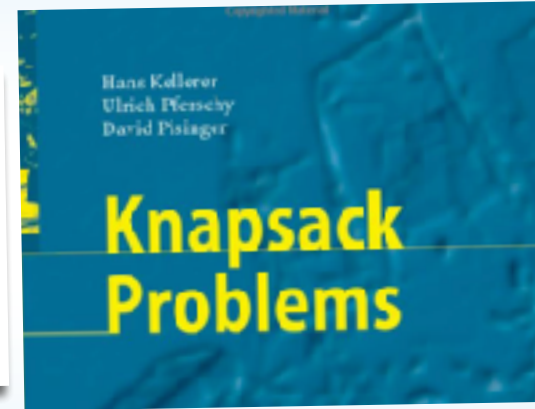




$$\begin{aligned} & \text{maximize} && \sum_{j=1}^n p_j x_j \\ & \text{subject to} && \sum_{j=1}^n w_j x_j \leq c, \\ & && x_j = 0 \text{ or } 1, \quad j = 1, \dots, n. \end{aligned}$$



# *1 Einführung: Knapsack-Probleme*

*Algorithmen und Datenstrukturen 2  
Sommer 2022*

**Prof. Dr. Sándor Fekete**



# Algorithmen und Datenstrukturen 2

Sommersemester 2022

[Startseite](#)

[Veranstaltungen](#)

[Organisation](#) ▾

[Kapitel](#) ▾

[Kontakt](#)

[Archiv](#)

## Startseite

# Algorithmen und Datenstrukturen 2

Die Vorlesung **Algorithmen und Datenstrukturen 2** ist eine Wahlpflichtveranstaltung für Studierende der Informatik, Wirtschaftsinformatik, Informations- und Systemtechnik; außerdem ist sie offen für interessierte Studierende anderer Studiengänge.

Algorithmen sind das methodische Herz der theoretischen und praktischen Informatik; Datenstrukturen ermöglichen die effiziente Umsetzung von Algorithmen und den effizienten Zugriff auf Input- und Outputdaten. In dieser weiterführenden Vorlesung werden die folgenden grundlegenden Begriffe erarbeitet:

- Elementare Aspekte zu Heuristiken
- Exakte Verfahren: Dynamic Programming, Branch-and-Bound
- Approximationsalgorithmen

## Neuigkeiten

### Letzte Veranstaltungen

[Herzlich Willkommen bei AuD2!](#)

## Zeiten

### Vorlesung

Dienstag 9:45-11:15 Uhr, PK 15.1 (bzw. UP 3.007)

Erste Vorlesung: 26.04.2022

### Große Übung

Mittwoch 15:00-16:30 Uhr, PK 11.2

Erste Übung: 27.04.2022

# Fragen von Ihnen?

[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)

# Fragen von Ihnen?

[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)

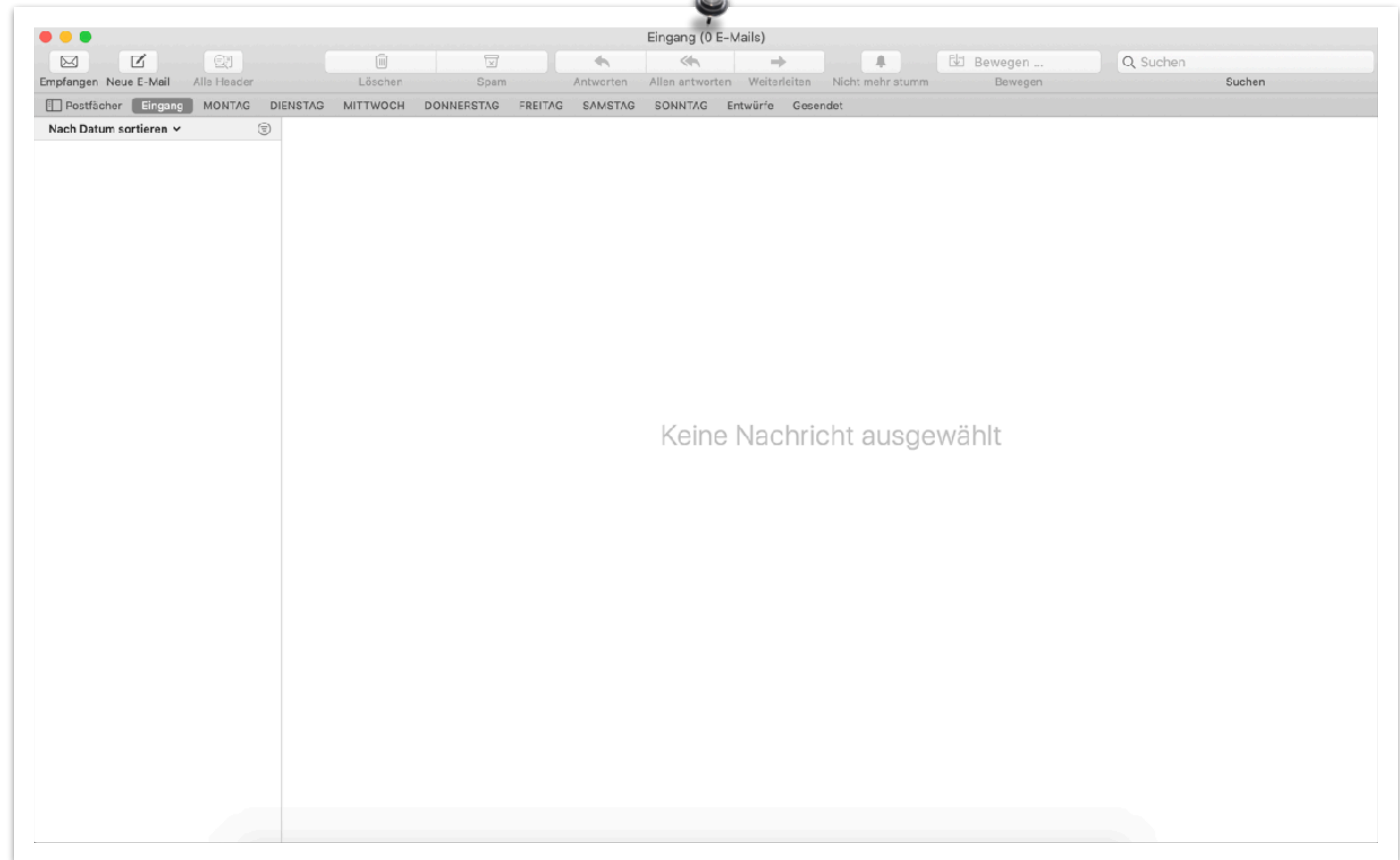
Fragen von Ihnen?

[konitzny@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:konitzny@ibr.cs.tu-bs.de)

[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)

# Fragen von Ihnen?

[konitzny@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:konitzny@ibr.cs.tu-bs.de)



[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)

# Fragen von Ihnen?

[konitzny@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:konitzny@ibr.cs.tu-bs.de)

The screenshot shows an email client interface. The top bar indicates 'Eingang (0 E-Mails)'. Below it are various action buttons like 'Empfangen', 'Neue E-Mail', 'Löscher', 'Spam', 'Antworten', etc. The main content area shows an email from 'Aud2 --'. The email body contains the following text:

**About Aud2**

To see the collection of prior postings to the list, visit the [Aud2 Archives](#). (The current archive is only available to the list members.)

**Using Aud2**

To post a message to all the list members, send email to [aud2@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:aud2@ibr.cs.tu-bs.de).

You can subscribe to the list, or change your existing subscription, in the sections below.

**Subscribing to Aud2**

Subscribe to Aud2 by filling out the following form. You will be sent email requesting confirmation, to prevent others from gratuitously subscribing you. Once con approval by the list moderator. You will be notified of the moderator's decision by email. This is also a hidden list, which means that the list of members is availabl

Your email address:

Your name (optional):

You may enter a privacy password below. This provides only mild security, but should prevent others from messing with your subscription. Do not use a valuable password as it will occasionally be emailed back to you in cleartext.

If you choose not to enter a password, one will be automatically generated for you, and it will be sent to you once you've confirmed your subscription. You can always request a mail-back of your password when you edit your personal options.

Pick a password:

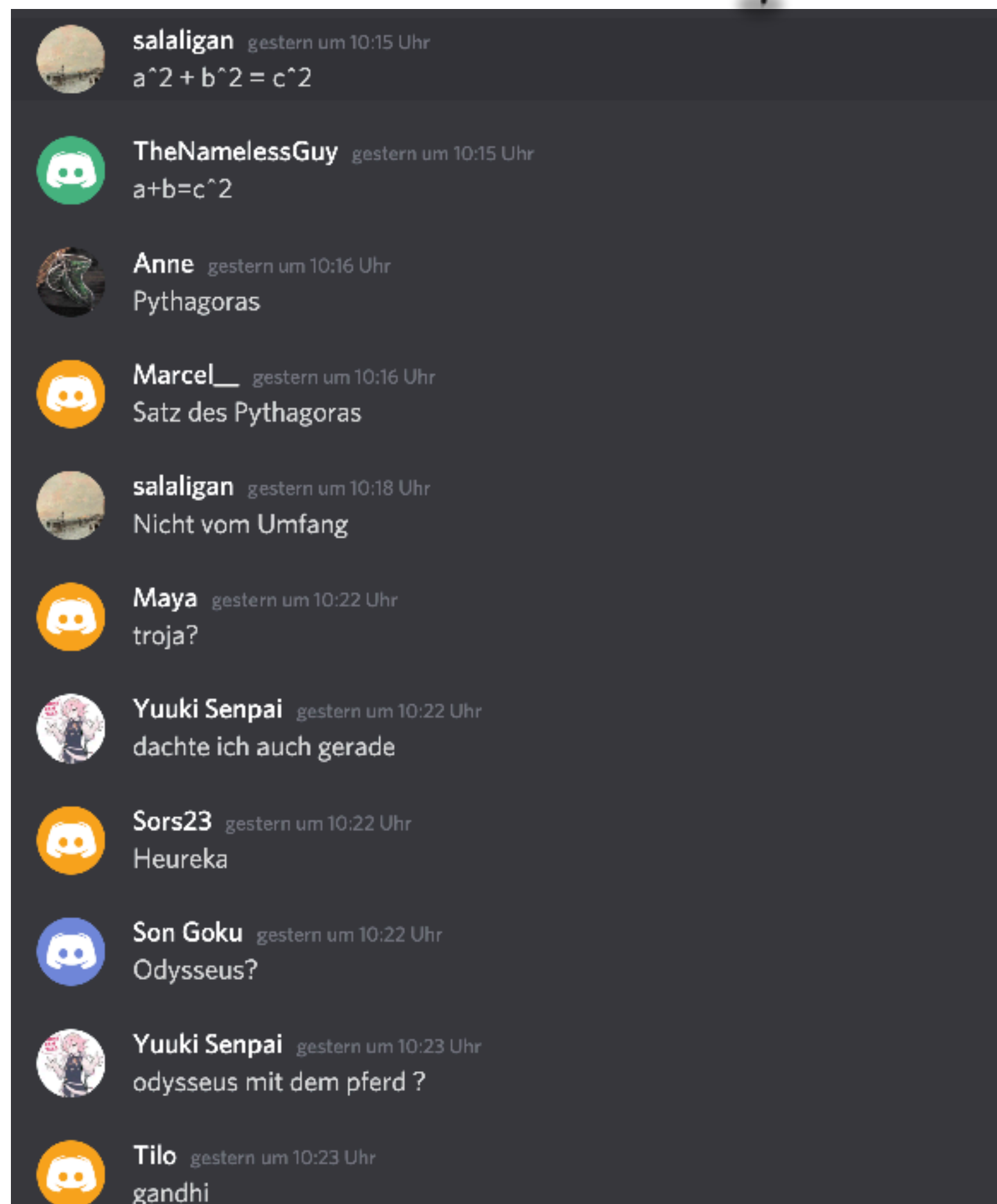
Reenter password to confirm:

Which language do you prefer to display your messages? English (USA)

[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)

# Fragen von Ihnen?

[konitzny@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:konitzny@ibr.cs.tu-bs.de)



salaligan gestern um 10:15 Uhr  
 $a^2 + b^2 = c^2$

TheNamelessGuy gestern um 10:15 Uhr  
 $a+b=c^2$

Anne gestern um 10:16 Uhr  
Pythagoras

Marcel\_\_ gestern um 10:16 Uhr  
Satz des Pythagoras

salaligan gestern um 10:18 Uhr  
Nicht vom Umfang

Maya gestern um 10:22 Uhr  
troja?

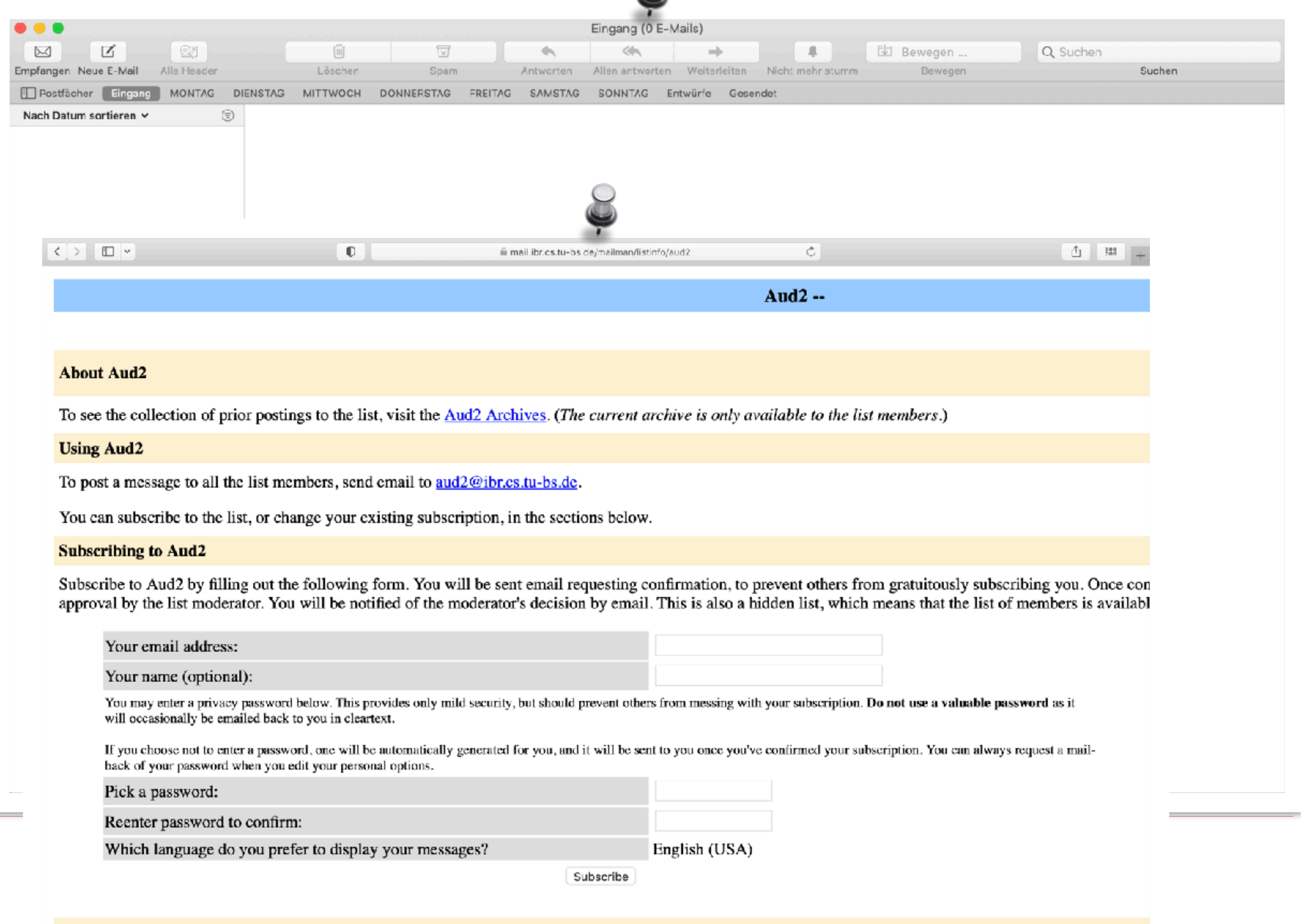
Yuuki Senpai gestern um 10:22 Uhr  
dachte ich auch gerade

Sors23 gestern um 10:22 Uhr  
Heureka

Son Goku gestern um 10:22 Uhr  
Odysseus?

Yuuki Senpai gestern um 10:23 Uhr  
odysseus mit dem pferd ?

Tilo gestern um 10:23 Uhr  
gandhi



Eingang (0 E-Mails)

Empfangen Neue E-Mail Alle Header Löscher Spam Antworten Allen antworten Weiterleiten Nicht mehr stumm Bewegen ... Suchen

Postfächer Eingang MONTAG DIENSTAG MITTWOCH DONNERSTAG FREITAG SAMSTAG SONNTAG Entwürfe Gesendet

Nach Datum sortieren

mail.ibr.cs.tu-bs.de/mailman/listinfo/aud2

## Aud2 --

### About Aud2

To see the collection of prior postings to the list, visit the [Aud2 Archives](#). (The current archive is only available to the list members.)

### Using Aud2

To post a message to all the list members, send email to [aud2@ibr.cs.tu-bs.de](mailto:aud2@ibr.cs.tu-bs.de).

You can subscribe to the list, or change your existing subscription, in the sections below.

### Subscribing to Aud2

Subscribe to Aud2 by filling out the following form. You will be sent email requesting confirmation, to prevent others from gratuitously subscribing you. Once con approval by the list moderator. You will be notified of the moderator's decision by email. This is also a hidden list, which means that the list of members is availabl

Your email address:

Your name (optional):

You may enter a privacy password below. This provides only mild security, but should prevent others from messing with your subscription. Do not use a valuable password as it will occasionally be emailed back to you in cleartext.

If you choose not to enter a password, one will be automatically generated for you, and it will be sent to you once you've confirmed your subscription. You can always request a mail-back of your password when you edit your personal options.

Pick a password:

Reenter password to confirm:

Which language do you prefer to display your messages? English (USA)

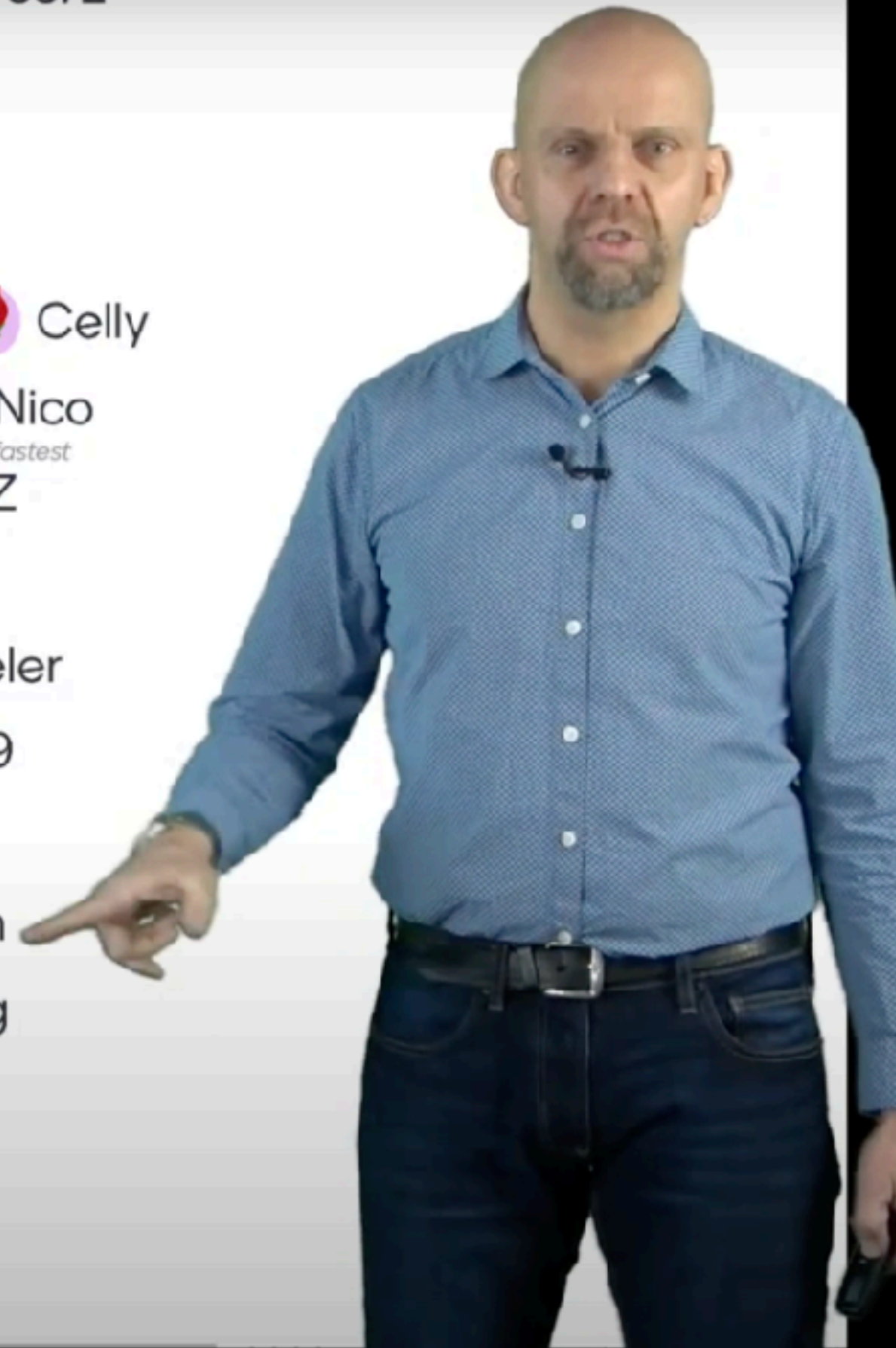
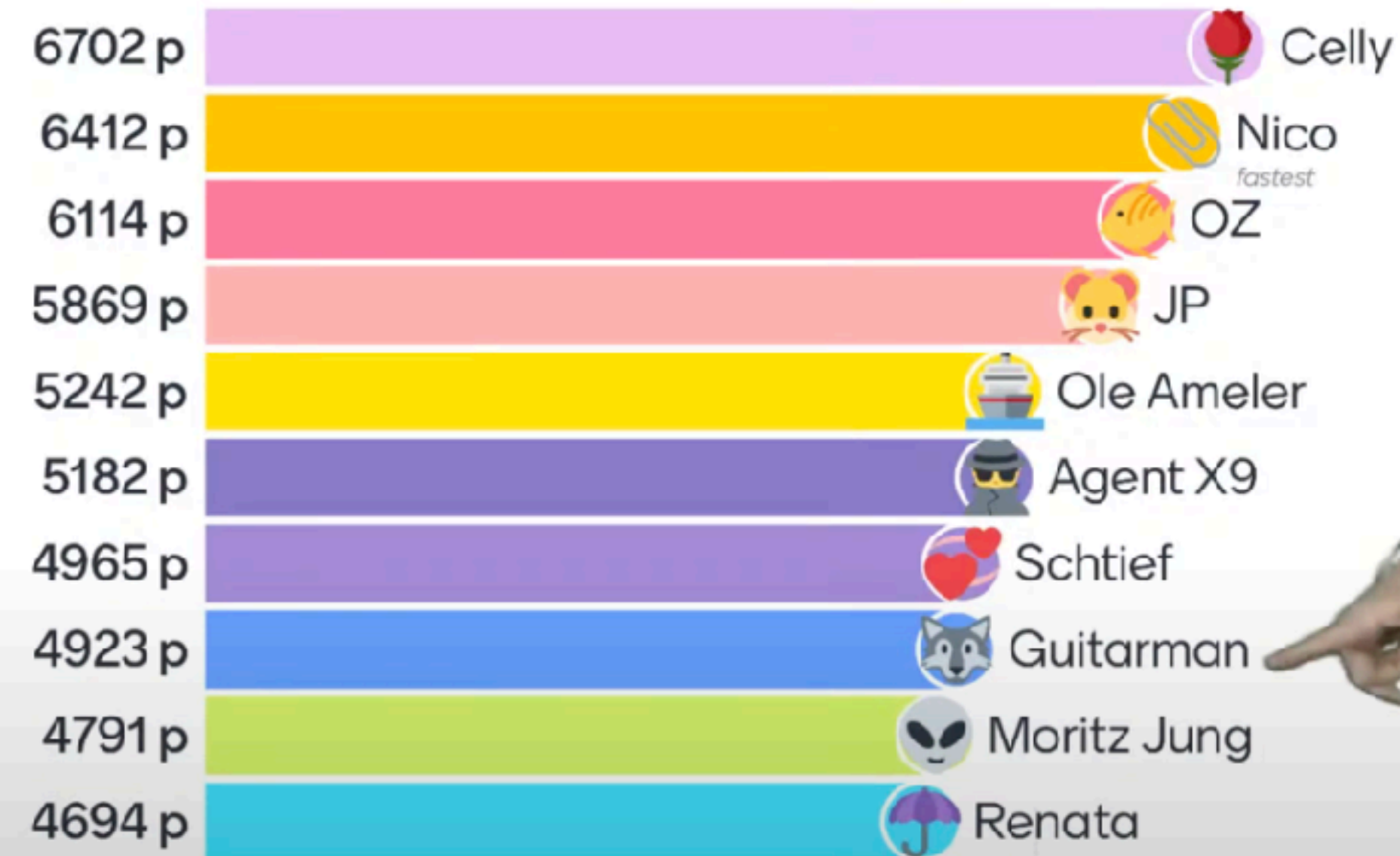


# Fragen an Sie!

# Fragen an Sie!

Go to [www.menti.com](http://www.menti.com) and use the code 7858 8872

## Leaderboard

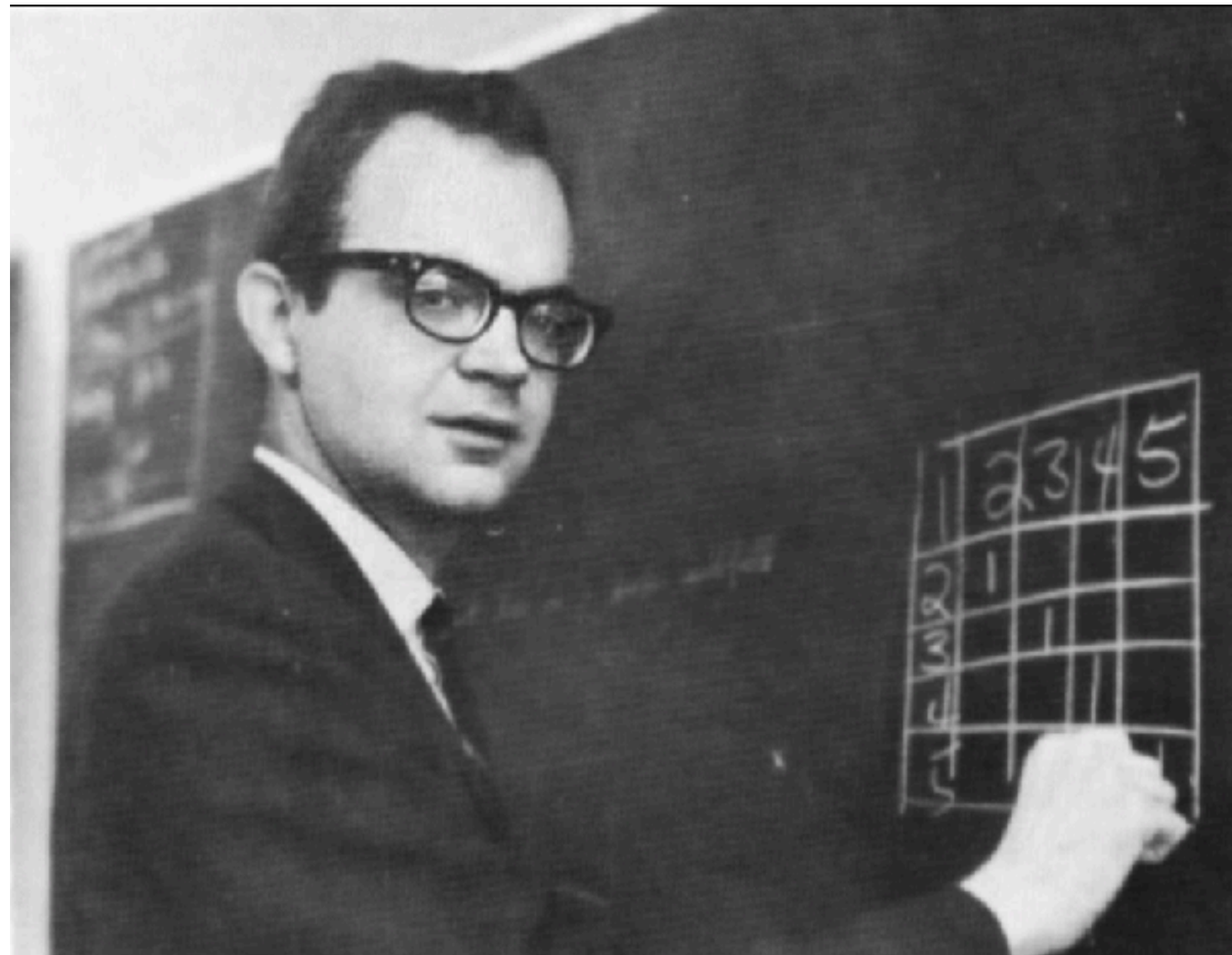


# Eine Klausursituation



# Die Zeit läuft!

# Die Zeit läuft!



# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik

# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik





# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten

# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben

# Die Zeit läuft!

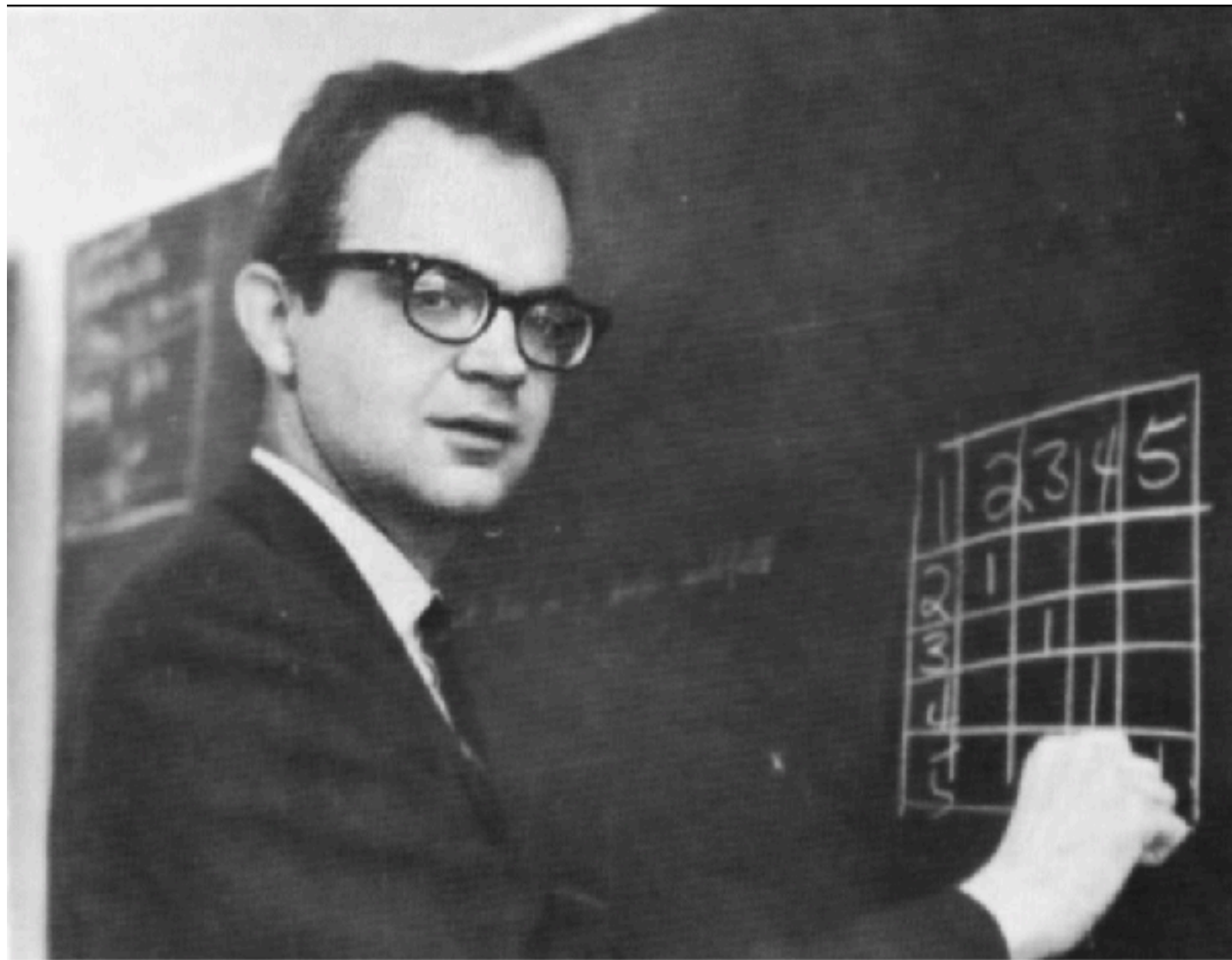


Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte

# Die Zeit läuft!

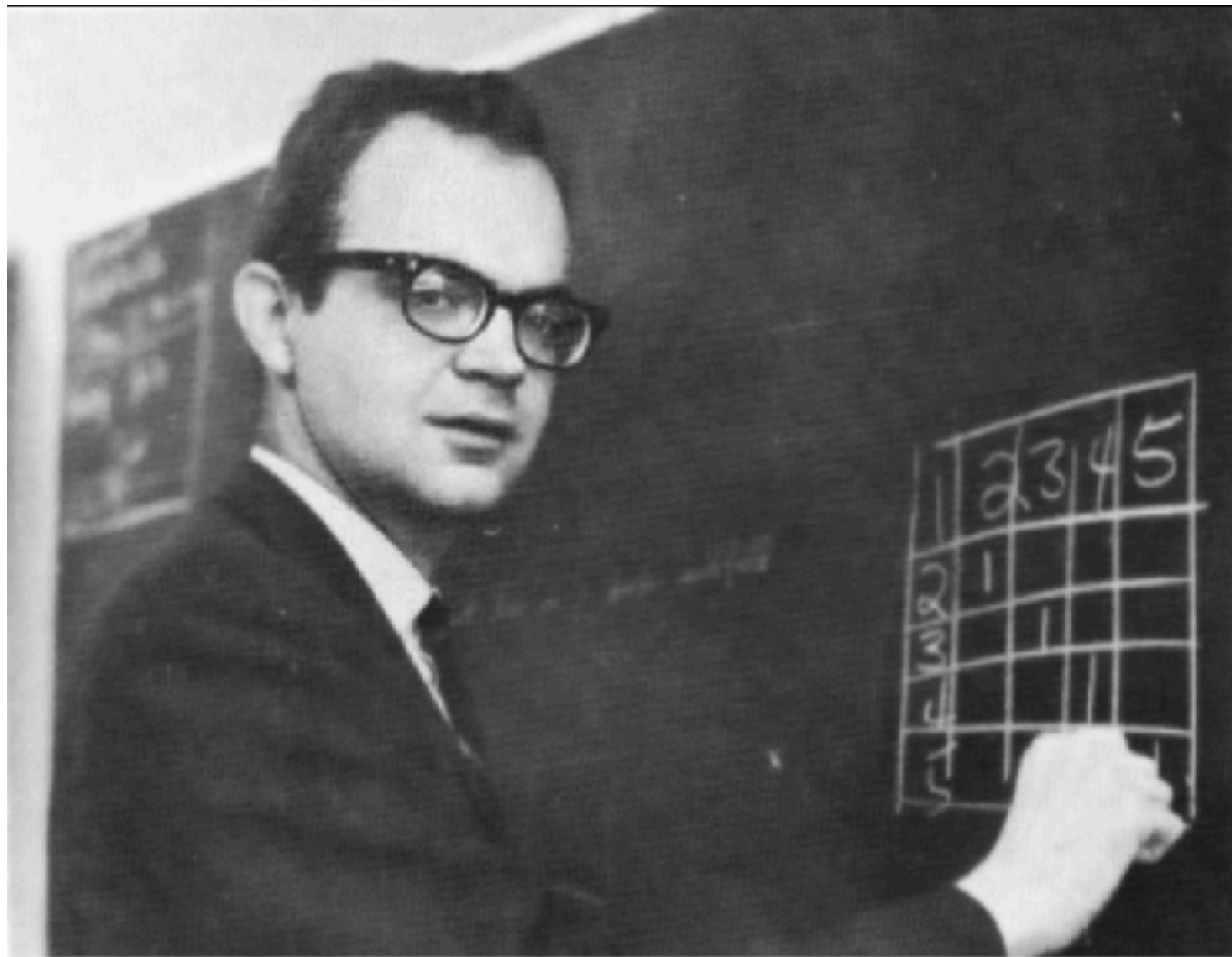


Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte
- 50 Punkte zum Bestehen

# Die Zeit läuft!

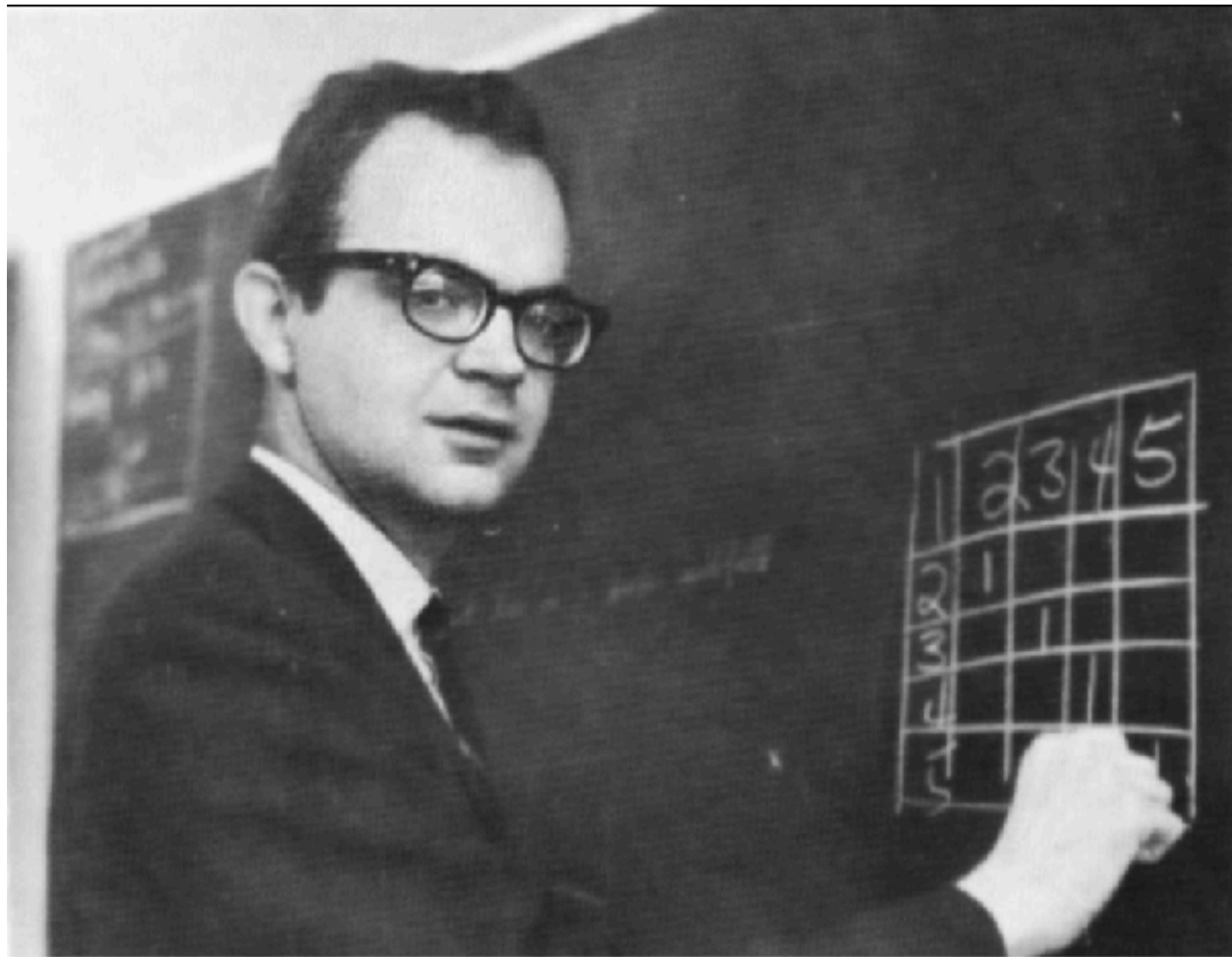


Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte
- 50 Punkte zum Bestehen
- Die Zeit läuft!

# Die Zeit läuft!

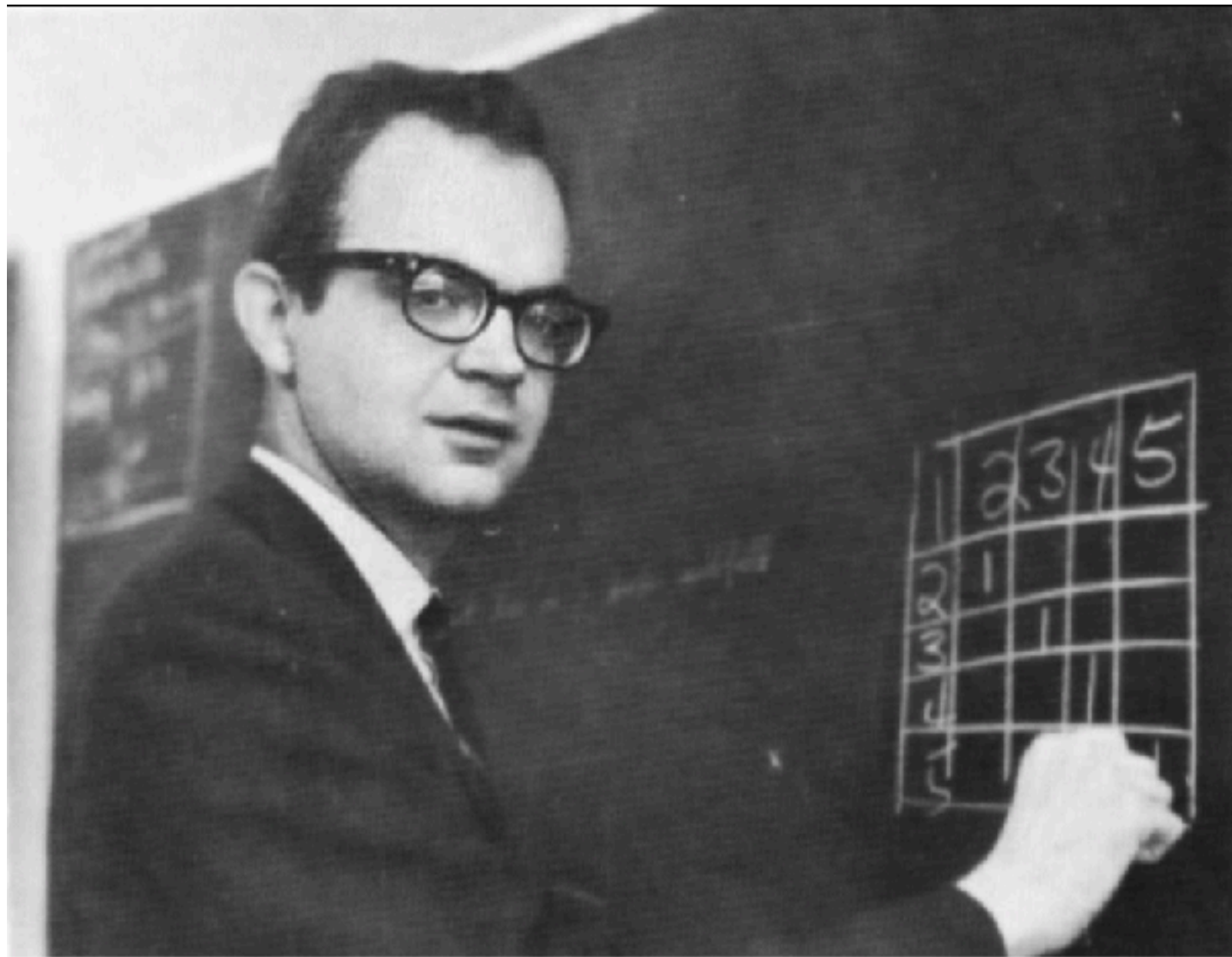


Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte
- 50 Punkte zum Bestehen
- Die Zeit läuft!

# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte
- 50 Punkte zum Bestehen
- Die Zeit läuft!

# Die Zeit läuft!



Knut Donald, erster Studierender der Informatik



- 150 Minuten
- 20 Aufgaben
- 100 Punkte
- 50 Punkte zum Bestehen
- Die Zeit läuft!



# 30 Minuten später:



# 30 Minuten später:



# 30 Minuten später:



# 30 Minuten später:



# 30 Minuten später:



# 30 Minuten später:



- 6 sichere Punkte

# 30 Minuten später:



- 6 sichere Punkte
- 10 hoffnungslose Punkte

# 30 Minuten später:



- 6 sichere Punkte
- 10 hoffnungslose Punkte
- Noch 44 Punkte zum Bestehen



# 30 Minuten später:



- 6 sichere Punkte
- 10 hoffnungslose Punkte
- Noch 44 Punkte zum Bestehen
- Restliche Aufgaben...

# Restliche Aufgaben

# Restliche Aufgaben

1
20
3

# Restliche Aufgaben

1
20
3

Nummer

# Restliche Aufgaben

1	Nummer
20	Minuten
3	

# Restliche Aufgaben

1	Nummer
20	Minuten
3	Punkte

# Restliche Aufgaben

1	<b>Nummer</b>	2
20	<b>Minuten</b>	32
3	<b>Punkte</b>	3

# Restliche Aufgaben

1	<b>Nummer</b>	2	3
20	<b>Minuten</b>	32	40
3	<b>Punkte</b>	3	10



# Restliche Aufgaben

1	<b>Nummer</b>	2	3	4
20	<b>Minuten</b>	32	40	8
3	<b>Punkte</b>	3	10	5

# Restliche Aufgaben

	Nummer				
1		2	3	4	5
20	Minuten	32	40	8	16
3	Punkte	3	10	5	2

# Restliche Aufgaben

	Nummer					
1		2	3	4	5	6
20	Minuten	32	40	8	16	4
3	Punkte	3	10	5	2	4

# Restliche Aufgaben

	Nummer					
1		2	3	4	5	6
20	Minuten	32	40	8	16	4
3	Punkte	3	10	5	2	4
7						
32						
2						

# Restliche Aufgaben

	Nummer					
1		2	3	4	5	6
20		32	40	8	16	4
3		3	10	5	2	4
		8				
7		40				
32		9				
2						

# Restliche Aufgaben

1	<b>Nummer</b>	2	3	4	5	6	
20		<b>Minuten</b>	32	40	8	16	4
3		<b>Punkte</b>	3	10	5	2	4
7		8					
32		40					
2		9					
			9				
			8				
			2				

# Restliche Aufgaben

	Nummer							
1		2		3		4	5	6
20		32		40		8	16	4
3		3	10	10		5	2	4
			32					
			5					
7	8	9						
32	40	8						
2	9	2						

# Restliche Aufgaben

	Nummer									
1		2		3		4		5		6
20		32		40		8		16		4
3		3	10	10		5		2		4
			32							
			5							
	8					11				
7		9				28				
32		8				3				
2		2								
	40									
	9									



# Restliche Aufgaben

	Nummer							
1		2		3		4	5	6
20		32		40		8	16	4
3		3	10	10		5	2	4
			32		11			
	8		5		28	12		
7	40	9			3	20		
32	9	8				9		
2		2						

# Restliche Aufgaben

	Nummer							
1		2		3		4	5	6
20		32		40		8	16	4
3		3	10	10		5	2	4
			32		11	12		13
	8		5		28	20		16
7	40	9			3	9		10
32	9	8						
2		2						

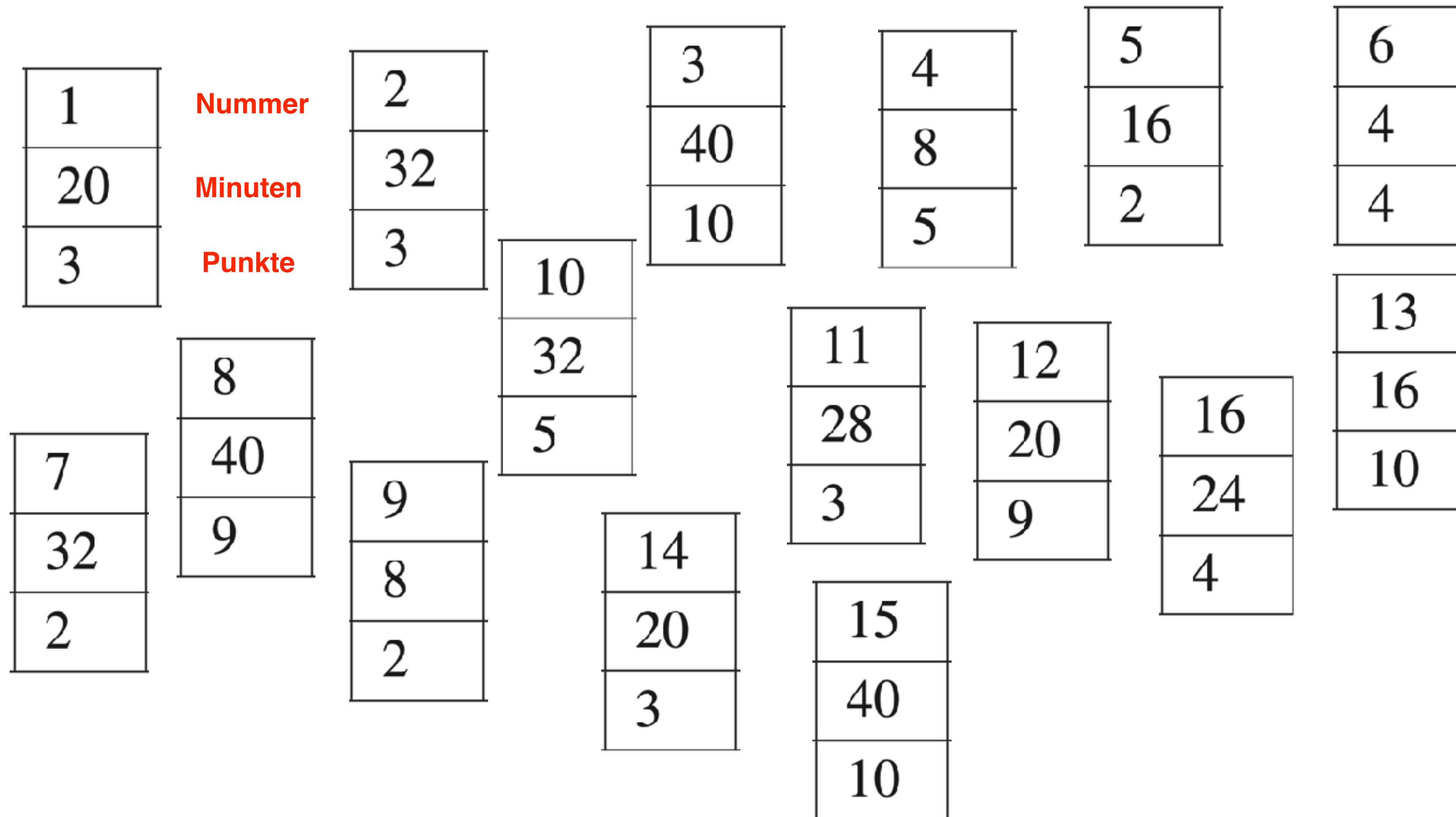
# Restliche Aufgaben

	Nummer									
1		2		3		4		5		6
20		32		40		8		16		4
3		3	10	10		5		2		4
			32		11		12			13
	8		5		28		20			16
7	40	9			3		9			10
32	9	8		14						
2		2		20						
				3						

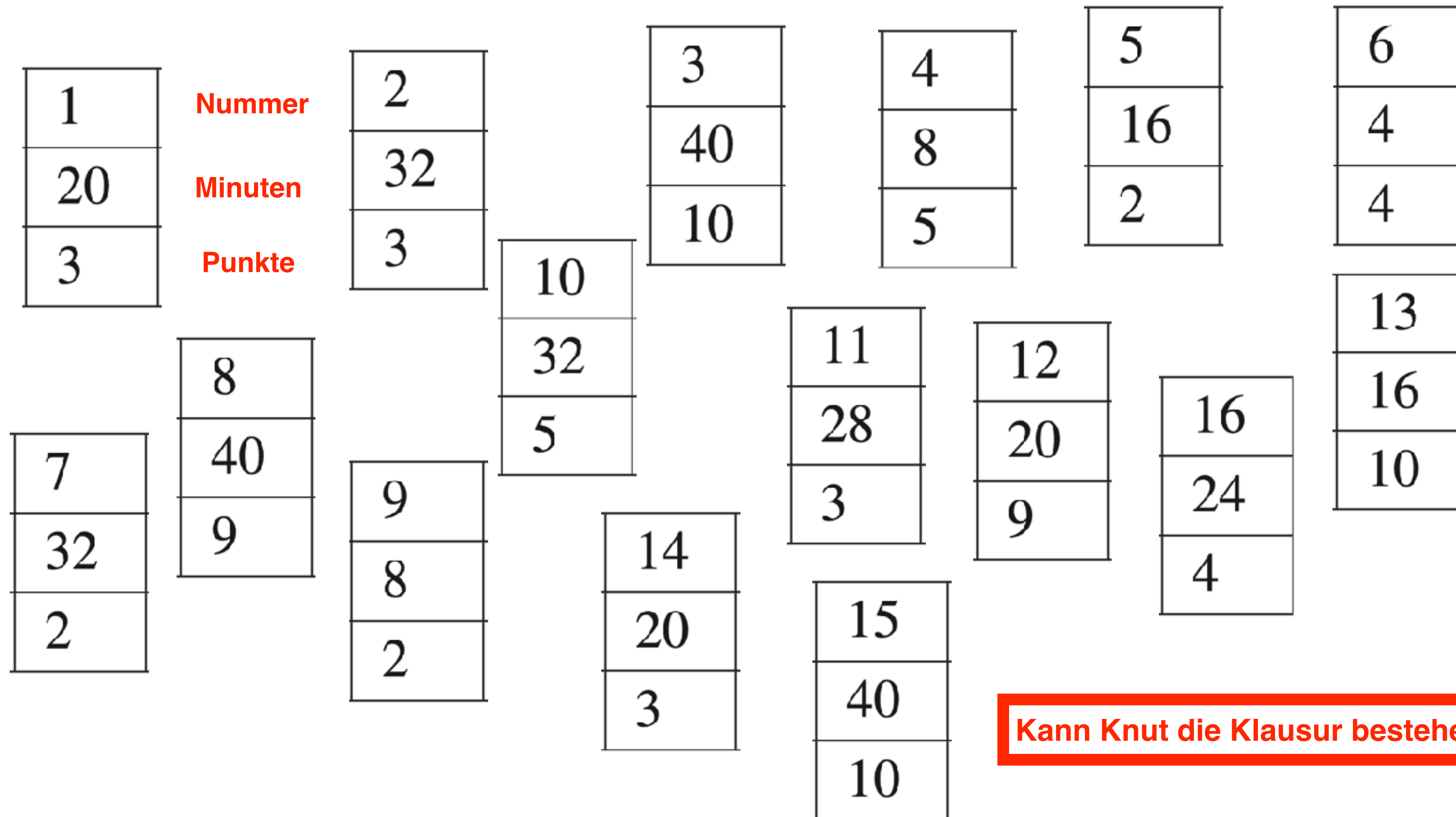
# Restliche Aufgaben

	Nummer									
1		2		3		4		5		6
20		32		40		8		16		4
3		3	10	10		5		2		4
			32		11		12			13
	8		5		28		20			16
7	40	9			3		9			10
32	9	8		14						
2		2		20		15				
				3		40				
						10				

# Restliche Aufgaben



# Restliche Aufgaben



**Kann Knut die Klausur bestehen?**

# Problemstellung

# Problemstellung

**Gegeben:**



# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

# Problemstellung

**Gegeben:**

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

**Punkteschranke:**  $P = 44$

# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

**Punkteschranke:**  $P = 44$

## Gesucht:

# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

**Punkteschranke:**  $P = 44$

## Gesucht:

Eine Menge  $S \subseteq \{1, \dots, 16\}$  mit  $\sum_{i \in S} z_i \leq 120$  und  $\sum_{i \in S} p_i \geq 44$

# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

**Punkteschranke:**  $P = 44$

## Gesucht:

Eine Menge  $S \subseteq \{1, \dots, 16\}$  mit  $\sum_{i \in S} z_i \leq 120$  und  $\sum_{i \in S} p_i \geq 44$

# Problemstellung

## Gegeben:

$i$ Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_i$ Zeit	20	32	40	8	16	4	32	40	8	32	28	20	16	20	40	24
$p_i$ Punkte	3	3	10	5	2	4	2	9	2	5	3	9	10	3	10	4

**Zeitschranke:**  $Z = 120$

**Punkteschranke:**  $P = 44$

## Gesucht:

Eine Menge  $S \subseteq \{1, \dots, 16\}$  mit  $\sum_{i \in S} z_i \leq 120$  und  $\sum_{i \in S} p_i \geq 44$

# Sortieren?



# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 4$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 4$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 4$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 4$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 12$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 9$$



# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 12$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 9$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 28$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 19$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 28$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 19$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 48$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 28$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 48$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 28$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 56$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 30$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 56$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 30$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$



# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 44$$

# Sortieren?

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 44$$

**Knut kann die Klausur bestehen!**

# Problemdefinition

# Problemdefinition

## Problem 1.2

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$



# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$
- Gewinnschranke  $P$

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$
- Gewinnschranke  $P$

**Gesucht:**

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$
- Gewinnschranke  $P$

**Gesucht:**

*Eine Menge*

$$S \subseteq \{1, \dots, n\}$$

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$
- Gewinnschranke  $P$

**Gesucht:**

*Eine Menge*

$$S \subseteq \{1, \dots, n\}$$

*mit*

$$\sum_{i \in S} z_i \leq Z$$

# Problemdefinition

**Problem 1.2** (Rucksackproblem, 0-1-KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$
- Gewinnschranke  $P$

**Gesucht:**

*Eine Menge*

$$S \subseteq \{1, \dots, n\}$$

*mit*

$$\sum_{i \in S} z_i \leq Z$$

*und*

$$\sum_{i \in S} p_i \geq P$$

# Optimierungsvariante

# Optimierungsvariante

**Problem 1.2'** (MAXIMUM KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$

**Gesucht:**

*Eine Menge*

$$S \subseteq \{1, \dots, n\}$$

*mit*

$$\sum_{i \in S} z_i \leq Z$$

*und*

$$\sum_{i \in S} p_i = \text{Maximal}$$



# Optimierungsvariante

**Problem 1.2'** (MAXIMUM KNAPSACK).

**Gegeben:**

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i$  Gewinn  $p_i$
- Größenschranke  $Z$

**Gesucht:**

*Eine Menge*

$$S \subseteq \{1, \dots, n\}$$

*mit*

$$\sum_{i \in S} z_i \leq Z$$

*und*

$$\sum_{i \in S} p_i = \text{Maximal}$$

# Teilaufgaben?!

# Teilaufgaben?!

## Problem 1.3 ( FRACTIONAL KNAPSACK).

### Gegeben:

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i > 0$  Gewinn  $p_i > 0$
- Größenschranke  $Z$

### Gesucht:

Für jedes Objekt ein Wert

$$x_i \in [0, 1]$$

sodass

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

# Teilaufgaben?!

## Problem 1.3 ( FRACTIONAL KNAPSACK).

### Gegeben:

- $n$  Objekte  $1, \dots, n$  mit jeweils Größe  $z_i > 0$  Gewinn  $p_i > 0$
- Größenschranke  $Z$

### Gesucht:

Für jedes Objekt ein Wert

$$x_i \in [0, 1]$$

sodass

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

# Algorithmus

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

1: *Sortiere*  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  *aufsteigend*;

*Dies ergibt die Permutation*  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .

*Setze*  $j = 1$ .

2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**

3:      $x_{\pi(j)} := 1$

4:      $j := j + 1$

5: *Setze*  $x_{\pi(j)} := \frac{Z - \sum_{i=1}^{j-1} z_{\pi(i)}}{z_{\pi(j)}}$

6: **return**

---

# Teilaufgaben?!

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:



# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 4$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 4$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 4$$
$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 4$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 12$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 9$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 12$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 9$$



# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 28$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 19$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 28$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 19$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 48$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 28$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 48$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 28$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 56$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 30$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 56$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 30$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$



# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$x_{15}$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	40	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$x_{15}$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	24	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 96$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$x_{15}$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	24	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$x_{15}$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	24	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	10	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$$x_{15} = 0,6$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	24	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	6	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 40$$

$$x_{15} = 0,6$$

# Teilaufgaben?!

nach Wert  $\left(\frac{z_i}{p_i}\right)$  sortieren:

$i$	6	4	13	12	9	3	15	8	16	10	1	14	5	11	2	7
$z_i$	4	8	16	20	8	40	24	40	24	32	20	20	16	28	32	32
$p_i$	4	5	10	9	2	10	6	9	4	5	3	3	2	3	3	2

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i = 120$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = 46$$

$$x_{15} = 0,6$$

# Algorithmus



# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

# Algorithmus

**Algorithmus 1.4.** (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

# Algorithmus

**Algorithmus 1.4.** (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

# Algorithmus

**Algorithmus 1.4.** (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \textit{Maximal}$$

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

1: Sortiere  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  aufsteigend;

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

- 1: Sortiere  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  aufsteigend;  
Dies ergibt die Permutation  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

- 1: Sortiere  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  aufsteigend;  
Dies ergibt die Permutation  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .  
Setze  $j = 1$ .



# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

- 1: *Sortiere*  $\{1, \dots, n\}$  *nach*  $\frac{z_i}{p_i}$  *aufsteigend*;  
*Dies ergibt die Permutation*  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .  
*Setze*  $j = 1$ .
- 2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

- 1: *Sortiere*  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  *aufsteigend*;  
Dies ergibt die *Permutation*  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .  
Setze  $j = 1$ .
- 2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**
- 3:      $x_{\pi(j)} := 1$

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

- 1: *Sortiere*  $\{1, \dots, n\}$  *nach*  $\frac{z_i}{p_i}$  *aufsteigend*;  
*Dies ergibt die Permutation*  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .  
*Setze*  $j = 1$ .
- 2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**
- 3:      $x_{\pi(j)} := 1$
- 4:      $j := j + 1$

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

1: Sortiere  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  aufsteigend;

Dies ergibt die Permutation  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .

Setze  $j = 1$ .

2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**

3:      $x_{\pi(j)} := 1$

4:      $j := j + 1$

5: Setze  $x_{\pi(j)} := \frac{Z - \sum_{i=1}^{j-1} z_{\pi(i)}}{z_{\pi(j)}}$

# Algorithmus

## Algorithmus 1.4. (*Greedy-Algorithmus*)

---

**Eingabe:**  $z_1, \dots, z_n, Z, p_1, \dots, p_n$

**Ausgabe:**  $x_1, \dots, x_n \in [0, 1]$

mit

$$\sum_{i=1}^n z_i x_i \leq Z$$

und

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = \text{Maximal}$$

1: *Sortiere*  $\{1, \dots, n\}$  nach  $\frac{z_i}{p_i}$  *aufsteigend*;

*Dies ergibt die Permutation*  $\pi(1), \dots, \pi(n)$ .

*Setze*  $j = 1$ .

2: **while**  $(\sum_{i=1}^j z_{\pi(i)} \leq Z)$  **do**

3:      $x_{\pi(j)} := 1$

4:      $j := j + 1$

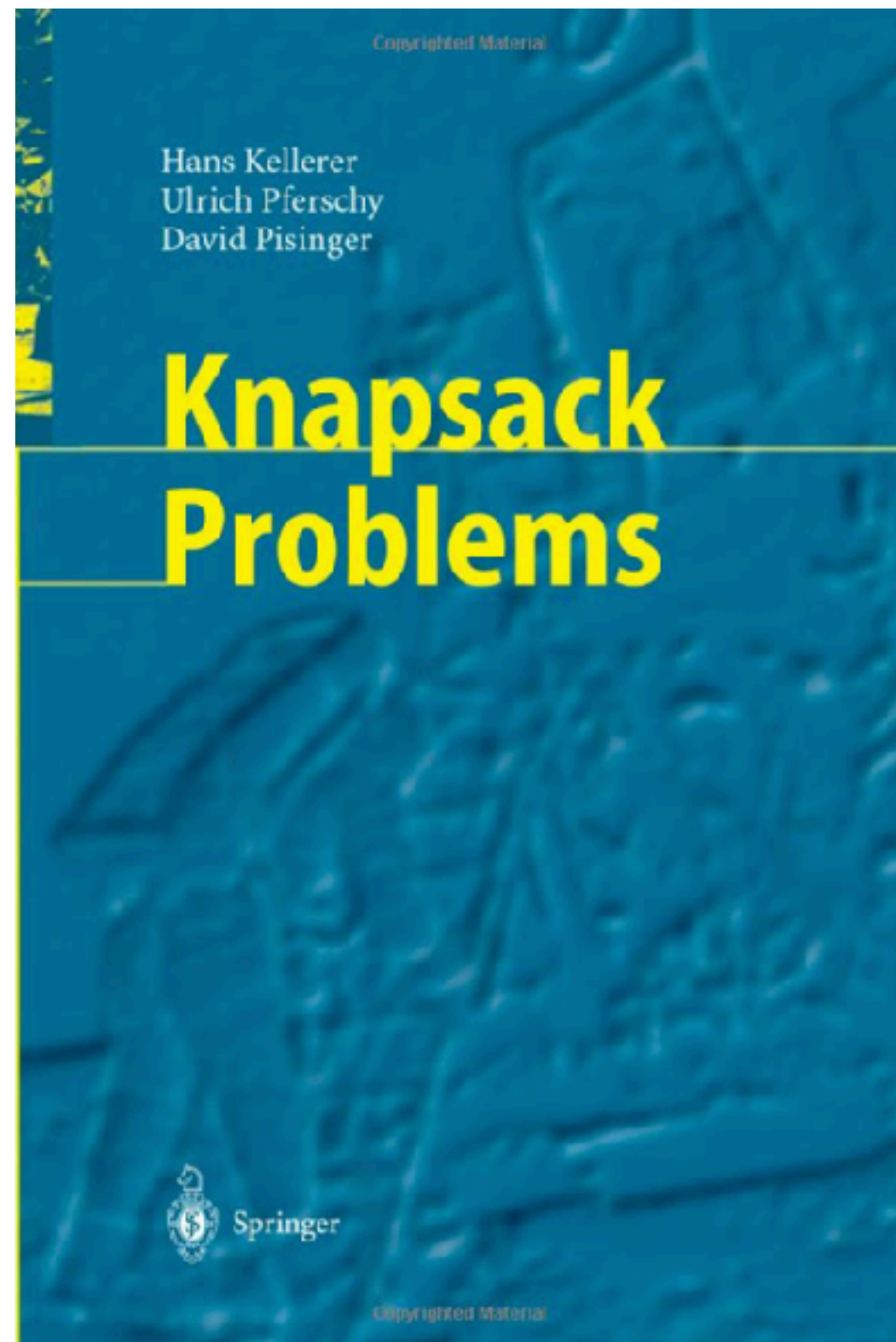
5: *Setze*  $x_{\pi(j)} := \frac{Z - \sum_{i=1}^{j-1} z_{\pi(i)}}{z_{\pi(j)}}$

6: **return**

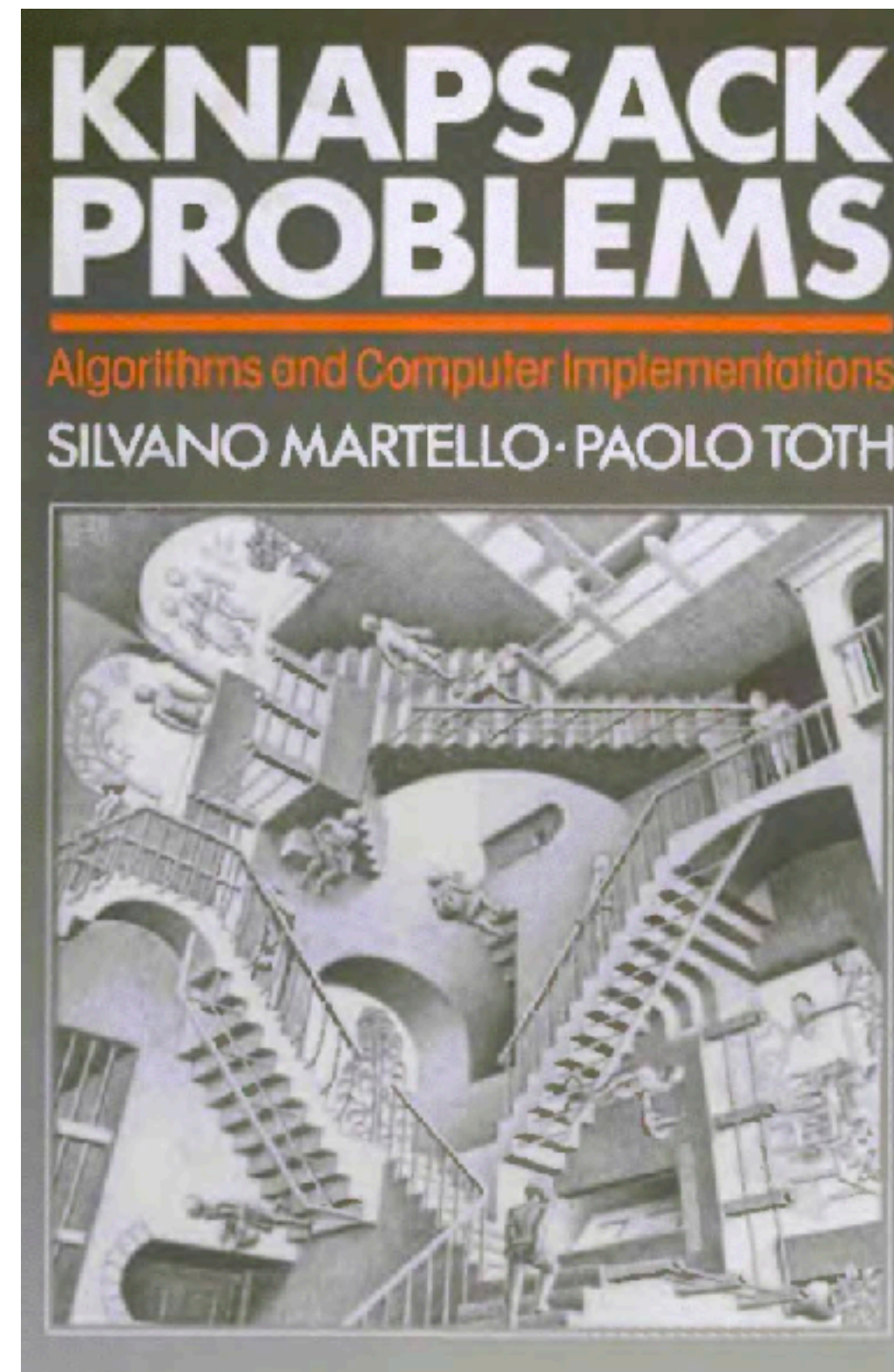
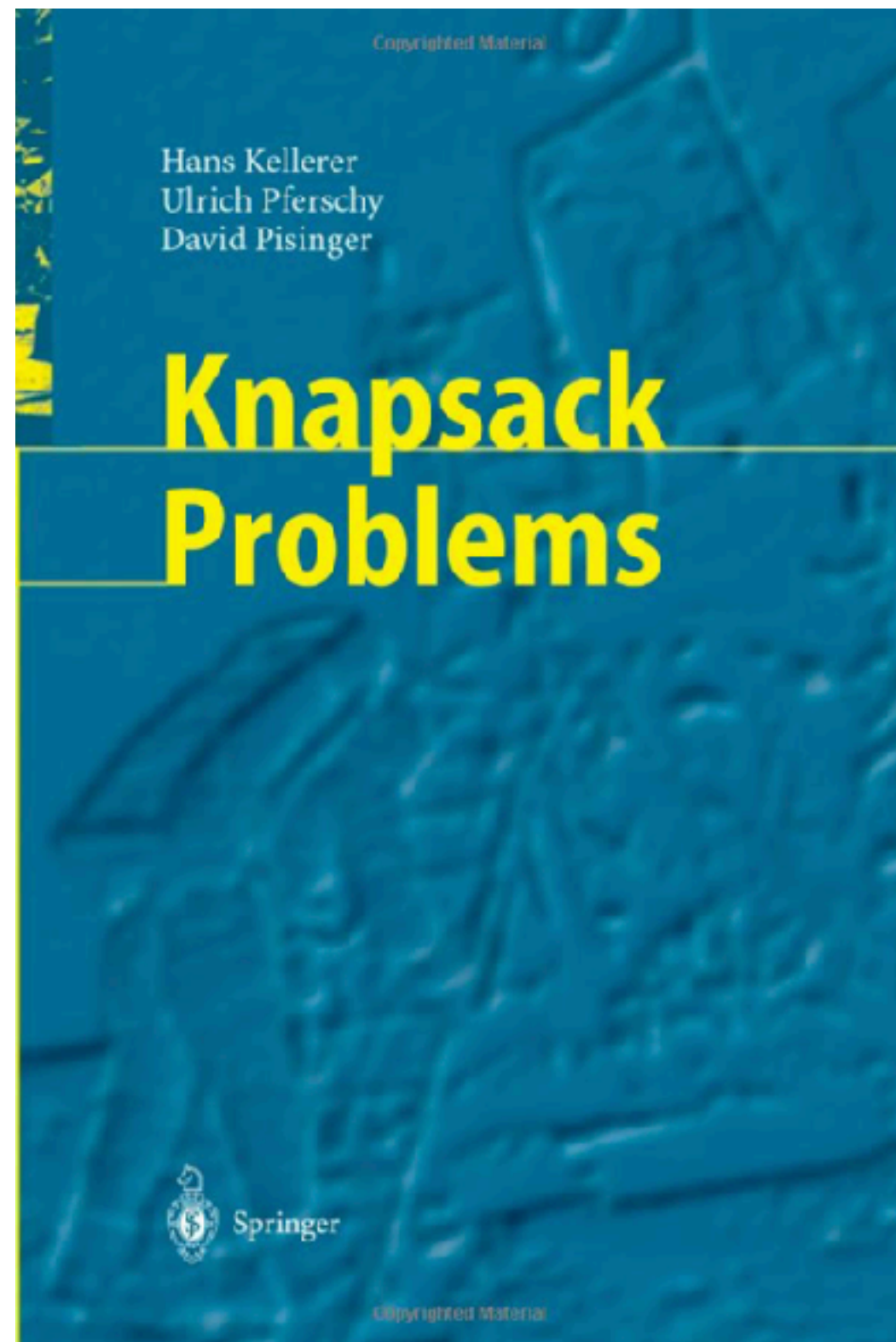
---

# Literatur

# Literatur

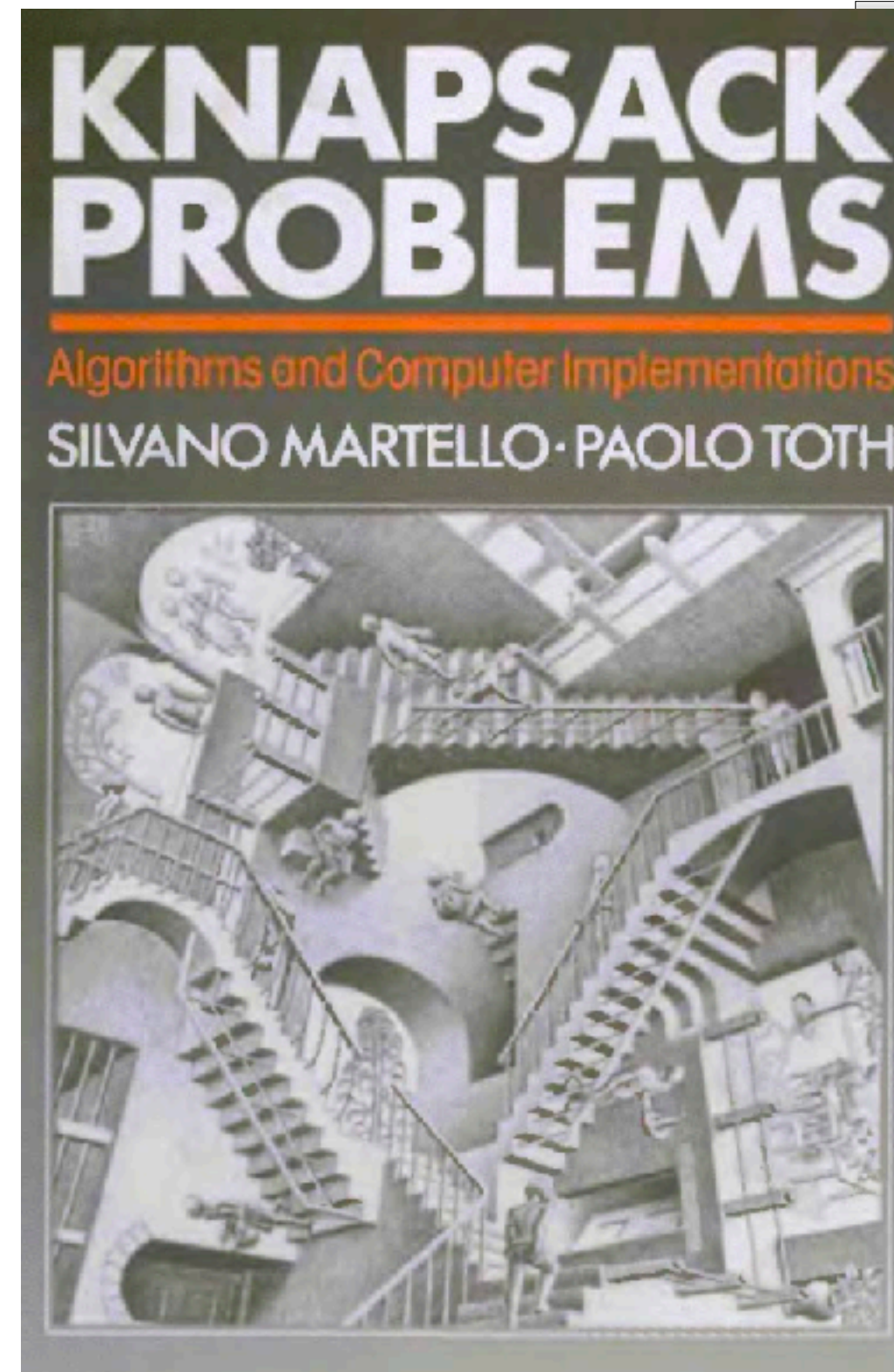
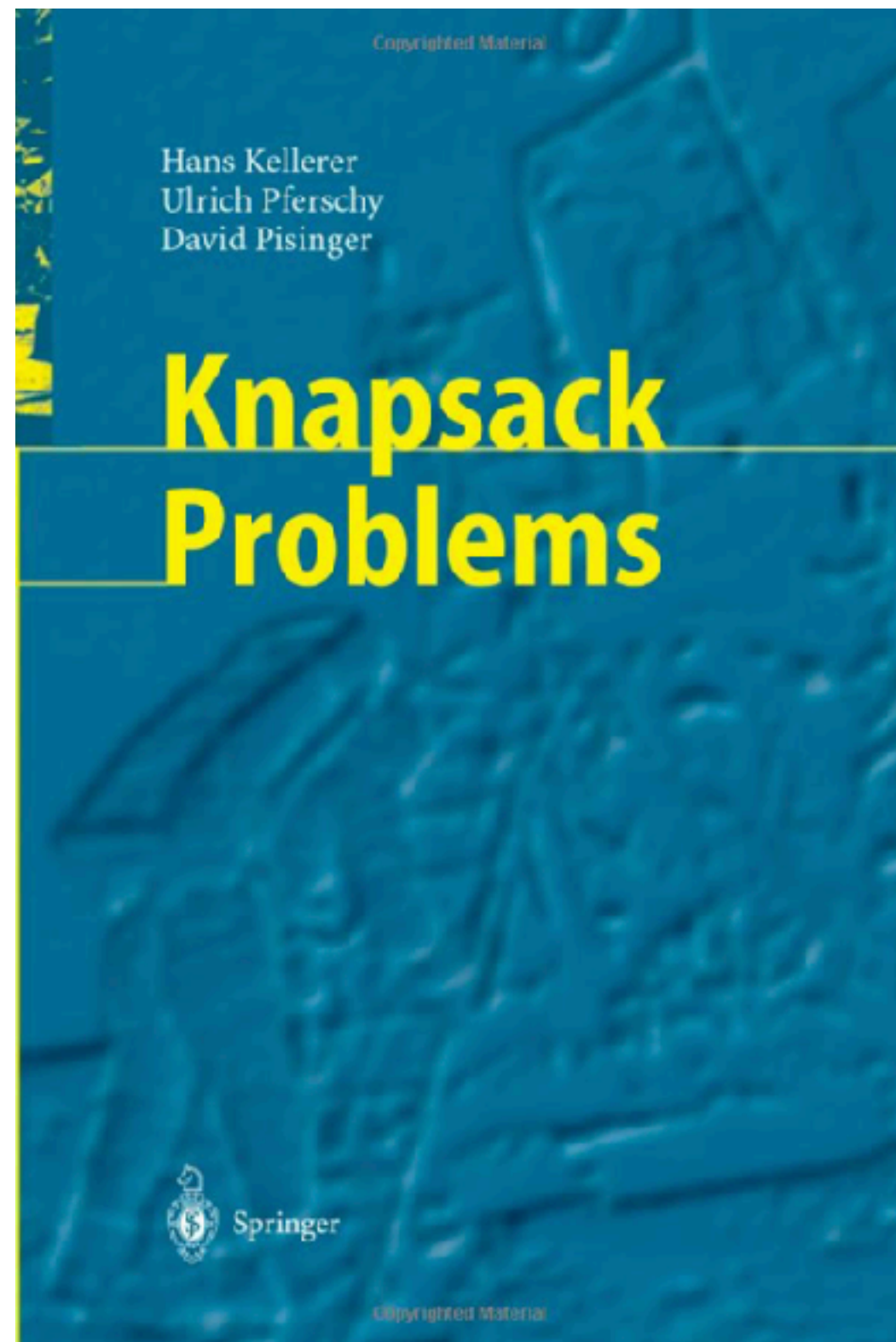


# Literatur





# Literatur



KnapsackProblems.pdf (Seite 5 von 306)

Suchen

Hervorhebung Drehen Markierungen Suchen nach

## Contents

Preface	xi
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 What are knapsack problems?	1
1.2 Terminology	2
1.3 Computational complexity	6
1.4 Lower and upper bounds	9
<b>2 0-1 Knapsack problem</b>	<b>13</b>
2.1 Introduction	13
2.2 Relaxations and upper bounds	16
2.2.1 Linear programming relaxation and Dantzig's bound	16
2.2.2 Finding the critical item in $O(n)$ time	17
2.2.3 Lagrangian relaxation	19
2.3 Improved bounds	20
2.3.1 Bounds from additional constraints	20
2.3.2 Bounds from Lagrangian relaxations	23
2.3.3 Bounds from partial enumeration	24
2.4 The greedy algorithm	27

# Literatur

# Literatur

## Algorithmen und Datenstrukturen 2

Sándor P. Fekete

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Version: Arne Schmidt

30. Juni 2020

*Vielen Dank!*

*Vielen Dank!*

*[s.fekete@tu-bs.de](mailto:s.fekete@tu-bs.de)*