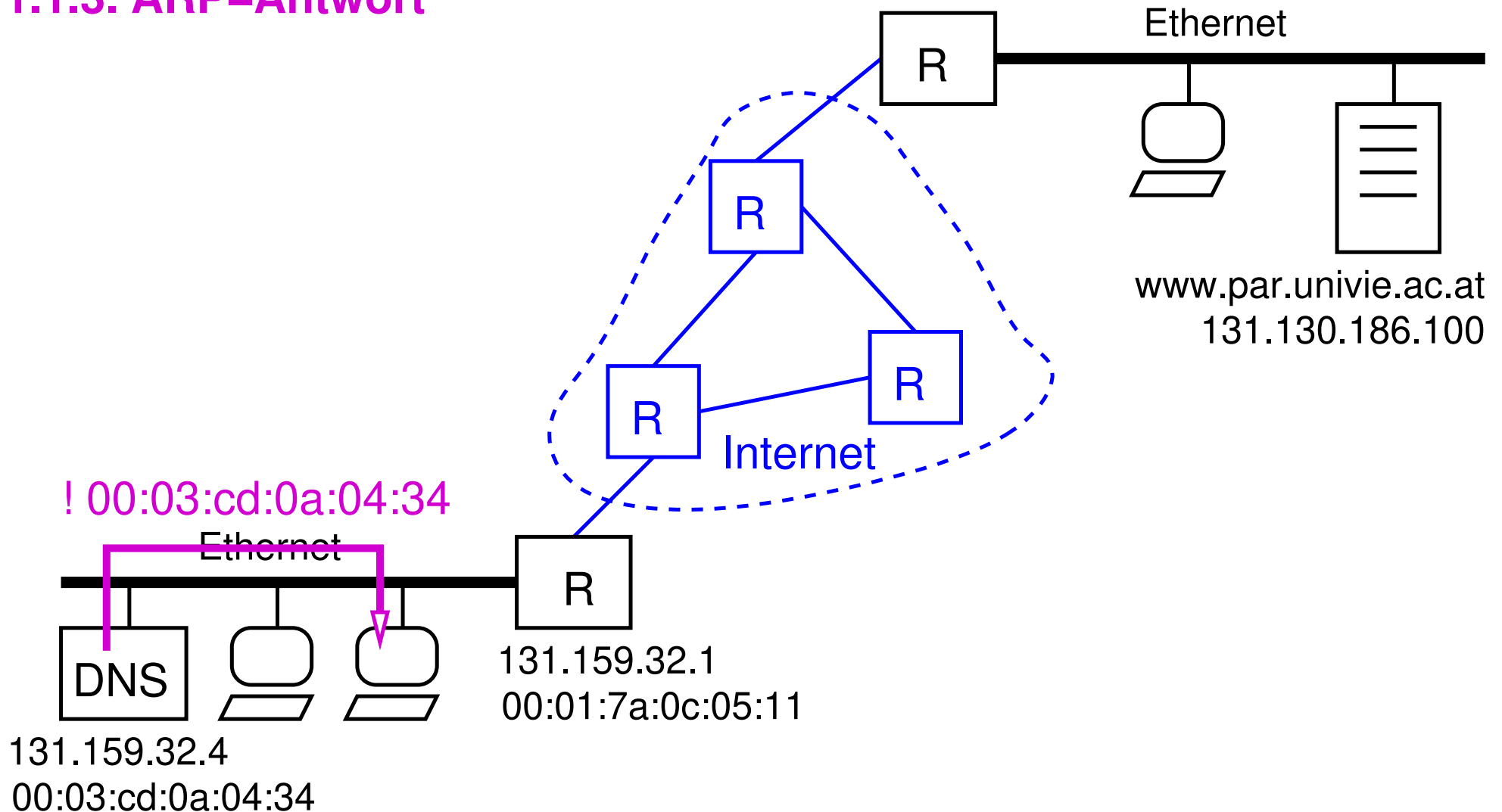
Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.2. ARP-Anfrage



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.3. ARP-Antwort

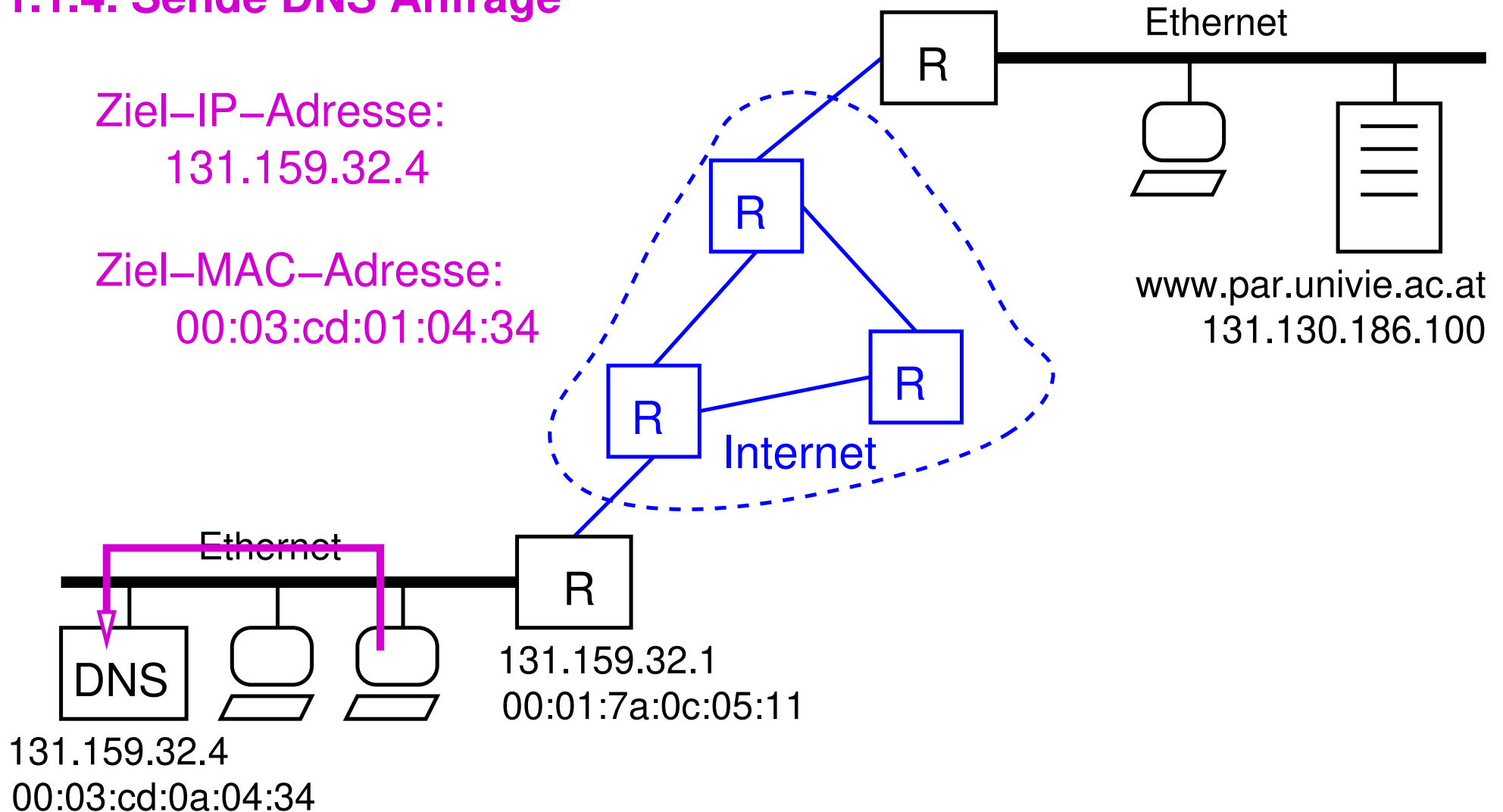


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.1.4. Sende DNS Anfrage

Ziel-IP-Adresse:
131.159.32.4

Ziel-MAC-Adresse:
00:03:cd:01:04:34

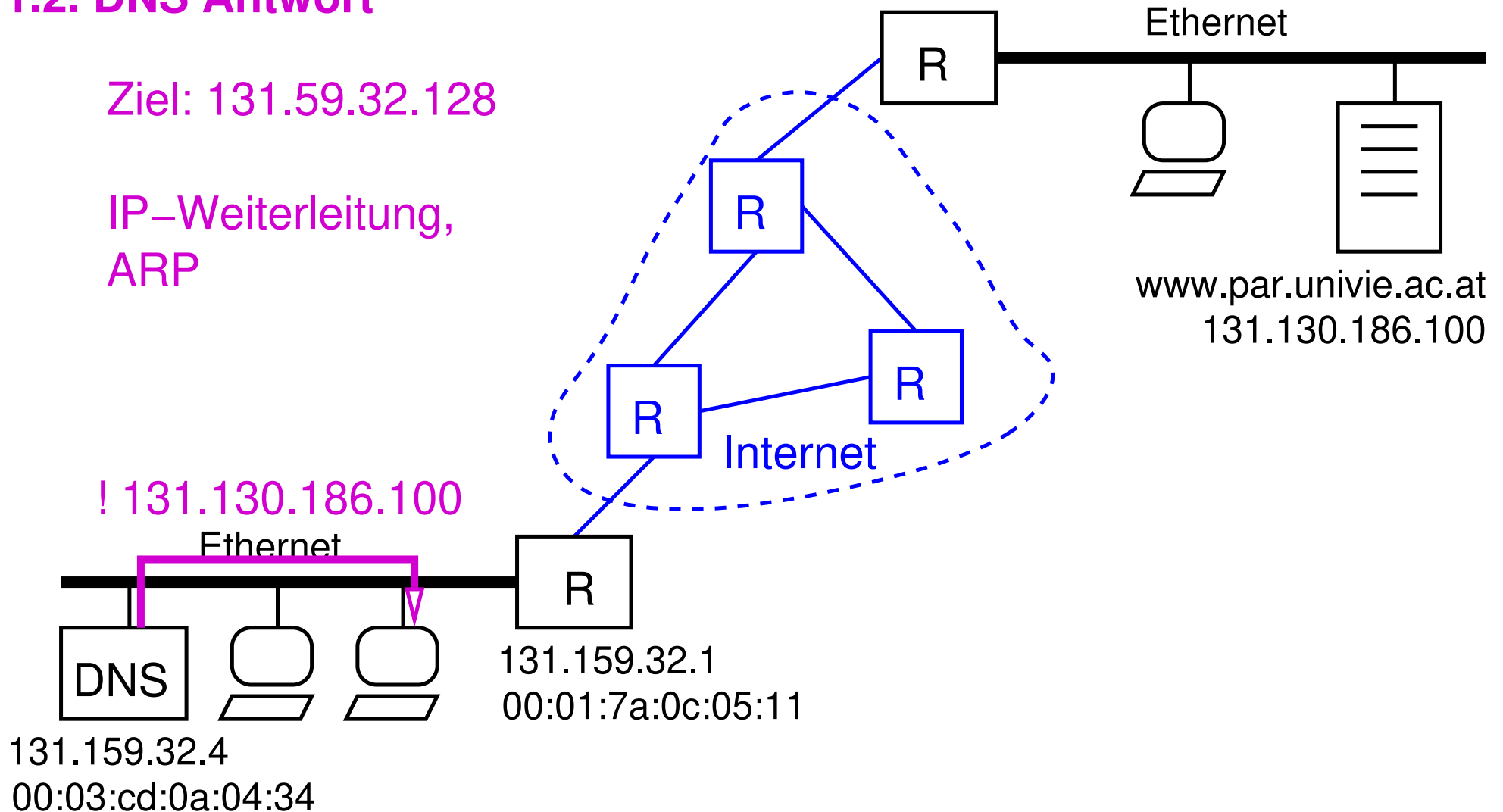


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.2. DNS Antwort

Ziel: 131.59.32.128

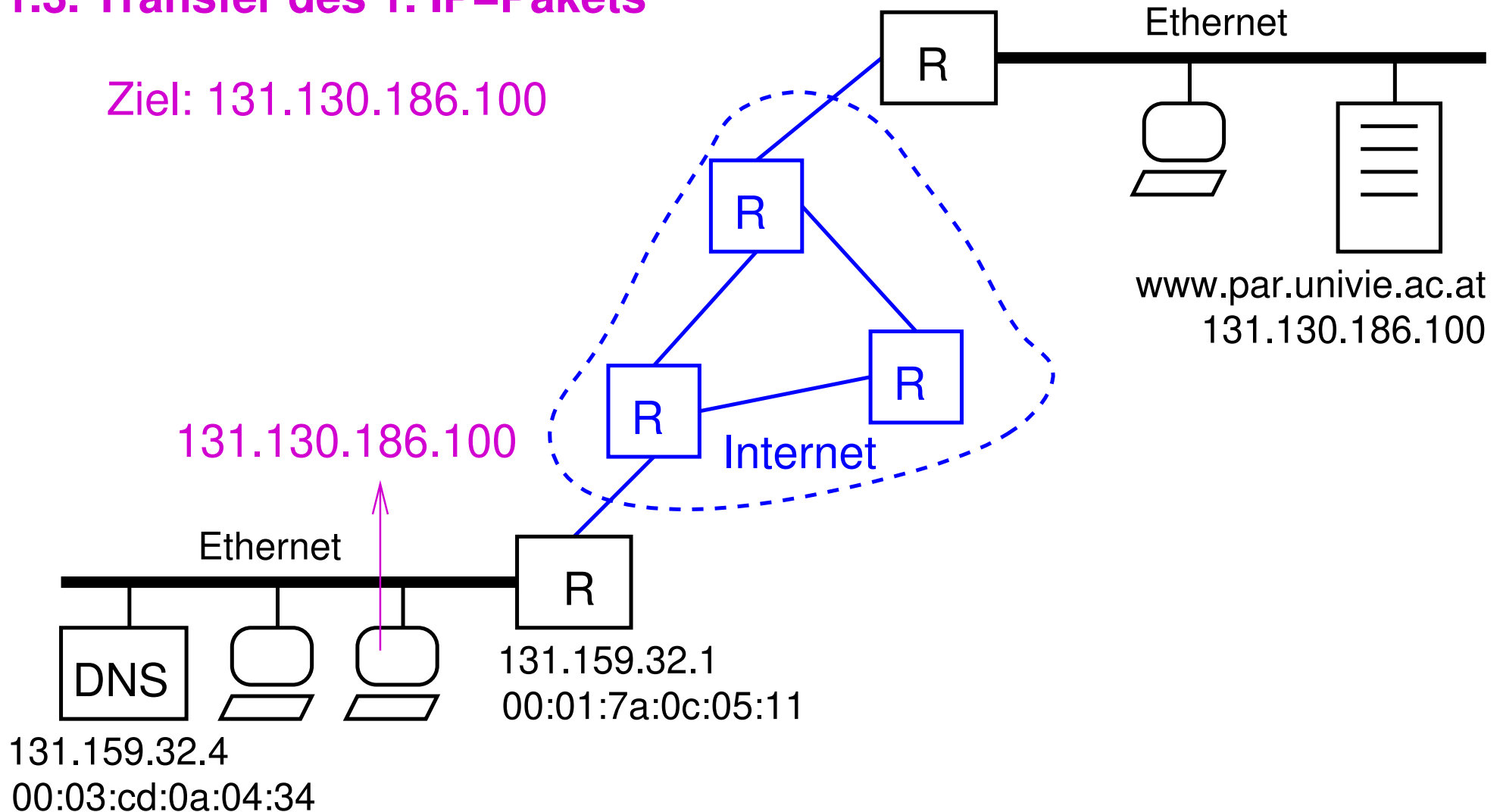
IP-Weiterleitung,
ARP



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

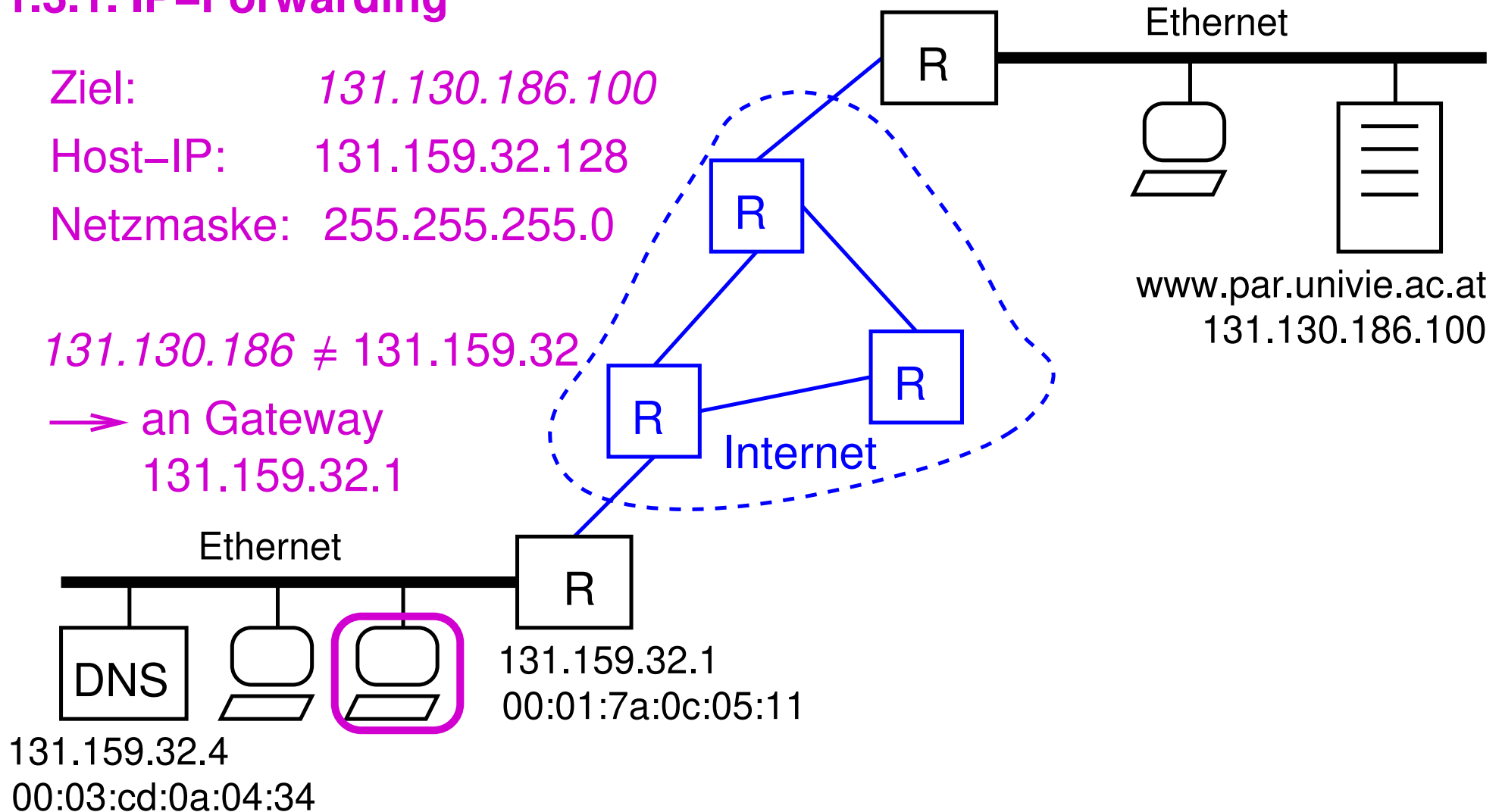
Ziel: 131.130.186.100

Host-IP: 131.159.32.128

Netzmaske: 255.255.255.0

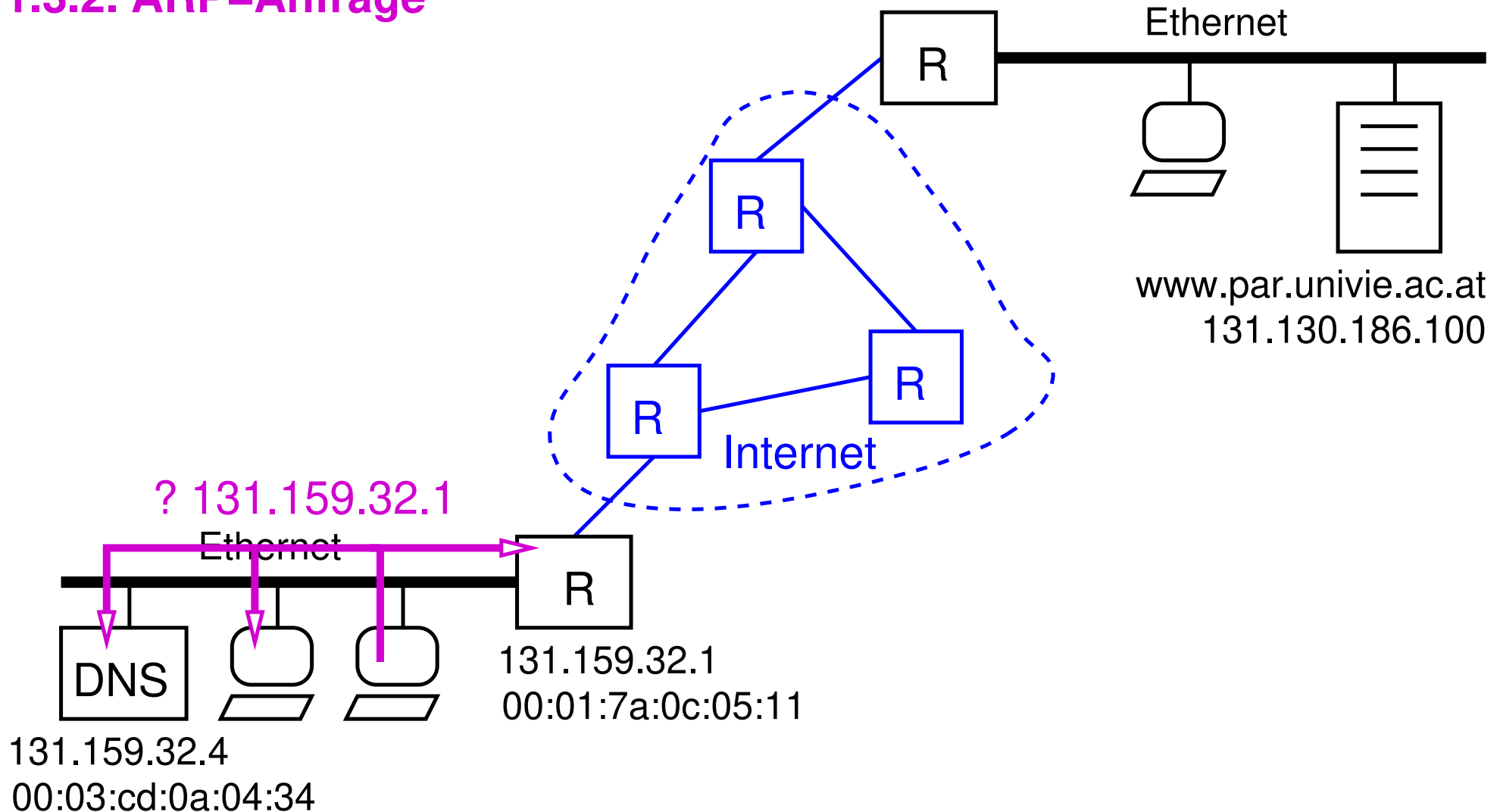
$131.130.186 \neq 131.159.32$

→ an Gateway
131.159.32.1



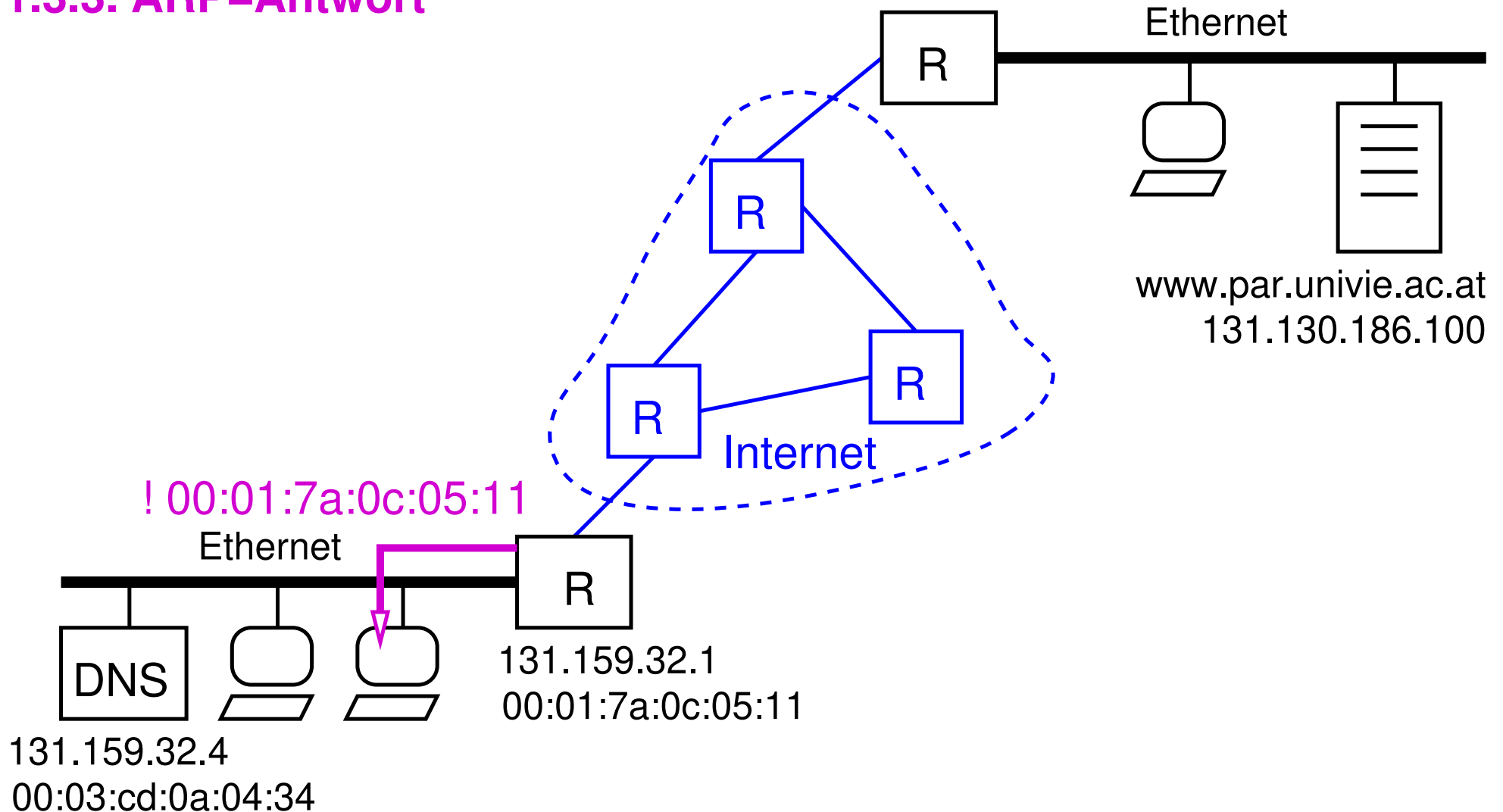
Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.2. ARP-Anfrage



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.3. ARP-Antwort

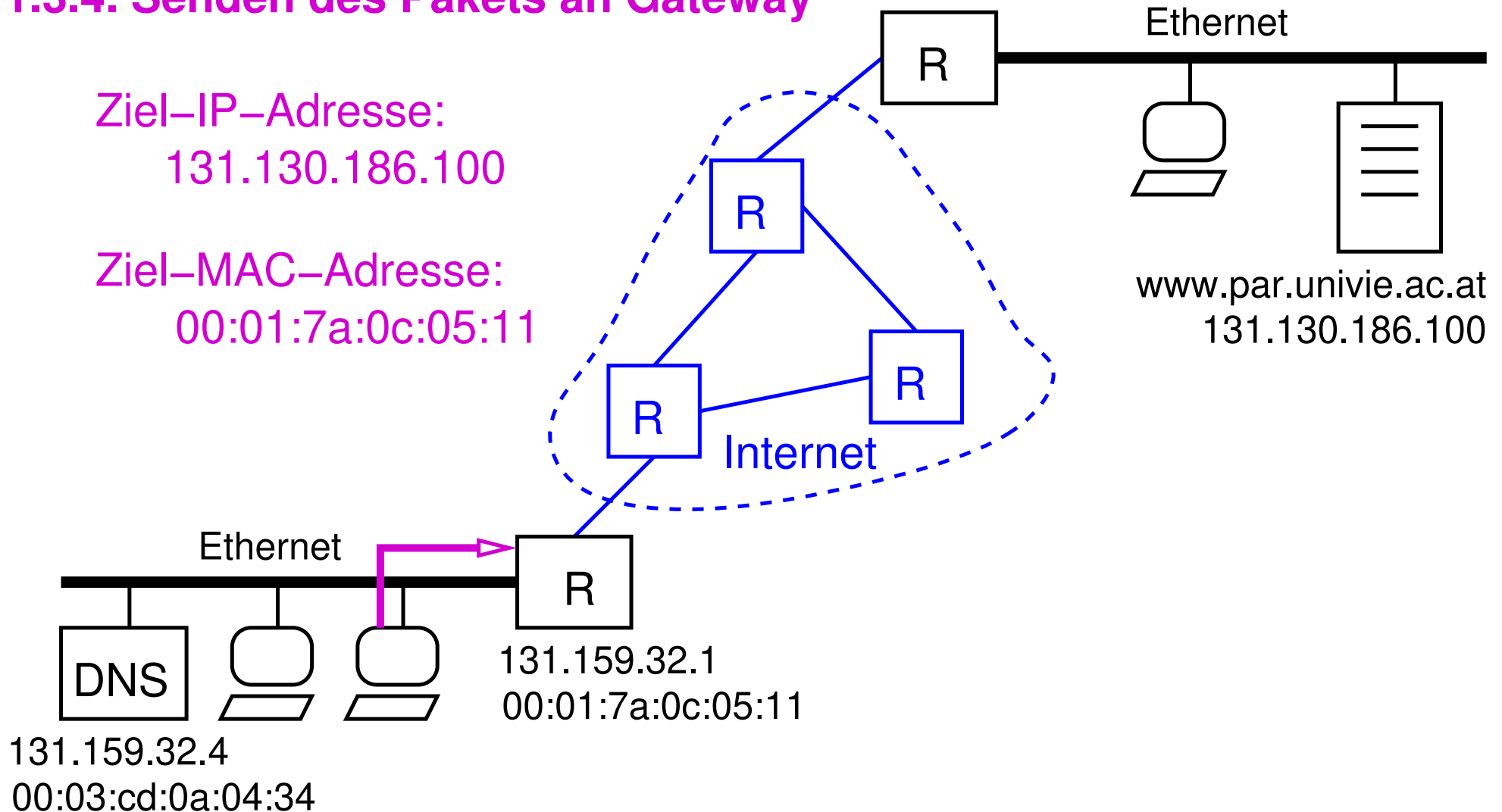


Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.3.4. Senden des Pakets an Gateway

Ziel-IP-Adresse:
131.130.186.100

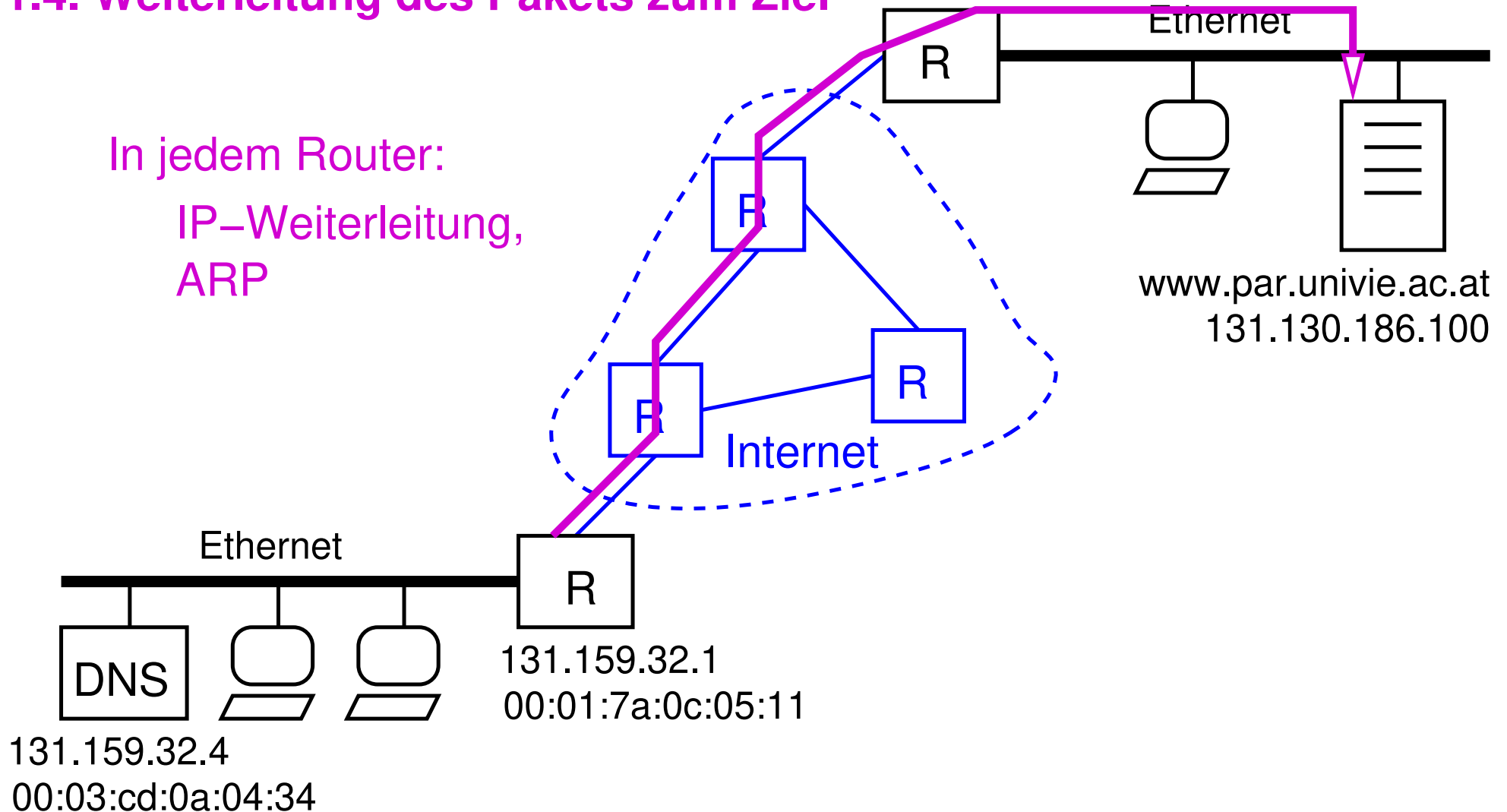
Ziel-MAC-Adresse:
00:01:7a:0c:05:11



Beispiel: Ablauf einer Web-Server-Anfrage

1.4. Weiterleitung des Pakets zum Ziel

In jedem Router:
IP-Weiterleitung,
ARP





- ➔ 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