

**Klausur:** Rechnernetze Sommersemester 2021  
**Datum und Uhrzeit:** 17.09.2021 09:30 Uhr  
**Prüfungsdauer:** 90 Minuten  
**Raum:** Audimax  
**Erlaubte Hilfsmittel:** Keine außer Schreibmaterial  
**Prüfer:** Prof. Dr. Christian Schindelhauer

---

**Nachname:** .....  
**Vorname:** .....  
**Matrikelnummer:** .....  
**Fach:** ☐ Informatik ☐ ESE ☐ sonstiges  
**Studiengang:** ☐ Bachelor ☐ Master ☐ Lehramt ☐ sonstiges  
**Unterschrift:** .....

---

#### ANMERKUNGEN

- Füllen Sie den oberen Teil dieses Deckblatt vollständig aus.
- Zusätzliche Blätter sind mit Namen und Matrikelnummer zu versehen.
- Mobiltelefone müssen ausgeschaltet sein.

#### PRÜFUNGSUNFÄHIGKEIT

**Durch den Antritt dieser Prüfung erklären Sie sich für prüfungsfähig.** Sollten Sie sich während der Prüfung nicht prüfungsfähig fühlen, können Sie aus gesundheitlichen Gründen von dieser auch währenddessen zurücktreten. Bitte informieren Sie in diesem Fall zuerst das Aufsichtspersonal, verlassen Sie dann die Prüfung und gehen Sie unverzüglich zum Arzt. Gemäß der Prüfungsordnungen sind Sie verpflichtet, die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe unverzüglich (innerhalb von drei Tagen) dem Prüfungsamt durch ein Attest mit der Angabe der Symptome schriftlich anzuzeigen und glaubhaft zu machen. Weitere Informationen hierzu entnehmen Sie der Internetseite des Prüfungsamtes.

#### TÄUSCHUNG/STÖRUNG

Sofern Sie versuchen, während der Prüfung das Ergebnis ihrer Prüfungsleistung durch Täuschung (Abschreiben ...) oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel (Skript, Mobiltelefon, Zeppelin, ...) zu beeinflussen, wird die betreffende Prüfungsleistung mit „nicht ausreichend“ (5,0) und dem Vermerk „Täuschung“ bewertet. Als Versuch gilt bei schriftlichen Prüfungen und Studienleistungen bereits der Besitz nicht zugelassener Hilfsmittel während und nach der Ausgabe der Prüfungsaufgaben.

Sollten Sie den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung stören, werden Sie vom Prüfer/Aufsichtsführenden von der Fortsetzung der Prüfung ausgeschlossen. Die Prüfung wird mit „nicht ausreichend“ (5,0) mit dem Vermerk „Störung“ bewertet.

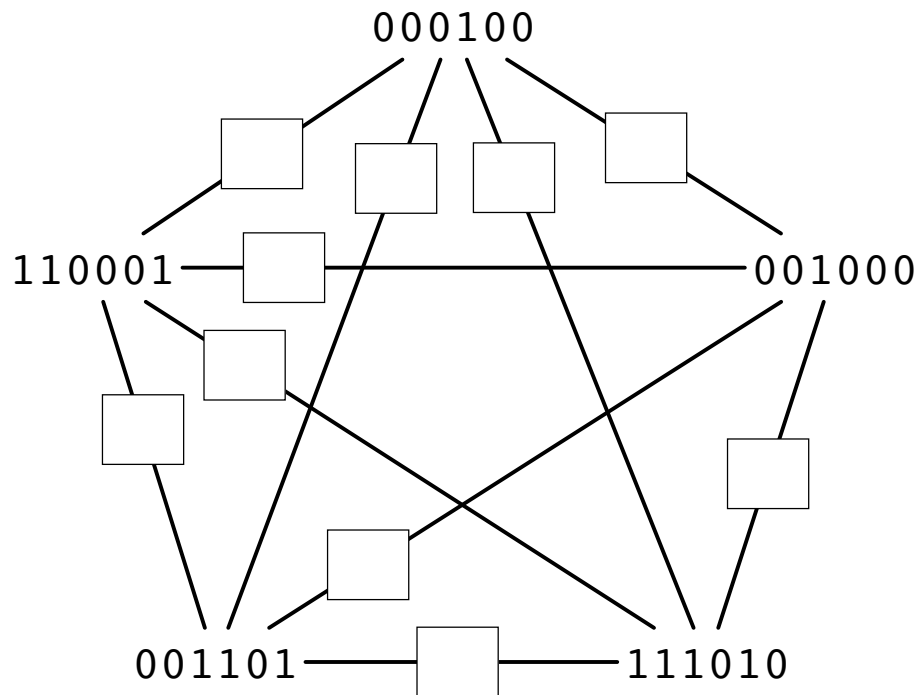
	Max. Anzahl Punkte	Erreichte Punkte	Bemerkung
Aufgabe 1	23		
Aufgabe 2	24		
Aufgabe 3	16		
Aufgabe 4	16		
Aufgabe 5	11		
Summe	90		

**Note:** .....  
**Klausur eingesehen am:** .....  
**Unterschrift des Prüfers:** .....

## Aufgabe 1: Hamming-Abstand

[23 Punkte]

- (a) [10 Punkte] Betrachten Sie das Codebuch  $C = \{000100, 001000, 111010, 001101, 110001\}$ . Geben Sie die Hamming-Abstände in folgender Grafik ein.



- (b) [2 Punkte] Der Hamming-Abstand von  $C$  ist :

- (c) [6 Punkte] Sie empfangen die Wörter (000000, 111010, 111111). Geben Sie die nächsten Wörter aus  $C$  jeweils in der Tabelle an und kreuzen Sie an, ob Fehler erkannt werden und wie falls möglich korrigiert werden können.

Empfangenes Wort	Wörter in $C$ mit minimalem Hamming-Abstand	Abstand	Fehler erkannt? (ja/nein)	Falls Fehler, korrigierbar?	Korrigiertes Wort (wenn möglich)
000000					
111010					
111111					

(d) [2 Punkte] Jetzt wird das Codebuch reduziert auf  $C' = \{000100, 111010, 110001\}$ . Der Hamming-Abstand von  $C'$  ist :

(e) [3 Punkte] Sie empfangen wieder die Wörter (000000, 111010, 111111). Geben Sie die nächsten Wörter aus  $C'$  jeweils in der Tabelle an und kreuzen Sie an, ob Fehler erkannt werden und wie, falls möglich, korrigiert werden können.

Empfangenes Wort	Wörter in $C'$ mit minimalem Hamming-Abstand	Abstand	Fehler erkannt? (ja/nein)	Falls Fehler, korrigierbar?	Korrigiertes Wort (wenn möglich)
000000					
111010					
111111					

**[24 Punkte]**

(a) [8 Punkte] Berechnen Sie den 4-Bit-CRC für das Generatorpolynom  $g(x) = x^4 + x^3 + 1$  und die Eingabe 11101100.

[illegible]

(b) [4 Punkte] Geben Sie eine andere Eingabe an, die denselben 4-Bit-CRC hat (d.h. deren letzten vier Bits mit Ihren errechneten Wert übereinstimmen).

--	--	--	--	--	--	--	--

(c) [2 Punkte] Das Polynom  $x^4 + x^3 + 1$  ist irreduzibel.

☐ Ja

☐ Nein

(d) [10 Punkte] Belegen Sie diese Aussage, ob das Polynom  $x^4 + x^3 + 1$  ist (Hinweis:  $x$ ,  $x + 1$  und  $x^2 + x + 1$  sind die einzigen irreduziblen Polynome von Grad 1 und 2).

### Aufgabe 3: Datenbanken/Databases

[16 Punkte]

Betrachten Sie die folgenden selbsterklärenden Relationen *Lehrkraft* und *Kurse* einer Datenbank.

Lehrkraft			Kurse		
<u>LNum</u>	Vorname	Nachname	<u>LNum</u>	<u>Fach</u>	<u>Semester</u>
1	Wilfried	Weis	1	Rechnernetze	WS20
2	Sabine	Schlau	1	Rechnernetze	WS19
3	Katy	Klug	2	Betriebssysteme	WS17
			2	System Design Project	WS19
			3	Algorithmentheorie	WS20

- (a) [6 Punkte] Welches Ergebnis liefert folgende SQL-Anfrage für diese Instanz?

```
SELECT Lehrkraft.Vorname, Kurse.Semester
FROM Kurse, Lehrkraft
WHERE Kurse.LNum = Lehrkraft.LNum
```

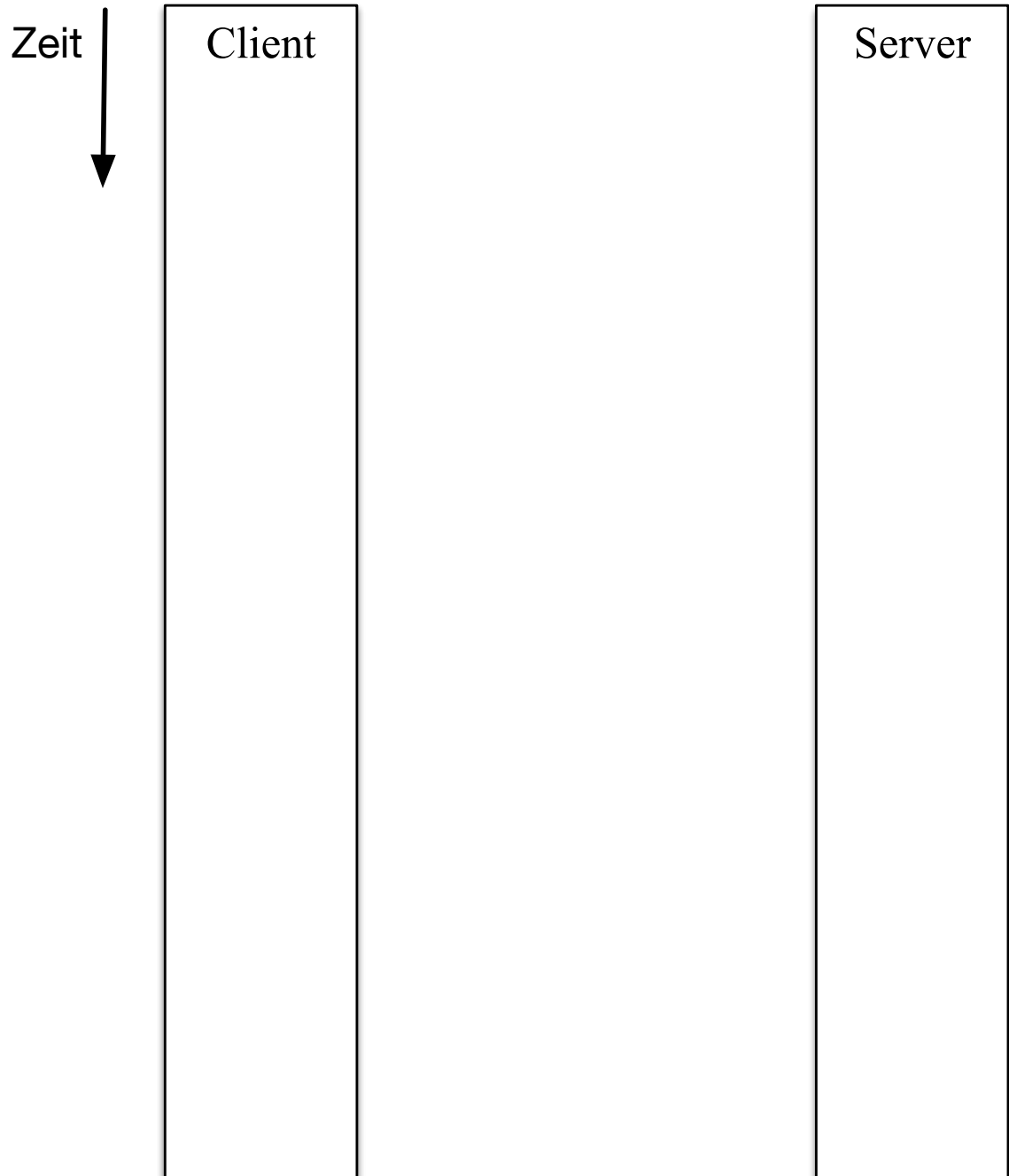
- (b) [5 Punkte] Beschreiben Sie die Anfrage mit einem Ausdruck aus der Relationenalgebra!

- (c) [5 Punkte] Schreiben Sie eine SQL-Anfrage, welche die Semester aus *Kurse* ausgibt, in denen Wilfried **keine** Vorlesungen anbietet!

#### Aufgabe 4: TCP Verbindungsaufbau/Verbindungsende

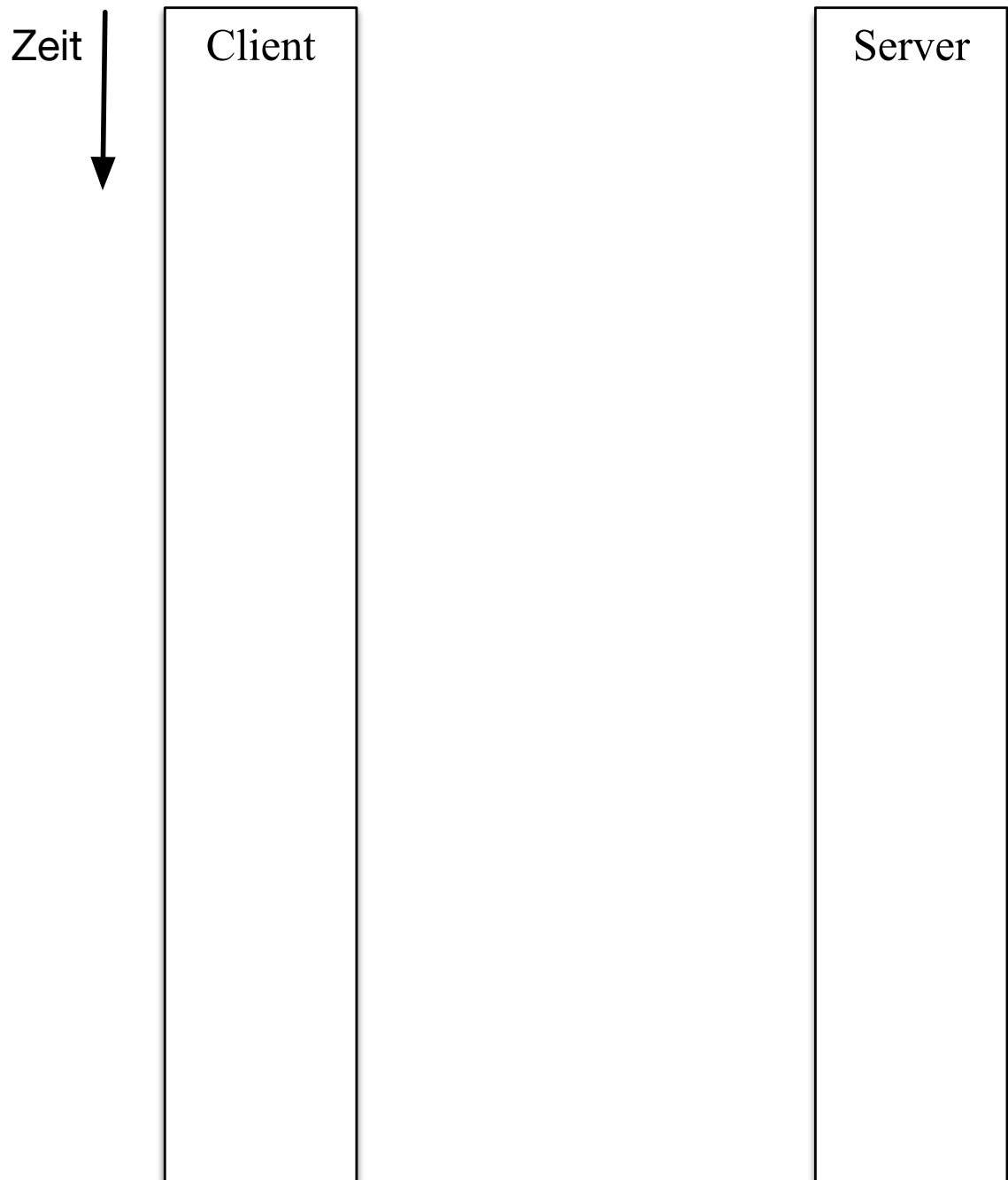
[16 Punkte]

- (a) [4 Punkte] Zeichnen Sie in das Schaubild alle notwendigen TCP-Segmente zwischen Client und Server zur **Verbindungsaufnahme** ein. Fügen Sie die notwendigen Flagbits und die Sequence-Numbers und Acknowledge-Numbers für geeignete (von Null verschiedene) Werte an.

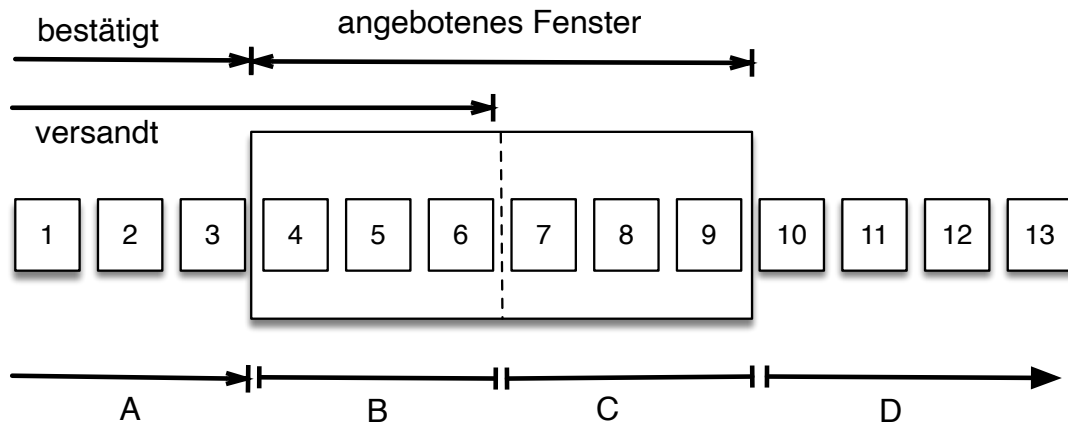




- (b) [4 Punkte] Zeichnen Sie in das Schaubild alle notwendigen TCP-Segmente zwischen Client und Server zum vollständigen **Verbindungsende** ein. Fügen Sie die notwendigen Flag-bits und die Sequence-Numbers und Acknowledge-Numbers für geeignete (von Null verschiedene) Werte an. Das Verbindungsende wird **vom Server** eingeleitet.



Betrachten Sie die nummerierten Bytes 1, 2, ... 13, die über TCP verschickt werden. Das vom Empfänger angebotene Fenster ist wie unten dargestellt. Die ersten sechs Bytes sind schon bestätigt.



- (c) [2 Punkte] Aus welchen Bereich(en) können noch Bytes versendet werden?

- (d) [2 Punkte] Welche Fenstergröße muss vom Empfänger angeboten werden, wenn alle ausstehenden Pakete bestätigt werden und sich das Fenster nicht verschieben soll?

- (e) [4 Punkte] Welchen Einfluss hat das *congestion window* auf den Fenstermechanismus von TCP?

## Aufgabe 5: Binary-Exponential-Backoff

[11 Punkte]

Betrachten Sie für Slotted ALOHA drei Pakete, die zum Zeitpunkt 0 ankommen und kollidieren.

- (a) [6 Punkte] Simulieren Sie Binary-Exponential-Backoff. Verwenden Sie folgende Zufallszahlen und markieren Sie alle Zeitslots mit Kollisionen.

Runde	1	2	3	4
Paket 1	0	3	6	2
Paket 2	1	3	3	5
Paket 3	0	1	5	3
Paket 4	1	2	4	5

	Kol- lision													
Paket 1														
Paket 2														
Paket 3														
Paket 4														
Slots/Zeit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

- (b) [2 Punkte] Wie viele Runden sind höchstens Fall (best-case) notwendig, um mit Binary-Exponential-Backoff eine Kollision von vier Paketen aufzulösen?

- (c) [3 Punkte] Geben Sie eine optimale Lösung an und die verwendeten Zufallszahlen an!

Runde	1	2	3	4
Paket 1				
Paket 2				
Paket 3				
Paket 4				

	Kol- lision													
Paket 1														
Paket 2														
Paket 3														
Paket 4														
Slots/Zeit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Extraseite: 2.Versuch – Streichen Sie gegebenenfalls die erste Lösung durch!

1	1	1	0	1	1	0	0				
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											
<hr/>											

Extraseite: Geben Sie die Aufgabe an!

2.Versuch – Streichen Sie gegebenenfalls die erste Lösung durch!

	Kol- lision												
Paket 1													
Paket 2													
Paket 3													
Paket 4													
Slots/Zeit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

	Kol- lision												
Paket 1													
Paket 2													
Paket 3													
Paket 4													
Slots/Zeit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Extraseite: Geben Sie die Aufgabe an!

Extraseite: Geben Sie die Aufgabe an!

Extraseite: Geben Sie die Aufgabe an!