

# Optimierte systematische Dosisreduktion in der Computertomographie mittels iterativer Rekonstruktion unter Berücksichtigung des BMI

Autoren: Dr. med. Jens Fischer, Adrian Steiner



## Ausgangslage:

Im Jahr 2008 lag die Schweiz bei der kollektiven Strahlenbelastung pro Kopf verursacht durch die 20 häufigsten radiologischen Untersuchungen in Europa hinter Deutschland und Belgien auf Platz 3 (Aroua A. et al., 2010)[1]. Die Strahlenbelastung verursacht durch Computertomographien (CT) hat hierbei den grössten Anteil. Die Zahl jährlicher CT - Untersuchungen ist sowohl in der Schweiz als auch weltweit am steigen [2]. Durch gezielte Reduktion der Röhrenspannung, eine automatische Röhrenstromadaptation oder auch einen erhöhten Tischvorschub während eines Körperscan kann eine wesentliche Reduktion der Strahlendosis erreicht werden [3, 4]. Ausser verschiedener auf Hardware basierter Lösungen gibt es bereits seit vielen Jahren die Möglichkeit die Strahlendosis durch einen speziellen Bildrekonstruktionsalgorithmus („filtered back projection“) zu reduzieren [4, 5, 6]. Bei der seit ca. 2-3 Jahren zur Verfügung stehenden sogenannten „iterativen Rekonstruktion“ wird eine Korrekturschleife in den Bildgenerierungsprozess eingefügt, wodurch das Originalbild wiederholt mit einem Korrekturbild abgeglichen wird. Dies führt zu einer wesentlichen Reduktion des Bildrauschens und somit zu einer Verbesserung der Bildqualität [7].

## Zielsetzung:

Das Ziel der Autoren war es, ein einfaches und somit im klinischen Alltag leicht zu integrierendes System zur höchstmöglichen CT-Strahlenreduktion zu entwickeln, unter Erhaltung einer der jeweiligen Fragestellung angepassten bzw. ausreichenden diagnostischen Bildqualität. Dieses System sollte zugleich die körperliche Konstitution des Patienten, welche ausschlaggebend für die erforderliche Exposition ist, so optimal wie möglich berücksichtigen.

## Methodik:

Bei der anfallenden Gesamtdosis spielt auch der Körperfettgehalt und das Körpervolumen des Patienten eine wesentliche Rolle. Um diesem Sachverhalt besser gerecht zu werden entschieden sich die Autoren zur Bestimmung der jeweils erforderlichen Dosis den Body-Mass-Index (BMI) zu verwenden. Die verschiedenen BMI wurden in insgesamt 4 Klassen (S, M, L, XL) eingeteilt (Tab.1). Für diese 4 verschiedenen BMI - Klassen wurden jeweils speziell auf die Untersuchungsregion angepasste Protokolle incl. der Stufe der iterativen Bildrekonstruktion im CT Gerät hinterlegt. Diese stark dosisreduzierten Protokolle, als auch die mögliche Stufe der iterativen Rekonstruktion, wurden im Verlauf immer wieder unter Berücksichtigung des ALARA („As Low As Reasonable Achievable“) – Prinzips angepasst (Phasen 1-6). Tab. 2 zeigt im Verlauf die sich hieraus ergebende mögliche Dosisersparnis bei der Thorax- und Abdomen/Becken - Untersuchung. Als Referenzwerte sind die für die Untersuchungen vom BAG vorgegebenen Grenzen der 75. bzw. 25. Perzentile angegeben [8].

## Ergebnisse:

Tab. 2 veranschaulicht eindrücklich, dass sowohl bei der CT Thorax als auch CT Abdomen/Becken - Untersuchung eine signifikante Senkung der durchschnittlichen Dosis innerhalb weniger Monate möglich war. Durch die Einführung des beschriebenen Systems konnten im Spital Oberengadin somit zwei wesentliche Ergebnisse erzielt werden:

1. Senkung der durchschnittlichen Dosiswerte in den Bereich der 25. Perzentile der in der Schweiz gemessenen Dosisverteilung (gemäss BAG Merkblatt R-06-06).
2. Schnelle Integration dieses Dosisreduktionssystems in den radiologischen Routinebetrieb ohne wesentlichen zusätzlichen Mehraufwand für technisches Personal oder den Radiologen.

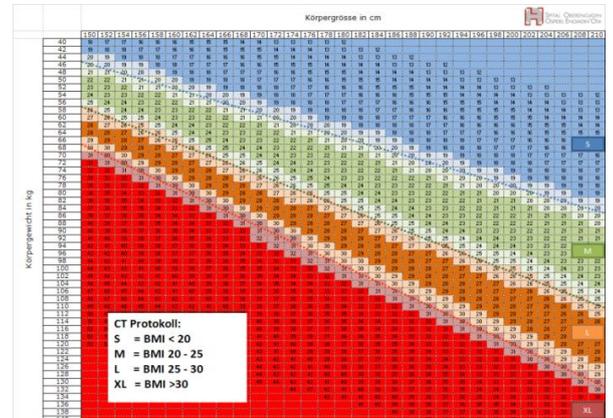
## Schlussfolgerung:

Die Einführung dieser systematischen und für alle Anwender gleichermassen leicht durchführbaren Dosisreduktion bei Computertomographien mittels iterativer Rekonstruktion und BMI führte im Spital Oberengadin zu einer signifikanten und nachhaltigen, weit über die Zielvorgaben des BAG hinausgehenden, Reduktion der Strahlenexposition. Die Autoren sind überzeugt, dass auf Grund der Einfachheit dieses Systemes, eine signifikante Reduktion der Strahlenbelastung der Gesamtpopulation möglich ist und somit ein elementarer Beitrag zur Patientensicherheit bei computertomographischen Untersuchungen geleistet werden kann.

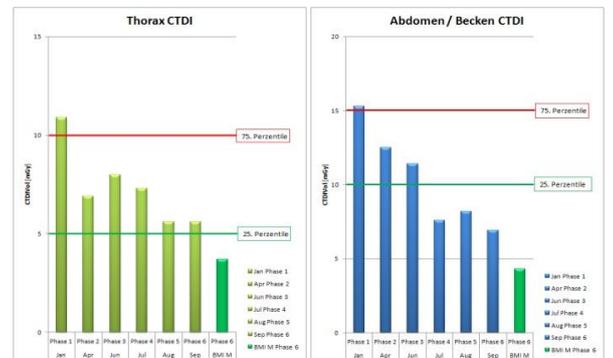
## Ausblick:

Die dargelegten Ergebnisse ermutigen das vorgestellte Modell weiter zu entwickeln. Es ist offensichtlich dass der BMI allein nicht der optimale Parameter für die Beurteilung der erforderlichen Strahlendosis bei CT - Untersuchungen ist. So wird durch den BMI z.B. das Geschlecht und das Alter und somit der prozentuale Anteil von Körperfett und Muskelmasse nicht genügend berücksichtigt [9]. Ziel der Autoren ist es dieses System hinsichtlich Untersuchungsart, individueller Dosisoptimierung, Bildqualität sowie Automatisierung auch in Zukunft weiter auszubauen bzw. zu verbessern.

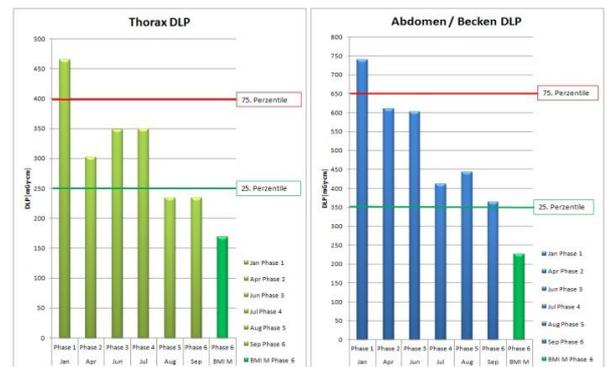
Kontakt: Dr. med. Jens Fischer, Spital Oberengadin, Radiologie, CH-7503 Samedan / E-Mail: [fischer.jens@spital.net](mailto:fischer.jens@spital.net)  
Adrian Steiner, Spital Oberengadin, Radiologie, CH-7503 Samedan / E-Mail: [steiner.adrain@spital.net](mailto:steiner.adrain@spital.net)



Tab.1 / BMI Tabelle



Tab.2 / CTDI Thorax und Abdomen / Becken



Tab.2 / DLP Thorax und Abdomen / Becken

BMI M Phase 6 = Aktuelle Durchschnittswert beim Standardpatienten mit BMI 20-25  
Für die Statistik wurden insgesamt 255 Untersuchungen erfasst.

## Literatur:

1. Rautakoski T, Heron L, Donald L, Jagt VD. Session 2: Medical use of radiation Oral presentations. Ariané. 2010.
2. Hart D, Wall BF, Hillier MC, Shrimpton PC. Frequency and Collective Dose for Medical and Dental X-ray Examinations in the UK, 2008. 2008.
3. Mulken TH, Bellinck P, Baeyaert M, et al. Radiology Use of an Automatic Exposure Control Mechanism for Dose Optimization in Multi - Detector Row CT Examinations: Clinical Evaluation 1, October, 2005:213-223.
4. Gilding SJ, Shrimpton PC. Radiation dose in CT: are we meeting the challenge? Radiology. 2002;75:1.
5. Alkadhi H. Von der Strahlendosis der Computertomographie und dem Krebsrisiko. Population (English Edition). 2008;8(16):291-293.
6. Katsevich A. Theoretically exact filtered backprojection-type inversion algorithm for spiral ct. Most. 2012;62(6):2012-2026.
7. Diedrichsen L, Müller HC, Rusch O, Marin D. Algorithm for Abdominal Multidetector CT at Different Tube Voltages: Assessment of Diagnostic Accuracy, Image Quality, Purpose: Methods: Results: Image (Rocheater, N.Y.). 2011;260(2).
8. BAG: Merkblatt R-06-06: Diagnostische Referenzwerte in der Computertomographie
9. Bmi A, Bmi H, On I, Muscular I. Body Mass Index: Considerations for Practitioners.