Page Dump:

```
page 0: 1b 1d 05 05 1d 0b 19 00 1e 00 12 1c 19 09 19 0c 0f 0b 0a 12 18 15 17 00 10 0a 06 1c 06 05 05 14
page 2: 12 1b 0c 06 00 1e 04 13 0f 0b 10 02 1e 0f 00 0c 17 09 17 17 07 1e 00 1a 0f 04 08 12 08 19 06 0b
page 4: 0b 04 10 04 05 1c 13 07 1b 13 1d 0e 1b 15 01 07 08 05 07 07 1b 0e 1b 04 11 00 1c 00 0c 18 1e 00
page 5: 17 13 1d 0a 12 02 11 19 06 08 15 07 08 1d 1e 04 1b 11 01 12 13 01 17 19 02 14 0e 07 0e 04 0a 14
page 8: 11 10 1a 12 0f 10 18 0a 11 15 1e 15 1d 0c 12 17 0a 08 1e 0a 1e 1a 06 19 1e 08 14 17 02 19 09 15
page 11: 09 10 14 1d 04 01 1a 18 17 0e 15 0c 05 0c 18 18 1d 1b 15 10 16 05 1c 16 12 0d 13 13 1b 11 06 0d
page 12: 06 0b 16 19 1c 05 14 1d 01 14 1a 0a 07 12 0d 05 0e 0c 11 0f 09 0b 19 07 11 00 16 0a 01 08 07 1d
page 13: 19 10 0b 0e 00 06 14 14 0f 1d 0e 09 1a 08 12 15 19 18 0b 01 01 16 1d 0a 0d 16 14 08 14 09 0b 10
page 14: 12 18 14 0b 00 0d 1c 0a 07 04 0f 10 02 0c 14 1d 0d 0d 0e 06 0c 14 0c 12 19 1e 1b 0b 00 12 0e 07
page 19: 00 13 00 01 06 14 02 01 1e 0d 1b 06 0d 0b 05 0a 1e 17 0b 0c 08 10 16 15 0e 01 1c 0c 0c 00 04 1a
page 20: 1a 19 04 02 02 0c 1d 11 08 07 03 04 19 04 1a 19 04 11 00 1a 11 17 0f 15 1c 11 1b 0a 03 00 07 19
page 21: 0b 08 1b 0e 1c 15 1e 12 1e 05 0d 11 1e 11 1a 13 0f 0c 0b 09 06 1d 10 1a 1b 1d 07 0a 13 09 04 17
page 22: 12 12 15 0f 08 1b 0a 0e 13 0f 1d 1d 1c 1c 12 0f 15 06 08 01 05 00 14 04 18 15 1e 0c 1c 0e 0a 03
page 23: 1d 0f 03 0b 0c 0f 1e 1e 11 13 14 0f 0f 09 15 02 09 1b 07 1d 1e 11 01 02 06 0a 03 18 0b 07 01 0b
page 25: 03 03 1c 03 1b 0e 0e 0a 0c 0b 11 0a 19 07 07 0e 1c 00 16 00 0c 17 0d 0d 07 0e 07 08 14 12 1c 1e
page 26: 09 0e 1d 18 08 11 15 18 0d 0c 17 0d 07 0e 1d 04 0e 13 0e 06 00 15 13 00 09 17 13 10 04 15 0e 15
page 28: 0f 1d 0f 0a 02 11 07 0b 0b 17 07 1d 17 0e 1b 0b 0b 04 18 0c 0f 0e 14 0b 1c 0d 0b 0c 17 1e 1a 0e
page 29: 17 08 1e 03 1b 01 07 10 12 0c 03 07 08 17 1c 12 01 18 09 0a 10 07 1c 05 0c 08 10 11 13 10 0c 13
page 34: 04 13 05 0d 0c 02 16 15 18 10 11 05 06 07 10 19 0b 1b 16 16 0a 03 1d 1a 0c 1a 1b 0a 0f 0a 15 1c
page 36: 1d 13 13 16 0c 0c 14 00 05 0a 07 13 0b 1b 11 0c 0c 15 0c 14 01 0d 08 04 10 0f 11 17 1b 0f 09 0e
page 37: 1e 0f 0a 0d 0c 10 0c 02 1e 1e 05 07 0d 15 00 19 13 08 1a 14 09 10 1e 01 15 1a 15 04 12 18 0c 12
page 39: 1b 11 1e 17 11 08 15 0e 16 0c 0f 00 16 01 15 12 18 08 15 06 10 0a 1e 1e 06 11 0a 1e 1c 12 16 15
page 40: 0d 03 0b 10 07 19 0b 07 09 19 1c 1d 00 17 10 03 07 08 0c 0e 1d 01 15 1a 0b 07 06 09 04 11 07 00
page 42: 03 04 15 01 11 1c 10 15 00 13 12 11 0c 0b 1e 01 00 1d 05 03 06 18 1d 00 0d 03 08 06 14 0a 05 0f
page 43: 19 08 02 04 13 11 01 1e 0e 09 16 00 0d 14 1d 17 1b 03 0d 00 08 0b 0a 0b 18 05 19 10 0a 11 05 0f
page 47: 07 0a 0f 10 02 09 0b 0c 0e 0d 02 06 13 19 0f 04 02 04 0b 11 14 10 11 0a 14 16 0c 19 17 1c 0e 0a
page 49: 1e 0a 0f 07 02 03 0d 13 10 10 03 01 0b 1d 05 08 0e 1c 1d 00 14 07 14 17 1b 15 1a 18 04 01 16 10
page 50: 16 1b 04 07 06 01 1a 0f 02 0d 0d 18 17 04 13 0f 00 04 14 0b 1d 0f 15 04 0e 16 19 06 0c 0e 0d 0e
page 51: 14 00 0f 1a 07 0a 1a 05 11 07 1d 18 0d 02 09 0f 1c 03 11 15 10 19 10 1d 12 12 0d 12 0b 11 09 05
page 53: 0f 0c 18 09 0e 12 1c 0f 08 17 13 07 1c 1e 19 1b 09 16 1b 15 0e 03 0d 12 1c 1d 0e 1a 08 18 11 00
page 54: 19 01 05 0f 03 1b 1c 09 0d 11 08 10 06 09 0d 12 10 08 07 03 18 03 16 07 08 16 14 16 0f 1a 03 14
page 57: 1c 1d 16 02 02 0b 00 0a 00 1e 19 02 1b 06 06 14 1d 03 00 0b 00 12 1a 05 03 0a 1d 04 1d 0b 0e 09
```

```
page 61: 01 05 10 02 0c 0a 0c 03 1c 0e 1a 1e 0a 0e 15 0d 09 16 1b 1c 13 0b 1e 13 02 02 17 01 00 0c 10 0d
page 63: 06 12 06 0a 1d 1b 19 01 04 07 18 1a 12 16 19 02 02 1a 01 06 01 00 1a 0a 04 04 14 1e 0f 1b 0f 11
page 64: 18 12 17 08 08 0d 1e 16 1d 10 11 1e 05 18 18 1a 17 04 14 1c 11 0b 1d 11 0c 13 18 07 00 10 1d 15
page 68: 12 12 16 02 0f 06 0c 0f 0a 0c 16 01 1d 12 05 11 02 0f 15 0d 09 14 1c 1b 0b 1a 03 01 1e 17 13 11
page 69: 19 0a 19 02 0d 0a 0d 19 0f 1e 1a 03 09 00 16 00 1b 05 0c 01 09 0c 01 17 16 0b 19 02 01 0b 1b 17
page 72: 18 0c 00 18 05 0c 0b 03 0a 05 13 14 00 0e 11 1b 0f 02 01 1a 18 1a 08 14 02 19 0a 1d 0e 01 1c 13
page 74: 0d 0b 1e 08 18 0d 0b 01 1a 15 1b 0d 14 03 0c 06 01 1d 06 04 06 0b 10 04 1e 1e 04 0c 15 1b 0f 1c
page 75: 1a 1c 01 1b 00 14 1c 0f 0c 0a 1c 1c 13 16 0a 04 1e 14 08 1e 12 0a 1b 02 18 04 03 08 16 12 0d 04
page 76: 0c 11 15 0c 1b 1d 1e 01 19 1b 04 1d 03 06 1d 19 11 08 07 0c 00 13 01 17 02 00 08 17 19 0f 1d 03
page 77: 1c 06 16 06 00 1b 1a 02 05 07 1c 0b 19 0d 0b 17 13 08 12 15 19 14 13 12 02 1d 16 08 15 13 14 0b
page 78: 0e 02 17 1b 1c 1a 1b 1c 10 0c 15 08 19 1a 1b 12 1d 11 0d 14 1e 1c 18 02 12 0f 13 1a 07 16 03 06
page 79: 1e 1b 15 16 07 17 08 03 0e 0a 05 0d 1b 0d 0d 15 10 04 1c 0d 18 0c 19 0c 06 06 1d 12 01 0c 07 02
page 80: 1b 08 1d 1c 02 0d 17 0d 0f 19 15 1d 05 1c 1c 13 1d 07 1b 17 12 02 00 00 07 17 0b 18 13 0c 1b 01
page 87: 18 05 18 0d 17 0e 18 02 01 1c 0f 1b 1d 14 11 06 02 19 1b 18 15 0d 09 03 0d 11 1c 1d 0c 03 17 16
page 93: 0a 1a 19 07 00 19 05 18 15 05 02 1c 12 13 0e 04 12 07 18 16 00 1c 01 02 09 04 07 0b 16 0c 08 0f
page 94: 14 06 19 07 10 14 07 13 08 05 19 11 0a 12 00 04 0c 1e 0f 02 17 18 18 11 15 06 16 19 17 0a 12 13
page 95: 0a 1d 0f 1d 1e 19 15 04 00 12 15 1d 10 15 14 06 13 1e 03 15 13 0b 18 00 1b 19 0e 03 0e 12 07 0f
page 98: 15 19 18 03 17 1a 17 0e 15 03 17 08 18 13 0f 10 02 01 00 18 04 03 0b 1e 1b 09 19 02 0c 11 1e 01
page 99: 09 0b 13 04 15 0b 12 04 14 0a 0e 0c 0e 15 09 14 01 09 17 01 13 00 0e 1b 00 10 02 1a 15 17 14 00
page 101: 0e 0a 00 01 0b 06 10 05 06 14 16 09 1a 07 0a 16 01 1c 02 0e 16 01 19 1e 0e 03 02 03 17 0c 1c 0d
page 102: 1d 03 1b 01 16 00 0d 1a 0c 1c 16 12 05 0a 0c 12 1e 08 0f 1c 0a 13 17 13 17 06 1d 05 12 09 13 09
page 103: 1e 17 1c 06 10 12 19 0e 18 0c 12 1a 18 14 00 05 0f 07 02 1a 1d 09 0c 19 01 13 03 08 19 01 01 0c
page 106: 16 0a 00 0e 10 01 11 0a 00 05 03 10 01 1c 1a 1d 09 1c 1e 17 08 14 12 0c 09 01 03 04 0e 13 17 01
page 108: 83 fe e0 da 7f d4 7f eb be 9e d5 ad e4 ac 90 d6 92 d8 c1 f8 9f e1 ed e9 a1 e8 c7 c2 a9 d1 db ff
page 110: 16 14 04 1e 0c 12 0b 01 0e 04 01 13 13 03 11 0a 0b 18 0f 1b 12 0e 13 0a 03 15 13 18 03 1c 18 1c
page 111: 08 00 01 15 11 1d 1d 1c 01 17 15 14 16 1b 13 0b 10 06 12 00 04 0a 18 16 0a 13 01 05 1e 08 0c 11
page 112: 19 05 1e 13 02 16 1e 0c 15 09 06 16 00 19 10 03 03 14 1b 08 1e 03 1a 0c 02 08 0e 18 1a 04 10 14
page 113: 1d 07 11 1b 12 05 07 1e 09 1a 18 17 16 18 1a 01 05 0f 06 10 0f 03 02 00 19 02 1d 1e 17 0d 08 0c
page 115: 11 06 01 04 0d 14 06 15 1a 17 0d 14 1e 1b 0a 15 05 11 0b 0d 0d 14 1a 0e 04 17 17 1d 0c 0e 10 1b
page 116: 0a 13 0b 11 15 0f 14 17 1a 05 06 0f 0f 19 10 1b 18 0f 19 0e 0a 0d 0e 14 01 16 1e 0e 02 06 03 07
page 117: 1b 0a 17 00 19 11 1d 0b 13 0a 18 12 1e 00 04 01 03 1c 1d 0e 1d 19 18 17 05 11 0d 1d 05 05 14 04
page 118: 11 19 02 1a 1c 05 19 1a 1b 10 12 06 15 0c 00 04 0c 1b 11 1c 1c 02 12 0a 0f 0e 0e 03 19 0f 13 0e
page 122: 05 1e 03 12 04 1b 1d 18 09 07 17 09 0d 01 04 00 02 02 0d 11 16 04 0d 13 02 0d 0b 1d 01 0c 0c 16
```

1) Fülle die Lücken im Text mit den richtigen Begriffen und Zahlen (binär/hex/dez)

```
- Gegeben:
```

```
o PDBR (Page Directory Base Register): 108 (decimal)
```

- Gibt an: ...

o Page Dump:

```
zB: page 0: 08 00 01 15 11 1d 1d 1c 01 17 15 14 16 1b 13 0b ... page 1: 19 05 1e 13 02 16 1e 0c 15 09 06 16 00 19 10 03 ... page 2: 1d 07 11 1b 12 05 07 1e 09 1a 18 17 16 18 1a 01 ...
```

- Der Erste byte (0th byte) in page 0 hat den Wert ..., der zweite byte hat den Wert ..., usw.

Wie funktioniert der multi-level page table hier?

einer Page des page table.

genutzt um in ein Page Directory zu indexen.

PDE Bsp: VALID | PT6 | ... | PT0

- Jede Page hat 32 PTE (page table entrys).

- Die ersten 5 Bit (PDI) von der 12 Bit Virtual Address wird

- Der darin enthaltene PDE (Page Directory Entry) zeigt zu

 Der 8 Bit PTE enhtält den 7 Bit PFN (desired translation of the virtual page) + 1 Bit (um anzuzeigen ob valid or invalid)

O PTE Bsp: VALID | PFN6 | PFN5 | | PFN0

o Virtuelle Addresse die übersetzt werden soll.

o Page size: 32 Byte

- o Virtual address space: 1024 Pages bzw 32KB
- o Physical Memory: 128 Pages

- Gesucht:

- 1) Finde anhand des ... den richtigen PTE im page dump.
- 2) Ist der PTE valid oder invalid?
- 3) Finde die finale physical address heraus.

- Translation Rechnung (anhand Bsp Aufgabe Nr. 1):

- o Page size: 32 Byte
 - 32 = 2**5** also **5** Bit Offset
- o Virtual address space: 1024 Pages bzw 32KB
 - 32KB = (ungefähr) 32 000 Byte = 2¹⁵
 - => also hat virtual adress 15 Bit
 - => 15 5 (offset) = 10 also 10 Bit für VPN oder weil 1,024 = 2^10
- o Physical Memory: 128 Pages
 - 128 = 2^**7**
 - => also 7 Bit PFN
 - => 7 + 5 (offset) = 12 Bit für physical address
- PDBR: 108 (decimal)
 - => Also befindet sich das Page ... in Page Nr. ...
- Virtual Address 611c:
 - => Der **Offset** is
 - => 611c in Binär: ...
 - => Daraus ergibt sich für die ... ; in decimal: ...
 - => Daraus ergibt sich für den ...; in decimal: ...; in hexadec: 1c
 - => Daraus ergibt sich für die PTI = 01000; in decimal: ...
- In der Page Nr. ... steht and der Stelle ... der ... mit Wert: 0x...
 - => ... Wert in binär: ...
 - => Erstes Bit gibt an ...
 - => Die restlichen Bits sind der ...; in decimal: ...
- In der Page Nr. .. steht an der Stelle ... der ... mit Wert: 0x...
 - => ... Wert in binär: ...
 - => Erstes Bit gibt an ...
 - => Die restlichen Bits sind der ...; in decimal: ...
- Der ... und ... zusammen ergeben die finale physikalische Adresse.
 - => ...; in Hexdecimal: ... ==> Addresse: 0x6bc
 - => An der ...en Stelle in Page Nr. ... steht der Wert in Addresse ...

Wie viele memory access waren das? Numeriere den Text.

=> ...

Woran erkennt man hier wie viele paging levels es gibt?

=> Es sind zwei paging levels weil ...

Male ein Kreuz an die Stelle wo ein Zwischenschritt hinzu kommen würde, wenn sich das level um 1 erhöht.

2) Finde die physikalische Addresse für die virtuelle Addresse 3da8 für die selbe PDR 108.

- 3) Finde die physikalische Addresse für die virtuelle Addresse 17f5 für die selbe PDR 108.
- 4) Finde die virtuelle Addresse für die physikalische Addresse 0x7b2 für die selbe PDR 108.