

# Bestimmung der CD-ROM Speicherkapazität

Maria Benvenuti, Ecole technique et des métiers de Lausanne (ETML)

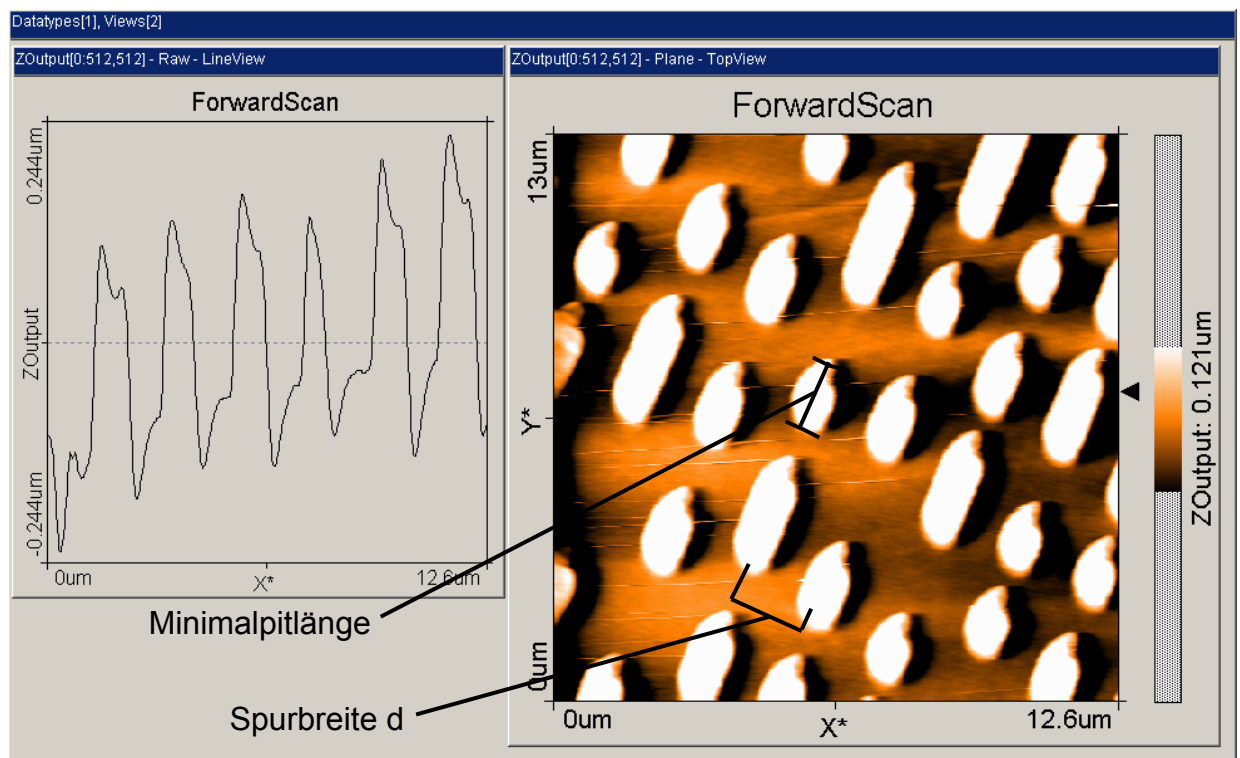
Martin Vonlanthen, Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung (EHB) / NANO-4-SCHOOLS

## 1. AFM Messung: Bestimmung Spurbreite und Minimalpitlänge

Die für die Bestimmung der Speicherkapazität der CD benötigten Angaben wie Minimalpitlänge und Spurbreite liefert die **AFM-Messung**. Als Messprobe dient die CD-Masterstamper-Probe aus dem AFM-Probenset.

Spurbreite und Minimalpitlänge können natürlich auch mit einem Massstab direkt aus folgender Abbildung gemessen werden.

### AFM-Messresultat



Bildquelle: M. Benvenuti ETML

### Bestimmung Minimalpitlänge und Spurbreite

Mit Hilfe des Massstabes lässt sich aus obiger Abbildung die Seitenlänge des Messquadrates in mm bestimmen, diese Zahl entspricht den effektiv gemessenen  $12.6 \mu\text{m}$ . Daraus lässt sich der Umrechnungsfaktor berechnen.

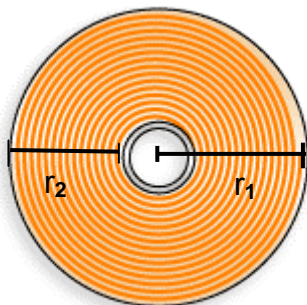
Als nächstes werden **Minimalpitlänge** und die **Spurbreite d** gemessen und mit dem Umrechnungsfaktor in  $\mu\text{m}$  umgerechnet.

Diese Zahlen können natürlich auch direkt mittels AFM-Messung bestimmt werden.

	Mit AFM gemessene Länge in $\mu\text{m}$	Mit Massstab gemessene Länge in mm	entspricht Länge in $\mu\text{m}$	Originallänge in $\mu\text{m}$	Umrechnungsfaktor
Seitenlänge Quadrat	12.6	75	75000	12.6	5952
Minimalpitlänge	1.35	8	8000	1.34	
Spurbreite d	1.85	11	11000	1.85	

## 2. Berechnung der Gesamtpurlänge

Als nächstes benötigt man die Gesamtpurlänge L. Diese berechnet sich mit folgender Formel:



$$L = (r_1^2 \pi / d) - ([r_1 - r_2]^2 \pi / d)$$

$r_1$  = Kreisradius

$r_2$  = Radius der beschreibbaren Fläche

Die beiden Werte ( $r_1$  und  $r_2$ ) misst man direkt an einer CD-ROM.

Kreisradius $r_1$	Radius der beschreibbaren Fläche $r_2$
mm <b>58</b>	mm <b>35</b>
$\mu\text{m}$ <b>58000</b>	$\mu\text{m}$ <b>35000</b>

Gesamtpurlänge L in $\mu\text{m}$	Gesamtpurlänge L in km
<b><math>4.81 \cdot 10^9</math></b>	<b>4.8 km</b>

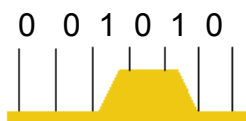
### 3. Bestimmung der CD-ROM Speicherkapazität

Damit die Aufgabe gelöst werden kann, muss man sich durch eine Internet-Recherche mit der Datenkodierung von CD vertraut machen. Informationen dazu findet man z.B. hier:

[http://www.math.tu-berlin.de/aktMath/site/themen\\_musik.html](http://www.math.tu-berlin.de/aktMath/site/themen_musik.html)  
 oder <http://www.uni-stuttgart.de/izfm/lehre/Praegen.pdf>  
 oder <http://de.wikipedia.org/wiki/>

Suchbegriffe: Compact Disc und Eight-to-Fourteen-Modulation

#### Die Internetrecherche liefert z.B. folgende Hinweise:



Signalunterschiede entstehen folgendermassen: auf einer ebenen Fläche wird das Lasersignal in eine Photozelle reflektiert (Information 0). Eine Höhenänderung führt zu einer Auslöschung des Signals (Information 1).

Die einzelnen Informationseinheiten (0 und 1) bezeichnet man als Kanalbit. Das kleinste **Pit** besteht aus **mindestens 3 Kanalbits**.

Um **1 Byte** (= 8 Bite = 256 verschiedene Zahlen) auf der CD speichern zu können, benötigt man **14 Kanalbits** (Eight to Fourteen Modulation).

#### Mit diesen Informationen lässt sich die CD-ROM Speicherkapazität berechnen:

- Wir nehmen an, dass die von uns gemessene Minimalpitlänge aus 3 Kanalbit besteht. 1 Kanalbit benötigt also ein Drittel der Länge.
- Aus dieser **Kanalbitlänge** können wir die total Kanalbit / CD berechnen. (Gesamtpurlänge / Kanalbitlänge).

3. Diese Zahl dividiert durch 14 (Eight to fourteen modulation) ergibt die Anzahl **Bytes**, die einfach in **Megabytes (MB)** umgerechnet werden kann.

Kanalbitlänge in $\mu\text{m}$	0.45
total Kanalbit / CD	$1.07 \cdot 10^{10}$
Bytes / CD	$7.63 \cdot 10^8$
MB / CD	763

Zum Vergleich:

**Theoretische Speicherkapazität CD-R: 800 MB**