

# Zielvolumendefinitionen gemäß der ICRU Reporte 50 und 62

Th. Frenzel



Universität Hamburg

Fachbereich Medizin  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf



Klinik und Poliklinik für Radiologie  
Abt. für Strahlentherapie und Radioonkologie

# Themen

- Ziele der ICRU Reporte 50 und 62
- Definitionen und Empfehlungen
  - Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62
  - Risikoorgane
- Optionale Themen:
  - Dosis
  - ICRU Referenzpunkt
  - Koordinatensysteme
  - Weitere Referenzpunkte (intern/extern)
  - Protokolle

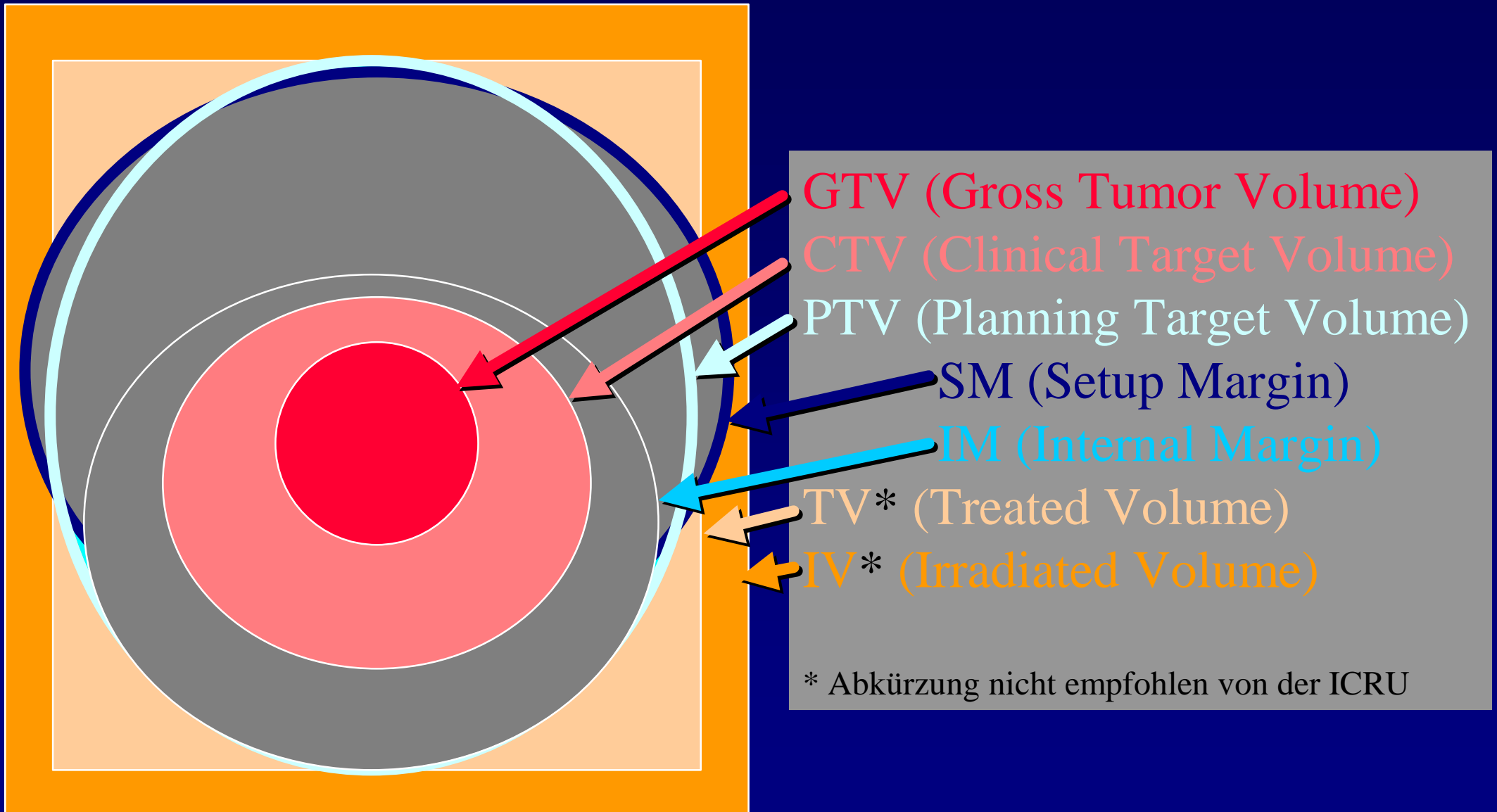
# ICRU Report 50: Prescribing, Recoding, and Reporting Photon Beam Therapy

- Veröffentlicht: 01.09.1993
- Ziele:
  - Einhaltung von Richtlinien für eine konsistente Bestrahlungsplanung
  - Vergleich von Therapien -> Erfahrung
  - Definitionen für eine gemeinsame Sprache zwischen unterschiedlichen Zentren -> Informationsaustausch
  - Multi-Center-Studien -> Parameter sorgsam definiert, konstant, reproduzierbar

# ICRU Report 62: Prescribing, Recoding, and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement zum ICRU Report 50)

- Veröffentlicht: 15.02.1999
- Ziele:
  - Beantwortung einiger Fragen zum ICRU Report 50  
Kein kompletter Ersatz! (Supplement!)
  - Berücksichtigung des Fortschritts in der Radioonkologie (z.B. Bildgebung und Computertechnik)

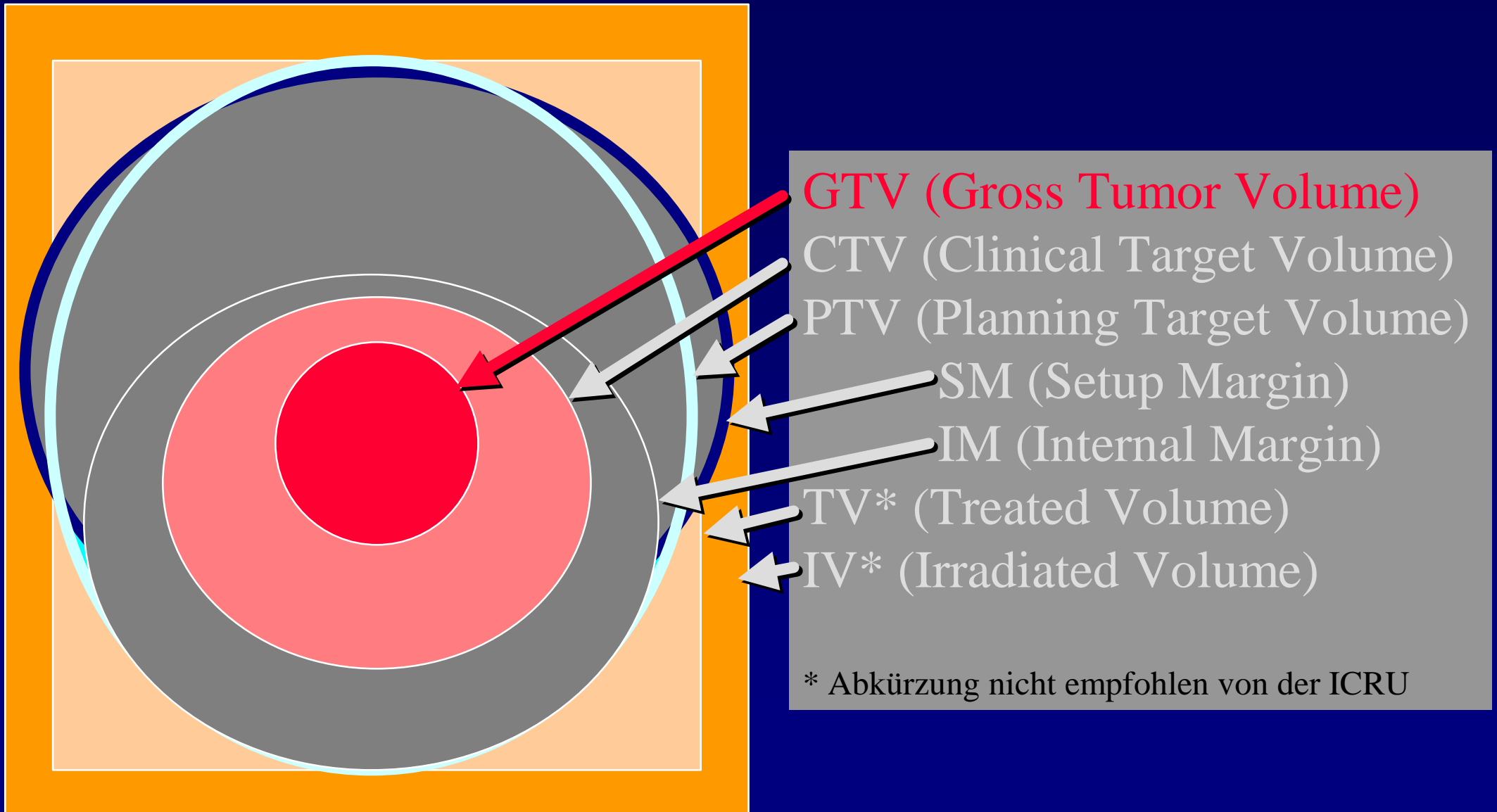
# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



## GTV (Gross Tumor Volume)

- *The Gross Tumor Volume (GTV) is the gross palpable or visible / demonstrable extent and location of the malignant growth.*
- GTV nodal : Lymphknoten
- GTV M : Metastasen
- GTV primary : Primärtumor

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



# GTV (Gross Tumor Volume)

- GTV beinhaltet:
  - Primärtumor
  - Lymphknoten / befallene Lymphabflusswege
  - Metastasen
- -> Lokale Tumorkontrolle
- Nach einer Operation gibt es evtl. kein GTV mehr!
- Diagnostische Verfahren
  - Inspektion
  - Palpation
  - Endoskopie
  - Röntgen: CT, ...
  - Ultraschall
  - MRT
  - Einsatz von Radioisotopen



# GTV (Gross Tumor Volume)

- Anatomische Beschreibung
- Codierung:
  - ICD / (p)TNM (UICC 1997)
  - ICD-O
  - AJCC (AJCC 1997)
  - SNOMED
  - T-SNOMED

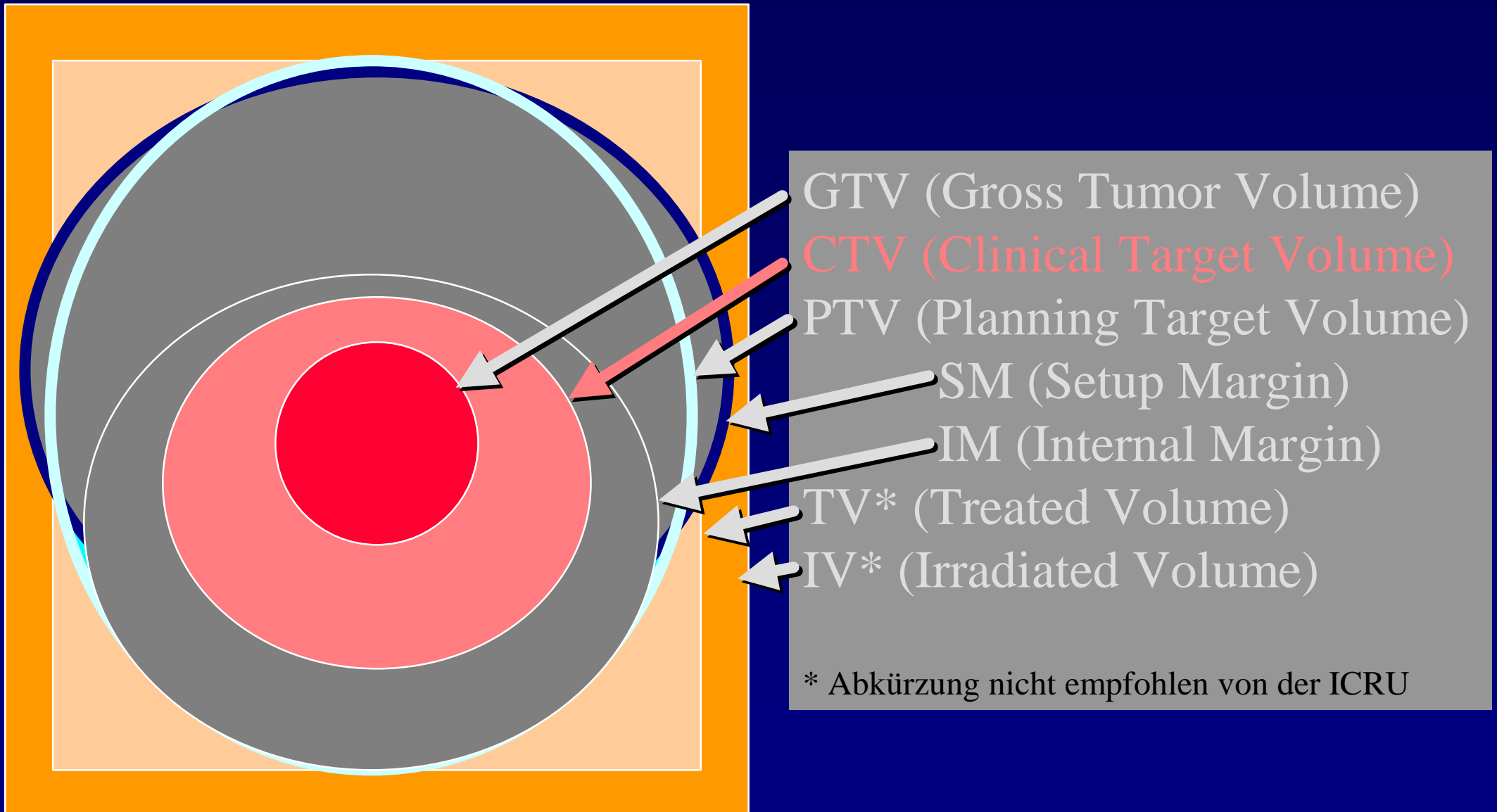
# Bildbeispiele

Bildbeispiele finden sich in den Original-Publikationen!

## CTV (Clinical Target Volume)

- *The Clinical Target Volume (CTV) is a tissue volume that contains a GTV and / or subclinical microscopic malignant disease, which has to be eliminated. This volume has to be related adequately in order to achieve the aim of therapy: cure or palliation.*
- -> Teil der Bestrahlungsanweisung

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



# CTV (Clinical Target Volume)

- CTV enthält:
  - Einzelne maligne Zellen
  - Kleine Zellcluster
  - Mikro-Absiedlungen
  - Nicht detektierbare Tumorzellen
- Berücksichtigung des Potentials zur Ausbreitung von Tumorzellen
- Boost-Volumen
- Häufig gibt es mehr als ein CTV

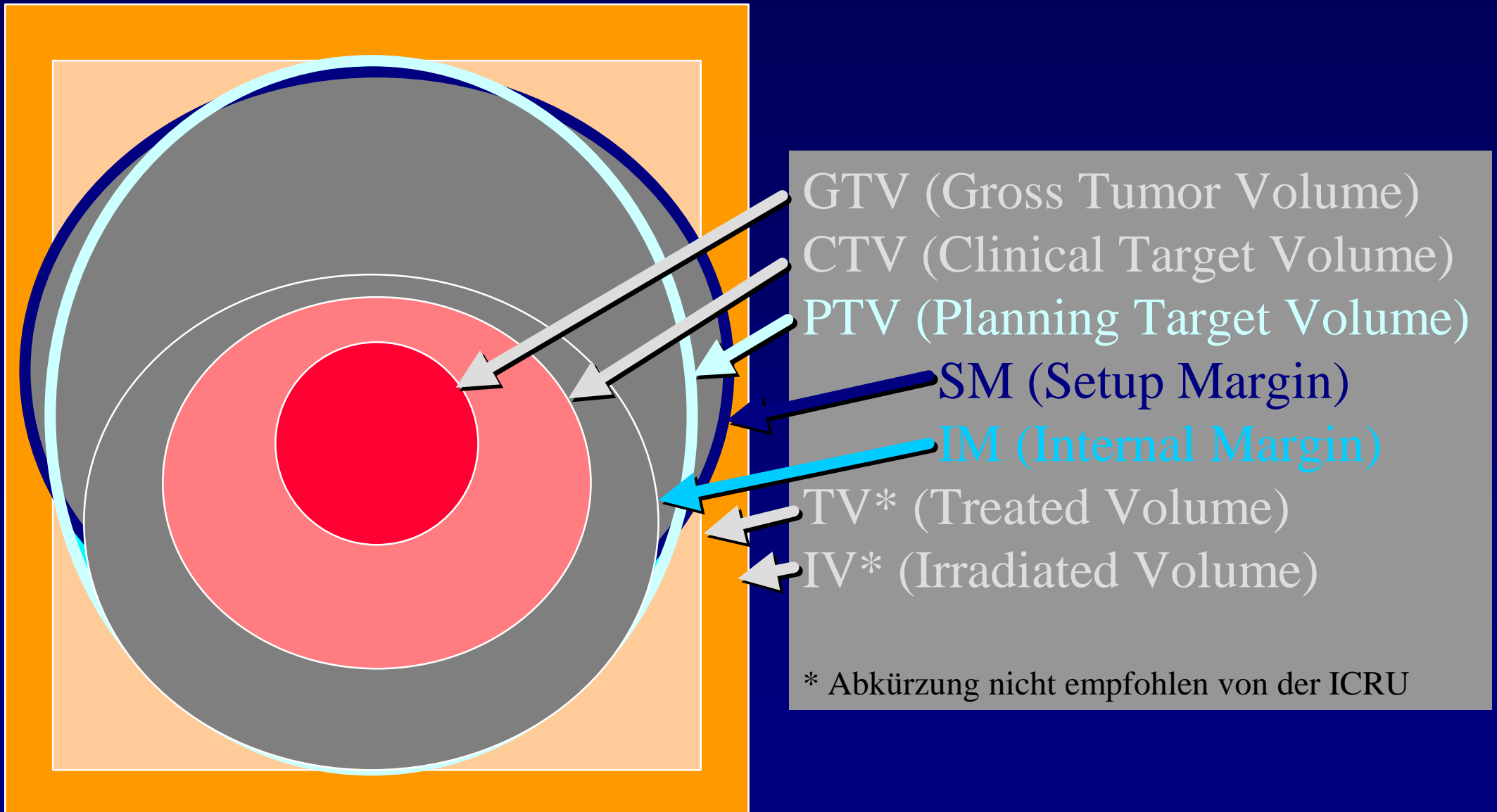
# CTV (Clinical Target Volume)

- CTV I =  
GTV mit dem umgebenden Gewebe mit subklinischer Beteiligung  
oder  
das GTV wurde durch radikale OP entfernt, aber eine Strahlentherapie wird für die nähere Umgebung des GTV für nötig erachtet
- CTV II =  
Weitere Volumina (CTV) mit wahrscheinlicher Tumorzellabsiedlung (z.B. regionale Lymphknoten), die therapiert werden müssen
- CTV III =  
etc.

# PTV (Planning Target Volume)

- *The Planning Target Volume (PTV) is a geometrical concept, and it is defined to select appropriate beam size and beam arrangements, taking into consideration the net effect off all possible geometrical variations and inaccuracies in order to ensure that the prescribed dose is actually absorbed in the CTV.*
- -> ICRU 62: Neue Volumina SM + IM + ITV

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62





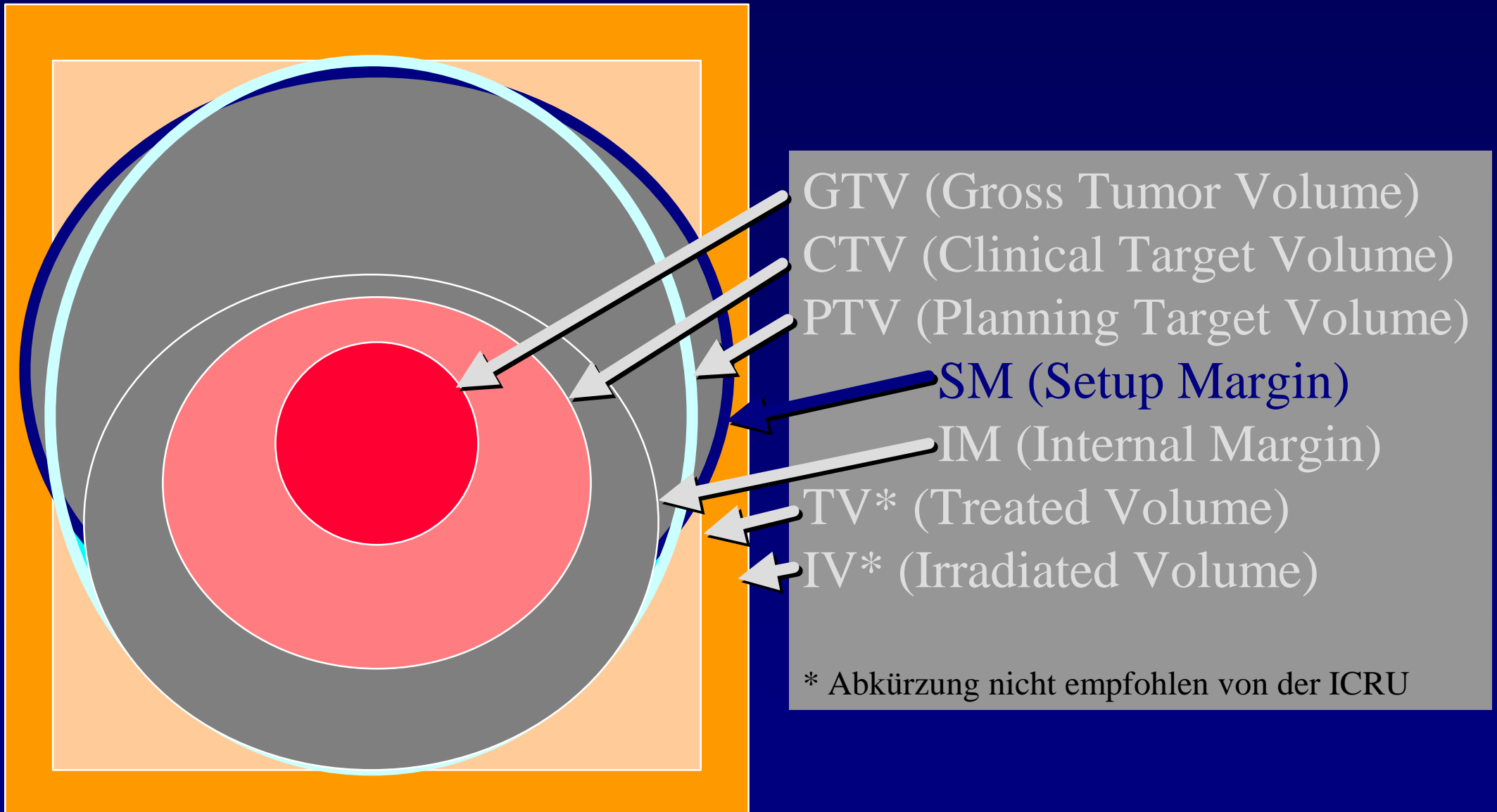
# PTV (Planning Target Volume)

- Veränderungen:
  - Intra- / Interfraktionell
  - Organbewegungen (z.B. durch Respiration)
  - Bewegungen des Patienten
  - Blasenfüllung
  - Feldgröße / Einstrahlrichtung
- Beinhaltet:
  - Gesundes Gewebe / unbeteiligte Strukturen
  - Luft
- Beteiligte Koordinatensysteme:
  - Patient (Tätowierungen, knöcherne Referenzpunkte)
  - Strahlenfeld
- Volumen für die Dosisspezifikation (Zieldosis)

## SM (Setup Margin)

- *The Setup Margin (SM) is added to take into account all uncertainties in patient-beam positioning.*
- -> Technische Faktoren
- -> Kann durch eine genauere Positionierung und Immobilisierung der Patienten und auch durch eine verbesserte mechanische Stabilität der Therapiegeräte verbessert werden

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



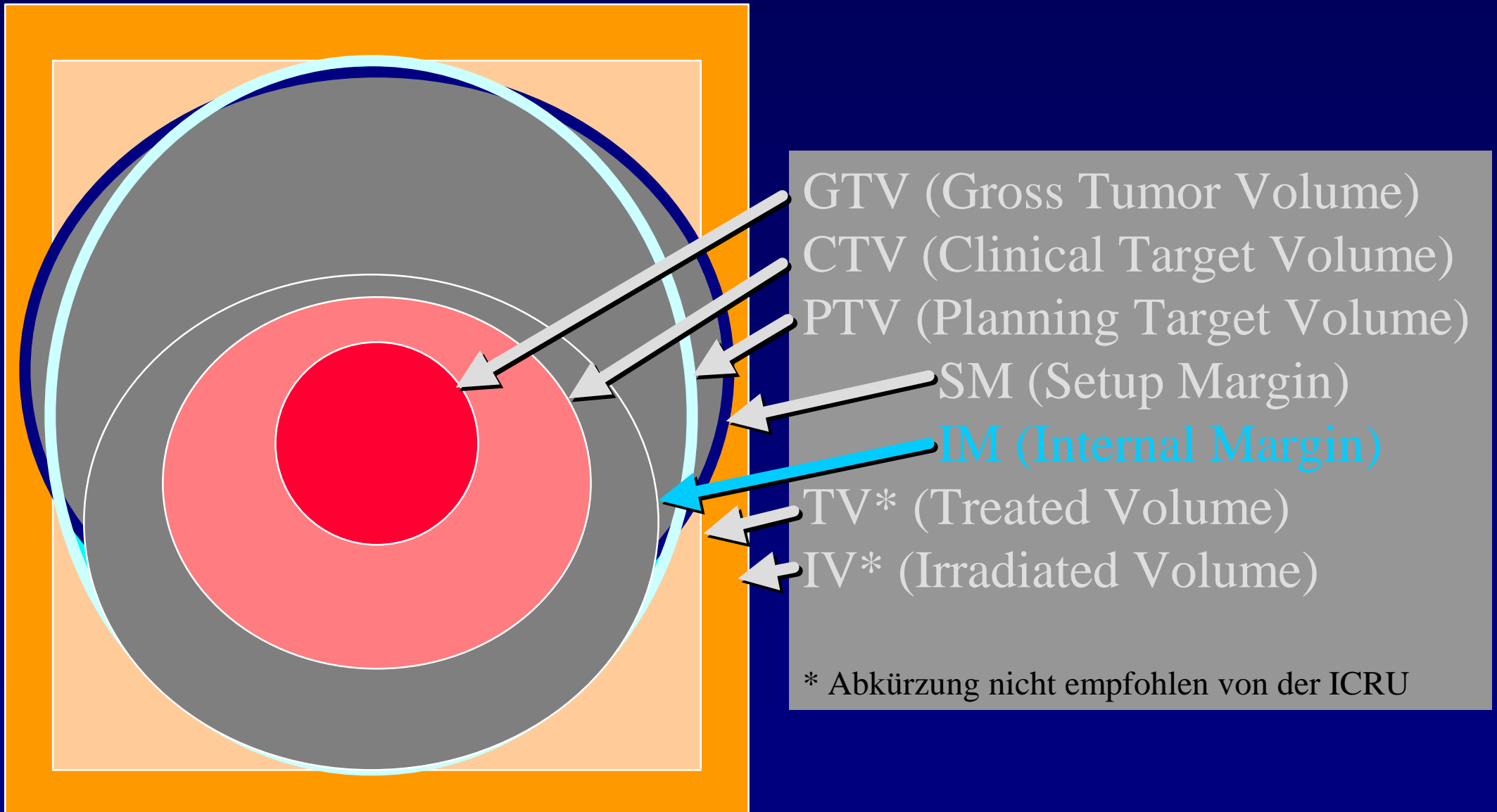
# SM (Setup Margin)

- Bezug auf das externe Koordinatensystem
  - Änderungen in der Positionierung der Patienten
  - Mechanische Ungenauigkeiten des Zubehörs (z.B. Absinken von Tragarm, Kollimator und Therapietisch)
  - Dosimetrische Unsicherheiten
  - Übertragung von Positionierungsfehlern vom CT und Simulator zum Therapiegerät
  - Menschliche Faktoren: Erfahrung des Personals
- Unterschiede von Zentrum zu Zentrum
  - > Programme zur Qualitätssicherung

## IM (Internal Margin)

- *The Internal Margin (IM) is defined so as to take into account variations in size, shape, and position of the CTV in relation to anatomical reference points (e.g. filling of stomach, bladder, movements due to respiration, etc.).*
- -> Physiologische Prozesse
- -> Schwer oder gar nicht zu kontrollieren

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



## ITV (Internal Target Volume)

- *The Internal Target Volume (ITV) is defined as the sum of Clinical Target Volume (CTV) and Internal Margin (IM) .*

# PTV (Planning Target Volume)

- Geometrisches Konzept
- Kein anatomisches Konzept
- Definiert ein patientenbezogenes Koordinatensystem
- Abwägung zwischen einem Benefit für den Patienten und dem Risiko für höhere Komplikationen
  - Nicht-lineare Addition aller Sicherheitssäume für alle Arten von Ungenauigkeiten
  - Ein Kompromiss, der auf der Erfahrung und Einschätzung des behandelnden Strahlentherapieteams basiert

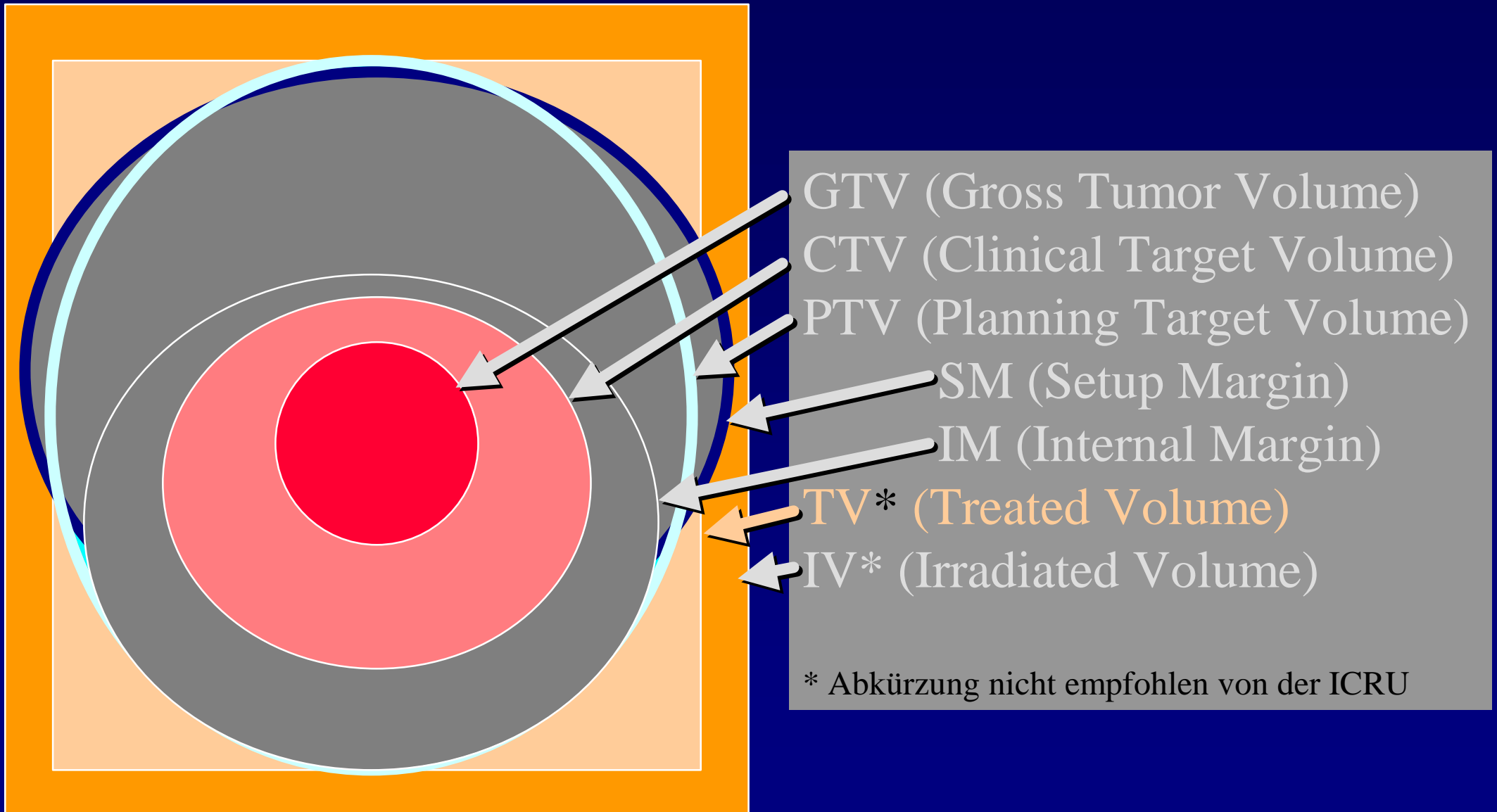


## TV\* (Treated Volume)

- *The Treated Volume (TV\*) is the volume enclosed by an isodose surface, selected and specified by the radiation oncologist as being appropriate to achieve the purpose of treatment (e.g. tumor eradication, palliation).*
- -> Dosis in Gy und Volumen in cm<sup>3</sup>

\* Abkürzung nicht empfohlen von ICRU Report 50

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



## TV\* (Treated Volume)

- Idealfall:  $PTV = TV^*$
- Parameter für die Optimierung
- Wichtig im Falle eines Lokalrezidivs:
  - Rezidiv im Therapiefeld
  - Rezidiv am Rande des Therapiefeldes
- Die Bestimmung des TV ist erst dann komplett, wenn die Bestrahlungsplanung abgeschlossen ist und die Anordnung der Therapiefelder festgelegt wurde. Auch alle anderen Parameter müssen zuvor überprüft worden sein.

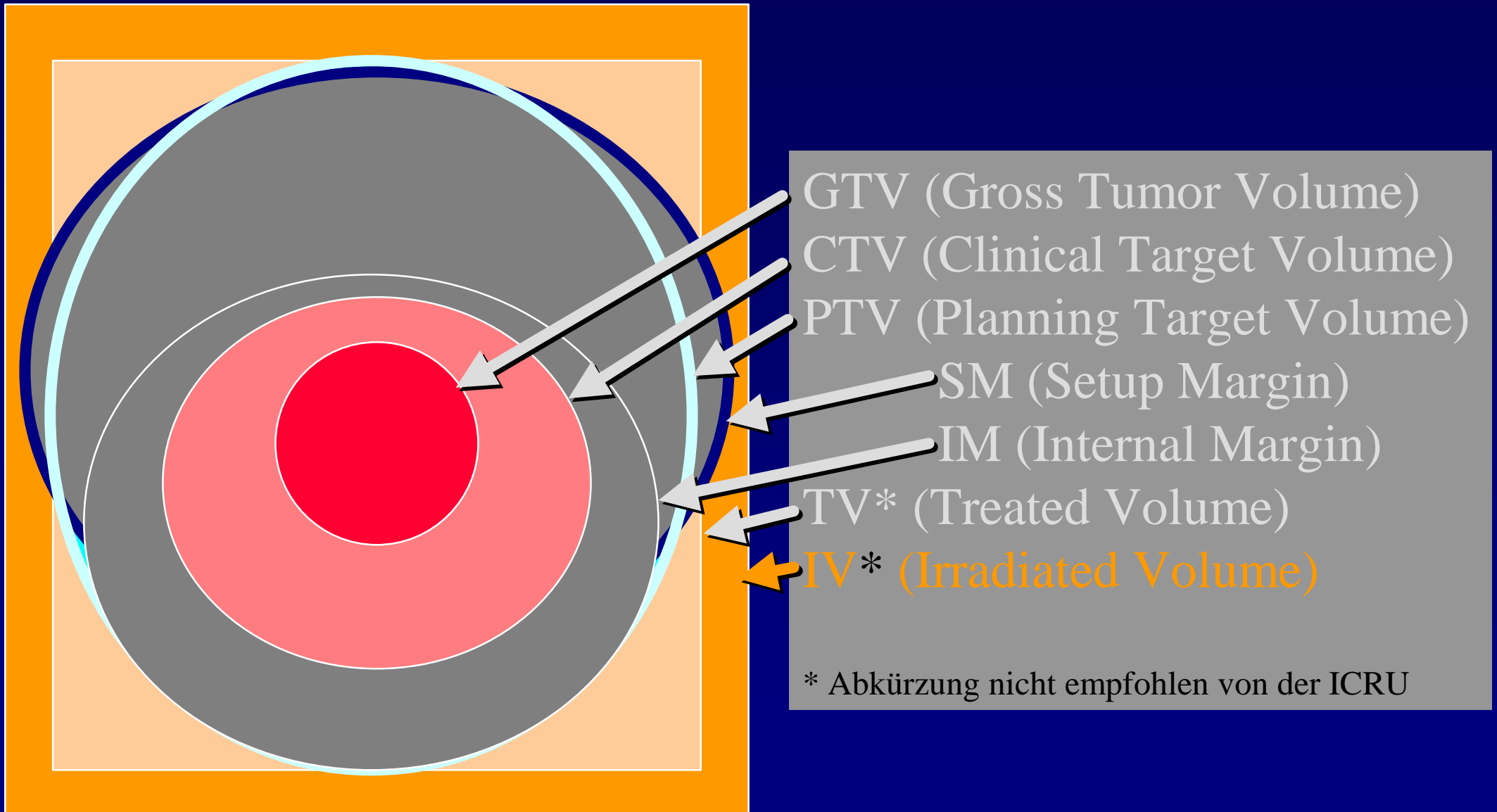
\* Abkürzung nicht empfohlen von ICRU Report 50

## IV\* (Irradiated Volume)

- *The Irradiated Volume (IV\*) is that volume which receives a dose that is considered significant in relation to normal tissue tolerance.*
- -> Dosis in Gy und Volumen in cm<sup>3</sup>

\* Abkürzung nicht empfohlen von ICRU Report 50

# Volumendefinitionen der ICRU Reporte 50 und 62



## IV\* (Irradiated Volume)

- Abhängig vom Therapiegerät

\* Abkürzung nicht empfohlen von ICRU Report 50

## OR (Organs at Risk)

- *Organs at risk (OR, critical normal structures) are normal tissues whose radiation sensitivity may significantly influence treatment planning and / or prescribed dose.*
- -> Klinische Beobachtungen
- -> NTCP-Berechnungen

# OR (Organs at Risk)

- Seriell  
-> Rückenmark: serielle Abfolge von Untereinheiten
- Parallel  
-> Lunge: Parallele Untereinheiten
- Seriell + parallel  
-> Herz: Serielle Koronararterien  
und paralleles Myocard
- Parallel + seriell  
-> Nephron als eine Kombination von  
parallelen und seriellen Strukturen



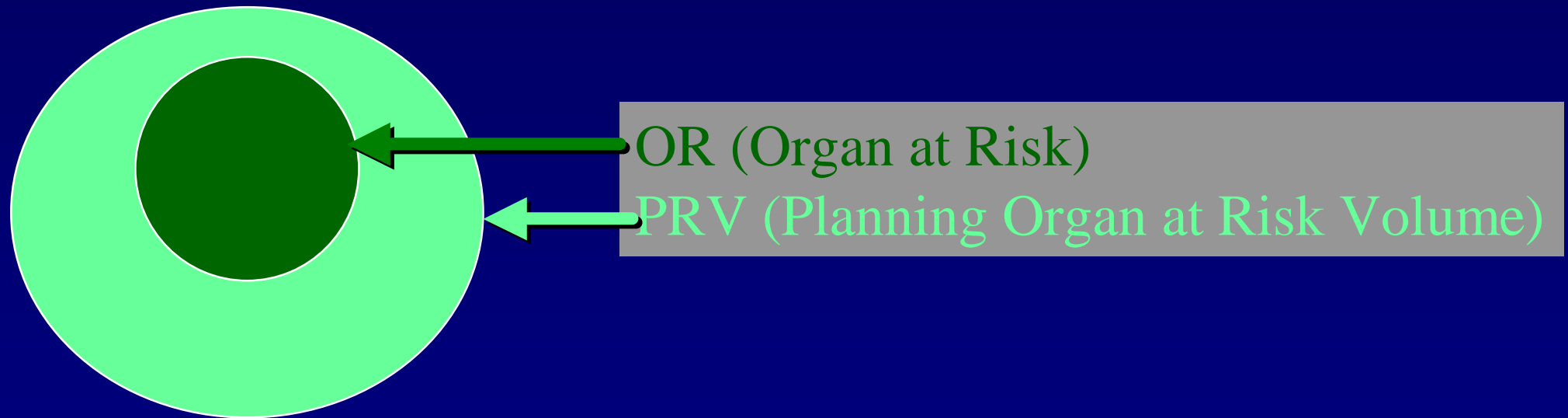
# Klassen von OR (Organs at Risk)

- Klasse I:  
Strahlenschäden sind fatal oder bewirken eine schwere Morbidität
- Klasse II:  
Strahlenschäden rufen eine moderate oder milde Morbidität hervor
- Klasse III:  
Strahlenschäden sind mild, vorübergehend und reversibel oder führen zu keiner signifikanten Morbidität

## PRV (Planning Organ at Risk Volume)

- *The Planning Organ at Risk Volume (PRV) is a geometrical concept, and it is defined in the same way as the PTV for the CTV, taking into consideration the net effect off all possible geometrical variations (movements and changes in shape) of the OR as well as set-up uncertainties when considering radiation effects on the OR.*

# Volumendefinitionen im ICRU Report 62



# Dosis: Definitionen

- $D_{\max}$  : Maximale Dosis in einem definierten Volumen
- $D_{\max}$  : bestimmt an „Hot spots“:  
( $D > 100\%$ ),  $\geq 15$  mm im Durchmesser
- $D_{\min}$  : Kleinste Dosis in einem definierten Volumen
- $D_{\text{average}}$  : 
$$D_{\text{average}} = \frac{1}{N} \sum_v D_{i,j,k}$$
- $D_{\text{median}}$  : Mediane Dosis  $z$  ( $n$  berechnete Dosiswerte  $D_1 \dots D_n$ , wobei  $x_i \leq z$  und  $x_i \geq z$  für jeweils die Hälfte der Werte  $x_i$  gilt)
- $D_{\text{modal}}$  : Modale Dosis (derjenige Werte aller im Rechengitter berechneter Werte, der am häufigsten vorkommt)

# Dosis

- Homogenität:  
Dosis im PVT innerhalb + 7% / - 5% (ICRU 50)
- „Conformity Index“:  
(Nur gültig, wenn das TV das PTV ganz umschließt)

$$\text{Conformity Index} = \frac{\text{Volume of TV}}{\text{Volume of PTV}}$$

- DVH: Berechnungen nur für Volumina innerhalb des Körpers

# Dosisangaben: 3 Level

1. Level: „Basic Techniques“
  - Minimum für alle Patienten
2. Level: „Advanced Techniques“
  - Informationsaustausch zwischen Kliniken
3. Level: „Development Techniques“
  - Neue Therapieformen
  - Klinische Forschung

# Level 1: Basic Techniques

- Für alle Therapieeinrichtungen, alle Patienten
- Nur die Dosis im ICRU Referenzpunkt und die Änderung entlang des Zentralstrahls sind verfügbar
- $D_{\max}$  im PTV
- $D_{\min}$  im PTV
- Wenigstens Tiefendosiskurven auf dem Zentralstrahl und Standard-Isodosen sollten für die Berechnung verfügbar sein
- Angemessene Ausstattung und Erfahrung der Medizinphysiker

## Level 2: Advanced Techniques

- Wie Level 1 PLUS:
- GTV, CTV, PTV, OR, PRV wurden definiert
- Die Dosis kann für Ebenen (Zentralstrahl und andere) oder in GTV, CTV, PTV berechnet werden.
- Adäquate bildgebende Verfahren (CT, MRT ...)
- Berücksichtigung von Inhomogenitäten (falls nötig)
- Qualitätssicherungsprogramm für den gesamten Arbeitsablauf



## Level 3: Development Techniques

- Wie Level 2 PLUS:
- Die Dosis kann für Volumina berechnet werden.
- 3D Dosisberechnung für jede beliebige Feldanordnung
- Berechnung von DVH
- Level 3 für IMRT!

# ICRU Referenzpunkt

- = Referenzpunkt für Dosisspezifikationen
- => „Dose at the point *clinically relevant* and *representative* for the *PTV*“
- „Easy to define in a clear and ambiguous way“
- Wo die Dosis physikalisch genau berechnet werden kann
- Kein steiler Dosisgradient
  - I) -> Zentrum / zentrale Anteile des PTV
  - II) -> nahe dem Zentralstrahl
  - III) -> Am Ort der maximalen Tumorzelldichte

# Koordinatensysteme

**CP** =

Internal Reference  
Point and Coordinate  
System in the **Patient**

**CI** =

Reference Point and  
Coordinate System of  
the **imaging unit**

**CR** =

External Reference Point  
and Coordinate System of  
the **radiation therapy unit**

# Internal Reference Points

- *Internal Reference Points are anatomical landmarks (e.g., bony structures or gas-filled cavities) which may be used for localization of the GTV and CTV and for accurate set-up at the imaging unit, simulator and treatment unit.*
- -> Oftmals mehrere Referenzpunkte für die einzelnen Strahlenfelder

# External Reference Points

- *External Reference Points are palpable or visible points located near or near the surface of the body or on the surface of immobilization devices that fit closely to the exterior of the body (e.g., face masks, bite blocks and shells).*
- -> Hautmarkierungen, Tätowierungen

# Reporte: Protokolle

- Volumina
- Absorbierte Dosis, Dosis im PTV
- Fraktionierungsschema
- Vorgaben für die Therapie (Standards)
- Abweichungen von den Vorgaben (Standards)
  - $\pm 5\%$
  - $\pm 5 - 10\%$
  - $> \pm 10\%$
- Isodosen: Gesamtdosis in Gy