

# Tutorat 8

Dateisystem, Zugriffsrechte, Binärpräfixe, Links, FAT, I-Nodes



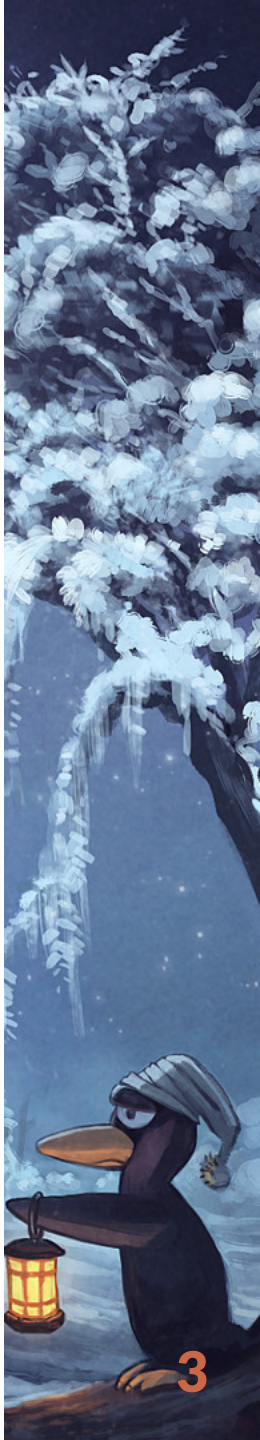
# Einstieg



# Einstieg

## Xsnow

- <https://www.ratrabbit.nl/ratrabbit/xsnow/downloads/index.html>
- `yay -S xsnow`





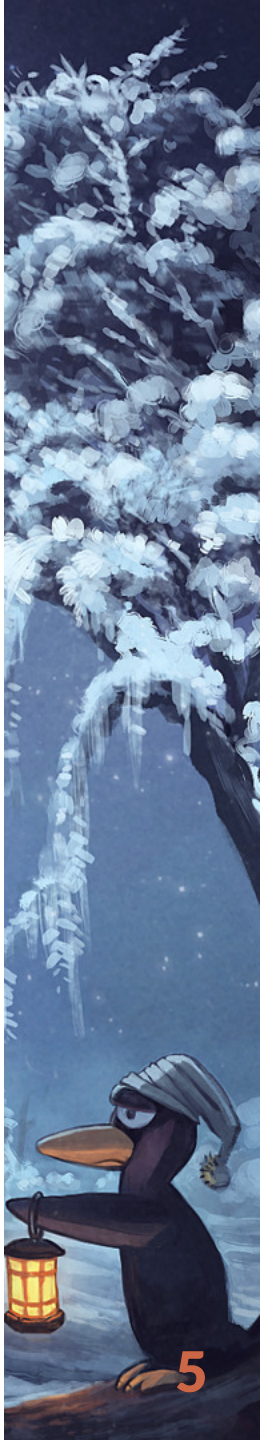
# Vorbereitungen



# Vorbereitungen

## umask -Befehl

- Falls Zugriffsrechte **verloren** gehen, liegt das daran, dass die Zugriffsrechte mit der `umask` maskiert werden
- **Beispiele:**
  - `umask 0002` beim Kopieren wird Schreibrecht ( $w = 2$ ) für **Others** gelöscht.
  - `umask 0077` beim **Kopieren** werden alle Rechte ( $r+w+x = 4+2+1 = 7$ ) für **Gruppe** und **Others** gelöscht.
- Die führende `0` gibt an, dass es sich um **Oktal**darstellung handelt
  - the **first zero** is a special permission digit and can be ignored → `0002` is the same as `002`
- Mit `umask -S` lassen sich die Rechte von neu erstellen **Dateien** anzeigen
- To view current `umask` value: `umask`

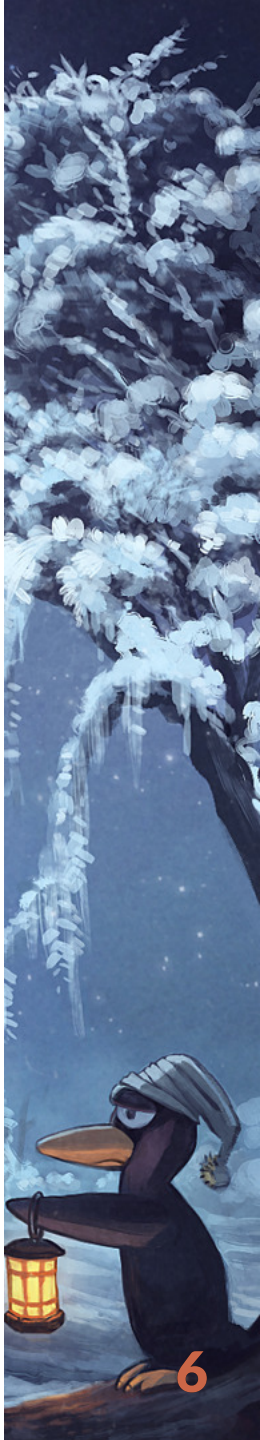


# Vorbereitungen

## umask -Befehl

- in Linux, the default permissions value is `666` for a **regular file**, and `777` for a **directory**. When creating a new file or directory, the kernel takes this **default value**, "**subtracts**" the umask value, and gives the new files the resulting permissions
- **folder:**  $777 - 022 = 755$
- **file:**  $666 - 022 = 644$

“ *not really subtraction*: technically, the mask is **negated** (its bitwise compliment is taken) and this value is then applied to the default permissions using a logical **AND** operation (→ **Material nonimplication**) ”

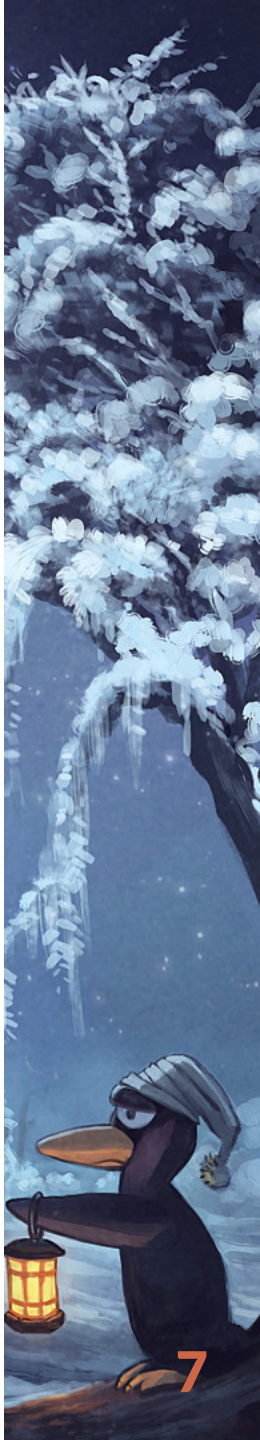


# Vorbereitungen

## umask -Befehl

umask digit	default file permissions	default directory permissions
0	rw	rwX
1	rw	rw
2	r	rx
3	r	r
4	w	wX
5	w	w
6	x	x
7	(no permission allowed)	(no permission allowed)

<https://www.computerhope.com/unix/uumask.htm>

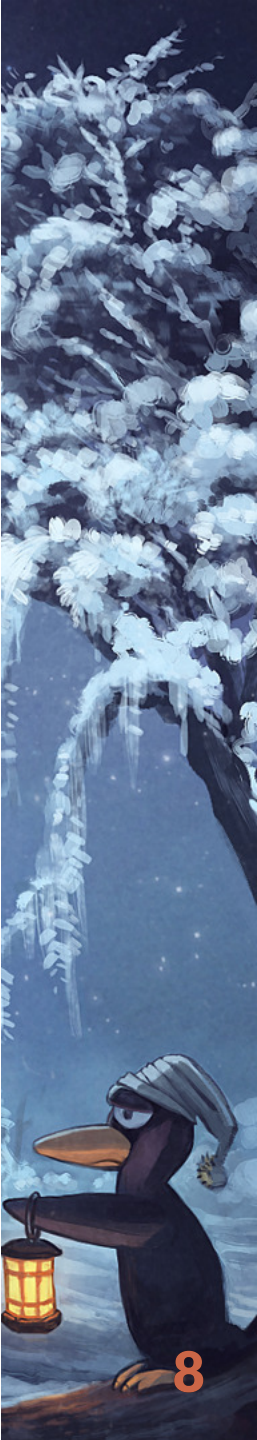




# Vorbereitungen

## umask -Befehl

- `umask u-x,g=r,o+w` :
- The default mask for a **non-root user** is `002`, changing the **folder** permissions to `775` ( `rw-rwxr-x` ), and **file** permissions to `664` ( `rw-rw-r--` ).
- The default mask for a **root user** is `022`, changing the **folder** permissions to `755` ( `rw-r-xr-x` ), and **file** permissions to `644` ( `rw-r--r--` ).

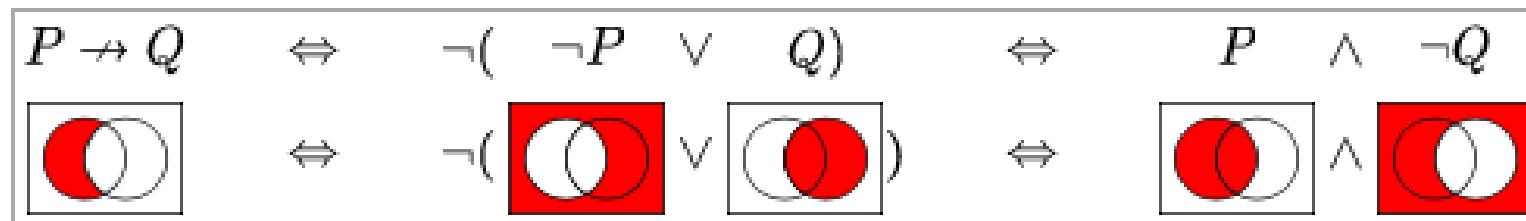
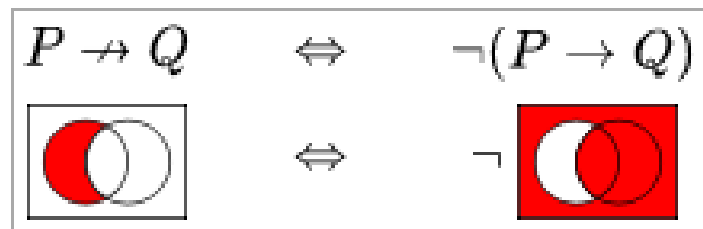




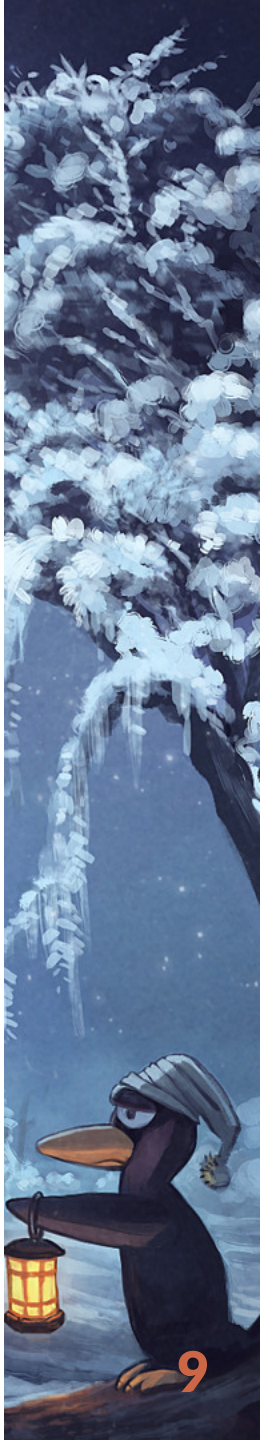
# Vorbereitungen

## Material nonimplication

- "p **minus** q.", "p **without** q.", "p **but not** q."



[https://en.wikipedia.org/wiki/Material\\_nonimplication](https://en.wikipedia.org/wiki/Material_nonimplication)



# Vorbereitungen

## Binärpräfixe

- Speicher wird in **Byte** = 8 **Bit** angegeben
- **Dezimalpräfixe:** Kilobyte [kB], Megabyte [MB], Gigabyte [GB], Terabyte [TB], Petabyte [PB], Exabyte [EB]
- **Binärpräfixe:** Kibibyte [KiB], Mebibyte [MiB], Gibibyte [GiB], Tebibyte [TiB], Pebibyte [PiB], Exbibyte [EiB]
- **Einheit umrechnen:**

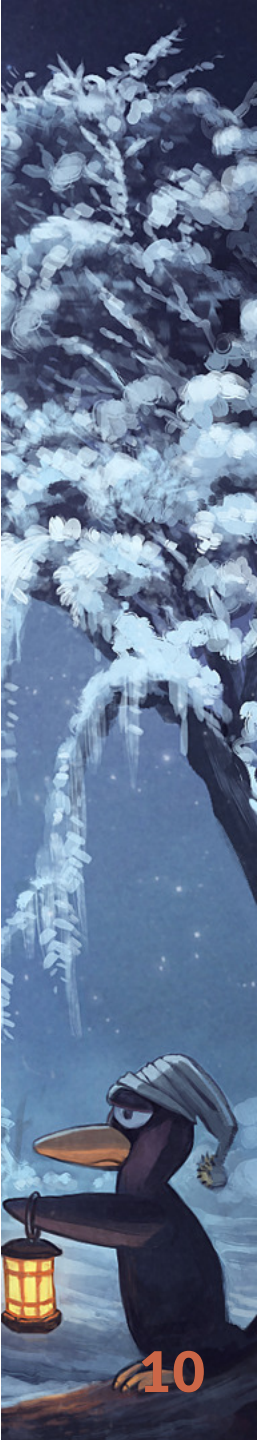
$$\begin{array}{ccccccc} 1 & 000 & 000 & 000 & \text{kB} & \xleftarrow{\cdot 1000} & 1 & 000 & 000 & \text{MB} & \xleftarrow{\cdot 10^3} & 1 & 000 & \text{GB} & \xleftarrow{\cdot 10^3} & 1 & \text{TB} \end{array}$$

$$\Downarrow \cdot 10^3$$

$$1 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ \text{B}$$

$$\Downarrow : 2^{10}$$

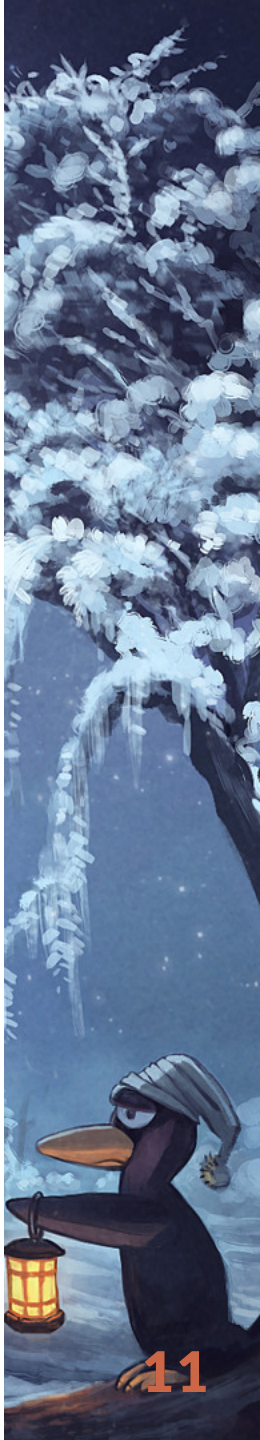
$$\begin{array}{ccccccc} 976 & 562 & 500 & \text{KiB} & \xRightarrow{: 1024} & 953 & 674,32 & \text{MiB} & \xRightarrow{: 2^{10}} & 931,32 & \text{GiB} & \xRightarrow{: 2^{10}} & 0,91 & \text{TiB} \end{array}$$



# Vorbereitungen

## Binärpräfixe

- $1 \cdot 2^{10} B = 1KiB$ ,  $1 \cdot 2^{20} = 1MiB$ ,  $1 \cdot 2^{30} = 1GiB$  etc.
- $1 \cdot 10^3 B = 1KB$ ,  $1 \cdot 10^6 B = 1MB$ ,  $1 \cdot 10^9 B = 1GB$  etc.
- **Windows** verwendet *GiB*, schreibt aber *GB* hin, einige **Linux Distributionen** auch, der **Manjaro Installer** aber z.B. *GiB*
- wird von **Festplattenherstellern** genutzt, um  $100GB$  draufzuschreiben, was viele fälschlicherweise als *GiB* interpretieren, aber nur  $(100 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000) / 1024 / 1024 / 1024 \approx 93.13GiB$  tatsächlich zu liefern
- **Unterschied** wird immer größer, z.B. zwischen GB und GiB sind es 7,4%
- bei **SD-Karten** wird in GiB angegeben (512GiB)
- **Arbeitsspeicher** wird in GiB angegeben (8 GiB Arbeitsspeicher)

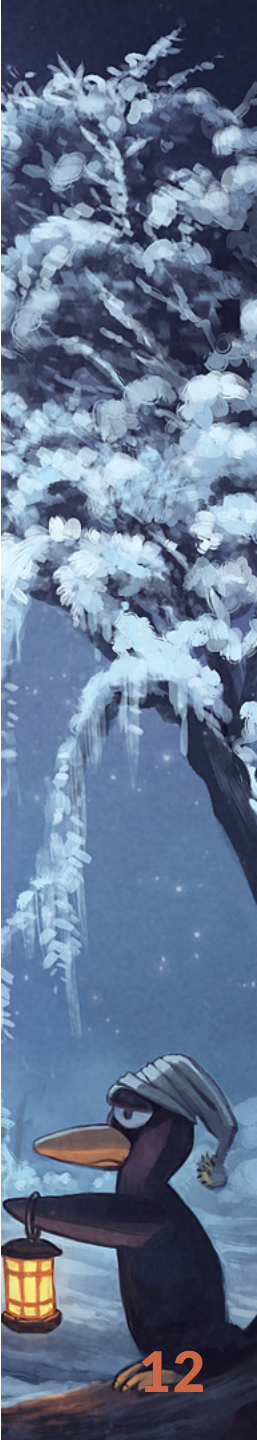




# Vorbereitungen

## Dateisysteme

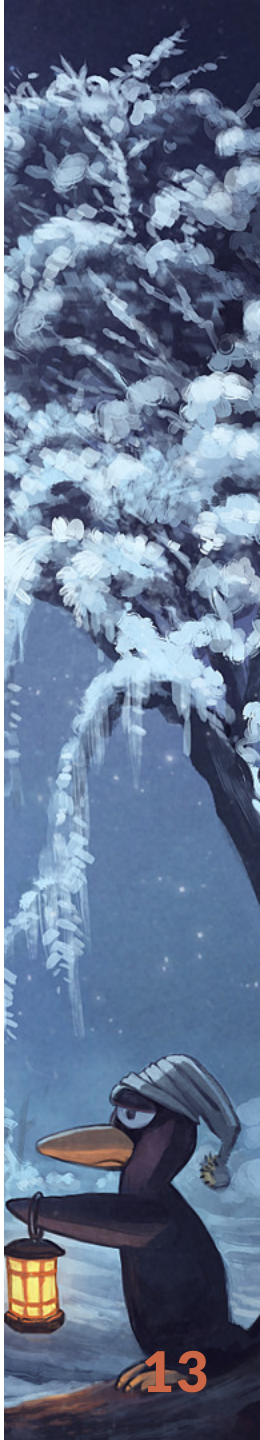
- siehe `Tutorat_8_Dateisysteme.pdf` auf **Nextcloud**



# Vorbereitungen

## Zugriffsrechte

- siehe `Tutorat_8_Users_Groups_Permissions.pdf` auf **Nextcloud**
- nur `x` ist ein Dunkler Raum mit **geöffneter Tür**, `r` ist ein Raum mit **angeschaltetem Licht**
  - Dateien in einem `x`-only Verzeichnis können allerdings trotzdem **ausgeführt** werden, falls der Name richtig **geraten** wird.
- Kann man sich mit **chmod u-rwx** nicht aussperren?
  - Nein, weil im **I-Node des Ordner** die **Zugriffrechte** stehen und auf den hat man ja Zugriff. Und wenn man auf diesen keinen Zugriff hat, dann hat man hoffentlich auf sein **Elternverzeichnis** Zugriff
- für **Others** gibt es kein **S-Bit**:
  - **S-Bit** gibt es nur für **Gruppe** und **User**
  - `a+s` skipt **Others**



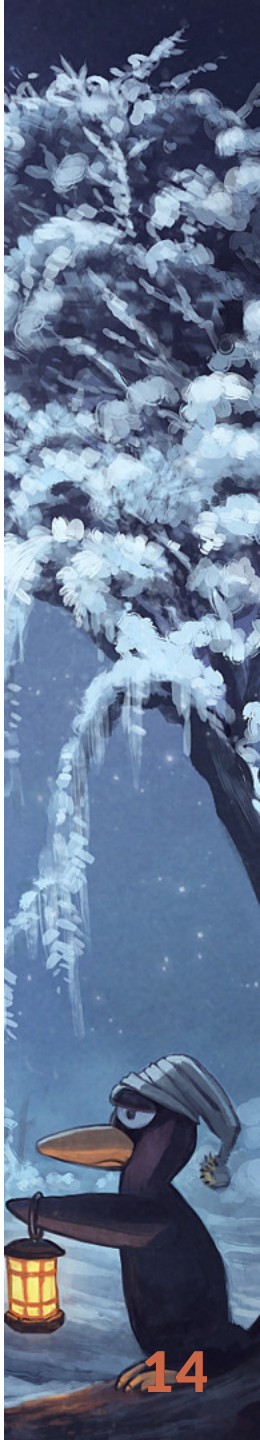
# Vorbereitungen

## Zugriffsrechte

- Überprüfung, ob man Recht für diese Datei hat

```
permission_for_file(self, file, permission) {  
    if file.user == self.user: return file.user[permission]  
    if file.group == self.group: return file.group[permission]  
    return file.others[permission]  
}
```

- `chmod 007 <file>` bedeutet **alle** haben vollen Zugriff, **außer** der **User** und alle in der **Gruppe** des Users
- `chmod 077 <file>` bedeutet **alle außer** dem **User** haben vollen Zugriff
- `chmod 070 <file>` bedeutet nur die **Gruppe** des Users hat darauf Zugriff

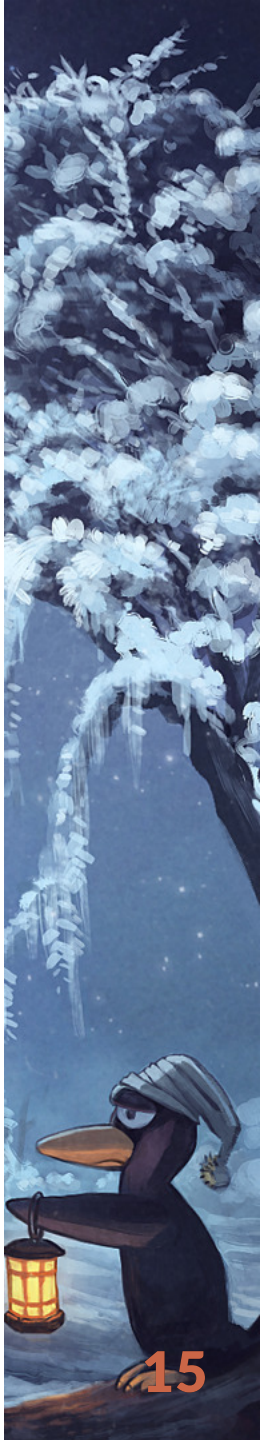




# Vorbereitungen

## Absoluter and relativer Softlink / Symbolischer Link

- `ln -s <target> <link>` für **absoluten oder relativen Symbolischen Link**
  - Ist nur ein **absoluter Link**, wenn `<target>` ein **absoluter Pfad** ist, also nicht einfach nur der Dateiname, sonst ist es ein **relativer Link**
  - `ln -sr <target> <link>` für **auf jeden Fall** einen **relativen symbolischen Link**
    - `-r`: auch wenn man einen **absoluten Pfad** angibt, wird daraus ein **relativer Pfad** gemacht
- bei **relativen Pfadangaben** wird der Link **ungültig**, wenn das Ziel in ein anderes Verzeichnis **verschoben** wird



# Übungsblatt



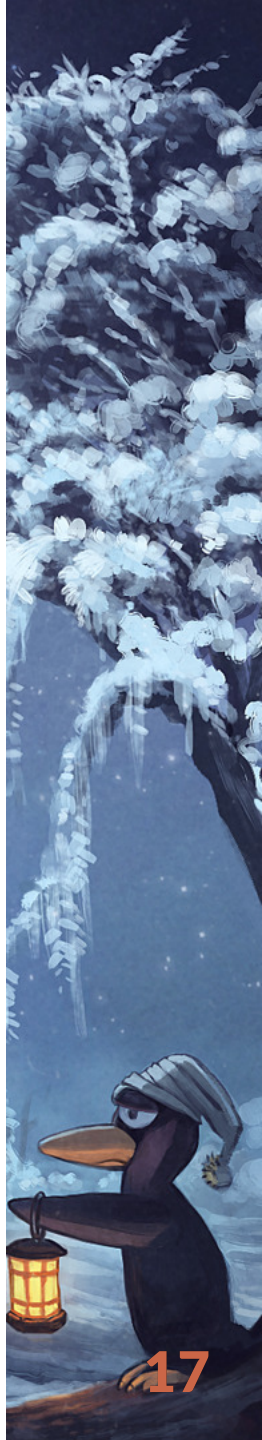
# Übungsblatt

## Aufgabe 1

a)

```
$ ls -l  
drwxr-x--x 2 un1062 uni 26 27. Okt 14:06 meine_dateien
```

- Der **Besitzer** `un1062` darf den **Verzeichnisinhalt auflisten** (`r`), **Dateien erstellen, löschen** und **umbenennen** (`w`) und in das **Verzeichnis wechseln** (`x`).
- Mitglieder der **Gruppe** `uni` dürfen nur den **Verzeichnisinhalt auflisten** und in das **Verzeichnis wechseln**.
- Alle anderen **Benutzer** dürfen nur in das **Verzeichnis wechseln**, den Inhalt aber **nicht** auflisten.





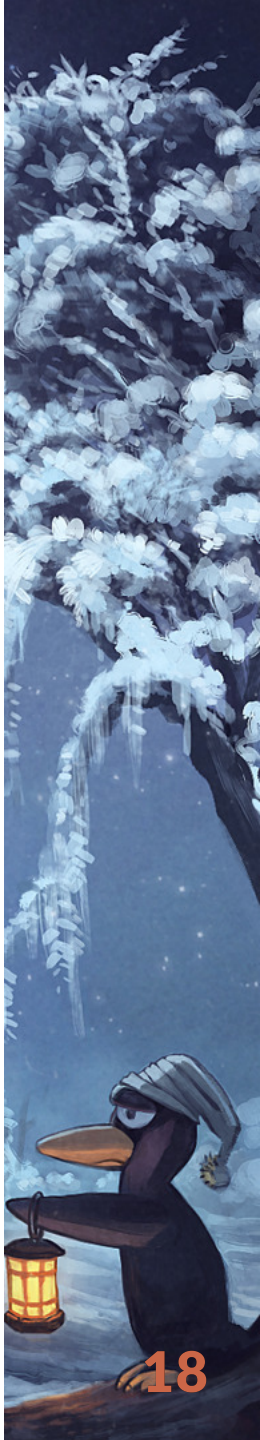
# Übungsblatt

## Aufgabe 1

b.1)

```
cd /tmp
mkdir $(whoami) # oder $USER
cd $(whoami)
cp /usr/bin/whoami werbinich
ls -lh /usr/bin/whoami
ls -lh /tmp/$(whoami)/werbinich
```

- `root:root` → `<username>:student`
- **Zugriffsrechte** können teilweise verloren gehen ( `umask` )



# Übungsblatt

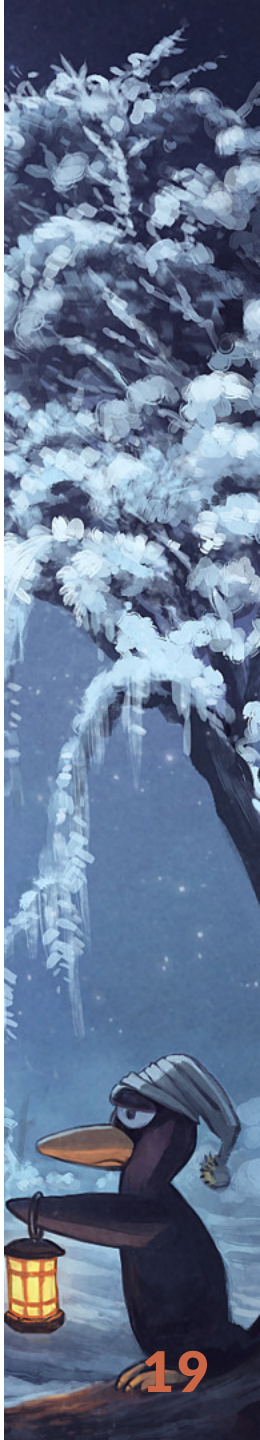
## Aufgabe 1

b.2)

- `chmod g=rx werbinich`, (ggf. `chgrp uni werbinich`)
  - falls **Gruppe** `uni` nicht existiert:

```
sudo groupadd uni # Gruppe erstellen
sudo usermod -a -G uni $USER # Mitglied der Gruppe werden
# Ausloggen und wieder einloggen, um Gruppenmitgliedschaft zu erlangen
sudo groupdel uni # Löschen der Gruppe
```

- `-a`, `--append`: Appends the user to the current **supplementary group** list. Use only with the `-G` option. If the user is currently a member of a group which is **not listed**, the user will be **removed** from the group
- `-G`, `--groups GROUP1[,GROUP2,...[,GROUPN]]`: A list of **supplementary groups** which the user is also a member of



# Übungsblatt

## Aufgabe 1

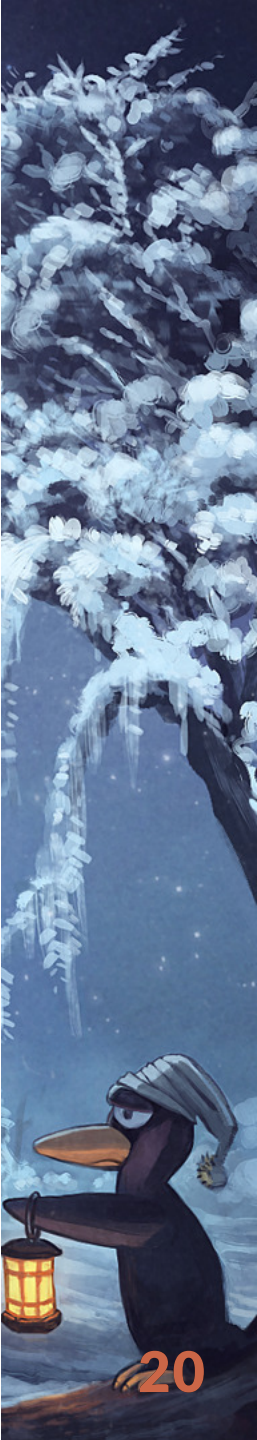
b.2)

- `werbinich` zeigt den Namen des Nutzers ( `xy1234` ) an, da das Programm unter seiner Benutzerkennung ausgeführt wird.

b.3)

- **SUID-Bit (Set User ID)** setzen:

```
chmod u+s werbinich  
./werbinich
```





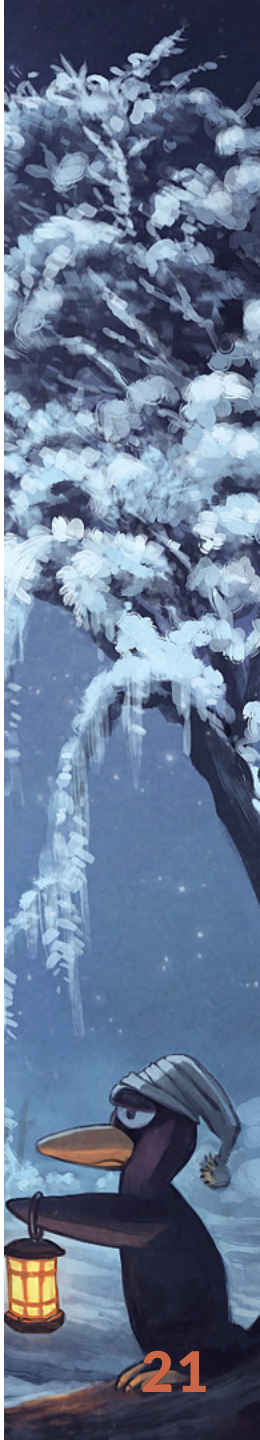
# Übungsblatt

## Aufgabe 1

c.1+2)

```
cd && mkdir systeme-public
# 1)
chmod go=rx systeme-public # Oktalmodus: chmod 555 systeme-public
# 2)
chmod go=x ~                # Oktalmodus: chmod 511 ~
```

- das `x`-Recht muss für alle übergeordneten Verzeichnisse gesetzt sein
- `chmod 555 systeme-public`, ist `101101101`, also `r-xr-xr-x`
- `chmod 511 ~` ausführen, was `101001001`, also `r-x--x--x` ist.

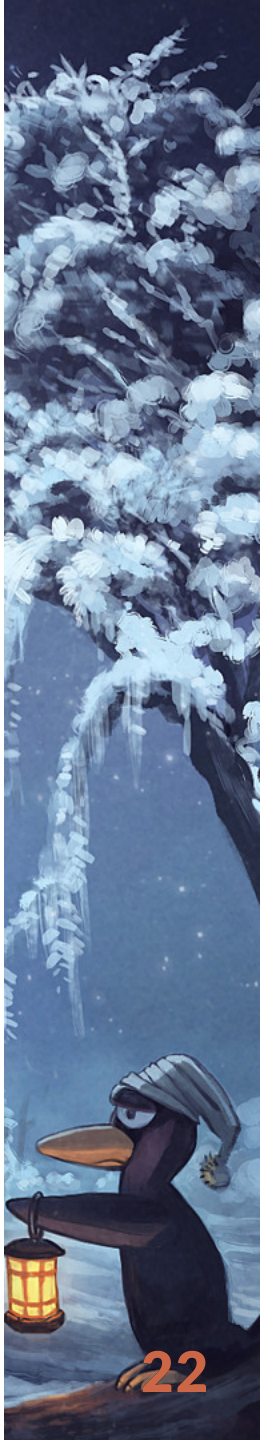


# Übungsblatt

## Aufgabe 2a)

### Unterschiede

- Alle **Hardlinks** einer Datei verweisen auf den **I-Node** dieser Datei
- Jeder **Symbolische Link / Softlink** hat einen **eigenen** I-Node, der einen Zeiger auf einen **Datenblock** enthält, der wiederum den **Pfadnamen** des Ziels enthält
  - bei manchen Dateisystemen (z.B. **ext**) wird der **Pfad des Ziels** auch direkt im **I-Node** gespeichert, also die **Daten** des I-Nodes verweisen auf einen **Verzeichniseintrag**
- ein **Hardlink** ist nur ein **Verzeichniseintrag**, jeder **symbolische Link** hat einen eigenständigen **I-Node**
- wird das **Original gelöscht**, so zeigen **symbolische Links** ins **Leere**, während über **Hardlinks** der Inhalt der Datei **immer noch zugänglich** ist



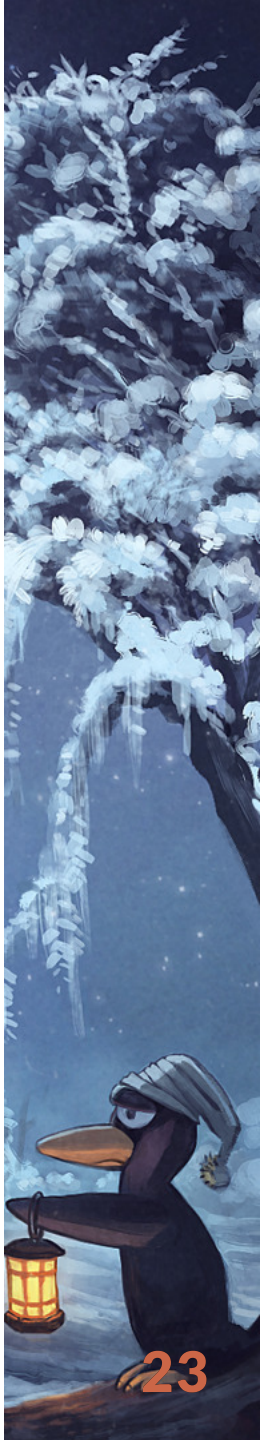
# Übungsblatt

## Aufgabe 2a)

### Unterschiede

- Wird das **Original gelöscht** und eine Datei mit dem **selben Namen** angelegt, so zeigen die **symbolischen Links** auf die **neue Datei**, während **Hardlinks** weiterhin auf das **I-Node** mit dem **alten Inhalt** zeigen
- Während **symbolische Links** weit **verbreitet** sind, existieren **Hardlinks** nur in Dateisystemen **mit I-Nodes** oder ähnlichen Strukturen
- **Hardlinks** können **nur innerhalb des selben Dateisystems** angelegt werden, **symbolische Links** funktionieren auch **über Dateisysteme hinweg**
- **Ordner** können i.d.R. nur bei **symbolischen Links** als Target verwendet werden

```
> $ ln folder folder_link  
ln: folder: hard link not allowed for directory
```

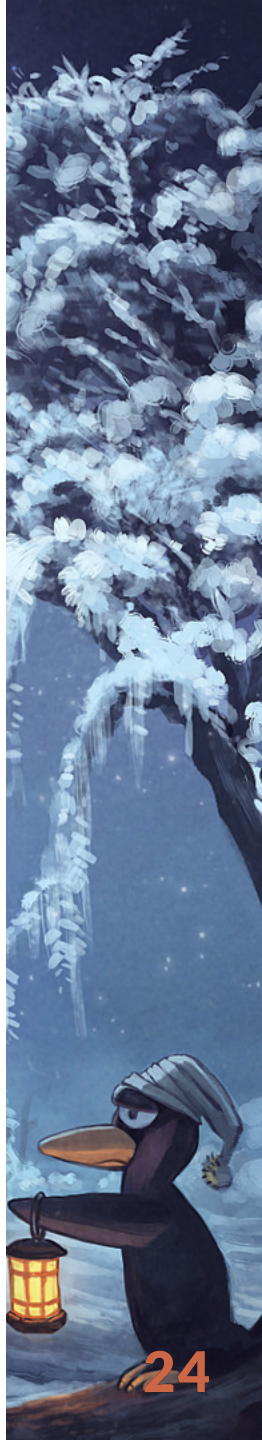


# Übungsblatt

## Aufgabe 2a)

### Vorteile und Nachteile - Übersicht

	Vorteile	Nachteile
symbolische Links	können auf beliebige Objekte (Dateien, Verzeichnisse, Devices usw.) zeigen	zeigt nach Löschen oder Verschieben des Originals ins Leere
	können auf Objekte in anderen Dateisystemen zeigen	Anzahl der Links auf eine Datei nur durch Suche bestimmbar
	Linkziel sichtbar im Dateibrowser / per <code>ls -l</code>	Zugriff auf Zielfeile ist aufwendiger, da der komplette Linkpfad nachverfolgt werden muss
	Existiert für eine Vielzahl von Dateisystemen	
Hardlinks	bleibt bei Löschen oder Verschieben des Originals gültig	können nicht auf Verzeichnisse zeigen
	Anzahl der Links auf eine Datei im I-Node gespeichert	nur innerhalb eines Dateisystems möglich
	Zugriff auf Zielfeile sehr effizient, da der Hardlink direkt auf den I-Node verweist	mit <code>ls -l</code> nicht erkennbar, welche Links auf die selbe Datei zeigen
	geringerer Speicherplatzverbrauch als bei symbolischen Links, da bei der Erstellung eines Hardlinks nur ein Verzeichniseintrag hinzugefügt wird	Nur in Dateisystemen mit I-Nodes oder ähnlichen Strukturen verfügbar



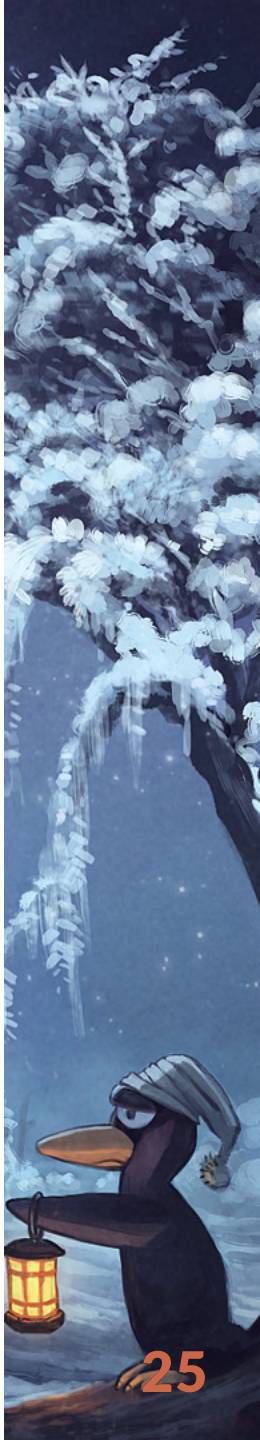


# Übungsblatt

## Aufgabe 2a)

### Weitere Vor- und Nachteile

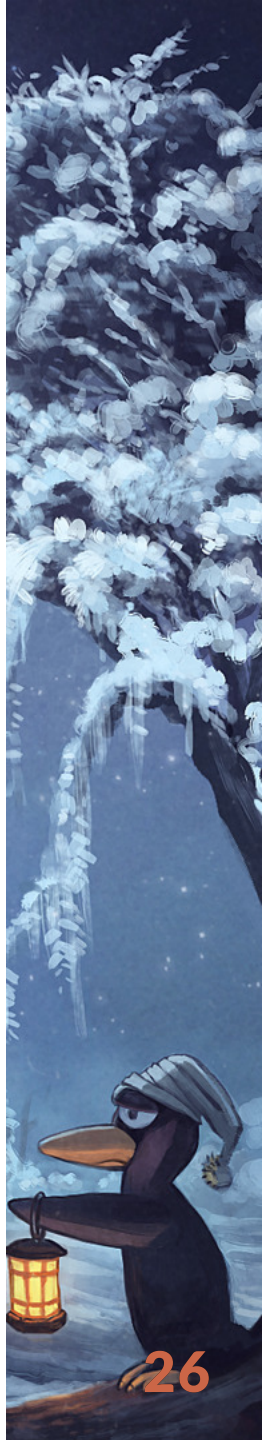
- **symoblischer Link** I-Node Verschwendung (→ `df -i`)
- man kann Zugriffsrechte für jeden **Softlinks individuell** einstellen



# Übungsblatt

## Aufgabe 2b)

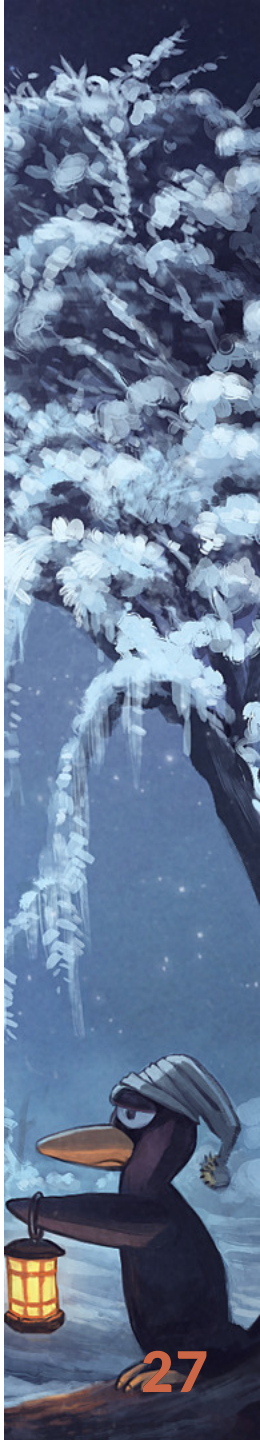
- Wenn dies möglich wäre, müsste man **zusätzlich** zum I-Node **abspeichern**, in welchem **Dateisystem/in welcher Partition** das Ziel liegt. Das wiederum macht aber **keinen Sinn**, da die **Dateisysteme** an **verschiedenen Stellen**, zu **unterschiedlichen Zeiten** und möglicherweise von **unterschiedlichen Computern** gemountet werden könnten und damit könnte dies zu **unerwartetem Verhalten** führen
  - Wenn das **Dateisystem**, auf das sich das Referenzobjekt befindet, **nicht gemountet** ist, kann der **Linkzähler nicht dekrementiert** werden, wenn der **Harte Link gelöscht** wird
  - *Beispiel:* **Datei A erstellt** und es verweisen **zwei Hardlinks** von **unterschiedlichen Dateisystemen** auf diese Datei. In **welchem Dateisystem** befinden sich nun tatsächlich die Daten? **Was** muss man **tun**, wenn ein Dateisystem **nicht mehr mit dem Rechner verbunden** ist? Sind die **Daten noch vorhanden**? Wenn ja, kann ich sie **löschen**?



# Übungsblatt

## Aufgabe 2c)

- Erstelle in **Verzeichnis D1** ein **Verzeichnis A**. Nun erstelle in **Verzeichnis A** mit `ln ../A B` einen **Hardlink B** auf **A**. Wechsle nun mit `cd B` in das Verzeichnis. Man befindet sich nun **gleichzeitig** in **D1** und **A**. Was soll nun **passieren** wenn man `cd ..` eingibt? Das Verzeichnis hat **zwei Vaterverzeichnisse** (D1,A). Wie soll das Dateisystem wissen, welches ausgewählt werden soll?
- Es gibt auch noch andere Probleme, z.B. gehen **UNIX-Befehle** immer von einer **azyklischen Verzeichnisstruktur** aus. Ein Zyklus könnte deshalb zu **Endlosschleifen** führen
  - im Gegensatz zu **Softlinks** lassen sich **Hardlinks** nicht vom originalen Verzeichniseintrag der Datei **unterscheiden**

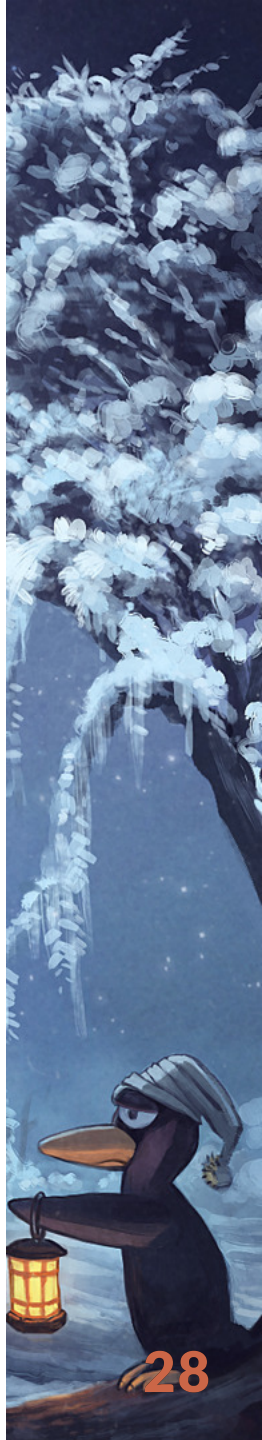


# Übungsblatt

## Aufgabe 3

a)

Angabe	Angabe in Bits		Angabe in Bytes	
	2er-Potenz	dezimal	2er-Potenz	dezimal
2 Byte	$2^4$ Bit	16 Bit	$2^1$ Byte	2 Byte
2048 MiB	$2^{34}$ Bit	17.179.869.184 Bit	$2^{31}$ Byte	2.147.483.648 Byte
32 Byte	$2^8$ Bit	256 Bit	$2^5$ Byte	32 Byte
16 MiBit	$2^{24}$ Bit	16.777.216 Bit	$2^{21}$ Byte	2.097.152 Byte
1024 KiBit	$2^{20}$ Bit	1.048.576 Bit	$2^{17}$ Byte	131.072 Byte



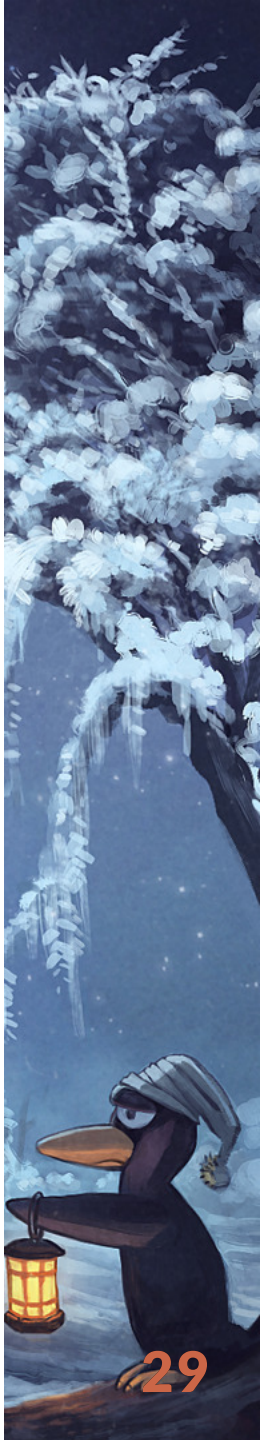


# Übungsblatt

## Aufgabe 3

b)

- Die Einheit **TB** bezeichnet bei Festplatten typischerweise  $10^{12}$  Bytes, da die Festplattenkapazität in **SI-Einheiten** größer aussieht als in **Zweierpotenz-Einheiten**:
  - **Differenz der Interpretationen:**
$$3.0 \cdot 2^{40} B - 3.0 \cdot 10^{12} B = 298534883328 B = 278.032 GiB$$
- Im Gegensatz dazu ergibt sich für **Arbeitsspeicher** wegen der **parallelen Adressierung** immer eine **Zweierpotenz**, weshalb Arbeitsspeicher fast immer mit **Binärpräfix** angegeben wird.



# Übungsblatt

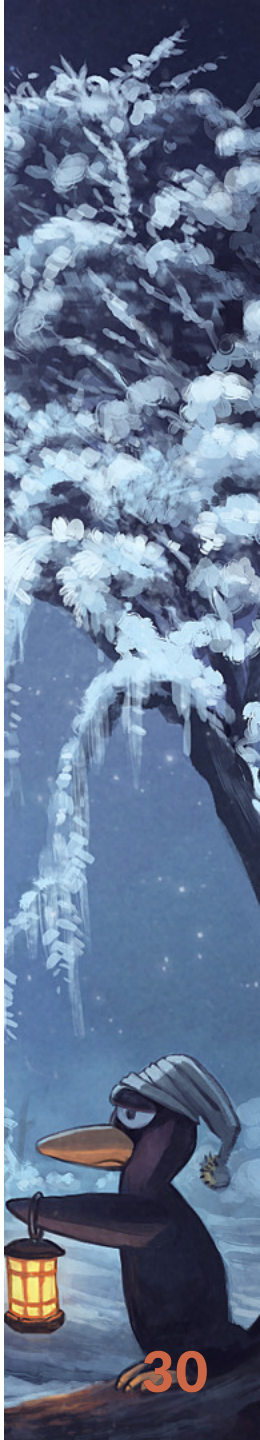
## Aufgabe 4

a)

- Ein **Hardlink** in einem **anderen Verzeichnis** hätte einen **eigenen Verzeichniseintrag**. Wird etwas an einer Datei und somit am **Verzeichniseintrag verändert** (z.B gelöscht), müsste auch der **Eintrag des Hardlinks** entsprechend verändert werden. Dafür müssten aber alle **Hardlinks voneinander wissen**.

b)

- Es werden  $\lceil \frac{158KB}{32KB/Block} \rceil = 5$  Blöcke benötigt



# Übungsblatt

## Aufgabe 4

b)

**FAT:**

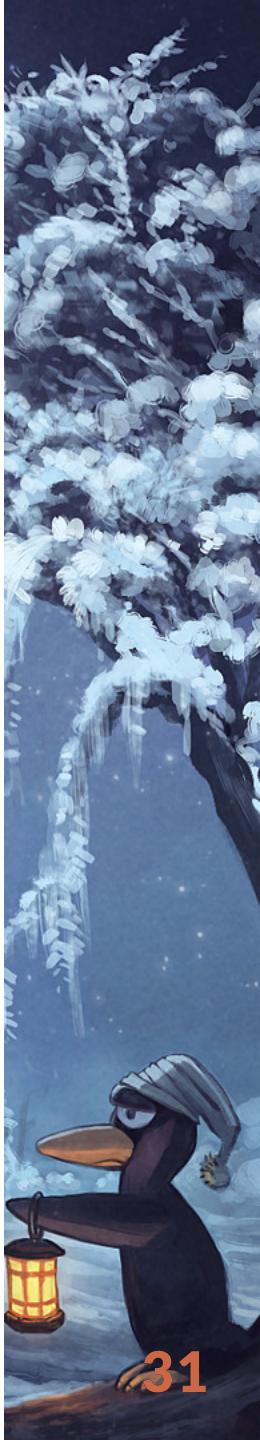
Plattenblock 0	
Plattenblock 1	
Plattenblock 2	10
Plattenblock 3	11
Plattenblock 4	7
Plattenblock 5	
Plattenblock 6	3
Plattenblock 7	2
Plattenblock 8	
Plattenblock 9	
Plattenblock 10	12
Plattenblock 11	14
Plattenblock 12	-1
Plattenblock 13	
Plattenblock 14	-1
Plattenblock 15	
⋮	⋮

**Liste freier Plattenblöcke:**

15	13	1	8	9	5	0	...
----	----	---	---	---	---	---	-----

**Verzeichniseinträge:**

Dateiname	Erweiterung	Datei-Attribute	Erster Plattenblock	Dateigröße
BRIEF	TXT	(...)	4	129 KB
EDITOR	EXE	(...)	6	101 KB
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮



# Übungsblatt

## Aufgabe 4

b)

**FAT:**

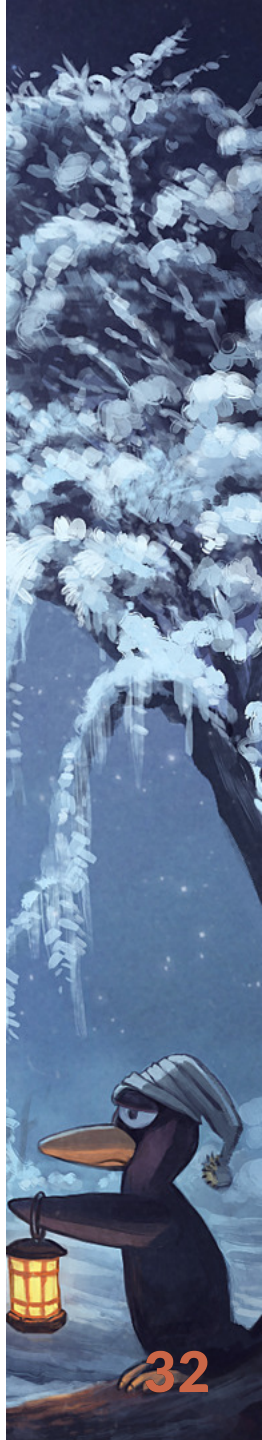
Plattenblock 0	
Plattenblock 1	8
Plattenblock 2	10
Plattenblock 3	11
Plattenblock 4	7
Plattenblock 5	
Plattenblock 6	3
Plattenblock 7	2
Plattenblock 8	9
Plattenblock 9	-1
Plattenblock 10	12
Plattenblock 11	14
Plattenblock 12	-1
Plattenblock 13	1
Plattenblock 14	-1
Plattenblock 15	13
⋮	⋮

**Liste freier Plattenblöcke:**

5	0	...
---	---	-----

**Verzeichniseinträge:**

Dateiname	Erweiterung	Datei-Attribute	Erster Plattenblock	Dateigröße
BRIEF	TXT	(...)	4	129 KB
EDITOR	EXE	(...)	6	101 KB
AUFGABE	DOC	(...)	15	158 KB
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮





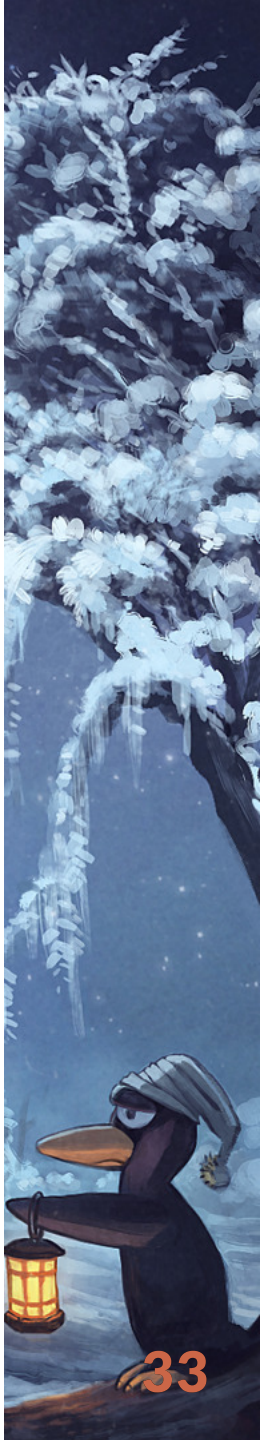
# Übungsblatt

## Aufgabe 5

a)

- Bei der **1-/2-/3-fach indirekten Adressierung** passen  $\left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor$  Zeiger in einen Block. Die **Anzahl der Datenblöcke**, die ein **I-Node** adressieren kann, ist daher:

$$N_b = 10 + \left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor^2 + \left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor^3 = 10 + \sum_{i=1}^3 \left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor^i$$



# Übungsblatt

## Aufgabe 5

### b) Maximale Dateigrößen

- **Blockgröße 1 KiB:**
  - *Anzahl Zeiger pro Block:*

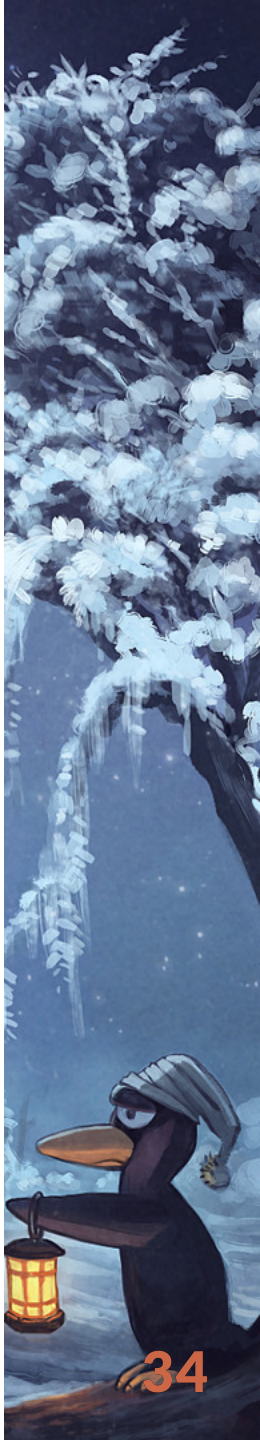
$$\left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor = \frac{1 \frac{\text{KiB}}{\text{Block}}}{4 \frac{\text{Byte}}{\text{Zeiger}}} = 256 \frac{\text{Zeiger}}{\text{Block}}$$

- *Maximale Anzahl der adressierbaren Datenblöcke pro I-Node:*

$$N_b = 10 + 256 + 256^2 + 256^3 = 10 + 256 + 65536 + 16777216 = 16843018$$

- *Maximale Größe einer Datei:*

$$16843018 \text{ Blöcke} \cdot 1 \frac{\text{KiB}}{\text{Block}} = 17247250432 \text{ Byte} = 16843018 \text{ KiB} \approx 16448 \text{ MiB} \approx 16,06 \text{ GiB}$$



# Übungsblatt

## Aufgabe 5

### b) Maximale Dateigrößen

- **Blockgröße 4 KiB:**

- *Anzahl Zeiger pro Block:*

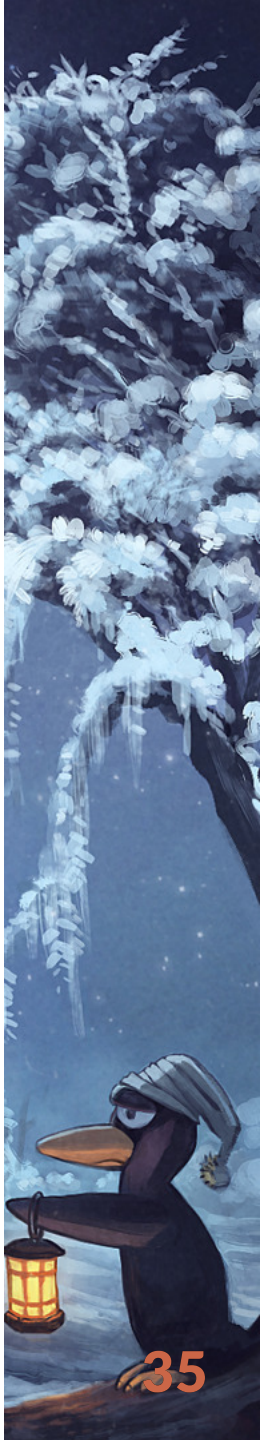
$$\left\lfloor \frac{b}{z} \right\rfloor = \frac{4 \frac{\text{KiB}}{\text{Block}}}{4 \frac{\text{Byte}}{\text{Zeiger}}} = 1024 \frac{\text{Zeiger}}{\text{Block}}$$

- *Maximale Anzahl der adressierbaren Datenblöcke pro I-Node:*

$$N_b = 10 + 1024 + 1024^2 + 1024^3 = 10 + 1024 + 1048576 + 1073741824 = 1074791434$$

- *Maximale Größe einer Datei:*

$$1074791434 \text{ Blöcke} \cdot 4 \frac{\text{KiB}}{\text{Block}} = 4402345713664 \text{ Byte} = \\ 4299165736 \text{ KiB} \approx 4100 \text{ GiB} \approx 4,00 \text{ TiB}$$

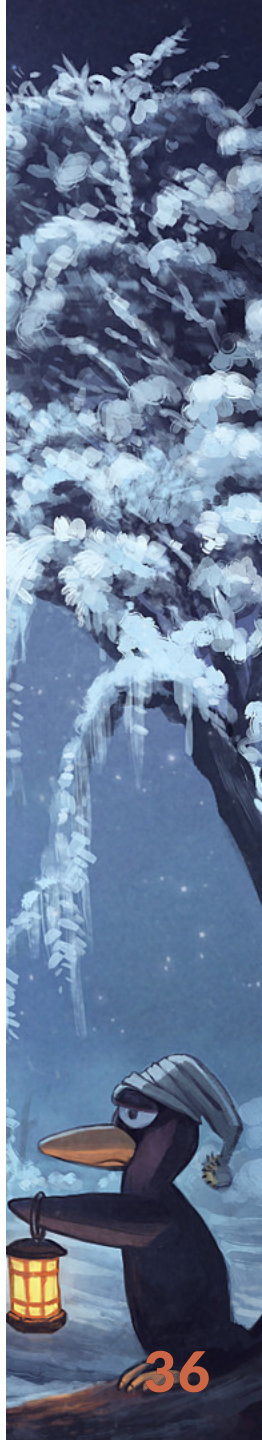


# Übungsblatt

## Aufgabe 5

### b) Maximale Dateigröße

- Aufgrund der gewählten Zeigergröße von  $4\text{Byte}$  können maximal  $2^{32}$  Blöcke =  $4'294'967'296\text{Blöcke}$  adressiert werden (über mehrere dieser Blöcke erstreckt sich ein Datenblock, wovon es  $16'843'018$  bzw.  $1'074'791'434$  gibt)





# Ergänzungen

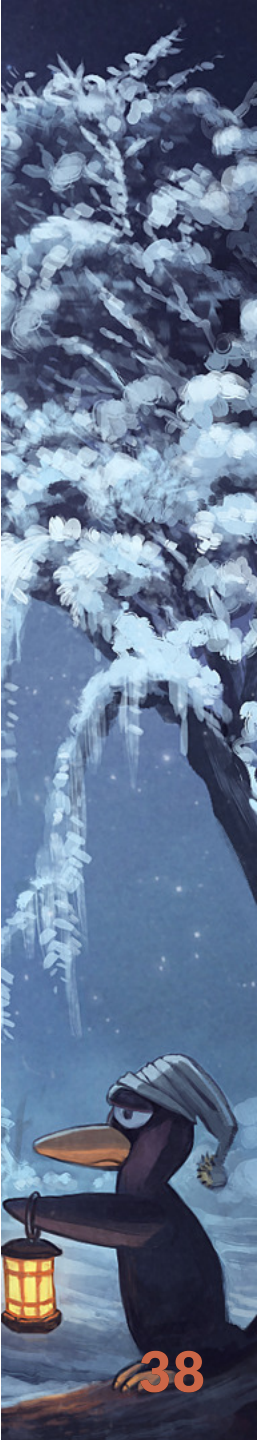


# Ergänzungen

## Addition binär und dezimal

011011 (27)	17718
+ 011101 (29)	+ 6524
11111	11 1
=====	=====
111000 (56)	24242

00 + 00 = 00	00 + 00 (+ 01) = 01
00 + 01 = 01	00 + 01 (+ 01) = 10
01 + 00 = 01	01 + 00 (+ 01) = 10
01 + 01 = 10	01 + 01 (+ 01) = 11

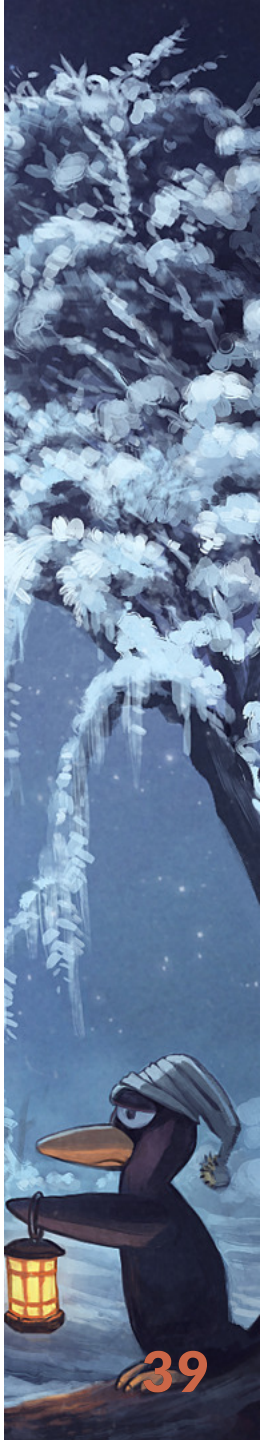


# Ergänzungen

Subtraktion binär und dezimal (nicht empfohlen,  
dient Vergleich mit nächster Folie)

(1)	
0111000 (56)	24242
- 0011011 (27)	- 17718
11111	11 1
=====	=====
0011101 (29)	6524

10 - 00 = 10	10 - 00 (- 01) = 01
10 - 01 = 01	10 - 01 (- 01) = 00
11 - 00 = 11	11 - 00 (- 01) = 10
11 - 01 = 10	11 - 01 (- 01) = 01

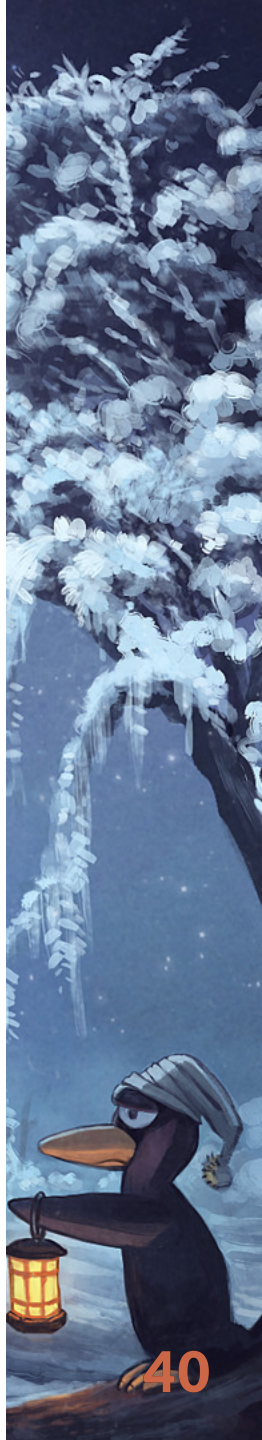


# Ergänzungen

Subtraktion binär und dezimal (funktioniert immer, egal was für Vorzeichen Zahlen haben)

```
(2)
  0111000 (56)
+ 1100101 (27) (0011011 negiert und +1)
  11
  =====
  0011101 (29)
```

- **Zweierkomplement Negation:** 11011 -> 011011 -> 100100 -> 100101
  - 0 en hinzufügen bis **Minuend** und **Subtrahend** beide gleiche Länge haben und Platz für ihr **Vorzeichenbit** ist und dieses korrekt gesetzt ist
  - **1er Komplement Negation** und +1 nicht vergessen für den **Subtrahenden**





# Ergänzungen

## Multiplikation binär und dezimal

1101 x 1001 (13 \* 9)

1101

0000

0000

1101

=====

1110101 (117)

1304 x 12

48

+ 0

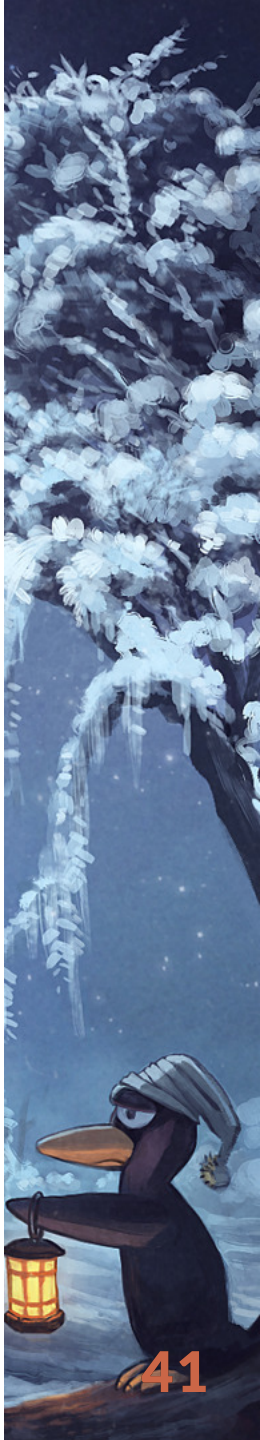
+ 36

+12

=====

15648

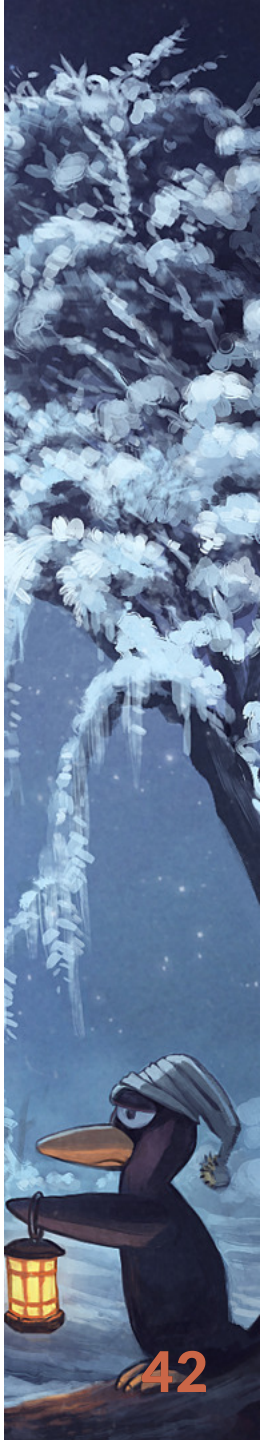
- **Verschiebung** ist aufgrund der 0en, die hier ausgelassen sind



# Ergänzungen

## Division binär

```
1110101 / 1011 (117 : 11) = 1010 (10) Rest: 111 (7)
- 1011 |||
===== |||
   111 ||
-      0 ||
   ===== ||
   1110 |
- 1011 |
   ===== |
     111
-      0
   =====
     111
```



# Ergänzungen

## Division dezimal

15658 / 12 = 1304,833...

12 |||

== |||

36 ||

36 ||

== ||

05 |

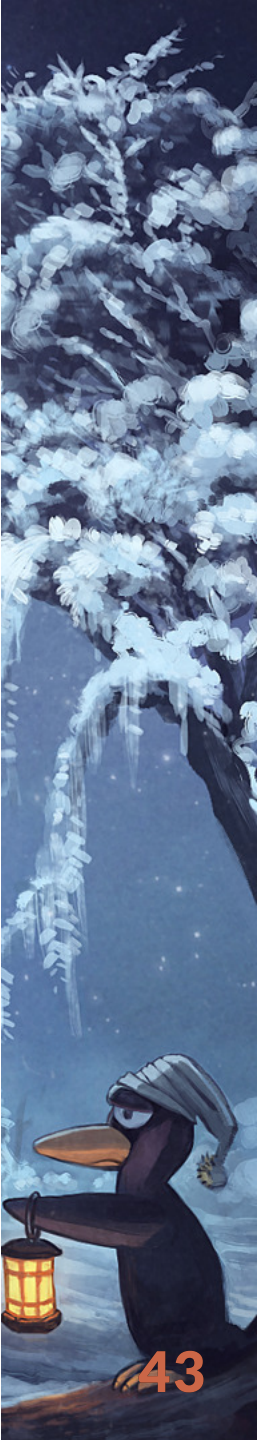
0 |

== |

58

48

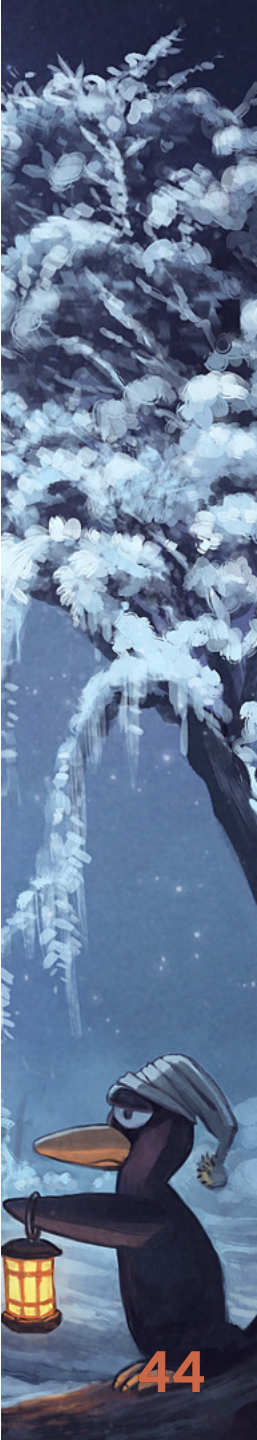
...



# Ergänzungen

## Division dezimal

```
==  
10|0  oder Rest: 10  
  9 6  
===  
  40  
  36  
  ==  
   40  
   36  
   ==  
   4...
```





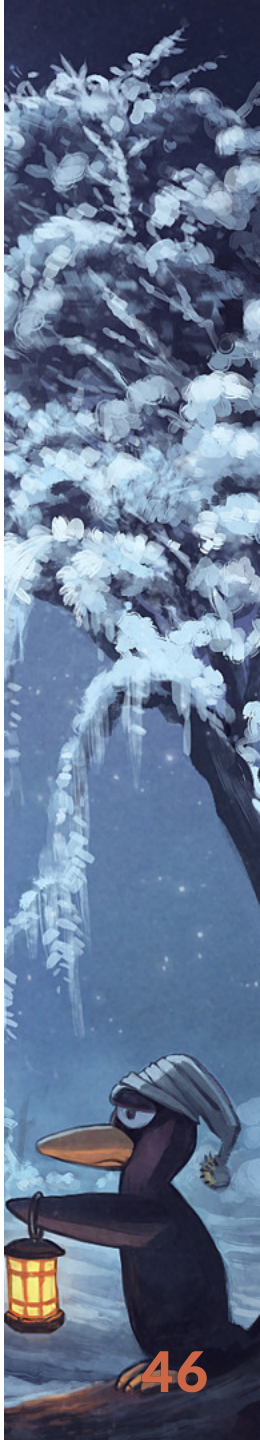
# Quellen



# Quellen

## Wissenquellen

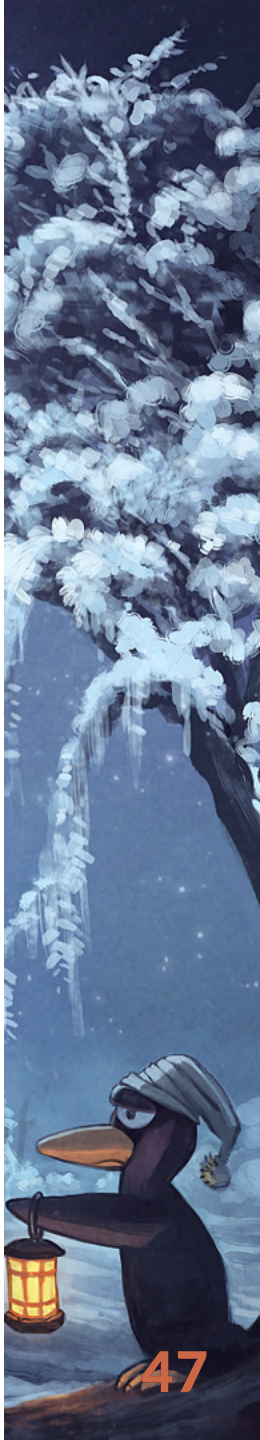
- <https://www.computerhope.com/unix/uumask.htm>
- <https://phoenixnap.com/kb/what-is-umask>



# Quellen

## Bildquellen

- *Wallpaper:* [https://www.peppercarrot.com/en/webcomic/ep24\\_The-Unity-Tree.html](https://www.peppercarrot.com/en/webcomic/ep24_The-Unity-Tree.html)





**Vielen Dank für  
eure  
Aufmerksamkeit!**

