

Rechnernetze und verteilte Systeme

Übungsblatt 3

Koenig.Noah@campus.lmu.de



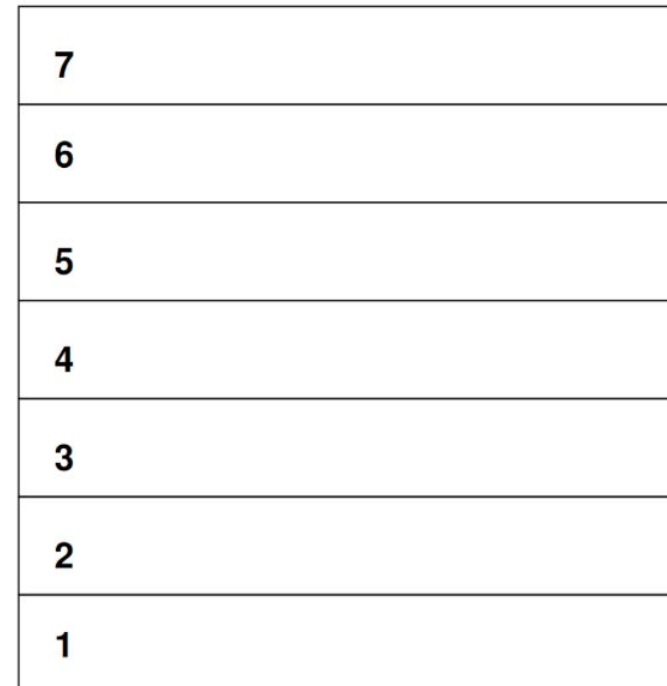
Protokollschichtung (H)

In der Vorlesung haben Sie das Konzept einer Schichtenarchitektur und diverse Modelle kennengelernt. Das Bild zeigt das Internet Referenzmodell. Daneben sehen Sie das Gerüst des ISO-OSI Referenzmodells.

Internet Modell



OSI/ISO Modell



(a) Vervollständigen Sie die Grafik des OSI-Referenzmodells.

OSI/ISO Modell

7	Anwendungsschicht	Application Layer
6	Darstellungsschicht	Presentation Layer
5	Kommunikationssteuerungsschicht / Sitzungsschicht	Session Layer
4	Transportschicht	Transport Layer
3	Vermittlungsschicht	Network Layer
2	Sicherungsschicht	Data Link Layer
1	Bitübertragungsschicht	Physical Layer

- (b) Geben Sie für jede der 7 Schichten des OSI-Referenzmodells **kurz** in 2–3 Sätzen an, welche Hauptaufgaben diese in der Datenkommunikation übernimmt. Gibt es Aufgaben, die von mehreren Schichten übernommen werden?

7 Anwendungsschicht

Application Layer

- Allgemein verwendbare Dienste werden standardisiert und als Dienste und Protokolle spezifiziert, z.B.
 - HTTP
 - FTP
 - SSH
 - SMTP
- Schicht ist “nach oben” nicht abgeschlossen (z.B. Adobe Flash nutzt Dienste der Anwendungsschicht)

6 Darstellungsschicht

Presentation Layer

- Aushandeln der konkreten Transfersyntax
- Abbilden lokale konkrete Syntax
- Zeichenkodierung (Character Encoding), z.B. UTF-8, ASCII
- Verschlüsselung

5 Kommunikationssteuerungsschicht / Session Layer Sitzungsschicht

- Session / Sitzung = temporär bestehende logische Kommunikations-Beziehung zwischen zwei Anwendungen
- Dialogführung mit Hilfe von Berechtigungstokens
- Synchronisation: Aufbau, Abbau, Definition von Wiederaufsatzpunkten bei Synchronisationsverlust

4 Transportschicht

Transport Layer

- Netzunabhängiger Transport von Nachrichten zwischen zwei Endsystemen
- Anpassung der Übertragungsqualitäten
- Splitting / Multiplexing, End-To-End-Fehlerbehandlung
- Protokollbeispiel: TCP, UDP

3 Vermittlungsschicht

Network Layer

- Zusammenschalten von Links zu einem Ende-zu-Ende-Pfad über Transitsysteme
- Wegewahl (Routing) und Vermittlung
- Protokollbeispiel: IP

2 Sicherungsschicht

Data Link Layer

- Data Circuits werden zu übertragungsartunabhängigen gesicherten Data Links / Logical Links
- Aufteilung in Media Access Control (MAC) bzw. Medium Access Layer und Logical Link Control (LLC)
- MAC: Zusammenfassung von Bits zu Blöcken/Frames und Block/Frame-Synchronisation
- LLC: Fehlererkennung und -korrektur (Prüfsummen)

1 Bitübertragungsschicht

Physical Layer

- Transparente Übertragung von Bits
- Berücksichtigung von Mediencharakteristiken
 - mechanisch: Stecker, Pin-Belegung
 - physikalisch: Signalkodierung, Modulation
 - funktionell: Bedeutung der Pin-Belegung
- Festlegung der Übertragungsart
 - analog / digital
 - synchron / asynchron
 - seriell / parallel

(c) Nennen und begründen Sie zwei Vorteile und zwei Nachteile, welche sich durch die Verwendung einer Schichtenarchitektur ergeben (im Gegensatz zu einem einzigen Protokoll für den gesamten Ablauf der Kommunikation).

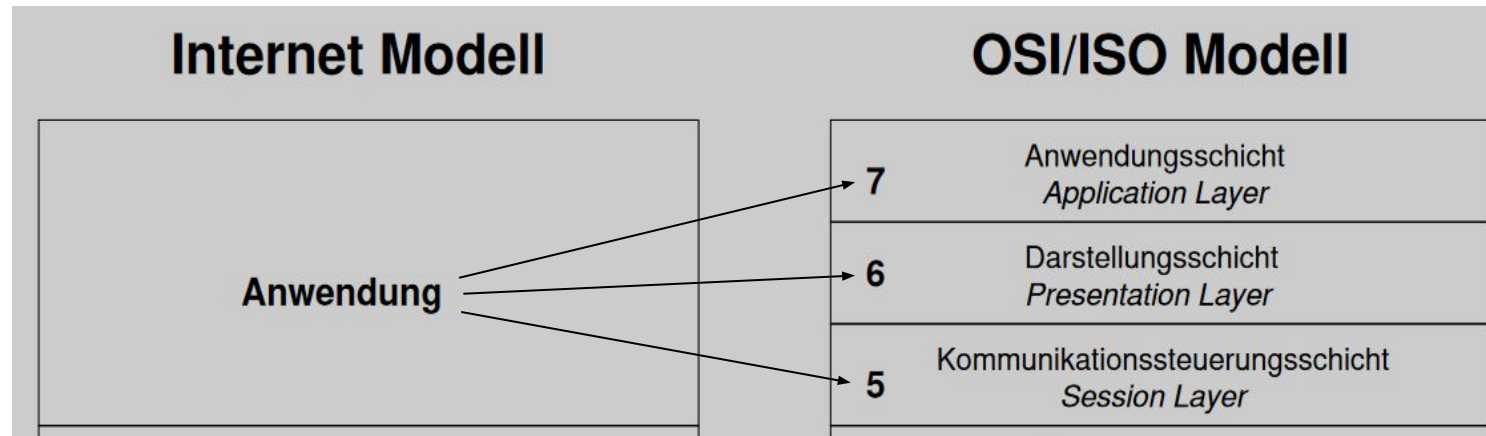
Vorteile

- Eine Schicht ist leichter zu handhaben als ein gesamtes System in Bezug auf:
 - Verständnis
 - Entwicklung
 - Fehlersuche
 - Um-/Neugestaltung
- Austausch der Implementierung einer Schicht, sofern Dienste der Nachbarschichten unverändert bleiben

Nachteile

- Doppelte Implementierungen (z.B. Fehlerkorrektur, Verschlüsselung, Kompression), wenn unbekannt ist, ob darunterliegende Schichten diese besitzen
→ Zusätzlicher Overhead
- Klare Schichtentrennung nicht möglich, wenn Informationen (z.B. Zeitstempel, Kontrollflags) einer anderen Schicht benötigt werden (*Schichtenbruch*)

- (d) Worin liegt der Unterschied zwischen der OSI- und der Internet-Anwendungsschicht? Welche Auswirkungen hat dies auf Applikationen, die sich an dem Internet Modell orientieren?



- Das Internet Modell schließt Presentation Layer und Session Layer des OSI-Modells in der Anwendungsschicht mit ein
→ Darstellung und Kommunikationssteuerung sind beim Internet Modell in Anwendungsprotokollen abgedeckt

Datenpakete in Python (H)

Gegeben sei eine Funktion mit folgender Signatur, die ein Teil eines Protokolls im ISO/OSI-Modell (und auch des Internet-Modells) der Schicht N in Python implementiert. Sie verschickt **bytes** an einen in **addr_tuple** spezifizierten Empfänger.

Hinweis: Der Aufruf könnte äquivalent auch in anderen Programmiersprachen erfolgen. Python wurde wegen der einfachen Syntax gewählt.

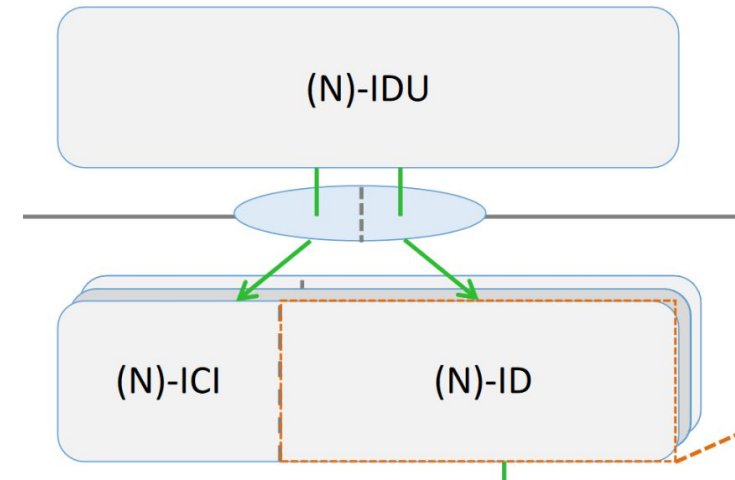
```
def sendto(bytes, addr_tuple)
```

Das folgende Beispiel zeigt einen Aufruf der Funktion. Die Funktion **bytes** erzeugt ein (in diesem Fall 5 Byte langes) Byte-Array aus dem übergebenen Array.

```
msg = bytes([0x48, 0x65, 0x6c, 0x6c, 0x6f])  
recipient = ("192.168.1.135", 6243)  
sendto(msg, recipient)
```


- (a) Interpretieren Sie die an `sendto` übergebenen Argumente als Nutzdaten und Steuerinformationen. Ordnen Sie die Dateneinheiten aus dem Schema der Vorlesung entsprechend zu.

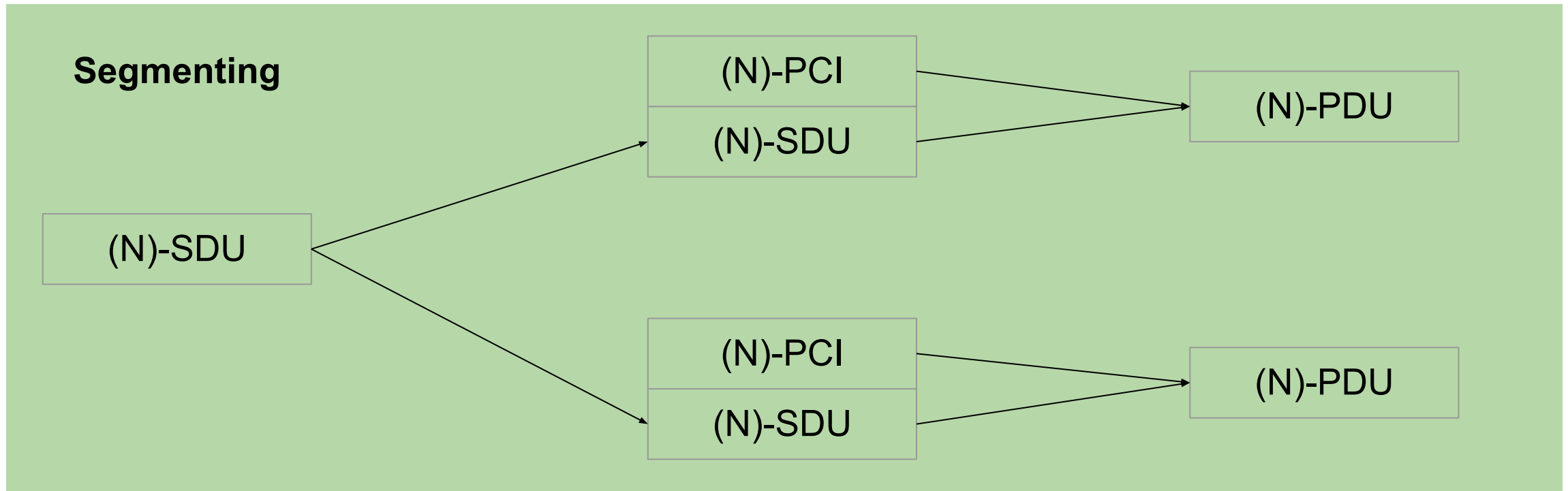
(N)-ICI (Steuerinformation) → recipient / addr_tuple
(N)-ID (Nutzdaten) → msg
(N)-IDU → msg + recipient



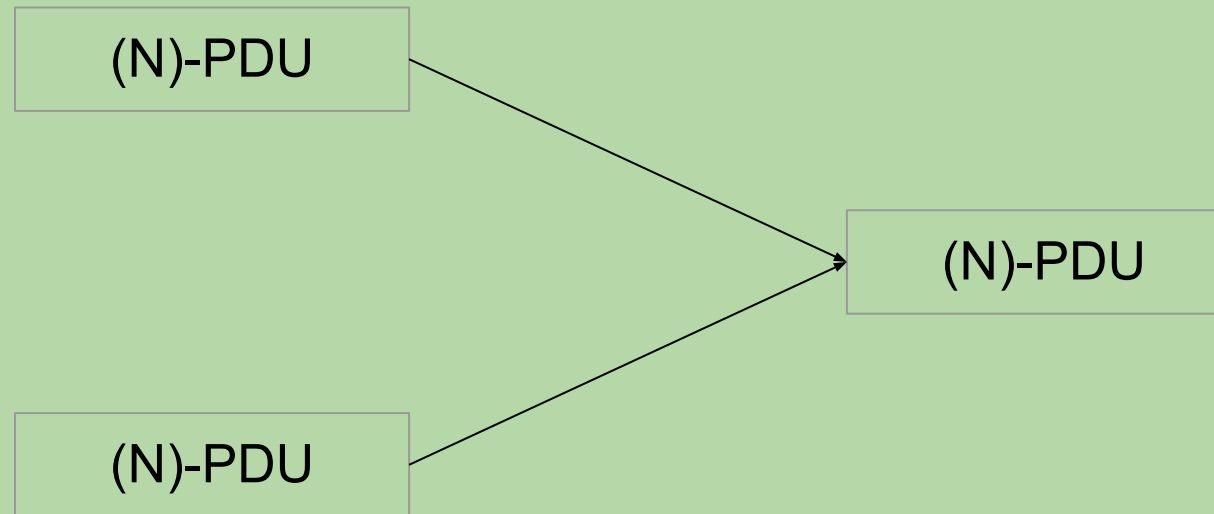
- (b) Welche Aussage können Sie über die (N)-PDU treffen?

Keine: Wie die Schicht N ihre PDU aus den erhaltenen Informationen erzeugt, ist hier nicht definiert

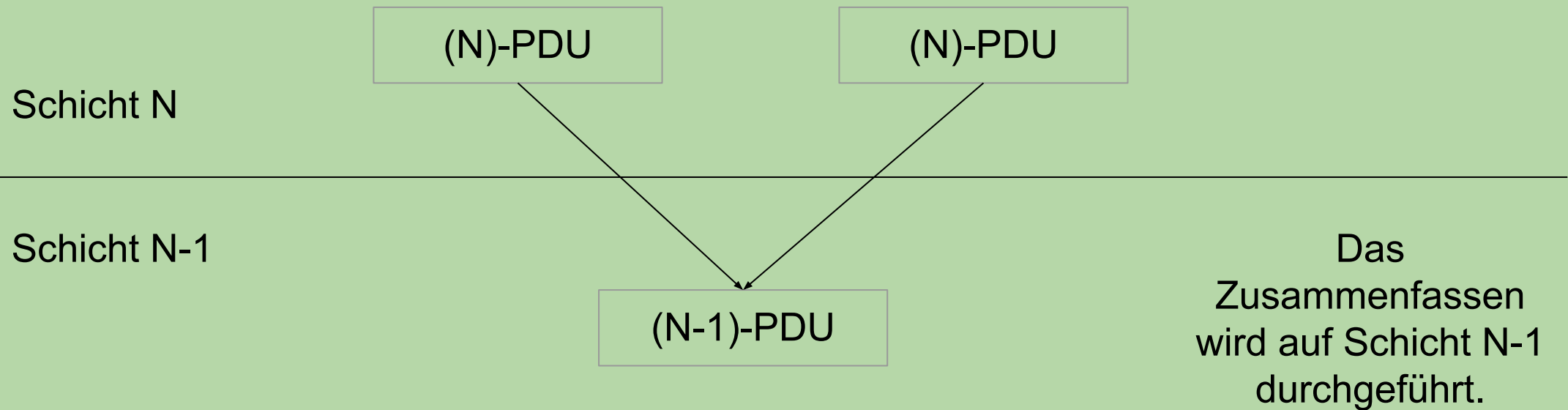
- (c) Die $(N + 1)$ -PDU ist in der Variable `msg` gespeichert. Wie kann sie durch die aus der Vorlesung bekannten Abbildungen zwischen Datenblöcken auf Schicht N bearbeitet werden?



Blocking



Concatenation



- (d) Dekodieren Sie die Nachricht in `bytes` unter Verwendung der ASCII-Kodierung.
Hinweis: Das Dekodieren per Hand erleichtern sog. ASCII-Tabellen.

0x = Hexadezimalpräfix

0x48	→	48	→	H
0x65	→	65	→	e
0x6c	→	6c	→	l
0x6c	→	6c	→	l
0x6f	→	6f	→	o

ISO/OSI- und Internetmodell: Kritik

Das ISO/OSI-Referenzmodell steht seit der Veröffentlichung 1984 immer wieder in der Kritik, was aus E-Mail-Archiven in früheren *Newsgroups* hervorgeht. Eine interessante FAQ von 1994, in der die Motivation von ISO/OSI sowie auch eine kritische Debatte im Vergleich zum TCP/IP Referenzmodell aufgeführt werden, finden Sie unter folgenden Link:

<https://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/osi-faq.txt>

Lesen Sie dieses Dokument und richten Sie ihren Fokus vor allem auf die folgenden Unterkapitel:

1. What is OSI?
2. What is the OSI reference model?
3. How are OSI and TCP/IP related?
4. Which is better: TCP/IP or OSI?
5. OSI criticism

(a) Welche Schichten sind in ISO/OSI besonderes umstritten? Warum?

- Session und Presentation Layer sollten Teil der Anwendungsschicht sein
- Dokumente, die diese Schichten beschreiben, sind laut Kritik schwierig zu verstehen

(b) Was sind die wesentlichen Kritikpunkte von ISO/OSI im Vergleich zum Internetmodell?

- OSI Protokolle wurden nicht im Feld getestet, bevor sie standardisiert wurden
- OSI-Standards sind im Vergleich zu Internet-Standards und RFCs teuer, wenn man sie lesen möchte
- Zu komplex und zu viele Schichten (siehe (a))
- Wenig Flexibilität bei starrer Anwendung → Im Internet gibt es oft Schichtenbrüche wegen Effizienz
- Zwei inkompatible Protokolle (CLNP und X.25) in der Vermittlungsschicht erschweren die Entwicklung eines globalen Netzwerkes
- Verbindungslose Vermittlungsschicht ist laut Experten überlegen

Historischer Kontext: Heute hat sich das Internetmodell durchgesetzt, damals (1994) war das nicht klar.

(c) Was ist aus Ihrer Sicht der Wert des ISO/OSI Modells?

- Saubere Abstraktion
- Kapselung von Netz-Problemen in Teilbereiche
→ Probleme können einzeln analysiert und gelöst werden
- Beliebt in der Lehre, da spezielle Schichten mit Aufgaben betrachtet werden können

(d) Welches Modell sollte Ihrer Meinung nach vornehmlich gelehrt werden?

Einführung in textbasiertes Arbeiten mit Linux

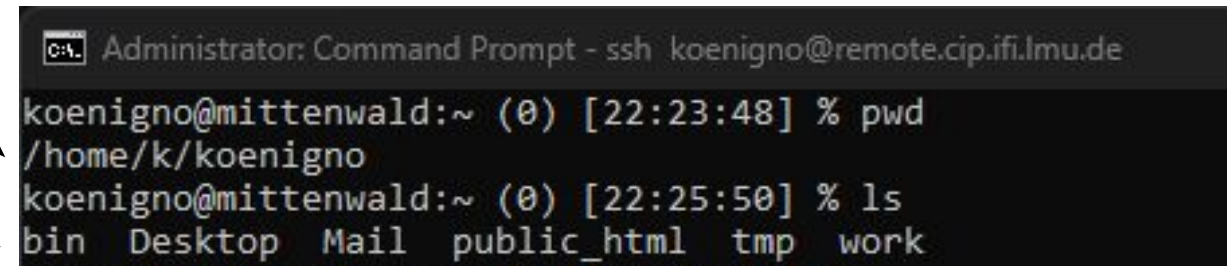
Linux bietet eine Vielzahl an Programmen, die der praktischen Veranschaulichung der in der Vorlesung vermittelten Inhalte dienen. Im Rahmen dieser Aufgaben lernen Sie grundlegende Tools kennen.

Falls noch nicht geschehen, machen Sie sich daher mit dem grundlegenden Umgang der Kommandozeile unter Linux vertraut.

(a) i.

pwd → **print working directory**
absoluter Pfad des Home-Verzeichnis

ls → **list**
listet Inhalt (Ordner und Dateien)



```
Administrator: Command Prompt - ssh koenigno@remote.cip.ifi.lmu.de
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:23:48] % pwd
/home/k/koenigno
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:25:50] % ls
bin Desktop Mail public_html tmp work
```


(a) ii.

```
C:\> Administrator: Command Prompt - ssh koenigno@remote.cip.ifi.lmu.de
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:34:42] % cd /
koenigno@mittenwald:/ (0) [22:34:49] % cd home
koenigno@mittenwald:/home (0) [22:35:06] % cd k
koenigno@mittenwald:/home/k (0) [22:35:09] % cd koenigno
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:35:16] %
```

cd	→ change directory
cd /	→ Home-Verzeichnis
cd ..	→ Überordner
cd <path>	→ Ordner Pfad, absolut oder relativ

- (a) iii. **man** → **manual**
Dokumentation zu Befehlen, z.B. *man man*
- iv. **ls -a** → **list all**
listet auch versteckte Inhalte, beginnend mit .

```
Administrator: Command Prompt - ssh koenigno@remote.cip.ifi.lmu.de
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:48:37] % ls -a
.      .cache  Desktop .history .login   .profile .thunderbird .xscreensaver .zshrc
..     .config .dmrc   .kde     Mail    public_html tmp          .zcompdump
.bashrc .cpan   .exrc   .links2  .mailrc .pulse    work        .zlogin
bin    .cshrc  .grip   .local   .mozilla .rbg      .Xdefaults  .zshenv
koenigno@mittenwald:~ (0) [22:48:43] %
```

- (b) i. Roundtrip Delay (RTD) oder Roundtripe Time (RTT) gibt die Zeit an, die ein Signal benötigt, um von der Quelle zum Ziel zu reisen inklusive Bestätigung vom Ziel zur Quelle.
- ii. Befehl-Syntax: **ping -c 10 -s 100 -i 2 www.nm.ifi.lmu.de**
- c → count
 - s → packet size in byte
 - i → interval in seconds

(b) iii.

```
Administrator: Command Prompt - ssh koenigno@remote.cip.lmu.de
koenigno@mittenwald:~ (0) [23:10:15] % ping -c 10 -s 100 -i 2 www.nm.ifi.lmu.de
PING lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28) 100(128) bytes of data.
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=1 ttl=62 time=0.627 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=2 ttl=62 time=0.756 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=3 ttl=62 time=0.540 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=4 ttl=62 time=0.669 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=5 ttl=62 time=0.481 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=6 ttl=62 time=0.603 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=7 ttl=62 time=0.584 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=8 ttl=62 time=0.646 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=9 ttl=62 time=0.645 ms
108 bytes from lxnm08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28): icmp_seq=10 ttl=62 time=0.559 ms

--- lxnm08.nm.ifi.lmu.de ping statistics ---
10 packets transmitted, 10 received, 0% packet loss, time 18132ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.481/0.611/0.756/0.072 ms
```

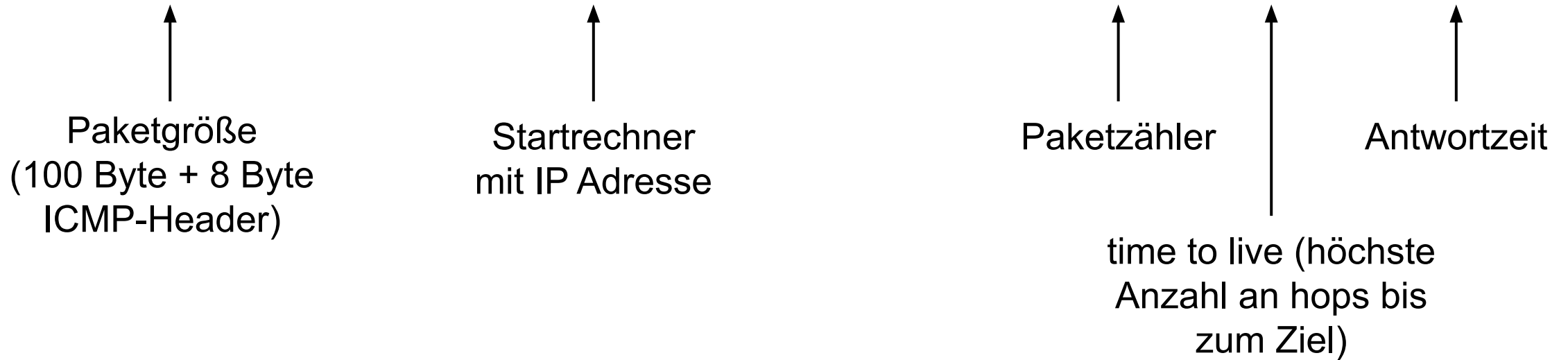
(b) iii. PING lxn08.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28) 100(128) bytes of data

↑
ping-Befehl

↑
Startrechner
mit IP Adresse

↑
Paketgröße

→ **Programm informiert Benutzer über Anfragen, die es stellen wird**



(c)

```
Command Prompt - ssh koen X + v
koenigno@nittenau:~ (0) [10:44:23] % traceroute www.nm.ifi.lmu.de
traceroute to www.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28), 30 hops max, 60 byte packets
 1  _gateway (141.84.220.254)  0.805 ms  1.126 ms  1.387 ms
 2  gw0.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.129)  0.338 ms  0.315 ms  0.288 ms
 3  * * *
 4  * * *
 5  * * *
 6  * * *
 7  * * *
 8  * * *
 9  * * *
10  * * *
11  * * *
12  * * *
13  * * *
```

Keine rechtzeitige Antwort, womöglich blockiert Firewall den traceroute-Befehl

(c) i. `traceroute` to `www.nm.ifi.lmu.de (141.84.218.28)`, 30 hops max, 60 byte packages

↑
traceroute-Befehl

↑
Zielrechner
mit IP Adresse

↑
maximale Anzahl
erlaubter hops

↑
Paketgröße

→ **Programm informiert Benutzer über den Zielrechner,
zu dem der Pfad ermittelt wird**

(c) ii. 1 _gateway (141.84.220.254) 0.723 ms 0.966 ms 1.226 ms



hop Nr.



Name des Routers /
Gateways mit IP Adresse



RTD der “gleichzeitig”
versendeten Nachrichten
(3 Nachrichten bieten
genauere Messung)

(c) iii.

- Veränderung auf dem bekannten Pfad (z.B. Ausfall oder Erweiterung)
- falscher / ungültiger Eintrag in der Routingtabelle (Routing-Schleife)