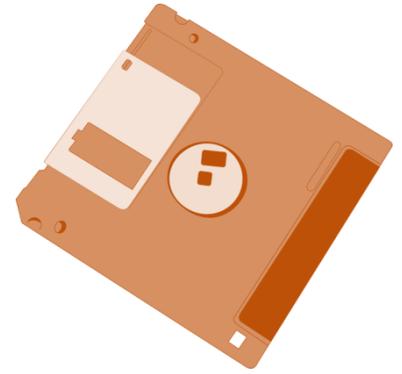


Paging – Spielregeln



Inhalt:

Dieses Spiel benötigt:

1 Spielfeld Arbeitsspeicher

1 Spielfeld Festplatte

18 Programme, die aus drei bis fünf Pages (= Programmteile) bestehen

144 Wertpunkte

1 Würfel

Rollen:

Das Spiel ist für 2 bis 4 Spieler geeignet.

Dabei übernimmt ein Spieler die Rolle des **Betriebssystems** und somit die Abarbeitung der Programme im Arbeitsspeicher.

Die übrigen Spieler sind die **User**, welche Programme ausführen möchten.

Alternativ kann auch die Variante 2vs2 ausgewählt werden, in der zwei Spieler die Rolle des Betriebssystems übernehmen und 2 Spieler die Rolle der User.

Ziel des Spiels:

In diesem Spiel spielen die User und das Betriebssystem gegeneinander. Die User führen während des Spiels Programme aus, die dann vom Betriebssystem verarbeitet werden. Dabei versuchen die User ihre verfügbaren Programme so zu legen, dass sie für das Betriebssystem schwierig abzarbeiten sind, denn wenn es das Betriebssystem nicht schafft, zu Ende des Spiels genügend Programme verarbeitet zu haben, dann gewinnen die User. Das Betriebssystem versucht die Programme, die die User legen, möglichst schnell und effizient zu verarbeiten, denn wenn es mit den Programmen, die die User legen, Schritt halten kann, gewinnt es. Das Spiel simuliert also das Öffnen von Programmen und das Verarbeiten der Programme vom Betriebssystem.



Spielablauf:

Die 18 Programme werden vor Spielbeginn gleichmäßig auf die User aufgeteilt. Die User und das Betriebssystem sind dann abwechselnd an der Reihe.

Als erstes sind die User am Zug. Sie beginnen damit, Programme auf das leere Arbeitsspeicher-Spielfeld zu legen. Wie genau die User ihren Zug ausführen können, ist weiter unten in dem Punkt **Die Programme** und **Sind die User am Zug** beschrieben.

Haben die User ihre Programme platziert, ist das Betriebssystem an der Reihe. Es hat die Aufgabe, die platzierten Programme wieder aus dem Arbeitsspeicher zu entfernen. Einzelheiten dazu findet man weiter unten unter dem Punkt **Ist das Betriebssystem am Zug**.

Beendet das Betriebssystem seinen Zug, sind wieder die User an der Reihe.

Ende des Spiels:

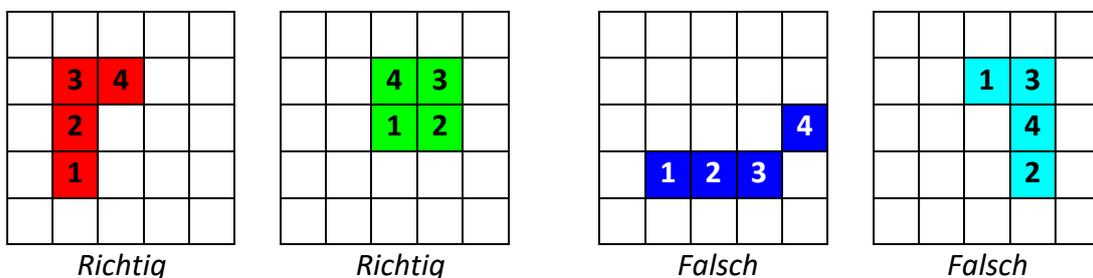
User und Betriebssystem verfolgen verschiedene Ziele. Die User möchten Programme öffnen und zwar so, dass das Betriebssystem nicht alle Programme abarbeiten kann. Das Betriebssystem versucht die Programme möglichst effizient abzuarbeiten.

Das Betriebssystem gewinnt, wenn nach **sechs Runden** des Spiels kein Teil eines Programms mehr auf der Festplatte liegt.

Die User gewinnen, wenn nach sechs Runden noch mindestens ein Programmteil auf dem Festplatten-Spielfeld liegt, selbst wenn keine Wertpunkte mehr auf diesem Programmteil liegen.

Die Programme:

Die Kärtchen einer Farbe symbolisieren ein Programm. In jeder Runde werden zuerst drei vollständige Programme – also alle Kärtchen einer Farbe – auf das Arbeitsspeicher-Spielfeld gelegt. Bei drei Spielern als User legt jeder Spieler ein Programm auf den Arbeitsspeicher, bei einem Spieler als User legt dieser alle drei Programme auf den Arbeitsspeicher. Gibt es genau zwei User, dann legt abwechselnd einer der beide User zwei Programme. Dabei müssen die einzelnen Kärtchen nebeneinander liegen und die Zahlen auf den Programm-Kärtchen in der richtigen Reihenfolge bleiben.



Ein Programm besteht aus mehreren **Pages**. In dem Beispiel bestehen die Programme aus 4 Pages. Die einzelnen Felder am Arbeitsspeicher nennt man auch Page-Frames. Eine Page liegt also auf einem Page-Frame.



Sind die User am Zug:

In jeder Runde legen die User insgesamt drei Programme in den Arbeitsspeicher. Dabei müssen auf jedes Programm pro Page zwei Wertpunkte gelegt werden. Also für ein Programm mit drei Pages, stehen sechs Wertpunkte zur Verfügung, für ein Programm mit vier Pages, acht Wertpunkte und für ein Programm mit fünf Pages, zehn Wertpunkte. Wie die Wertpunkte auf den Pages verteilt werden, ist jedoch den Usern überlassen. Es muss jedoch auf jeder Page mindestens ein Wertpunkt liegen. Eine Verteilung für ein Programm mit vier Pages könnte also so aussehen:

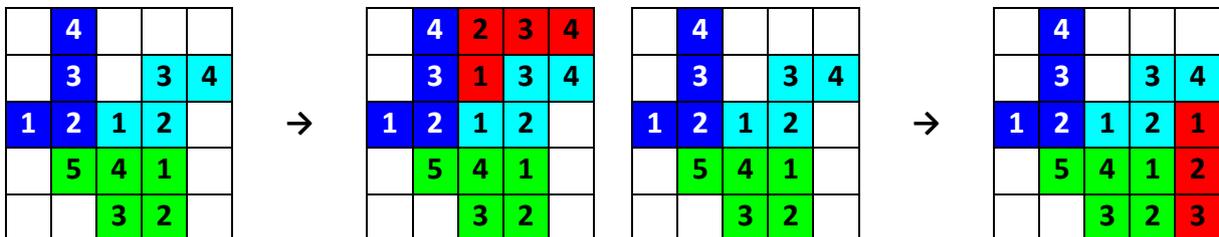
Auf Page 1 liegen zwei Wertpunkte, auf Page 2 liegen drei Wertpunkte, auf Page 3 liegt ein Wertpunkt und auf Page 4 liegen zwei Wertpunkte. Ergibt in Summe die acht zur Verfügung stehenden Wertpunkte.

Programm mit 3 Pages:..... 6 Wertpunkte

Programm mit 4 Pages: 8 Wertpunkte

Programm mit 5 Pages:..... 10 wertpunkte

Wenn an einer Stelle im Arbeitsspeicher noch genügend Page-Frames für ein Programm vorhanden sind, kann es an diese Stelle gelegt werden. Will man in folgendem Beispiel ein Programm mit vier Pages legen, muss man es an der einzigen passenden Stelle machen:



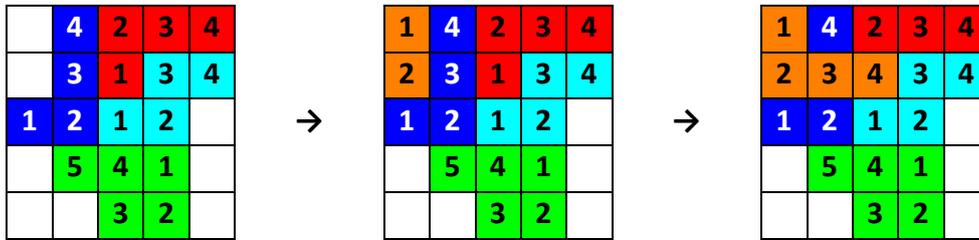
Richtig

Falsch, hier ist nicht genügend Platz

4

Sind im Arbeitsspeicher jedoch keine großen freien Flächen mehr zur Verfügung, um ein neues Programm zu legen, dürfen die ersten Pages des Programms gelegt werden und anschließend muss das Betriebssystem einige der älteren Pages aus dem Arbeitsspeicher rausnehmen und auf das Festplatte-Spielfeld legen, sodass genügend Platz für das neue Programm ist. Dabei dient das Festplatten-Spielfeld als Warteliste für ältere Pages. Welche Pages auf die Festplatte ausgelagert werden, darf das Betriebssystem entscheiden. Diese müssen allerdings so gewählt werden, dass die Pages des Programms, das der User gerade legen möchte, nebeneinanderliegen können und ihre Ziffern in der richtigen Reihenfolge liegen.





Der User beginnt das Programm zu legen -> Das Betriebssystem macht dafür Platz

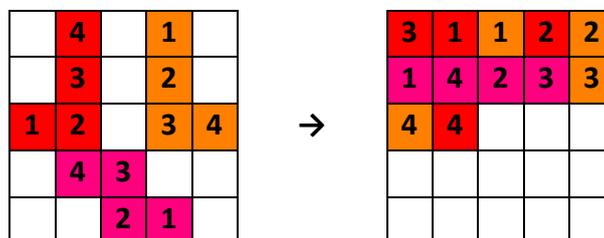
Beim Auslagern auf die Festplatte werden die Wertpunkte auf den ausgelagerten Pages mit ausgelagert. Sollte ein User am Zug sein und kein einziges Feld im Arbeitsspeicher mehr frei sein, wird das ganze neue Programm sofort auf die Festplatte gelegt.

Wichtig: Das Betriebssystem darf hier nicht alle Pages umsortieren, sondern lediglich so viele Pages auf die Festplatte auslagern, damit das neue Programm Platz hat.

Programme teilen (Umordnungsphase):

Das **Betriebssystem** darf – nachdem die drei neuen Programme gelegt worden sind – das Programm in die einzelnen Kärtchen trennen und umordnen, um den Platz im Arbeitsspeicher effizienter ausnützen zu können. Damit kann das Betriebssystem die Programme schneller abarbeiten, allerdings kostet das Umordnen auch Zeit.

Zur Erinnerung: **die Programmteile nennt man auch Pages**. In einem Page-Frame kann immer nur maximal eine Page liegen.



Das Betriebssystem darf **einmal weniger würfeln pro Umordnungsphase**. Mehrere Umordnungsphasen in einer Runde sind erlaubt.



Ist das Betriebssystem am Zug:

Das Betriebssystem muss in seinen Zügen würfeln. Im ersten Zug des Betriebssystems darf es zweimal würfeln, im zweiten dreimal, im dritten viermal usw. Alternativ kann sich das Betriebssystem auch dazu entscheiden, die Pages im Arbeitsspeicher umzuordnen. Pro Umordnungsphase entfällt jedoch einmal würfeln in diesem Zug.

Runde	Würfeln
1	zwei Mal würfeln
2	drei Mal würfeln
3	vier Mal würfeln
4	fünf Mal würfeln
5	sechs Mal würfeln
6	sieben Mal würfeln

Die Umordnungsphase kann auch vom Betriebssystem genutzt werden, um Pages vom Arbeitsspeicher auf die Festplatte zu legen und umgekehrt. Eine Umordnungsphase endet mit dem nächsten Würfeln des Betriebssystems oder wenn das Betriebssystem seinen Mitspielern signalisiert, dass sein Zug vorbei ist und die User wieder dran sind.

Die Anzahl der gewürfelten Punkte gibt an, welche Aktion das Betriebssystem durchführen darf. Genau beschrieben sind die möglichen Aktionen unter dem nächsten Punkt **Das Würfeln**. Eine solche Aktion hat immer zur Folge, dass die Wertepunkte auf einigen Pages im Arbeitsspeicher verringert werden.

Wird im Zug des Betriebssystems die Anzahl der Wertpunkte einer Page auf null reduziert und hat diese Page die niedrigste Nummer des Programms, darf diese Karte aus dem Spiel genommen werden.

Also fällt die Anzahl der Wertpunkte einer Page mit der Nummer 1 auf null, darf sie aus dem Spiel genommen werden. Fällt die Anzahl der Wertpunkte einer Page mit der Nummer 2 auf null, darf sie nur aus dem Spiel genommen werden, wenn die Page mit der Nummer 1 derselben Farbe bereits aus dem Spiel genommen worden ist. Ansonsten bleibt sie am Arbeitsspeicher bzw. in der Festplatte liegen bis die Anzahl der Wertpunkte der Page 1 auf null sinkt. Dann dürfen beide Pages aus dem Spiel genommen werden.

Das Betriebssystem gewinnt, wenn am Ende des sechsten Zugs keine Pages mehr in der Festplatte liegen. Nach Ablauf der sechsten Runde darf das Betriebssystem keine zusätzliche Umordnungsphase mehr vornehmen. Gegebenenfalls muss es also das letzte Mal Würfeln dafür verwendet werden, stattdessen eine Umordnungsphase durchzuführen, damit die Festplatte leer wird. Gelingt es dem Betriebssystem nicht, dass die Festplatte am Ende der sechs Runden leer ist, gewinnen die User.



Das Würfeln:



Würfelt das Betriebssystem eine 1, darf es ein Programm im Arbeitsspeicher auswählen. Anschließend werden von jeder Page dieses Programms deren Wertpunkte um eins verringert. Sollten eine oder mehrere Pages des ausgewählten Programms auf der Festplatte liegen, so werden die Wertpunkte dieser Pages **nicht** verringert.



Würfelt das Betriebssystem eine 2, darf es eine Page im Arbeitsspeicher aussuchen von der es alle Wertpunkte entfernen darf.



Würfelt das Betriebssystem eine 3, darf es eine Zeile auswählen und die Wertpunkte aller Pages in dieser Zeile um eins verringern.



Würfelt das Betriebssystem eine 4, darf es eine Spalte auswählen und die Wertpunkte aller Pages in dieser Zeile um eins verringern.



Würfelt das Betriebssystem eine 5, darf es eine Page bzw. mehrere nebeneinander liegende Pages desselben Programmes mit korrekter Reihenfolge auswählen, und insgesamt fünf Wertpunkte von dieser Page bzw. diesen nebeneinander liegenden Pages nehmen.



Würfelt das Betriebssystem eine 6, darf es sich aussuchen, welche der obigen fünf Aktionen es ausführen möchte.

Der Cache:

Der Cache ist ein Spezialfeld im Arbeitsspeicher. Es befindet sich in der linken, unteren Ecke des Arbeitsspeichers. Hier werden die Daten **schneller** verarbeitet als im übrigen Arbeitsspeicher. Das heißt, wenn das Betriebssystem eine 1 würfelt und das Programm, dessen Wertpunkte das Betriebssystem verringern will, mit einer Page auf dem Cache liegt, wird die Anzahl der Wertpunkte auf den Pages gleich um zwei verringert.

Wenn das Betriebssystem eine 3 würfelt und die Zeile auswählt, in der der Cache ist – und auf dem Cache auch eine Page liegt – wird die Anzahl der Wertpunkte auf den Pages in dieser Zeile um zwei statt um eins verringert.

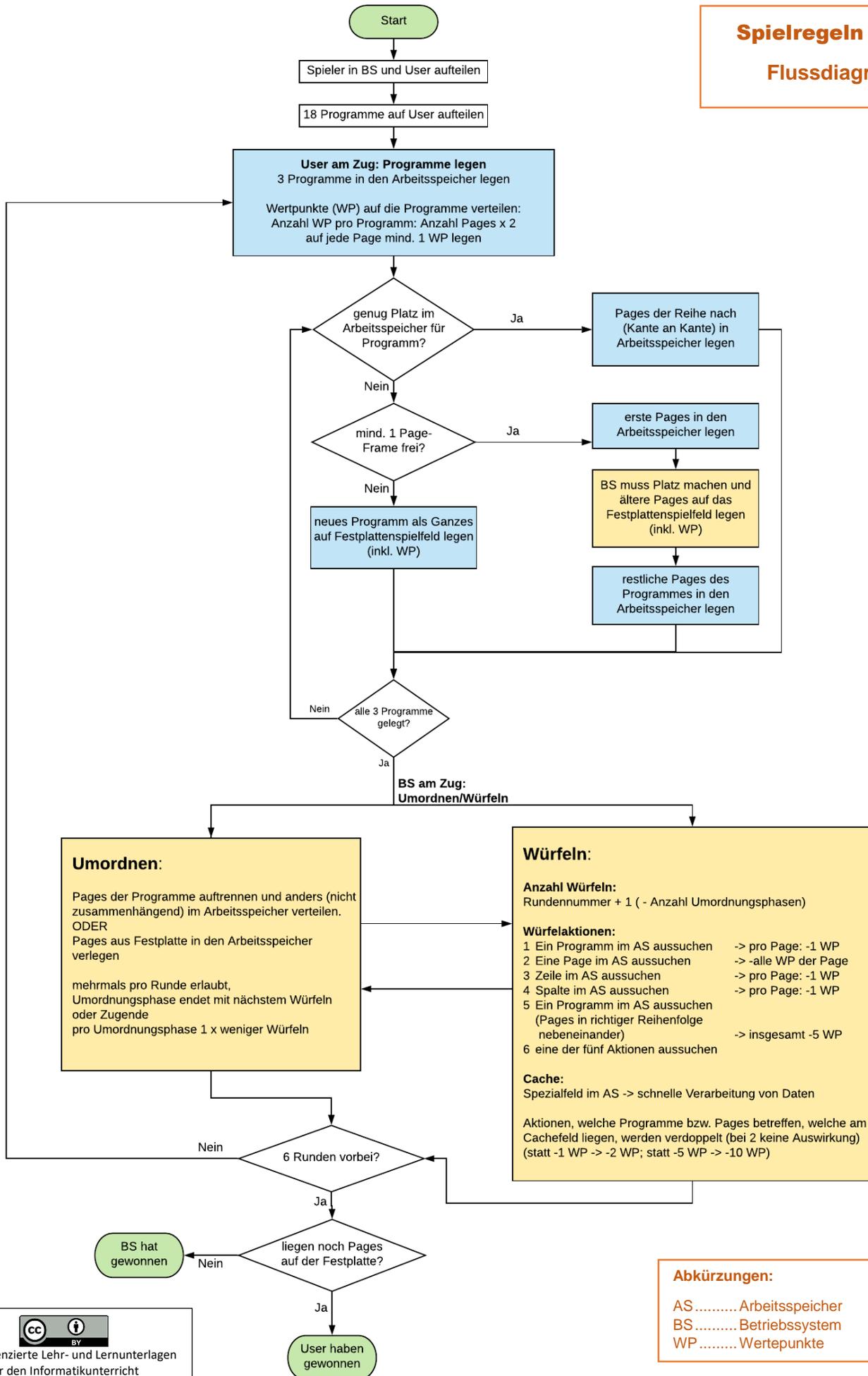
Würfelt das Betriebssystem eine 4 und wählt die Spalte aus, in der der Cache ist – und auf dem Cache auch eine Page liegt – wird die Anzahl der Wertpunkte auf den Pages in dieser Spalte um zwei statt um eins verringert.

Würfelt das Betriebssystem eine 5 und wählt eine Page aus, die am Cache liegt, darf diese Page (bzw. die folgenden Pages dieses Programmes – so es zusammenhängend im Arbeitsspeicher liegt) um zehn statt fünf Wertpunkte verringert werden.

Wird eine 2 gewürfelt, hat der Cache keinen Einfluss.

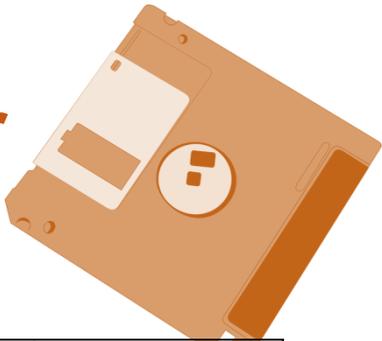


Spielregeln Paging Flussdiagramm



Abkürzungen:
 AS Arbeitsspeicher
 BS Betriebssystem
 WP Wertpunkte

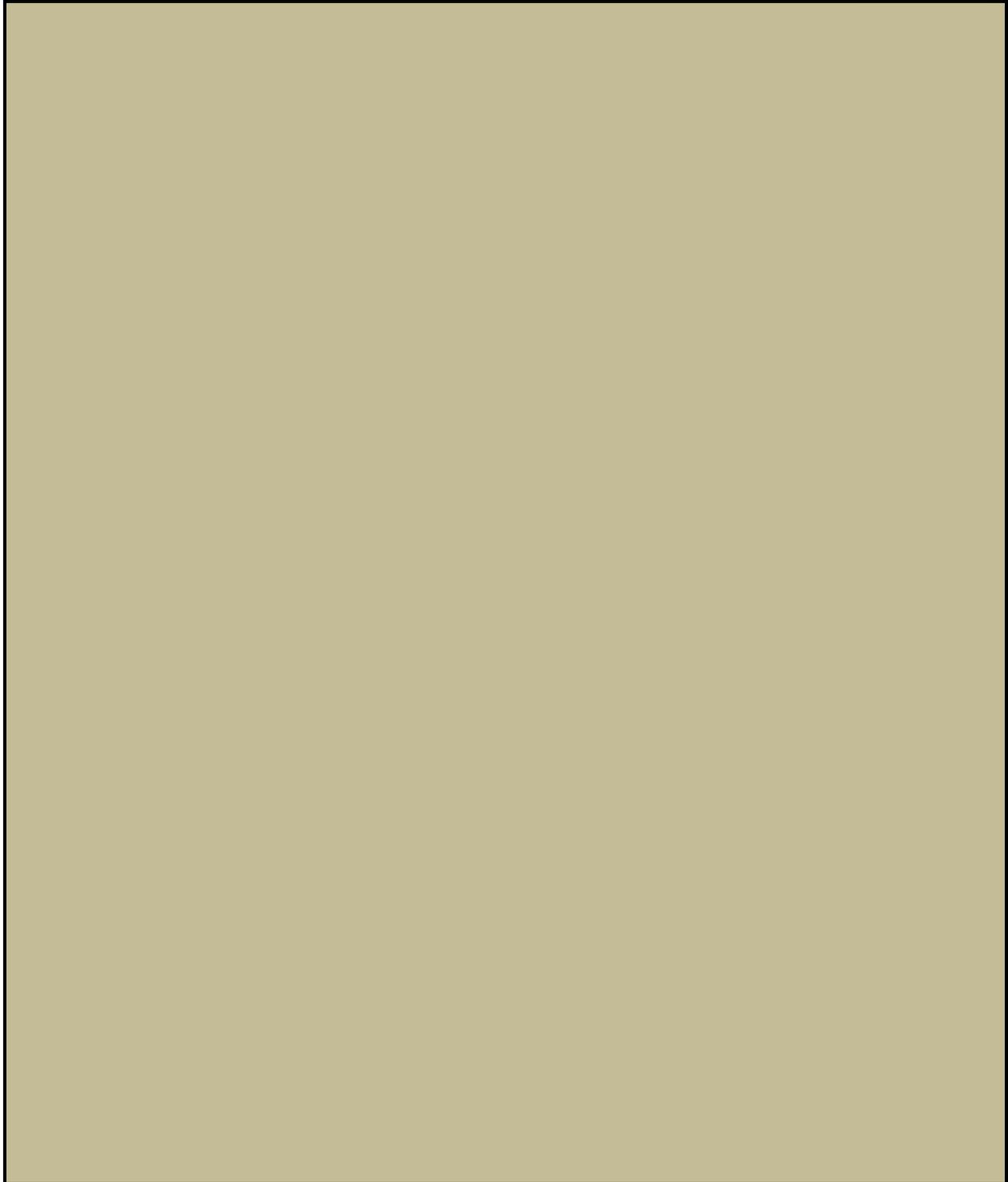
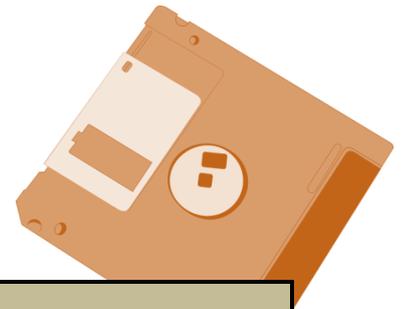
Paging – Arbeitsspeicher



Cache				



Paging – Festplatte



Paging – Programme

Bitte ausschneiden

1	2	3	4	1
1	2	3	4	2
1	2	3	4	3
1	2	3	4	4
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5



Offen lizenzierte Lehr- und Lernunterlagen für den Informatikunterricht
Philipp Warga

1	2	3	4	5
1	2	3	1	2
1	1	2	3	3
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
1	2	3	4	



1	2	3	4
1	2	3	4



Offen lizenzierte Lehr- und Lernunterlagen für den Informatikunterricht
Philipp Warga

