

# Koordinatensystem für das XFEL-Projekt

(Stand vom 21.9.2005)

Walter Graeff, Hasylab

- **Koordinatensystem**

Im Folgenden wird ein Koordinatensystem für die 3D-Modellierung des gesamten XFEL-Projekts vorgeschlagen. Ausgegangen wird dabei von den beiden Strahlebenen im Linac-Bereich und im Fächerbereich.

Grundsätzlich werden rechtshändige, kartesische Koordinatensysteme verwendet, deren z-Achse in Strahlrichtung verläuft, deren x-Achse horizontal liegt und deren y-Achse nach oben zeigt. Bei Verwendung eines Rechtssystems liegt also bei einem Querschnitt in der xy-Ebene, strahlabwärts gesehen, der Nullpunkt in der unteren rechten Ecke und die x-Achse verläuft entgegen zur gewohnten Richtung von rechts nach links.

Als oberste Baugruppe dient die Strukturbaugruppe **XFEL Strukturbaugruppe**. Sie hat drei Unterbaugruppen: **XFEL\_LA**, **XFEL\_PD** und **GEO**. Die Beziehung zwischen **XFEL\_LA** und **XFEL\_PD** wird durch das aktuelle Layout (Lage des Knickpunktes) der Maschine gesteuert. Zusätzlich zu den Gebäuden wird jeweils noch die Baugruppe **Beam\_LA**, bzw. **Beam\_PD** auf der nächsten Hierarchiestufe angeordnet. Die Detailierung der Gebäude kann dann in den einzelnen Unterbaugruppen vorgenommen werden.

Als oberstes Koordinatensystem dient XFEL. Dieses wird zum jetzigen Zeitpunkt eingefroren und dient der Baugruppe GEO als Grundlage. Im Linac-Bereich gilt dann das LA-System, welches z.Zt. identisch mit dem XFEL-System ist. Die z-Achse dieses Koordinatensystems fällt mit dem vorderen Teil des Strahls im Linac-Tunnel zusammen. Die x-Achse läuft horizontal durch die Innenseite der Vorderwand von XSIN ( $z=0$ ). Die z-Achse verläuft bei  $z = 1000$  m horizontal, ist also dort tangential zu einer Äquipotentialkurve des Schwerfelds der Erde, die der Einfachheit halber als kreisförmig angesehen wird. Als Krümmungsradius des lokalen Schmiegekreises wird der von Gerhard Neubauer berechnete Wert von  $R = 6390$  km angenommen. Die absolute Höhe ergibt sich aus den Strahlenschutzanforderungen am Fächersystem (z.Zt. NN+11.67 m am Tangentialpunkt des Linac-Tunnels bei vertikaler Kollimation und NN+11.75 m am Beginn, siehe unten). Eine Absolutbestimmung im Raum (wichtig für die Position der Oberfläche, Unterbaugruppe GEO) erfolgt durch Festlegung des Startpunktes von XFEL auf dem DESY-Gelände und dem Azimut der z-Achse ( $291.388^\circ$ ).

Diesem Koordinatensystem schließt sich ein weiteres an: PD. Es geht aus dem ersten hervor durch Drehung um den Punkt  $(0, -2.1257, 1994.492)$  parallel zur x-Achse im mathematisch positivem Sinn um den Winkel  $0.3651$  mrad (eine Genauigkeitsforderung von 1 mm an der Experimentierhalle macht die Angabe von vier Stellen beim Winkel er-

förderlich). Dieser Winkel resultiert aus der Forderung, dass die z-Achse dieses Systems beim Eintritt in die Experimentierhalle horizontal verläuft.

Die Äquipotentialkurven durch die beiden Tangentialpunkte haben einen Abstand von z. Zt. 218.85 cm (Dieser Wert kann sich bei Änderung des Maschinenlayouts ebenfalls ändern). Er berechnet sich aus dem Vertikalversatz der Kollimation und der Differenz der Abweichung der beiden Äquipotentialkurven von der Geraden, nämlich 6.28 cm.

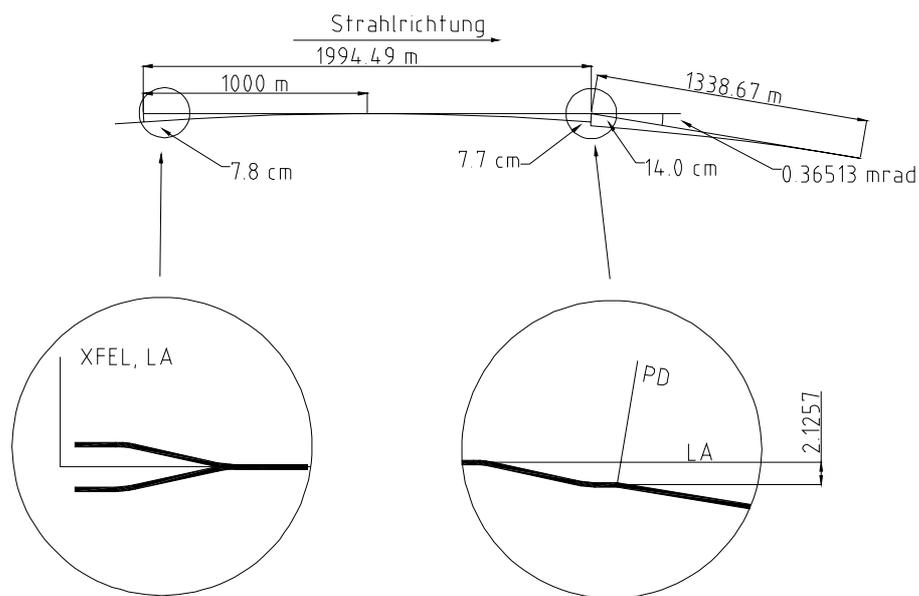


Abb. 1: Zur Definition der Koordinatensysteme.

Zur Berechnung der Längen wurden folgende Werte benutzt:

Abstand Exp.-Halle 1 vom Ursprung des PD-Systems:	1338.67 m
Abstand XS1-Vorderwand vom Ursprung des PD-Systems:	105.99 m
Abstand XSE-Rückwand von XS1-Vorderwand:	2010.93 m
Abstand XSIN-Vorderwand von XSE-Rückwand:	89.55 m
Bogen für vertikalen Knick:	5.00 m
Vertikalverschwenkung der Kollimation	2.1257 m

- **Strahlhöhe**

Wie oben beschrieben, liegen die beiden Tangentialpunkte auf verschiedenen Potentialflächen, die einen Abstand von 218.85cm haben. Die beiden Ebenen, die von x- und z-Achse von LA und PD definiert sind, bilden einen Winkel von 0.36513mrad. Wegen der großen Entfernungen wirkt sich die Krümmung des Erdschwerefeldes messbar aus.

Bestimmend für die absolute Höhe der Strahlenebene ist die Forderung, dass aus Strahlenschutzgründen 6m Erdüberdeckung zwischen innerer Tunneloberkante und Oberfläche sein muss (konservativ Betonabschirmung=Sandabschirmung). Maßgebend ist die Kreuzung der Düpenau

mit dem Tunnel XTD22. Dieser Tunnel hat 5.2m Durchmesser. Nach Zeichnung von Herrn Neubauer hat das Bachbett der Düpenau dort eine Höhenlage von NN+18.09m. Berücksichtigt man noch die Bautoleranz mit 10cm, so liegt die Tunnelachse also bei NN+9.39m. Die Strahlenebene liegt 11cm höher, also bei NN+9.50m.

Bleibt noch, den Effekt der Erdkrümmung zu berechnen. Wir gehen zur Vereinfachung von einer kugelförmigen Erde aus. Der Abstand des Kreuzungspunkts von der Experimentierhalle beträgt 506m. Die Korrektur ist 20mm. Die Strahlenebene in der Experimentierhalle ist also bei NN+9.48m.

Es ergeben sich also folgende Höhenangaben der Strahlenebene gemäß der Formel (z misst die Entfernung zur Experimentierhalle, also 1338.67-(z-Koordinate im PD-System)):

$$h = h_0 + \sqrt{R^2 + z^2} - R$$

$$h_0 = 9.48$$

Ort	Mittl. Entfernung zur Exp-Halle	Strahlhöhe (in m über NN)	Fluchtweg unter Strahl 2.4m
Ursprung	1339	9.62	
XS1	1202	9.59	7.19
XS2	676	9.52	7.12
XS3	562	9.51	7.11
Düpenau/XTD22	506	9.50	
XS4	376	9.49	7.09
XDU1	149	9.48	
XDU2	233	9.48	
XHEXP1	0	9.48	

Dagegen muss man im LA-System die Entfernung vom Tangentialpunkt bei 1000m nehmen gemäß der Formel

$$h = h_0 + \sqrt{R^2 + z^2} - R$$

$$h_0 = 11.67$$

Ort	Mittl. Entfernung zum Tangentialpkt.	Strahlhöhe (in m über NN)
Ursprung	1000	11.75
XSIN	992	11.75
XTIN1	958	11.74
XSE	922	11.74
XTL, 0m	910	11.73
XTL, 200m	710	11.72
XTL, 400m	510	11.70
XTL, 600m	310	11.68
XTL, 800m	110	11.67
XTL, 1000m	90	11.67

XTL, 1200m	290	11.67
XTL, 1400m	490	11.68
XTL, 1560m	650	11.70
XTL, 1800m	890	9.60
Knick	994	9.62
XTL, 2000m	1090	9.59