

DIN EN 61217

ICS 11.040.50

Einsprüche bis 2010-10-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61217:2010-07

Entwurf

**Strahlentherapie-Einrichtungen –
Koordinaten, Bewegungen und Skalen (IEC 62C/493/CDV:2010);
Deutsche Fassung prEN 61217:2010**

Radiotherapy equipment –
Coordinates, movements and scales (IEC 62C/493/CDV:2010);
German version prEN 61217:2010

Appareils utilisés en radiothérapie –
Coordonnées, mouvements et échelles (CEI 62C/493/CDV:2010);
Version allemande prEN 61217:2010

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-08-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nar@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN, 91020 Erlangen, Postfach 32 60 (Hausanschrift: Henkestr. 127, 91052 Erlangen).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 74 Seiten

Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung des Norm-Entwurfs prEN 61217:2010, in den der Inhalt des internationalen Schriftstücks IEC 62C/493/CDV:2010 „Radiotherapy equipment — Coordinates, movements and scales“ unverändert übernommen wurde.

Das Internationale Dokument wurde vom Unterkomitee SC 62C „Geräte für Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Dosimetrie“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Für das vorliegende Dokument ist das nationale Gremium NA 080-00-15 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAR/DKE: Strahlentherapie“ des Normenausschusses Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft und der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V. (DGN), der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik e. V. (DGMP) und der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie e. V. (DEGRO) zuständig.

Die vorliegende Rohübersetzung ist noch nicht vom NA 080-00-15 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAR/DKE: Strahlentherapie“ autorisiert worden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61217:2010-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung eines Imager-Koordinatensystems und eines Brennfleck-Koordinatensystems.

Strahlentherapie-Einrichtungen — Koordinaten, Bewegungen und Skalen (IEC 62C/493/CDV:2010)

Appareils utilisés en radiothérapie — Coordonnées, mouvements et échelles (CEI 62C/493/CDV:2010)

Radiotherapy equipment — Coordinates, movements and scales (IEC 62C/493/CDV:2010)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Koordinatensysteme	9
3.1 Allgemeines	9
3.2 Allgemeine Regeln	9
3.3 Raumfestes Bezugssystem („f“) (siehe Bild 1a).....	11
3.4 Tragarm-Koordinatensystem („g“) (siehe Bild 4)	11
3.5 Blenden- oder Messblenden-Koordinatensystem („b“) (siehe Bild 5)	12
3.6 Keilfilter-Koordinatensystem („w“) (siehe Bild 7).....	12
3.7 Röntgenbildempfänger-Koordinatensystem („r“) (siehe Bilder 6 und 8).....	13
3.8 Patienten-Lagerungsvorrichtung-Koordinatensystem („s“) (siehe Bild 9).....	13
3.9 Tischoberteil-Koordinatensystem für die exzentrische Rotation („e“) (siehe Bilder 10 und 11).....	14
3.10 Tischoberteil-Koordinatensystem („t“) (siehe Bilder 10, 11, 18 und 19).....	14
3.11 Patienten-Koordinatensystem („p“) (siehe Bilder 17a und 17b).....	15
3.12 Imager-Koordinatensystem („i“) und Brennfleck-Koordinatensystem („o“)	16
3.12.1 Allgemeines	16
3.12.2 Das Imager-Koordinatensystem („i“).....	16
3.12.3 Brennfleck-Koordinatensystem („o“)	17
4 Kennzeichnung von Skalen und digitalen ANZEIGEN	17
5 Bezeichnung der Gerätebewegungen	18
6 Nullstellungen	19
7 Zusammenstellung von Skalen, Gradeinteilungen, Richtungen und ANZEIGEN	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Rotation des TRAGARMS (siehe Bilder 14a und 14b)	19
7.3 Rotation des BLENDESYSTEMS oder der MESSBLENDE (siehe Bilder 15a und 15b).....	19
7.4 Rotation des KEILFILTERS (siehe Bilder 7 und 14a)	20
7.5 STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD	20
7.5.1 Allgemeines	20
7.5.2 Ränder des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES (siehe Bild 16a)	20
7.5.3 ANZEIGE des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES (siehe Bilder 16a bis 16k).....	21
7.6 ISOZENTRISCHE Rotation der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG	23
7.7 Exzentrische Rotation des Tischoberteils	23
7.8 Lineare Bewegungen und Rotation des Tischoberteils.....	23
7.8.1 Vertikale Verschiebung des Tischoberteils	23
7.8.2 Längsverschiebung des Tischoberteils	23
7.8.3 Querverschiebung des Tischoberteils	23
7.8.4 Neigung des Tischoberteils	23
7.8.5 Kippung des Tischoberteils.....	24
7.9 Bewegungen des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS	24
7.9.1 Rotation des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS	24
7.9.2 Änderung des Abstandes des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS von der STRAHLUNGSQUELLE (Fokus-Bildempfänger-Abstand).....	24
7.9.3 Änderung des Abstandes des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS vom ISOZENTRUM	24

7.9.4	Längsverschiebung des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS	24
7.9.5	Querverschiebung des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS	25
7.10	Sonstige Skalen	25
8	Bilder.....	27
Anhang A (informativ) Beispiele für Koordinatentransformationen zwischen verschiedenen Koordinatensystemen.....		
		57
A.1	Bezeichnungen	57
A.2	Transformation vom Mutter- in das Tochtersystem und Rücktransformation	57
A.3	Transformationen vom raumfesten System in das Tischoberteil-System und in das Keilfilter-System	58
A.3.1	Transformation vom raumfesten System in das Tischoberteil-System	58
A.3.2	Transformation vom raumfesten System in das Keilfilter-System	60
A.3.3	Transformation vom Tischoberteil-System in das Keilfilter-System	61
A.4	Zahlenbeispiele.....	62
A.4.1	Transformation vom Muttersystem in das Tochtersystem	62
A.4.2	Transformation vom Tochtersystem in das Muttersystem	62
A.4.3	Transformation vom raumfesten System in das Tischoberteil-System	62
A.4.4	Transformation vom raumfesten System in das Keilfilter-System	63
Anhang B (informativ) Begründung für die Änderungen bisheriger IEC-Skalenfestlegungen.....		
		64
B.1	Historische Entwicklung.....	64
B.2	Skalenänderungen	65
Anhang C (informativ) Zusammenfassung der Ergänzungen und Änderungen zu Skalenfestlegungen in IEC 60601-2-1, IEC 60601-2-11, IEC 60976 und IEC 60977		
		67
Anhang D (informativ) Koordinatentransformation zwischen den IEC- und den DICOM-Patienten-Koordinaten		
		68
Literaturhinweise		69
Verzeichnis der definierten Begriffe		70

Bilder

Bild 1a — Koordinatensysteme in Nullstellung (siehe 3.1)	27
Bild 1b — Translation des Ursprungs I_d längs X_m , Y_m und Z_m und Rotation um die Z_d -Achse parallel zu Z_m (siehe 3.2d))	28
Bild 1c — Translation des Ursprungs I_d längs X_m , Y_m und Z_m und Rotation um die Y_d -Achse parallel zu Y_m (siehe 3.2d))	28
Bild 2 — Rechtshändiges Mutter-Koordinatensystem XYZ (isometrische Zeichnung); dargestellt sind die Richtungen ψ , φ und θ bei positiver Rotation des Tochter-Koordinatensystems (siehe 3.2a))	29
Bild 3 — Hierarchische Struktur der Koordinatensysteme (siehe 3.2c) und 3.2e)).....	30
Bild 4 — Rotation ($\varphi_g = 15^\circ$) des Tragarm-Koordinatensystems X_g , Y_g und Z_g im raumfesten Koordinatensystem X_f , Y_f , Z_f (siehe 3.4)	31
Bild 5 — Rotation ($\theta_b = 15^\circ$) des Blenden- oder Messblenden-Koordinatensystems X_b , Y_b , Z_b im Tragarm-Koordinatensystem X_g , Y_g und Z_g und daraus resultierende Rotation des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES der Feldabmessungen F_X und F_Y (siehe 3.5)	32
Bild 6 — Verschiebung des Koordinatenursprungs I_r des als RÖNTGENBILDEMPFÄNGER verwendeten Bildverstärkers im Tragarm-Koordinatensystem um $R_x = -8$ cm, $R_y = +10$ cm, $R_z = -40$ cm (siehe 3.7).33	

Bild 7 — Rotation ($\theta_w = 270^\circ$) und Translation des Keilfilter-Koordinatensystems X_w, Y_w, Z_w im Blenden-Koordinatensystem X_b, Y_b, Z_b , das um $\theta_b = 345^\circ$ rotiert ist (siehe 3.6)	34
Bild 8 — Rotation ($\theta_r = 90^\circ$) und Verschiebung der Koordinaten X_r, Y_r, Z_r der als RÖNTGENBILDEMPFÄNGER verwendeten RÖNTGENKASSETTE im Tragarm-Koordinatensystem X_g, Y_g, Z_g (siehe 3.7)	35
Bild 9 — Rotation ($\theta_s = 345^\circ$) des Patienten-Lagerungsvorrichtung-Koordinatensystems X_s, Y_s, Z_s im raumfesten Koordinatensystem X_f, Y_f, Z_f (siehe 3.8)	36
Bild 10 — Rotation des exzentrischen Koordinatensystems des Tischoberteils um den Winkel θ_e im Patienten-Lagerungsvorrichtung-Koordinatensystem, das relativ zum raumfesten Koordinatensystem um den Winkel θ_s rotiert worden ist; $\theta_e = 360 - \theta_s$ (siehe 3.9 und 3.10)	37
Bild 11a — Verschiebung des Tischoberteils unterhalb des ISOZENTRUMS um $T_z = -20$ cm (siehe 3.9 und 3.10)	37
Bild 11b — Verschiebung des Tischoberteil-Koordinatensystems um $T_x = +5$ cm, $T_y = +10$ cm im Patienten-Lagerungsvorrichtung-Koordinatensystem X_s, Y_s, Z_s , das gegenüber dem raumfesten Koordinatensystem X_f, Y_f, Z_f rotiert ist ($\theta_s = 330^\circ$) (siehe 3.9 und 3.10)	38
Bild 11c — Rotation ($\theta_e = 30^\circ$) des Tischoberteil-Koordinatensystems um das Koordinatensystem der exzentrischen Rotation des Tischoberteils; Rotation der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG um $\theta_s = 330^\circ$ im raumfesten Koordinatensystem; $T_x = 0, T_y = L_e$ (siehe 3.9 und 3.10)	38
Bild 12a — Beispiel für die Blendenrotationsskala; Zeiger am Muttersystem (TRAGARM), Skala am Tochtersystem (BLENDESYSTEM), vom ISOZENTRUM aus gesehen (siehe 3.2f)f2) und Abschnitt 4)	39
Bild 12b — Beispiel für die Blendenrotationsskala; Zeiger am Tochtersystem (BLENDESYSTEM), Skala am Muttersystem (TRAGARM), vom ISOZENTRUM aus gesehen (siehe 3.2f)f2) und Abschnitt 4)	40
Bild 12c — Beispiele für Skalen (siehe Abschnitt 4)	40
Bild 13a — TRAGARM (adaptiert von IEC 60601-2-1) mit Festlegung der Achsen (1) bis (8), der Richtungen (9) bis (13) und der Feldabmessungen (14) und (15) (siehe Abschnitt 5)	41
Bild 13b — ISOZENTRISCHER THERAPIESIMULATOR oder ISOZENTRISCHES Teletherapie-Einrichtung mit Festlegung der Achsen (1), (4) bis (6) und (19), der Richtungen (9) bis (12), (16) bis (18) und den Feldabmessungen (14) und (15) (siehe Abschnitt 5)	42
Bild 13c — Ansicht des Therapie-Strahlenfeldes oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE (siehe Abschnitt 5)	43
Bild 14a — Beispiel für eine ISOZENTRISCHE Teletherapie-Einrichtung (siehe 7.2 und 7.4)	44
Bild 14b — Beispiel für einen ISOZENTRISCHEN THERAPIESIMULATOR (siehe 7.2)	45
Bild 15a — Symmetrisches, rechteckiges, um $\theta_b = 30^\circ$ rotiertes STRAHLENFELD ($F_X \cdot F_Y$) im NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND, von jenseits des ISOZENTRUMS in Richtung Strahlenquelle gesehen (siehe 7.3)	46
Bild 15b — Das gleiche STRAHLENFELD wie in Bild 15a, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.3)	46
Bild 16a — Rechteckiges und symmetrisches STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	47

Bild 16b — Rechteckiges und bezüglich Yb asymmetrisches STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	47
Bild 16c — Rechteckiges und bezüglich Xb asymmetrisches STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	48
Bild 16d — Rechteckiges und bezüglich Xb und Yb asymmetrisches STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	48
Bild 16e — Rechteckiges und symmetrisches STRAHLENFELD, rotiert um $\theta_b = 30^\circ$, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	49
Bild 16f — Rechteckiges und bezüglich Yb asymmetrisches STRAHLENFELD, rotiert um $\theta_b = 30^\circ$, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	49
Bild 16g — Rechteckiges und bezüglich Xb asymmetrisches STRAHLENFELD, rotiert um $\theta_b = 30^\circ$, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	50
Bild 16h — Rechteckiges und bezüglich Xb und Yb asymmetrisches STRAHLENFELD, rotiert um $\theta_b = 30^\circ$, aus Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen (siehe 7.5)	51
Bild 16i — Irreguläres, einteiliges Multi-Element-Strahlenfeld, von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen; Elementenbewegung in Xb-Richtung (siehe 7.5)	52
Bild 16j — Irreguläres, zweiteiliges Multi-Element-Strahlenfeld, von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen; Elementenbewegung in Xb-Richtung (siehe 7.5)	53
Bild 16k — Irreguläres, einteiliges Multi-Element-Strahlenfeld, von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen; Elementenbewegung in Yb-Richtung (siehe 7.5)	54
Bild 17a — Patienten-Koordinatensystem (PATIENT in Rückenlage)	55
Bild 17b — Rotation des Patienten-Koordinatensystems	55
Bild 18 — Rotation des Tischoberteil-Koordinatensystems X _t , Y _t , Z _t bei Neigung des Tischoberteils (siehe 7.8.4)	56
Bild 19 — Rotation des Tischoberteil-Koordinatensystems X _t , Y _t , Z _t bei Kippung des Tischoberteils (siehe 7.8.5)	56
Bild D.1 — Koordinaten-Transformation zwischen IEC- und DICOM-Patienten-Koordinaten	68
Tabellen	
Tabelle 1 — Gerätebewegungen und Bezeichnungen	18
Tabelle 2 — Einzelne Koordinatensysteme	26
Tabelle A.1 — Rotationsmatrizen	58

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 61217:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/CENELEC/TC 62 „Elektrische Geräte in medizinischer Anwendung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

STRAHLENTHERAPIE wird in medizinischen Zentren durchgeführt, wo in der Regel eine Reihe von ME-GERÄTEN verschiedener HERSTELLER in der Strahlentherapie-Abteilung konzentriert ist. Um eine BEHANDLUNG zu planen und zu simulieren, den PATIENTEN zu positionieren und das STRAHLENBÜNDEL einzustellen, können solche Geräte in verschiedene Winkelstellungen und lineare Positionen gebracht werden und bei BEWEGUNGS-BESTRAHLUNG während der Patientenbestrahlung Rotationen und Translationen ausführen. Es ist wichtig, dass die Lage des PATIENTEN und die Abmessungen, Richtungen und Eigenschaften des STRAHLENBÜNDELS, wie sie im Bestrahlungsplan festgelegt sind, exakt und unmissverständlich am Strahlentherapie-Gerät eingestellt werden. Normkennzeichnungen und Skalierungen von Koordinaten sind für Einrichtungen der STRAHLENTHERAPIE einschließlich THERAPIESIMULATOREN erforderlich, da Unterschiede in der Kennzeichnung und Skalierung gleichartiger Bewegungen von verschiedenen Gerätetypen, die in der gleichen Abteilung verwendet werden, die Fehlerwahrscheinlichkeit erhöhen können. Zusätzlich sollten Daten von ME-GERÄTEN zur Bestimmung der Tumorregion wie Ultraschall-, Röntgen-, CT- und NMR-Geräten den BESTRAHLUNGSPLANUNGSSYSTEMEN in einer Form zur Verfügung gestellt werden, die konsistent mit dem Strahlentherapie-Koordinatensystem ist. Koordinatensysteme für einzelne geometrische Parameter sind erforderlich, um mathematische Transformationen von Punkten und Vektoren von einem Koordinatensystem in ein anderes Koordinatensystem zu ermöglichen.

Ein Ziel dieser Internationalen Norm ist es, Mehrdeutigkeiten, Unklarheiten und Fehler zu vermeiden, die durch die Verwendung verschiedener Gerätetypen hervorgerufen werden können. Deshalb findet diese Norm Anwendung bei allen Arten von Teletherapie-Geräten, THERAPIESIMULATOREN, Daten diagnostischer Einrichtungen, sofern sie für die STRAHLENTHERAPIE verwendet werden, Aufzeichnungs- und Verifikationsgeräten und bei der Dateneingabe zur BESTRAHLUNGSPLANUNG.

Die Benennungen der Bewegungen sollen als definierte Begriffe nach IEC TR 60788:2004, IEC 60601-2-1, Anhang AA, und IEC 60601-2-29 (siehe Verzeichnis der definierten Begriffe) klassifiziert werden.

Diese Norm wird gesondert von den Sicherheitsnormen der Reihe IEC 60601 publiziert. Sie ist keine Sicherheitsnorm und enthält keine Qualitätsanforderungen. Deshalb werden die vorliegenden Anforderungen nicht in künftigen Ausgaben der Normen der Reihe IEC 60601-2 erscheinen, die sich ausschließlich mit Sicherheitsanforderungen befassen.

IEC 60601-2-1, IEC 60601-2-11, IEC 60601-2-29, IEC 60976, IEC 60977, IEC 61168 und IEC 61170 beinhalten Gerätebewegungen und Skalenkonventionen. Eine Anzahl von Änderungen und Ergänzungen sind in dieser Norm durchgeführt worden. Diese sind in Anhang D zusammengefasst.

Ein bedeutender Vorteil eines Standard-Koordinatensystems ist sein Beitrag zur Sicherheit in der BESTRAHLUNGSPLANUNG. Die Skalen, die in dieser Norm festgelegt sind, sind konsistent mit den Koordinatensystemen in diesem Dokument. Es ist dem BENUTZER freigestellt, andere Skalenkonventionen zu verwenden. Es wird davon ausgegangen, dass die HERSTELLER üblicherweise die Skalenkonventionen dieser Norm auf neue ME-GERÄTE anwenden.

Falls HERSTELLER, als Option, auf Wunsch des BENUTZERS andere Skalenkonventionen zur Verfügung stellen, so dass sie zu bereits vorhandenen ME-GERÄTEN des BENUTZERS passen oder örtlichen Konventionen bzw. Vorschriften entsprechen, können diese ME-GERÄTE nicht als konform zu dieser Norm betrachtet werden.

Es wird ferner davon ausgegangen, dass HERSTELLER als Option Skalen zur Verfügung stellen, um ein vorhandenes Gerät des BENUTZERS auf die Skalenfestlegungen dieser Norm umzurüsten.

Künftige Ergänzungen werden voraussichtlich Folgendes berücksichtigen:

— Patienten-Koordinatensystem;

- dreidimensionale THERAPIESIMULATOREN;
- CT-ähnliche THERAPIESIMULATOREN.

Die Änderung 2, veröffentlicht 2007, erweiterte die Rotationsmöglichkeiten der PATIENTEN-LAGERUNGS-VORRICHTUNG um die Z-Achse im raumfesten IEC-Koordinatensystem um zwei zusätzliche Rotationen: die Neigung um die Längsachse des PATIENTEN und die Kippung um die Querachse des PATIENTEN.

Die Verwendung von zwei zusätzlichen Freiheitsgraden (Neigung und Kippung) verallgemeinert das Koordinatensystem, so dass es systematisch 3 Rotationen und 3 Translationen beinhaltet und daher 6 Freiheitsgrade auf systematische Weise unterstützt. Bei modernen PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNGEN mit 6 Freiheitsgraden können Translation und Rotation so kombiniert werden, dass die gleichen Ergebnisse wie mit der exzentrischen Rotation des Tischoberteils erzielt werden. Wenn die Tischpositionsdaten unter Verwendung des neuen IEC-Systems geändert werden, ist die Definition der ISOZENTRISCHEN Rotationen für die Übertragung aller behandlungsbezogenen Informationen hinreichend. Das exzentrische Tischoberteil-Koordinatensystem wird jedoch zum Zwecke der Abwärtskompatibilität beibehalten.

ANMERKUNG In der Protonentherapie wird sehr häufig ein Behandlungsstuhl verwendet, bei dem eine Rotation und eine Kippung des PATIENTEN möglich sind, während die Strahlrichtung fest bleibt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Geräte und Daten, die im Zusammenhang mit dem Ablauf der TELETHERAPIE stehen, einschließlich der Patientenbilddaten, die benutzt werden in Verbindung mit BESTRAHLUNGSPLANUNGSSYSTEMEN, THERAPIESIMULATOREN, ISOZENTRISCHEN GAMMABESTRAHLUNGSEINRICHTUNGEN, ISOZENTRISCHEN medizinischen ELEKTRONENBESCHLEUNIGERN und relevanten nicht-isozentrischen Einrichtungen.

Der Zweck dieser Norm ist es, einen konsistenten Satz von Koordinatensystemen zu definieren, die im Verlauf der TELETHERAPIE angewendet werden, die Kennzeichnung von Skalen festzulegen (wo vorhanden), Bewegungen der Geräte, die in diesem Zusammenhang verwendet werden, zu definieren und eventuell verwendete, rechnergestützte Steuerungen zu erleichtern.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60601-2-1:2009, *Medical electrical equipment — Part 2-1: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electron accelerators in the range 1 MeV to 50 MeV*

3 Koordinatensysteme

3.1 Allgemeines

Jeder Hauptkomponente der Einrichtung, die relativ zu anderen Teilen bewegt werden kann, wird ein individuelles Koordinatensystem zugewiesen, wie in Bild 1a dargestellt und in Tabelle 1 zusammengefasst ist. Ferner wird ein raumfestes Bezugssystem definiert. Jede Hauptkomponente (z. B. TRAGARM, STRAHLERKOPF) ist immer ortsfest bezüglich ihres eigenen Koordinatensystems.

Perspektivische Ansichten eines ISOZENTRISCHEN medizinischen ELEKTRONENBESCHLEUNIGERS und eines THERAPIESIMULATORS sind in den Bildern 1a, 14a und 14b gezeigt. Isometrische Projektionen von Koordinatensystemen sind in mehreren Bildern dargestellt. In den Bildern zeigt ein elliptischer Pfeil (isometrische Projektion) um eine Achse eines Koordinatensystems immer die Rotation dieses Koordinatensystems im Uhrzeigersinn um diese Achse an, von seinem Ursprung aus in positiver Richtung gesehen.

ANMERKUNG Im Folgenden sind bisweilen Rotationen der individuellen Koordinatensysteme im Gegenuhrzeigersinn (CCW) beschrieben, bei denen die Rotationsachse nicht vom Ursprung dieses Koordinatensystems aus gesehen wird.

Die Definition von Koordinatensystemen, die in folgenden Abschnitten festgelegt sind, erlaubt mathematische Transformationen (Rotation und/oder Translation) für den Übergang von einem Koordinatensystem in ein anderes. Siehe Anhang A für Beispiele von Koordinatentransformationen.

3.2 Allgemeine Regeln

Es gelten die folgenden Anforderungen:

- Alle Koordinatensysteme sind kartesisch rechtshändig. Ansteigende Skalenwerte bei linearen Bewegungen und Rotationen sind in Bild 2 dargestellt. Sind die Winkelstellungen aller Koordinatensysteme null, zeigen alle Z-Achsen senkrecht nach oben.
- Koordinatenachsen werden mit einem Großbuchstaben gekennzeichnet, gefolgt von einem Kleinbuchstaben, der das Koordinatensystem identifiziert.

- c) Koordinatensysteme haben eine hierarchische Struktur (Mutter-Tochter-Relation) in dem Sinne, dass jedes System aus einem anderen System abgeleitet ist. Das gemeinsame Muttersystem ist das raumfeste Referenzsystem. Bild 3 und Tabelle 2 zeigen die hierarchische Struktur, die in 2 untergeordnete hierarchische Strukturen aufgeteilt ist, eine in Bezug auf den TRAGARM, die zweite bezüglich der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG.
- d) Die Lage und Orientierung jedes Tochter-Koordinatensystems (d) sind abgeleitet von seinem Mutter-Koordinatensystem (m) durch Translation seines Ursprungs I_d längs einer, zweier oder dreier Achsen seines Muttersystems und anschließende Rotation des Tochter-Systems um eine der verschobenen Achsen des Tochter-Systems.

ANMERKUNG 1 Die mechanischen Bewegungen von Geräteteilen dürfen in abweichender Reihenfolge ablaufen, solange das Gerät die gleiche Endposition und Orientierung erreicht, wie es sie nach der angegebenen Reihenfolge erreicht hätte.

Die Bilder 1b und 1c zeigen Beispiele für Translationen des Ursprungs I_d des Tochter-Systems längs der Achsen X_m , Y_m , Z_m des Muttersystems.

Bild 1b zeigt die Translation des Ursprungs I_d längs X_m , Y_m , Z_m und Rotation um die zur Achse Z_m parallele Achse Z_d .

Bild 1c zeigt die Translation des Ursprungs I_d längs X_m , Y_m , Z_m und Rotation um die zur Achse Y_m parallele Achse Y_d .

BEISPIEL 1 Das Blenden-Koordinatensystem ist vom Tragarm-Koordinatensystem abgeleitet und dieses vom raumfesten System. Folglich bedingt eine Rotation des Tragarm-Systems eine analoge Rotation der Koordinatenachsen des Blenden-Koordinatensystems im raumfesten System. Der Ursprung des Blenden-Koordinatensystems (Ort der STRAHLUNGSQUELLE) ist im raumfesten System (im Raum) verschoben.

- e) Ein in einem System definierter Punkt kann in den Koordinaten des nächst höheren Systems (seinem Muttersystem) oder des nächst tieferen Systems (seinem Tochter-System) durch die Anwendung von Koordinatentransformationen bestimmt werden (siehe Bild 3 und Anhang A). Folglich ist es möglich, die Koordinaten eines im Blenden-Koordinatensystem definierten Punktes durch sukzessive Anwendung von Koordinatentransformationen (Rotationen und Translationen des Ursprungs, wie in 3.2d) definiert) im Tischoberteil-System zu berechnen, in dem man zuerst vom Blenden-Koordinatensystem aufwärts zum raumfesten System geht (z. B. vom Blenden-Koordinatensystem zum Tragarm-Koordinatensystem zum raumfesten System) und von dort abwärts zum Tischoberteil-System (z. B. vom raumfesten System zum Patienten-Lagerungsvorrichtungssystem zum exzentrischen Tischoberteil-System, falls vorhanden, zum Tischoberteil-System). Solche Koordinaten-Transformationen können im Rahmen der BESTRAHLUNGSPLANUNG die Lösung komplexer geometrischer Probleme beträchtlich erleichtern sowie Einstellfehler an den Geräten minimieren.
- f) Schreibweise

- 1) Mit Großbuchstaben werden die Koordinatenachsen, mit Kleinbuchstaben die Koordinatensysteme gekennzeichnet.

BEISPIEL 2 Y_g bedeutet: y-Achse des Tragarm-Systems.

- 2) Die Rotation eines Koordinatensystems bezüglich seines Muttersystems um eine bestimmte Achse seines eigenen Systems wird durch den Rotationswinkel, der die Achse, um die es rotiert (ψ um X, φ um Y, θ um Z), und durch einen Kleinbuchstaben, der das betreffende System identifiziert, gekennzeichnet.

BEISPIEL 3 $\theta_b = 30^\circ$ bedeutet Rotation des „b“-Systems bezüglich des „g“-Systems um einen Winkel von 30° (vom ISOZENTRUM aus gesehen im Uhrzeigersinn) um die Z_b -Achse des „b“-Systems (siehe Bilder 12a, 12b und Bild 5 mit $\theta_b = 15^\circ$).

- 3) Die lineare Lage des Ursprungs eines Tochter-Koordinatensystems innerhalb seines Muttersystems wird durch Großbuchstaben, die das Tochtersystem kennzeichnen, und durch die Koordinatenachse des Muttersystems, längs derer es verschoben wird, bezeichnet.

BEISPIEL 4 R_y = (Zahlenwert) bedeutet die Lage des Ursprungs des Röntgenbildempfänger-Koordinatensystems auf der Koordinatenachse Y_g (seines Muttersystems).

- 4) Die Position einer bewegbaren Gerätekomponente, die kein eigenes Koordinatensystem besitzt, wird innerhalb des Systems, in dem sie sich bewegt, durch einen Großbuchstaben bezeichnet, der das sich bewegende Teil kennzeichnet, und durch einen Kleinbuchstaben, der die Achse des Koordinatensystems kennzeichnet, entlang derer sie sich bewegt.

BEISPIEL 5 $X_1 [X_b]$ = (Zahlenwert) bedeutet die Lage des Randes X_1 des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES auf der Achse X_b des Blenden-Koordinatensystems.

ANMERKUNG 2 Wenn die Lage einer Gerätekomponente nur entlang einer Koordinatenachse verschoben werden kann, dann kann die Bezeichnung dieser Koordinatenachse weggelassen werden. Im vorliegenden Beispiel ist dann X_1 = (Zahlenwert) ausreichend.

- 5) Die Lage eines Punktes innerhalb eines Koordinatensystems ist gegeben durch die Zahlenwerte seiner Koordinaten in diesem System.

BEISPIEL 6 Koordinatenwerte eines Punktes im Röntgenbildempfänger-System
 $x_r = +20$ cm
 $y_r = -10$ cm
 $z_r = 0$ cm

- g) Bei Rotations-Transformationen von mehr als einer Rotation muss die Reihenfolge der Rotationen beachtet werden. Falls die Reihenfolge der Rotationen nicht konstant ist, führt dies zu unterschiedlichen Transformationsmatrizen und Achsenorientierungen.

Die Reihenfolge, in der die Rotationen anzuwenden sind, ist in Abschnitt 3 dieser Norm beschrieben.

ANMERKUNG 3 $M_{ab}^{-1} = M_{ba}$ (siehe A.1).

3.3 Raumfestes Bezugssystem („f“) (siehe Bild 1a)

Das raumfeste Koordinatensystem („f“) ist ortsfest im Raum. Es ist definiert durch eine horizontale Koordinatenachse Y_f , die vom ISOZENTRUM zum TRAGARM zeigt, durch eine Koordinatenachse Z_f , die senkrecht nach oben zeigt, und durch eine Koordinatenachse X_f , die senkrecht zu Y_f und Z_f ist und vom Betrachter aus nach rechts zeigt, wenn dieser dem TRAGARM gegenübersteht. Für ISOZENTRISCHE Geräte ist der Ursprung I_f das ISOZENTRUM I_o und folglich Y_f die Rotationsachse des TRAGARMS.

3.4 Tragarm-Koordinatensystem („g“) (siehe Bild 4)

Das „g“-Koordinatensystem ist ortsfest in Bezug auf den TRAGARM, sein Muttersystem ist das Y-System. Sein Ursprung I_g ist das ISOZENTRUM. Seine Koordinatenachse Z_g zeigt zur STRAHLUNGSQUELLE. Die Koordinatenachsen Y_g und Y_f decken sich.

Das „g“-System befindet sich in Nullgradstellung, wenn es mit dem „f“-System zusammenfällt.

Die Rotation des „g“-Systems ist definiert durch die Rotation der Koordinatenachsen X_g und Z_g um einen Winkel φ_g um die Achse Y_g (folglich um Y_f des „f“-Systems).

Ein Ansteigen des Wertes φ_g entspricht einer Tragarmrotation im Uhrzeigersinn, vom ISOZENTRUM aus entlang der horizontalen Achse Y_f in Richtung TRAGARM gesehen.

3.5 Blenden- oder Messblenden-Koordinatensystem („b“) (siehe Bild 5)

Das „b“-System ist ortsfest in Bezug auf das BLENDENSYSTEM oder die MESSBLENDEN, sein Muttersystem ist das „g“-System. Sein Ursprung l_b ist die STRAHLUNGSQUELLE. Seine Koordinatenachse Z_b fällt mit der Achse Z_g zusammen und zeigt in die gleiche Richtung wie diese. Die Koordinatenachsen X_b und Y_b sind senkrecht zu den entsprechenden Rändern X_1 , X_2 , Y_1 und Y_2 des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES (siehe 7.5).

ANMERKUNG Die Lage der Ränder des STRAHLENFELDES ist durch das Koordinatensystem definiert. Das Koordinatensystem ist nicht durch die Ränder des STRAHLENFELDES definiert.

Für Geräte mit veränderbarem Abstand zwischen dem ISOZENTRUM und der STRAHLUNGSQUELLE (z. B. einige THERAPIESIMULATOREN) entspricht diese FAA-(Fokus-Achs-Abstand-)Bewegung einer linearen Verschiebung des „b“-Koordinatensystems längs der Z_g -Achse seines Muttersystems („g“-System).

Das „b“-System befindet sich in Nullgradstellung, wenn die Koordinatenachsen X_b und Y_b parallel zu den entsprechenden Achsen X_g und Y_g sind und in die gleiche Richtung zeigen wie diese.

Die Rotation des „b“-Systems ist definiert durch die Rotation der Koordinatenachsen X_b und Y_b um die Z_b -Achse (folglich um die Z_g -Achse des „g“-Systems) um einen Winkel θ_b .

Ein Ansteigen des Wertes von θ_b entspricht, vom ISOZENTRUM aus in Richtung STRAHLUNGSQUELLE gesehen, einer Rotation des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES im Uhrzeigersinn (siehe Bilder 15a und 15b).

3.6 Keilfilter-Koordinatensystem („w“) (siehe Bild 7)

Das „w“-Koordinatensystem ist ortsfest in Bezug auf den KEILFILTER, sein Muttersystem ist das „b“-System. Sein Ursprung l_w ist so definiert, dass die Koordinatenachse Y_w zum dünnen Ende des KEILFILTERS zeigt und in seiner Nullstellung die Achse Z_w durch die STRAHLUNGSQUELLE geht, mit der Z_b -Achse zusammenfällt und in die gleiche Richtung zeigt wie diese.

ANMERKUNG 1 Der HERSTELLER oder der BENUTZER kann die Lage von l_w so wählen, dass sie zum Design der Keilfiltervorrichtung passt. Zum Beispiel ist es möglich, l_w als den Schnittpunkt der Achse Z_w mit einer speziellen Oberfläche des KEILFILTERS zu definieren.

Sind das „w“-System und das „b“-System in Nullgradstellung ($\theta_w = 0^\circ$ und $\theta_b = 0^\circ$), so zeigt das dünne Ende des KEILFILTERS (das Ende entlang Y_w mit der höchsten Transmission) zum TRAGARM, und die Koordinatenachsen X_w und Y_w sind parallel zu den entsprechenden Achsen X_b und Y_b .

Die Rotation des „w“-Systems ist definiert durch die Rotation der Koordinatenachsen X_w und Y_w um die Z_w -Achse (parallel zur Z_b -Achse des „b“-Systems) um den Winkel θ_w .

Ein Ansteigen des Zahlenwertes des Winkels θ_w entspricht, von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen, einer Rotation des KEILFILTERS um Z_w (parallel zur Z_b -Achse) im Gegenuhrzeigersinn.

Bei Nullgradstellung des „w“--, „b“- und „g“-Koordinatensystems entspricht eine positive Längsverschiebung des Ursprungs l_w einer Bewegung des dünnen Keilfilterendes in Richtung TRAGARM längs Y_b . Eine positive Querverschiebung entspricht, vom Betrachter aus gesehen, einer Bewegung nach rechts, wenn dieser dem TRAGARM gegenübersteht.

ANMERKUNG 2 Zur bequemen Handhabung können mechanische KEILFILTER unter Umständen quer eingeschoben werden. In solchen Fällen gelten die Winkel zur Filterorientierung ebenfalls. Wenn z. B. bei Nullgradstellung des „b“- und „g“-Systems ($\theta_b = 0^\circ$ und $\phi_g = 0^\circ$) der KEILFILTER so eingesetzt wird, dass sein dünnes Ende vom Betrachter aus nach links zeigt, wenn dieser dem TRAGARM gegenübersteht, entspricht der Winkel $\theta_w = 90^\circ$. Unter der gleichen Voraussetzung zeigt für $\theta_w = 270^\circ$ das dünne Ende des KEILFILTERS vom Betrachter aus nach rechts.

3.7 Röntgenbildempfänger-Koordinatensystem („r“) (siehe Bilder 6 und 8)

Das „r“-Koordinatensystem ist ortsfest in Bezug auf den RÖNTGENBILDEMPFÄNGER (z. B. Bildverstärker, RÖNTGENFILM im RÖNTGENKASSETTENHALTER, strahlungsempfindliche Folie oder Platte), sein Muttersystem ist das „g“-System. Sein Ursprung I_r liegt im Mittelpunkt der BILDAUFFANGEBENE.

In Nullgradstellung des „r“-Systems sind die Koordinatenachsen X_r , Y_r , Z_r parallel zu den entsprechenden Achsen X_g , Y_g , Z_g des „g“-Systems.

Die Rotation des „r“-Systems ist definiert durch die Rotation der Koordinatenachsen X_r und Y_r um Z_r (parallel zur Z_g -Achse) um einen Winkel θ_r .

Ein Ansteigen des Zahlenwertes des Winkels θ_r entspricht, von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen, einer Rotation des Röntgen-Bildverstärkers im Gegenuhrzeigersinn.

In Nullstellung des „r“-Systems liegt sein Ursprung I_r im ISOZENTRUM. Dies mag unter Umständen mechanisch nicht einstellbar sein, definiert aber den Ursprung der Verschiebung des „r“-Systems längs Z_g .

ANMERKUNG 1 Der Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE zur Röntgen-Bildauffangebene (Fokus-Bildempfänger-Abstand) kann ebenso zur Bestimmung der geometrischen Vergrößerung des Bildes angezeigt werden.

Die Werte R_x , R_y und R_z sind die Quer-, Längs- und Vertikalverschiebung des Ursprungs I_r des BILDAUFFANGBEREICHES längs X_g , Y_g und Z_g .

ANMERKUNG 2 Gibt es mehrere unterschiedliche Vorrichtungen (wie z. B. RÖNTGENFILM oder Bildverstärker), die an einer bestimmten Einrichtung als RÖNTGENBILDEMPFÄNGER benutzt werden, so kann jede ihren eigenen Ursprung I_r haben.

3.8 Patienten-Lagerungsvorrichtung-Koordinatensystem („s“) (siehe Bild 9)

Das „s“-Koordinatensystem ist ortsfest in Bezug auf den Teil der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG, der um die vertikale Achse Z_s rotiert. Diese Rotation wird mittels der so genannten Drehscheibe ausgeführt. Das Muttersystem des „s“-Systems ist das „f“-System. Sein Tochtersystem ist das Koordinatensystem „e“ der exzentrischen Rotation.

ANMERKUNG 1 Das „s“-System gilt sowohl für ISOZENTRISCHE als auch für nicht-isozentrische PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNGEN. Die erstgenannten sind durch eine vertikale, im Raum ortsfeste Rotationsachse gekennzeichnet, wohingegen bei den letztgenannten diese Achse in Richtungen, die parallel zu den Koordinatenachsen X_f und Y_f sind, linear verschiebbar ist.

Der Ursprung I_s des „s“-Systems liegt auf der vertikalen Rotationsachse Z_s im gleichen Abstand vom Fußboden wie das ISOZENTRUM.

In Nullstellung der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG liegt I_s im ISOZENTRUM, und die Koordinatenachsen X_s , Y_s , Z_s des „s“-Systems stimmen mit den entsprechenden Achsen X_f , Y_f , Z_f des „f“-Systems überein.

Die Rotation des „s“-Systems ist definiert durch die Rotation der Koordinatenachsen X_s und Y_s um die zur Achse Z_f parallele Achse Z_s um einen Winkel θ_s .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte des Winkels θ_s entspricht, von oben gesehen, einer Rotation der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG im Gegenuhrzeigersinn.

ANMERKUNG 2 Bei nicht-isozentrischen PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNGEN werden die Werte der Quer- und Längsverschiebung des Ursprungs I_s längs der Koordinatenachsen X_f und Y_f mit S_x und S_y bezeichnet.

ANMERKUNG 3 Da die Höhe von I_s konstant ist, ist S_z gleich null. Die vertikale Verschiebung des Tischoberteils bezüglich des ISOZENTRUMS wird in 3.9 behandelt; sie wird mit T_z bezeichnet.

3.9 Tischoberteil-Koordinatensystem für die exzentrische Rotation („e“) (siehe Bilder 10 und 11)

Eine ISOZENTRISCHE PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG kann eine Vorrichtung zur Rotation des Tischoberteils um eine vertikale Achse Z_e , die um eine Strecke $-l_e$ von der Koordinatenachse Z_s des „s“-Systems längs der Koordinatenachse Y_s des „s“-Systems verschoben ist.

Das „e“-System ist ortsfest in Bezug auf die Vorrichtung zur exzentrischen Rotation, sein Muttersystem ist das „s“-System. Sein Tochtersystem ist das Tischoberteil-Koordinatensystem Y. Der Ursprung l_e des exzentrischen Systems liegt auf der vertikalen Achse der exzentrischen Rotation im gleichen Abstand zum Fußboden wie das ISOZENTRUM.

ANMERKUNG 1 Bei ISOZENTRISCHEN PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNGEN ohne die Möglichkeit zur exzentrischen Rotation und bei nicht-isozentrischen PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNGEN stimmen „e“- und „s“-System überein.

In Nullstellung des exzentrischen Systems sind die Koordinatenachsen X_e , Y_e und Z_e parallel zu den Koordinatenachsen X_s , Y_s und Z_s des „s“-Systems, wobei l_e auf der Y_s -Achse um $-l_e$ gegenüber l_s verschoben ist.

Die Rotation des „e“-Systems ist durch die Rotation der Koordinatenachsen X_e und Y_e um die Koordinatenachse Z_e (parallel zu Z_s) um einen Winkel θ_e definiert.

Ein Ansteigen des Zahlenwertes des Winkels θ_e entspricht, von oben gesehen, einer Rotation des Tischoberteils um die Z_e -Achse im Gegenuhrzeigersinn.

Daher führt die Rotation des „s“-Systems um einen Winkel θ_s und des „e“-Systems um den Komplementärwinkel $\theta_e = 360^\circ - \theta_s$ zu einer seitlichen Translation des Tischoberteils parallel zu sich selbst.

ANMERKUNG 2 Die Rotation des „e“-Systems bedingt nicht nur eine Rotation des Tischoberteils um einen Winkel θ_e um die exzentrische Rotationsachse, sondern auch eine Verschiebung des Ursprungs l_e des Tischoberteil-Systems Y relativ zum „s“-System.

3.10 Tischoberteil-Koordinatensystem („t“) (siehe Bilder 10, 11, 18 und 19)

Das „t“-System ist ortsfest in Bezug auf das Tischoberteil, sein Muttersystem ist das „e“-System. Sein Ursprung l_t ist ein festgelegter Punkt auf der Tischplatte, der den Schnittpunkt zwischen der Mittelachse der Tischplatte und der vertikalen Achse Z_s der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG darstellt, wenn der Winkel θ_e der exzentrischen Rotation um die vertikale Achse (falls vorhanden) null ist, und die Tischplatte

- horizontal,
- im „e“-System seitlich zentriert und
- in Längsrichtung maximal von Z_s zurückgezogen ist.

Die Koordinatenachse Y_t fällt mit der Mittelachse der Tischplatte zusammen, die Koordinatenachse Z_t zeigt normal zur Tischplatte.

In Nullstellung der „t“-Systems

- hat der Ursprung l_t den kleinsten Abstand von l_e (Tischplatte vollständig zurückgezogen),
- fallen Y_t und Y_e zusammen und zeigen in die gleiche Richtung und
- sind die Koordinatenachsen X_t und Z_t parallel zu den entsprechenden Achsen X_e und Z_e und zeigen in die gleiche Richtung wie diese.

ANMERKUNG 1 Sind die ISOZENTRISCHEN und exzentrischen Winkel θ_s und θ_e gleich null (oder ist die exzentrische Bewegung nicht verfügbar) und befindet sich das „t“-System in seiner Nullstellung, so stimmen die Koordinatenachsen X_t , Y_t und Z_t mit den Koordinatenachsen X_f , Y_f und Z_f des raumfesten Systems überein.

T_x , T_y und T_z sind die Quer-, Längs- und Vertikalverschiebungen des Ursprungs I_t des Tischoberteil-Systems und entsprechen einer Bewegung längs der 3 Koordinatenachsen X_e , Y_e , Z_e im exzentrischen System oder X_s , Y_s , Z_s im Patienten-Lagerungsvorrichtung-System, falls die exzentrische Rotation nicht verfügbar ist.

ANMERKUNG 2 Zweck der identisch definierten Lage des Ursprungs I_t und des ISOZENTRUMS bei vollständig zurückgezogener Tischplatte ist es, sicherzustellen, dass bei allen Patientenbehandlungen die Position der Tischplatte in Längsrichtung im „s“- oder „e“-System durch eine positive Zahl angegeben wird. Es ist nicht erforderlich, dass dieser Ursprung tatsächlich auf der Tischplatte im ISOZENTRUM markiert wird, da dies z. B. bei auswechselbaren Tischplatten und Zusätzen zur Tischplatte unter Umständen nicht praktikabel ist. Es ist lediglich notwendig, dass der Ursprung I_t mithilfe eines bekannten Abstandes zu einem zugänglichen und deutlich markierten Punkt auf der Tischplatte bestimmt werden kann.

ANMERKUNG 3 Bei Tischoberteilen mit unterschiedlich weitem Verschiebungsbereich in Längsrichtung, z. B. von verschiedenen HERSTELLERN, kann unter Umständen der Ursprung I_t des Tischoberteil-Systems unterschiedliche Positionen haben.

Die Rotation des „t“-Systems um die Achse X_t (Neigung des Tischoberteils) entspricht dem Rotationswinkel ψ_t .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte von ψ_t entspricht, vom Ursprung des Tischoberteil-Koordinatensystems längs der positiven X_t -Achse aus gesehen, einer Rotation des Tischoberteils im Uhrzeigersinn.

Die Rotation des „t“-Systems um die Achse Y_t (Kippung des Tischoberteils) entspricht dem Rotationswinkel ϕ_t .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte von ϕ_t entspricht, vom Ursprung des Tischoberteil-Koordinatensystems längs der positiven Y_t -Achse aus gesehen, einer Rotation des Tischoberteils im Uhrzeigersinn.

3.11 Patienten-Koordinatensystem („p“) (siehe Bilder 17a und 17b)

Das „p“-Koordinatensystem ist ortsfest bezüglich des PATIENTEN, sein Muttersystem ist das „t“-System. Sein Ursprung I_p ist ein geeignet gewählter, relativ zur Anatomie des PATIENTEN definierter Punkt.

ANMERKUNG Jeder PATIENT hat einen individuellen Koordinatenursprung I_p , dessen anatomische Lage so ausgewählt wird, dass er für den geplanten Behandlungsbereich und die Behandlungstechnik geeignet ist. Dieser Punkt muss jedoch nicht innerhalb oder auf der Oberfläche des PATIENTEN liegen. Wird z. B. eine den PATIENTEN umschließende Vorrichtung zur Ausrichtung des STRAHLENFELDES verwendet, wäre es sinnvoll, einen Punkt auf dieser Vorrichtung bzw. auf deren Halterung, falls diese mit der Tischplatte verbunden ist, zu wählen.

Entsprechend Bild 17a ist die Koordinatenachse X_p parallel zur Schnittlinie zwischen einer coronalen und einer transversalen Ebene des PATIENTEN. Die Koordinatenachse Y_p ist parallel zur Schnittlinie zwischen einer sagittalen und einer coronalen Ebene des PATIENTEN. Die Koordinatenachse Z_p ist parallel zur Schnittlinie zwischen einer sagittalen und einer transversalen Ebene des PATIENTEN. Die positive X_p -Achse zeigt zur linken Patientenseite, die positive Y_p -Achse zeigt innerhalb des PATIENTEN zum Scheitel hin, und die positive Z_p -Achse zeigt innerhalb des PATIENTEN zu seiner Vorderseite.

In Nullstellung des „p“-Systems sind die Koordinatenachsen X_p , Y_p und Z_p parallel zu den entsprechenden Achsen X_t , Y_t und Z_t des „t“-Systems.

Die Rotation des „p“-Systems um die Achse X_p entspricht dem Rotationswinkel ψ_p .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte von ψ_p entspricht, von der rechten Patientenseite aus gesehen, einer Rotation des PATIENTEN im Uhrzeigersinn.

Die Rotation des „p“-Systems um die Achse Y_p entspricht dem Rotationswinkel ϕ_p .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte von φ_p entspricht, von den Füßen zum Kopf des PATIENTEN aus gesehen, einer Rotation des PATIENTEN im Uhrzeigersinn.

Die Rotation des „p“-Systems um die Achse Z_p entspricht dem Rotationswinkel θ_p .

Ein Ansteigen der Zahlenwerte von θ_p entspricht, von der Rückseite des PATIENTEN aus gesehen, einer Rotation des PATIENTEN im Uhrzeigersinn.

Die Werte P_x , P_y und P_z sind die Quer-, Längs- und Vertikalverschiebung des Ursprungs I_p des PATIENTEN vom Ursprung I_t längs X_t , Y_t und Z_t .

3.12 Imager-Koordinatensystem („i“) und Brennfleck-Koordinatensystem („o“)

3.12.1 Allgemeines

Für bildgebende Systeme, die entweder nicht mechanisch am TRAGARM angebracht sind oder die eine von der Behandlungsquelle verschiedene Quelle verwenden, muss das unten beschriebene Imager-Koordinatensystem („i“) und das optionale Brennfleck-Koordinatensystem („o“) verwendet werden.

ANMERKUNG Wenn sich mehr als ein Imager im BEHANDLUNGSRaum befindet, können mehr als ein „i“-Koordinatensystem vorkommen.

3.12.2 Das Imager-Koordinatensystem („i“)

Das „i“-Koordinatensystem ist ortsfest bezüglich jedes bildgebenden Systems im BEHANDLUNGSRaum und sein Muttersystem ist das „f“-System. Sein Ursprung ist der Ursprung des Bildes des betreffenden bildgebenden Systems.

Die Achsen X_i , Y_i und Z_i sind parallel zu X , Y und Z und der Z -Achse des bildgebenden Systems. Wenn der Imager nur X - und Y -Achsen hat, sind die Achsen X_i und Y_i parallel zu den Achsen X und Y des bildgebenden Systems und die Z -Achse steht senkrecht auf beiden dieser Achsen.

ANMERKUNG Es gibt andere Arten von bildgebenden Systemen, z. B. Ultraschall oder Licht, die von dieser Norm nicht behandelt werden.

In Winkelstellung Null des „i“-Systems sind die Achsen X_i , Y_i und Z_i parallel zur den entsprechenden Achsen X_f , Y_f und Z_f des „f“-Systems.

Die Werte I_x , I_y und I_z sind entsprechende Verschiebungen des Ursprungs I_i des bildgebenden Systems längs X_f , Y_f und Z_f .

Die Drehung des „i“-Systems um die Achse X_i ist definiert als Rotationswinkel ψ_i .

Ein Ansteigen des Zahlenwertes von ψ_i entspricht, vom Ursprung des Imager-Koordinatensystems längs der positiven Achse X_i gesehen, einer Drehung des bildgebenden Systems in Uhrzeigerichtung.

Die Drehung des „i“-Systems um die Achse Y_i ist definiert als Rotationswinkel ϕ_i .

Ein Ansteigen des Zahlenwertes von ϕ_i entspricht, vom Ursprung des Imager-Koordinatensystems längs der positiven Achse Y_i gesehen, einer Rechtsdrehung des bildgebenden Systems.

Die Drehung des „i“-Systems um die Achse Z_i ist definiert als Rotationswinkel θ_i .

Ein Ansteigen des Zahlenwertes von θ_i entspricht, vom Ursprung des Imager-Koordinatensystems längs der positiven Achse Z_i gesehen, einer Rechtsdrehung des bildgebenden Systems.

3.12.3 Brennfleck-Koordinatensystem („o“)

Das „o“-Koordinatensystem ist ortsfest bezüglich des Brennflecks einer RÖNTGENRÖHRE, die zur Erzeugung der Röntgenstrahlung für das bildgebende System verwendet wird, und sein Muttersystem ist das entsprechende „i“-System. Sein Ursprung liegt im Brennfleck der RÖNTGENRÖHRE.

Die positive Zo-Achse zeigt in die gleiche Richtung wie die positive Zi-Achse.

Die Werte Ox, Oy und Oz sind entsprechende Verschiebungen des Ursprungs Io des Brennflecks längs Xi, Yi und Zi.

4 Kennzeichnung von Skalen und digitalen ANZEIGEN

Forderungen nach Bereitstellung von Skalen für Gerätepositionen sind in einschlägigen IEC-Sicherheitsnormen enthalten.

Wo Skalen vorhanden sind, sollten sie die Festlegungen dieses Abschnittes erfüllen. Alle Skalen und digitalen ANZEIGEN sollten aus der üblichen Arbeitsposition heraus leicht lesbar sein. Sie sollten in einer übersichtlichen Form, die Funktion und ANZEIGE eindeutig erkennen lässt, beschriftet sein. Alle linearen Skalen sollten entweder in Zentimeter oder in Millimeter eingeteilt sein, nicht aber in beide. Zahlen linearer Skalen und linearer digitaler ANZEIGEN (ausgenommen die Zahl Null) sollten stets mit Vorzeichen angegeben werden (z. B. -2, -1, +1, +2). Mechanische lineare Skalen sollten in Intervalle von 0,5 cm oder weniger unterteilt sein. Digitale lineare ANZEIGEN sollten in Intervalle von 0,1 cm unterteilt sein.

ANMERKUNG Das „+“-Zeichen ist nicht erforderlich, wenn der Wert niemals negativ sein kann (z. B. Feldabmessung FX und FY des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES). Es ist nicht notwendig, dass der BEDIENER bei der Eingabe eines positiven Zahlenwertes tatsächlich ein Pluszeichen eingibt, bei derartigen Zahlenwerten wird lediglich ein Pluszeichen angezeigt.

Alle Skalen für Rotationen und digitale Winkelanzeigen sollten ausschließlich in positive Grade ohne Vorzeichen unterteilt sein, z. B. 358°, 359°, 0°, 1°, 2°.

An Bildschirmen sollten vollständige Wörter oder Wortabkürzungen (keine Zeichen oder Symbole) verwendet werden, um die Kennzeichnung der verschiedenen bewegbaren Teile anzuzeigen.

Die Nullstellungen und die Richtungen ansteigender Skalenwerte sollten den Forderungen nach den Abschnitten 7 und 8 genügen.

Beispiele werden in den Bildern 12a, 12b und 12c gezeigt.

5 Bezeichnung der Gerätebewegungen

Die Gerätebewegungen sind wie folgt zu bezeichnen (siehe Bilder 13a, 13b und 13c).

Tabelle 1 — Gerätebewegungen und Bezeichnungen

Achse (1)	Rotation des TRAGARMS
Achse (2)	Auslenkung des STRAHLERKOPFES ^a
Achse (3)	Neigung des STRAHLERKOPFES ^a
Achse (4)	Rotation des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN
Achse (5)	ISOZENTRISCHE Rotation der PATIENTEN-LAGERUNGSVORRICHTUNG
Achse (6)	Exzentrische Rotation des Tischoberteils
Achse (7)	Neigung des Tischoberteils
Achse (8)	Kippen des Tischoberteils
Richtung (9)	Vertikale Verschiebung des Tischoberteils
Richtung (10)	Querverschiebung des Tischoberteils
Richtung (11)	Längsverschiebung des Tischoberteils
Richtung (12)	Verschiebung der STRAHLUNGSQUELLE von Achse (1) parallel zu Achse (4) ^b
Richtung (13)	Verschiebung der STRAHLUNGSQUELLE vom Fußboden parallel zu Achse (4) bei Tragarmwinkelstellung null ^b
Richtung (14)	Feldbemessung FX des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES in Richtung Xb bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise im NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
Richtung (15)	Feldabmessung FY des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES in Richtung Yb bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise im NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
Richtung (16)	Verschiebung des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS und/oder des RÖNTGENKASSETTENHALTERS in X-Richtung senkrecht zu Achse (1) und Achse (4)
Richtung (17)	Verschiebung des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS und/oder des RÖNTGENKASSETTENHALTERS in Y-Richtung parallel zu Achse (1)
Richtung (18)	Verschiebung des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS und/oder des RÖNTGENKASSETTENHALTERS in Z-Richtung parallel zu Achse (4)
Achse (19)	Rotation des RÖNTGENBILDEMPFÄNGERS und/oder RÖNTGENKASSETTENHALTERS
Richtung (20)	Abstand zwischen dem ZENTRALSTRAHL und dem Rand X1 des STRAHLENBÜNDELS oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise beim NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
Richtung (21)	Abstand zwischen dem ZENTRALSTRAHL und dem Rand X2 des STRAHLENBÜNDELS oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise beim NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
Richtung (22)	Abstand zwischen dem ZENTRALSTRAHL und dem Rand Y1 des STRAHLENBÜNDELS oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise beim NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
Richtung (23)	Abstand zwischen dem ZENTRALSTRAHL und dem Rand Y2 des STRAHLENBÜNDELS oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES bei einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise beim NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND)
^a Die Neigung und Auslenkung bzw. Kippung des STRAHLERKOPFES, die Achsen (2), (3) und die vertikale Verschiebung der STRAHLUNGSQUELLE, Richtung (13), werden aus Gründen der Kontinuität mit IEC 60601-2-1 als Bezeichnungen beibehalten. Aus Gründen der Vereinfachung werden sie jedoch nicht weiterhin in dieser Norm berücksichtigt.	
^b Dies gilt für die Skala von THERAPIESIMULATOREN mit veränderbarem Fokus-Achs-Abstand.	

6 Nullstellungen

Sind alle linearen Verschiebungen längs der Koordinatenachsen X, Y, Z und alle Rotationswinkel ψ , φ , θ gleich null, so ist die Gerätestellung wie folgt.

- a) Der ZENTRALSTRAHL zeigt senkrecht nach unten und geht durch das ISOZENTRUM.
- b) Die X1- und X2-Ränder des rechteckigen STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES sind senkrecht zu den Y1- und Y2-Rändern und parallel zur Rotationsachse Yg des TRAGARMS. Die Ränder sind so orientiert, dass der maximal verfügbare Winkelbereich einer Rotation des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN im Uhrzeigersinn und im Gegenuhrzeigersinn gleich groß ist oder annähernd so gleich wie möglich.
- c) Die Richtung zunehmender Keilfilterdurchlässigkeit (d. h. das dünne Ende) zeigt zum TRAGARM.
- d) Die Mittellinie in Längsrichtung des Tischoberteils fällt mit der Rotationsachse des TRAGARMS zusammen.
- e) Das Tischoberteil ist vollständig vom TRAGARM zurückgezogen.
- f) Der RÖNTGENBILDEMPFÄNGER ist bezüglich des ZENTRALSTRAHLS zentriert und normal zu diesem. Die Röntgen-Bildauffangebene enthält das ISOZENTRUM.
- g) Die längere Seite des RÖNTGENKASSETTENHALTERS ist parallel zur Tragarmrotationsachse Yg. Die durch den Kassettenhalter definierte Ebene ist senkrecht zur Rotationsachse des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN.

7 Zusammenstellung von Skalen, Gradeinteilungen, Richtungen und ANZEIGEN

7.1 Allgemeines

Sind alle Teile der Einrichtung in Nullstellung, so lauten die Skalenanzeigen und Richtungen wie folgt.

7.2 Rotation des TRAGARMS (siehe Bilder 14a und 14b)

Vom ISOZENTRUM zum TRAGARM hin gesehen steigt die ANZEIGE von 0° auf 359° im Uhrzeigersinn an.

Bezeichnung: Tragarm-Rotationswinkel

$\varphi_g =$ _____

ANMERKUNG Bedingt durch den Antrieb des TRAGARMS, aufgewickelte Kabel und Schläuche usw. ist die Rotation nicht kontinuierlich. Angenommen, eine Rotation sei möglich von der 180°-Stellung (Strahlrichtung senkrecht nach oben) über die 0°- bzw. 360°-Stellung (Strahlrichtung senkrecht nach unten) zur 180°-Stellung (Strahlrichtung senkrecht nach oben), wo die Rotation endet. Wenn die vorausgegangene BESTRAHLUNG eine 360°-Bestrahlung im Uhrzeigersinn von 180° bis 180° war, dann sollte die nächste BEWEGUNGSBESTRAHLUNG entweder im Gegenuhrzeigersinn ablaufen oder der TRAGARM vor der BESTRAHLUNG zum gewünschten Startwinkel zurückgesetzt werden, damit die folgende BESTRAHLUNG im Uhrzeigersinn ablaufen kann. Dazu sind die vorangegangenen Daten erforderlich, um die nächsten Schritte festlegen zu können.

7.3 Rotation des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN (siehe Bilder 15a und 15b)

Von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen steigt die ANZEIGE von 0° auf 359° im Gegenuhrzeigersinn an.

Bezeichnung: Blenden- oder Messblenden-Drehwinkel

$\theta_b =$ _____

7.4 Rotation des KEILFILTERS (siehe Bilder 7 und 14a)

Von der STRAHLUNGSQUELLE aus gesehen steigt die ANZEIGE von 0° auf 359° im Gegenuhrzeigersinn an.

Bezeichnung: Keilfilter-Rotationswinkel

$\theta_w =$ _____

ANMERKUNG Unter Umständen ist es nicht möglich, den KEILFILTER um die Zb-Achse zu rotieren, wohl aber, ihn unter den Hauptwinkeln (0°, 90°, 180°, 270°) einzusetzen. In diesen Fällen gilt die Keilorientierungsanzeige ebenfalls (z. B. Keilorientierung $\theta_w = 270^\circ$).

7.5 STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD

7.5.1 Allgemeines

Die Blenden oder die MESSBLENDEN bestehen oft aus einem symmetrischen Paar beweglicher Elemente, die ein rechteckiges, relativ zur ihrer Rotationsachse (4) symmetrisches STRAHLENFELD ausblenden.

Wenn die Blenden oder die MESSBLENDEN so gesteuert werden können, dass das rechteckige STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD nicht symmetrisch bezüglich ihrer Rotationsachse liegt, so ist das STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD ein asymmetrisches Feld.

Sind die Elemente des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN unabhängig voneinander bewegbar, z. B. bei einem Multi-Element-Blendensystem, dann wird ein unregelmäßiges (Multi-Element-)STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTES STRAHLENFELD erzeugt.

Die Anwendung dieser Norm schließt den Fall ein, dass ein Rand oder Element des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES die Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN überschreitet.

Die Feldabmessungen des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES werden in einem bestimmten Abstand von der STRAHLUNGSQUELLE (üblicherweise im NORMALEN BESTRAHLUNGSABSTAND) in der Ebene gemessen, die normal zur Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN ist.

7.5.2 Ränder des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES (siehe Bild 16a)

7.5.2.1 Allgemeines

Ist der Rotationswinkel des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN gleich null, so sind die Ränder X1 und X2 des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES parallel zur Rotationsachse des TRAGARMS, die Ränder Y1 und Y2 senkrecht zur Rotationsachse des TRAGARMS. Die Lage der Ränder des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES in der oben definierten Ebene, die die Anordnung des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES charakterisieren, ist gegeben durch die Koordinatenwerte der Ränder X1 und X2 auf der Koordinatenachse Xb und durch die Koordinatenwerte der Ränder Y1 und Y2 auf der Achse Yb.

In Bild 16a ist ein vom BLENDENSYSTEM eines THERAPIESIMULATORS erzeugtes STRAHLENFELD dargestellt, das nicht mit einer Skala versehen sein muss und das um einen Randstreifen größer als das EINGEGRENZTE STRAHLENFELD ist. Dieser Randstreifen muss nicht gleichmäßig sein.

7.5.2.2 Ränder X1 und X2

Wenn der Betrachter dem TRAGARM gegenübersteht, liegt der Rand X2 rechts vom Rand X1.

Wenn ein Rand rechts von der Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN liegt, hat seine Positionsanzeige positive Werte.

Wenn ein Rand links von der Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN liegt, hat seine Positionsanzeige negative Werte.

7.5.2.3 Ränder Y1 und Y2

Der Rand Y2 liegt auf der dem TRAGARM zugewandten Seite von Y1.

Wenn ein Rand auf der dem TRAGARM zugewandten Seite der Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN liegt, hat seine Positionsanzeige positive Werte.

Wenn ein Rand auf der dem TRAGARM abgewandten Seite der Rotationsachse (4) des BLENDENSYSTEMS oder der MESSBLENDEN liegt, hat seine Positionsanzeige negative Werte.

7.5.2.4 Ränder bei Multi-Element-Blendensystemen

Bei einem Multi-Element-Blendensystem (siehe Bilder 16i, 16j und 16k) gelten die gleichen Regeln für die Ränder jedes Elements, jedoch ist jedem Element eine Element-Kennzahl zugeordnet entsprechend X101 bis X1N, X201 bis X2N, Y101 bis Y1N und Y201 bis Y2N.

X201 und X2N liegen vom Betrachter aus weiter rechts als X101 und X1N, wenn dieser dem TRAGARM gegenübersteht.

Zum TRAGARM hin sind die Elemente in folgender Reihenfolge:

X101, X102 ... X1N

X201, X202 ... X2N.

Y201 und Y20N liegen näher am TRAGARM als Y101 und Y1N.

Wenn der Betrachter dem TRAGARM gegenübersteht, sind die Elemente von links nach rechts in folgender Reihenfolge:

Y101, Y102 ... Y1N

Y201, Y202 ... Y2N.

ANMERKUNG Da N größer als 9 sein kann, werden zwei Ziffern mit führender null verwendet.

7.5.3 ANZEIGE des STRAHLENFELDES oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELDES (siehe Bilder 16a bis 16k)

Es gelten folgende Anforderungen:

- a) Bei einem symmetrischen rechteckigen STRAHLENFELD oder EINGEGRENZTEN STRAHLENFELD brauchen nur die Feldabmessungen FX und FY als die Abstände zwischen den Rändern X1 und X2 und zwischen Y1 und Y2 angezeigt zu werden.

$FX = \text{Zahlenwert von X2 minus Zahlenwert von X1}$

$FY = \text{Zahlenwert von Y2 minus Zahlenwert von Y1}$

FX und FY werden stets ohne Plus- oder Minuszeichen angezeigt.