

Journal für
Urologie und Urogynäkologie

Zeitschrift für Urologie und Urogynäkologie in Klinik und Praxis

**Späte Seed-Migration nach
LDR-Brachytherapie der Prostata mit
I125-Permanentimplantaten**

Maletzki P, Markart P, Engeler D

Schiefer J, Plasswilm L

Schmid H-P, Schwab C

Journal für Urologie und

Urogynäkologie 2015; 22 (3)

(Ausgabe für Österreich), 4-9

Journal für Urologie und

Urogynäkologie 2015; 22 (3)

(Ausgabe für Schweiz), 4-8

Homepage:

www.kup.at/urologie

Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche

Indexed in Scopus

Member of the



www.kup.at/urologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. 022031116M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Späte Seed-Migration nach LDR-Brachytherapie der Prostata mit I^{125} -Permanentimplantaten

P. Maletzki¹, P. Markart¹, D. Engeler¹, J. Schiefer², L. Plasswilm², H.-P. Schmid¹, C. Schwab¹

Kurzfassung: *Hintergrund:* Nach einer „Low-dose-rate“- (LDR) Brachytherapie der Prostata kommt es häufig zu einer Seed-Migration. Trotz mehrerer Arbeiten über eine Seed-Migration in der frühen postoperativen Phase nach Seed-Implantation gibt es bisher nur wenige Daten über eine Seed-Migration mehrere Jahre nach erfolgter Intervention. Unser Ziel war eine Datenerhebung zur Inzidenz, Lokalisation, Symptomatik und therapeutischen Konsequenz einer späten Seed-Migration > 3 Jahre nach Seed-Implantation.

Methoden: Wir untersuchten retrospektiv 63 unselektierte Patienten, die mittels transrektaler, Ultraschall-gesteuerter, transperinealer interstitieller LDR-Brachytherapie der Prostata zwischen 2001 und 2010 behandelt wurden. Es wurden hierbei verknüpfte („stranded“) Seeds verwendet. Am ersten Tag nach der Intervention erfolgte eine Symphysenzielaufnahme und 6 Wochen postoperativ eine erneute Symphysenzielaufnahme in Kombination mit einem CT/MRI des Beckens mit Bildfusionstechnik zur dosimetrischen Untersuchung. Die radiologische Spätkontrolle wurde mehr als 3 Jahre postoperativ mittels einer Symphysenzielaufnahme und eines Thorax-Röntgens durchgeführt.

Ergebnisse: Mehr als 3 Jahre nach Brachytherapie zeigten 36 der 63 Patienten (57 %) einen Seed-Verlust. Die Anzahl fehlender Seeds lag zwischen 1 und 9. Neben einer frühen Seed-Mi-

gration zeigte sich eine späte Seed-Migration bei 2 der 36 Patienten (6 %) mit Migration in die Lunge, Leber und das kleine Becken. Alle Spätmigrationen waren asymptomatisch und ohne therapeutische Konsequenz.

Diskussion: Neben häufig auftretenden Seed-Verlusten scheint eine Seed-Migration mehrere Jahre nach erfolgter Implantation eine seltene Erscheinung zu sein. Langzeitkontrollen mit ergänzenden radiologischen Nachuntersuchungen könnten dennoch hilfreich zur Dokumentation einer relevanten Seed-Migration sein.

Schlüsselwörter: Prostatakarzinom, Brachytherapie, I^{125} , Seed-Migration

Abstract: Late Seed Migration After LDR Brachytherapy of the Prostate with I^{125} Permanent Implants. *Background:* After low-dose rate (LDR) brachytherapy of the prostate, seed migration is a common finding. Despite many reports about seed migration in the early period after implantation, there is only few data about late seed migration several years postinterventionally. Our aim was to collect data about incidence, localization, symptomatology, and therapeutic consequence of late seed migration more than 3 years after seed implantation.

Methods: Retrospectively, we examined the data of 63 unselected patients who had undergone transrectal ultrasound-guided, transperineal interstitial LDR brachytherapy of the prostate with stranded seeds between 2001 and 2010. The first day after implantation, a pelvis X-ray and 6 weeks postoperatively another pelvis X-ray in combination with a CT/MRI scan (image fusion) of the pelvis for dosimetry were conducted. The late radiological follow-up was conducted 3 or more years postoperatively by another pelvis X-ray and chest X-ray.

Results: More than 3 years after brachytherapy, seed loss was found in 36 of 63 patients (57 %). The lack of seeds was between 1 and 9 seeds. Beyond early seed migration, late seed migration was found in 2 of 36 patients (6 %) with migration to the lung, liver, and pelvis. All late seed migrations were asymptomatic and without therapeutic consequence.

Conclusion: Beside a frequent number of seed losses, a seed migration several years after implantation seems to be a rare finding. Nevertheless, long-term follow-up with complementary radiological controls could be helpful for documentation of relevant seed migration. **J Urol Urogynäkol 2015; 22 (3): 4–9.**

Key words: prostate cancer, brachytherapy, I^{125} , seed migration

■ Einleitung

Das Prostatakarzinom (PCa) ist der häufigste bösartige Tumor der industrialisierten Welt und die zweithäufigste Krebstodesursache bei Männern. Die „Low-dose-rate“- (LDR) Brachytherapie stellt neben der radikalen Prostatektomie und der externen Radiotherapie ein etabliertes Behandlungsverfahren für das lokalisierte Prostatakarzinom im Frühstadium dar [1]. Die biochemische Tumorkontrolle wird bei allen 3 Therapieverfahren als nahezu identisch beschrieben [2]. Das PCa wird abhängig von PSA-Wert, Gleason-Score und klinischem lokalem Tumorstadium als Niedrigrisiko-, Intermediärrisiko- oder Hochrisiko-PCa klassifiziert. Bei Niedrigrisiko-Karzinomen (PSA < 10 µg/l, Gleason-Score ≤ 6, T1–T2a) wird die Brachytherapie als Monotherapie empfohlen. Bei intermediärem Risiko (PSA 10–20 µg/l, Gleason-Score 7, T2b–c) sollte eine Kombination mit einer externen Radiotherapie oder einer Androgendeprivationsbehandlung erfolgen [3].

Die transrektale Ultraschall-gesteuerte (TRUS) Brachytherapie ist ein kurzstationäres Behandlungsverfahren, das mit einer

Eingelangt am 4. März 2015; angenommen nach Revision am 28. April 2015

Aus der ¹Klinik für Urologie und der ²Klinik für Radioonkologie, Kantonsspital St. Gallen, Schweiz

Korrespondenzadresse: Dr. med. Philipp Maletzki, Klinik für Urologie, Kantonsspital St. Gallen, CH-9007 St. Gallen, Rorschacher Strasse 95; E-Mail: philipp.maletzki@kssg.ch

schnellen Rekonvaleszenz, raschen Rückkehr zur alltäglichen Aktivität und relativ geringen Morbidität vergesellschaftet ist [3, 4]. Verschiedene Ansätze zur Seed-Applikation sehen die Verwendung von losen („loose“) oder verknüpften („stranded“) Seeds vor. Trotz Berichten einer niedrigeren Rate von Seed-Migrationen und einer leichten Verbesserung der dosimetrischen Parameter mit verknüpften Seeds gibt die American Brachytherapy Society keine eindeutige Empfehlung zur Verwendung einer bestimmten Technik zur Seed-Applikation [5, 6]. Die Dosisabgabe der Seeds findet innerhalb der ersten Wochen nach Seed-Implantation statt. Die radioaktive Halbwertszeit von I^{125} ist 60 Tage. Daher wird empfohlen, die CT/MRI-basierten dosimetrischen Untersuchungen inklusive Lagekontrolle der Seeds innerhalb der ersten 60 Tage nach Seed-Implantation durchzuführen [3].

Seed-Migrationen kommen nach Brachytherapie der Prostata häufig vor. Es wird eine Inzidenz von 0,7–55 % der Patienten berichtet, wobei die häufigste Lokalisation die Lunge darstellt [7]. Eine Seed-Migration kann prinzipiell zur Schädigung weiterer Organe führen, worauf Berichte einer symptomatischen Seed-Embolisation in die Lunge mit folgender radiogener Pneumonitis oder einer Embolisation in die Niere mit resultierendem Niereninfarkt hinweisen [8].

Es existieren mehrere Berichte über Seed-Migrationen in der frühen postoperativen Phase, insbesondere über pulmonale

Seed-Embolisationen [9–12]. Einzelne Berichte beschreiben auch frühe Seed-Migrationen in das Abdomen, Becken, die Koronararterien, den rechten Ventrikel oder die linke Testikularvene [13–16]. Es gibt bisher jedoch nur wenige Daten über eine späte Seed-Migration mehrere Jahre nach erfolgter Seed-Implantation [17].

Unsere Studie dient der Datenerhebung von späten Seed-Migrationen ≥ 3 Jahre nach LDR-Brachytherapie der Prostata in Bezug auf Inzidenz, Lokalisation, Symptomatik und therapeutische Konsequenz der Seed-Migration.

■ Methoden

Patientenauswahl

Der Patienteneinschluss erfolgte retrospektiv aus unserer prospektiv angelegten Datenbank an Patienten, die aufgrund eines Niedrig- bzw. Intermediärrisiko-Prostatakarzinoms mittels einer Ultraschall-gesteuerten, transperinealen, interstitiellen LDR-Brachytherapie mit I^{125} -Permanentimplantaten zwischen 2001 und 2010 in unserer Klinik behandelt wurden. In die radiologische Spätkontrolle mehrere Jahre postoperativ mussten die Studienpatienten separat einwilligen.

Seed-Implantation

Die gemeinsame Planungsphase erfolgte interdisziplinär durch die Kliniken für Urologie, Radioonkologie und Medizinphysik. Initial erfolgte eine sonographisch gesteuerte Volumetrie der Prostata, welche die computergestützte Kalkulati-

on der Seed-Position und -Anzahl erlaubte. Die Implantation erfolgte durch eine intraoperativ geplante, Template-gesteuerte, transperineale interstitielle Brachytherapie mit I^{125} -Permanentimplantaten. Bei allen Patienten wurden durchweg „stranded“ Seeds mit einer totalen Herddosis von 145 Gy benutzt. Diese Seeds wurden unter Zuhilfenahme des Templates Ultraschall-gesteuert mit biplanem Bildmodus implantiert. Die longitudinale Platzierung der Seeds wurde röntgenologisch sichergestellt. War es anhand der Dosisberechnung notwendig, so wurden einzelne Strands auch extrakapsulär platziert, um eine ausreichende Herddosis zu erreichen.

Radiologische Nachkontrollen

Die erste radiologische Kontrolle erfolgte am ersten postoperativen Tag mittels einer Symphysenzielaufnahme. Für die Postimplantationsdosimetrie wurden 6 Wochen nach Implantation eine erneute Symphysenzielaufnahme sowie eine Computer- und Magnetresonanztomographie des Beckens durchgeführt, wobei unter Zuhilfenahme der Bildfusionstechnik die Dosisverteilung berechnet wurde.

Der Zeitpunkt der radiologischen Spätkontrolle wurde als mindestens 3 Jahre postoperativ definiert. Hierbei erfolgten eine erneute Symphysenzielaufnahme und ein Thorax-Röntgen im posterior-anterioren sowie lateralen Strahlengang.

Seed-Migration

Als Seed-Migration wurde definiert, wenn mittels postoperativem Röntgen ein oder mehrere Seeds außerhalb des prosta-

Tabelle 1: Patientencharakteristika.

Parameter	n = 63
Alter, Median (Spannweite)	62 (49–73)
Prostatavolumen in ml, Median (Spannweite)	40 (22–64)
PSA in µg/l, Median (Spannweite)	6,61 (0,07–54,0) ^a
PCa-Stadium T1c/T2a/T2b/T2c	42/16/4/1
Gleason-Score 4/5/6/7	2/5/52/2 ^b

^a Beinhaltet PSA-Werte nach Down-Sizing des Prostatavolumens mit LHRH-Analoga
^b Gleason-Score bei 2 Patienten nicht bestimmbar aufgrund zu geringer Gewebemenge

tischen Seed-Verbands lagen und in einem anderen anatomischen Areal nachweisbar waren. Als Seed-Verlust ohne Lokalisationsnachweis definierten wir, wenn sich die absolute Zahl an lokal detektierten Seeds von der Anzahl der ursprünglich implantierten Seeds unterschied.

Ergebnisse

Wir konnten 63 unselektierte Patienten von insgesamt 220 Patienten in unsere Studie einschließen, die zwischen 2001 und 2010 mittels einer LDR-Brachytherapie therapiert wurden und in die zusätzliche radiologische Verlaufsdokumentation nach ≥ 3 Jahren einwilligten. Tabelle 1 zeigt die Patientencharakteristika.

Der Mittelwert sowohl der implantierten als auch der verbleibenden Seeds während der postoperativen Verlaufskontrollen nach 1 Tag, 6 Wochen und ≥ 3 Jahre nach Implantation ist in Tabelle 2 dargestellt.

Frühe Seed-Migration

Bei 14 der 63 Patienten (22 %) zeigte sich ein Seed-Verlust am ersten postoperativen Tag (Abb. 1). Zehn Patienten zeigten einen Verlust von 1 Seed, 3 Patienten von 2 Seeds. Ein Patient wies einen Verlust von 3 Seeds am ersten postoperativen Tag

Tabelle 2: Seed-Anzahl – Implantation und Nachkontrollen.

Seed-Dokumentation	Seeds (n)
Implantation, Median (Spannweite)	52 (39–76)
1 p.o. Tag, Median (Spannweite)	52 (39–76)
6 Wochen p.o., Median (Spannweite)	52 (35–76)
≥ 3 Jahre p.o., Median (Spannweite)	51 (35–74)

p.o.: postoperativ.

auf, sodass aufgrund einer zu geringen lokalen Herddosis eine Nachspickung erforderlich war [18].

Nach 6 Wochen kam es bei insgesamt 17 aller 63 Patienten (27 %) zu einem Seed-Verlust. Acht Patienten zeigten einen Verlust von 1 Seed, bei 8 weiteren lag ein Verlust von jeweils mindestens 3 Seeds vor. Ein einzelner Patient zeigte einen Verlust von 8 Seeds nach 6 Wochen. Bei einem dieser Patienten konnte eine pulmonale Seed-Migration eines singulären Seeds nachgewiesen werden (Abb. 2).

Seed-Migration mehrere Jahre nach Implantation

Die radiologische Nachkontrolle mindestens 3 Jahre nach erfolgter Implantation fand im Mittel nach 59 Monaten statt (Spannweite 35–100 Monate). Ein Seed-Verlust konnte bei 19 der 63 Patienten (30 %) dokumentiert werden. Fünf Patienten zeigten einen Seed-Verlust von 1 Seed, die übrigen einen Verlust von mindestens 2 Seeds. Mehr als 3 Jahre postoperativ zeigte sich eine weitere pulmonale Seed-Migration von 1 Seed eines einzelnen Patienten, begleitet von einer hepatischen Migration von 2 Seeds des gleichen Patienten. Bei einem anderen Patienten konnte eine Seed-Migration eines einzelnen Seeds ins kleine Becken nachgewiesen werden.

Zusammenfassend zeigten 36 aller 63 Patienten (57 %) einen Seed-Verlust. Die Anzahl fehlender Seeds lag zwischen 1 und 9. Weiterhin konnte eine Seed-Migration von insgesamt 5

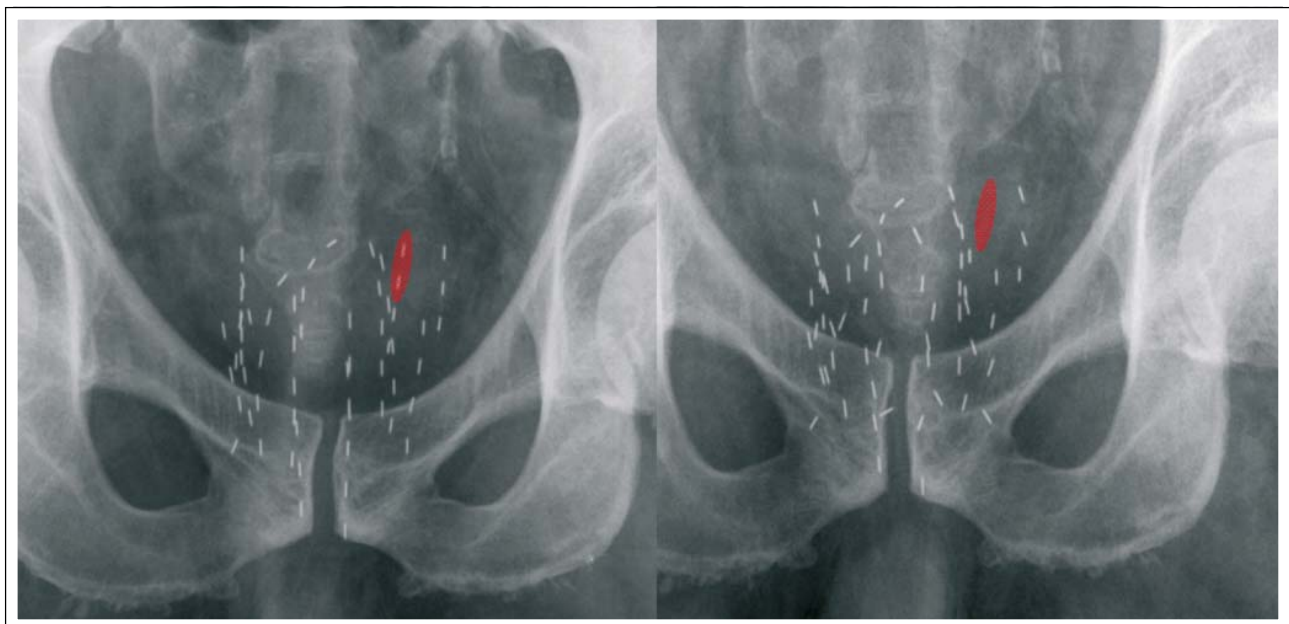


Abbildung 1: Seed-Verlust – Verlust von 2 Seeds in der Nachsorge.

Seeds bei 3 Patienten dokumentiert werden. Die Inzidenz einer frühen Seed-Migration in den ersten 6 Wochen postoperativ lag bei 3 % in unserer Population. Wir konnten jedoch ebenso eine Rate von 6 % an späten Seed-Migrationen nach dieser Zeit nachweisen. Die Anzahl implantierter Seeds und das Prostatavolumen zeigten eine leichte positive Korrelation in Bezug auf einen Seed-Verlust (Abb. 3, 4).

Alle Seed-Migrationen waren asymptomatisch. Zwei der 63 Patienten zeigten ein biochemisches Tumorrezidiv. Einer dieser Patienten zeigte keinen Seed-Verlust, der andere einen Verlust von 5 Seeds nach 6 Wochen.

Diskussion

Nach einer LDR-Brachytherapie der Prostata kommt es häufig zu Seed-Verlusten und -Migrationen. Die wahrscheinlichste Ursache ist die anatomische Lage der Prostata mit ihren umgebenden periprostatatischen lateralen und anterioren Venenplexus sowie die Nachbarschaft zur Harnblase, über die dislozierte Seeds ausgeschieden werden können. Die Migration stellt wahrscheinlich die Folge einer Seed-Verlagerung in die Gefäße der umgebenden Plexus dar [19].

Um Seed-Verluste und -Migrationen zu vermeiden, werden verknüpfte, so genannte „stranded“ Seeds eingesetzt. Reed et al. konnten eine Senkung der Inzidenz von Seed-Migrationen von 47 % bei Verwendung loser Seeds auf 23 % bei Verwendung von „stranded“ Seeds nachweisen [5]. Weiterhin verbesserten sich die dosimetrischen Parameter beim Einsatz von „stranded“ Seeds [20]. Auf der Suche nach neuen Tech-

niken zur Vermeidung einer Seed-Migration existieren einige Ansätze mit ummantelten Seeds. Eine randomisierte Studie von 45 Patienten zeigte einen signifikanten Verankerungseffekt der ummantelten Seeds bezüglich einer Seed-Migration im Vergleich zur Anwendung von losen Seeds [21].

In einer Studie von Myazawa et al. konnte eine Seed-Migration in die Lunge, Leber, Niere, das Becken, Herz, Mediastinum, Sakrum und den Leistenkanal zwischen dem ersten postoperativen Tag und 12 Monate nach Implantation nachgewiesen werden. Eine Reduktion der an die Prostata abgegebenen Strahlendosis oder unerwünschte Nebenwirkungen konnten nicht festgestellt werden. Die Anzahl der Applikatornadeln war ein statistisch signifikanter Faktor bezüglich ei-

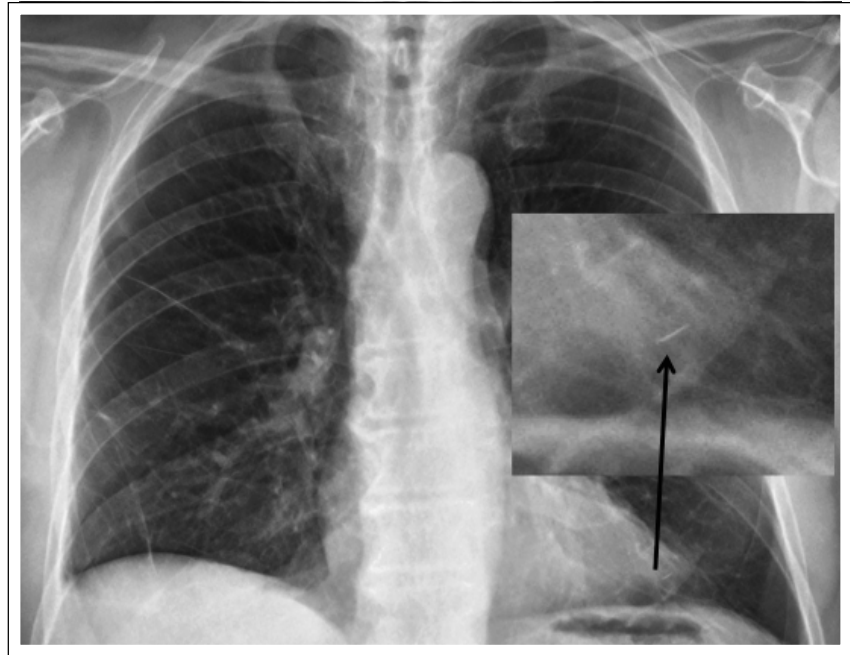


Abbildung 2: Pulmonale Seed-Migration – Röntgen-Thorax 6 Wochen nach Seed-Implantation.

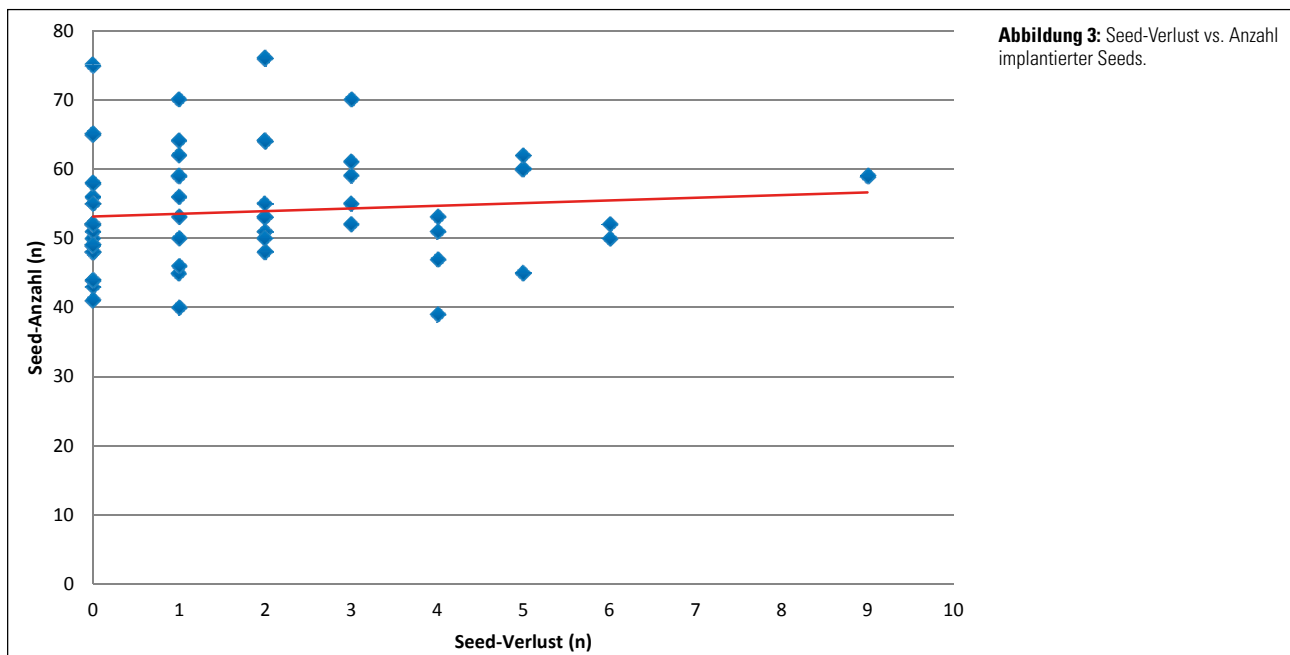
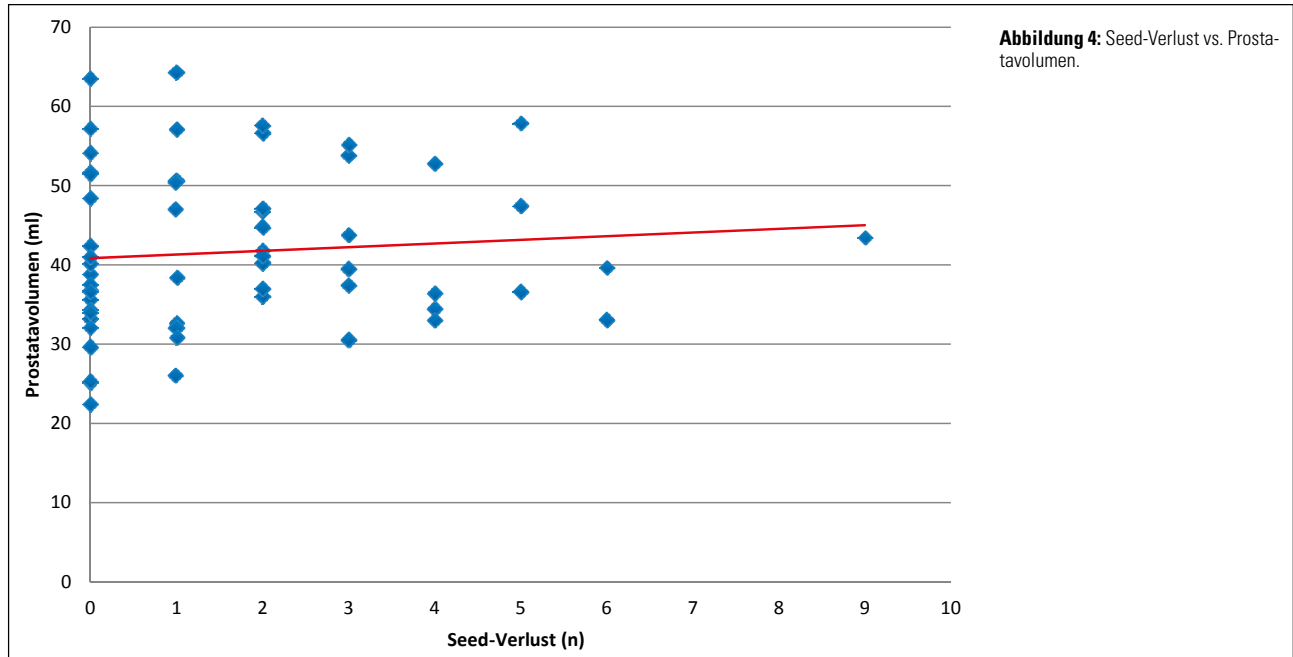


Abbildung 3: Seed-Verlust vs. Anzahl implantierter Seeds.



ner Seed-Migration [22, 23]. Weiterhin ist die Seed-Migration signifikant assoziiert mit einer großvolumigen Prostata-drüse, der Anzahl implantierter Seeds und dem Vorliegen eines zu engen Schambeinbogens [23, 24]. Auch eine kapselnahe oder extrakapsuläre Seed-Implantation erhöht das Risiko einer Seed-Migration [10, 24]. Einen weiteren Risikofaktor stellt die Erfahrung des behandelnden Urologen dar. Durch Tauskky et al. wurde eine signifikante Lernkurve beschrieben, wodurch die initiale Seed-Migration nach Durchführung mehrerer hundert Implantationen von 48 % auf 9 % reduziert werden konnte [24].

In unserer Studie konnten wir ein häufiges Vorkommen von späten Seed-Verlusten ohne Lokalisationsnachweis und wenige Fälle einer späten Seed-Migration in Lunge, Leber und Becken aufzeigen. Unseres Wissens gibt es bislang nur wenige Einzelfalldaten einer solch langfristigen Nachkontrolle nach LDR-Brachytherapie der Prostata [17]. Ein limitierender Faktor unserer retrospektiven Studie ist die Unmöglichkeit, den exakten Zeitpunkt der Seed-Verluste und -Migrationen zu bestimmen. Somit ist es möglich, dass einige der späten Seed-Migrationen bereits wenige Monate nach Implantation erfolgten, zu deren Zeitpunkt keine Dokumentation durchgeführt wurde.

Aufgrund des retrospektiven Ansatzes unserer Studie wären intensivere radiologische Verlaufskontrollen mittels beispielsweise Röntgen oder Computertomographie des Abdomens zur langfristigen Nachsorge nötig gewesen, um detailliertere Informationen über dislozierte Seeds zu erhalten. Es ist vorstellbar, dass eine häufigere Zahl an Seed-Migrationen hierdurch hätte dokumentiert werden können.

Aufgrund der radiologisch sehr guten Bildqualität in unserer Studienpopulation sehen wir – trotz etwaiger projektionsbedingter und anatomischer Veränderungen der Prostata nach Seed-Implantation – eine hierdurch bedingte Abweichung der Seed-Anzahl im Rahmen der Nachkontrollen als unwahrscheinlich an.

In unserem Patientenkollektiv zeigten sich alle Patienten asymptomatisch bezüglich einer Seed-Migration. In Bezug auf unsere Studienpopulation können wir ernsthafte Nebenwirkungen einer Seed-Migration, selbst mehrere Jahre nach Implantation, ausschließen. Dies entspricht den Daten vieler anderer Berichte von überwiegend asymptomatischen Migrationen in den ersten postoperativen Monaten. Dennoch kann es nützlich sein, eine Seed-Migration zu dokumentieren, um mögliche Nebenwirkungen oder Komplikationen durch dislozierte Seeds aufzudecken.

Gemäß anderen Studien scheint eine Seed-Migration keinen signifikanten Einfluss auf die Postimplantationsdosimetrie auszuüben. Trotz Verlust oder Migration mehrerer Seeds wird angenommen, dass die Dosishomogenität und die absolute, auf die Prostata applizierte Strahlendosis hierdurch meistens nicht beeinflusst werden [19].

Zusammenfassend konnte in unserer Studie eine Seed-Migration mehrere Jahre nach Brachytherapie der Prostata nachgewiesen werden. Alle Patienten waren asymptomatisch bezüglich der Seed-Migration und es resultierte hieraus keine therapeutische Konsequenz.

■ Relevanz für die Praxis

- Die LDR-Brachytherapie ist eine etablierte Therapieoption bei lokalisiertem Niedrigrisiko- oder Intermediärrisiko-Prostatakarzinom.
- Das Langzeitüberleben der LDR-Brachytherapie ist mit demjenigen der radikalen Prostatektomie oder externen Radiotherapie vergleichbar.
- Radiologische Verlaufskontrollen innerhalb von 60 Tagen sind zur dosimetrischen Untersuchung zwingend notwendig.
- Frühe oder späte Seed-Migrationen kommen vor, sind aber meist asymptomatisch und ohne therapeutische Konsequenz.

peutische Konsequenz. Aufgrund der Möglichkeit, ernsthafte Komplikationen – wenn auch selten – nach einer Seed-Migration zu entwickeln, könnten langfristige Verlaufskontrollen über mehrere Jahre mit regelmäßiger Dokumentation der Seed-Lokalisation nützlich sein.

■ Interessenkonflikt

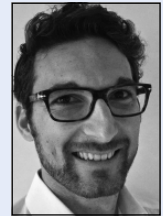
Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur:

- NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. Prostate Cancer V.3.2010 [gesehen: 16.07.2011].
- Potters L, Morgenstern C, Calugaru E, et al. 12-year outcomes following permanent prostate brachytherapy in patients with clinically localized prostate cancer. *J Urol* 2005; 173: 1562–6.
- Davis BJ, Horwitz EM, Lee WR, et al. American Brachytherapy Society consensus guidelines for transrectal ultrasound-guided permanent prostate brachytherapy. *Brachytherapy* 2012; 11: 6–19.
- Wyler SF, Engeler DS, Seelentag W, et al. Health-related quality of life after radical prostatectomy and low-dose rate brachytherapy for localized prostate cancer. *Urol Int* 2009; 82: 17–23.
- Reed DR, Wallner KE, Merrick GS, et al. A prospective randomized comparison of stranded vs. loose 125I seeds for prostate brachytherapy. *Brachytherapy* 2007; 6: 129–34.
- Heysek RV, Gwede CK, Torres-Roca J, et al. A dosimetric analysis of unstranded seeds versus customized stranded seeds in transperineal interstitial permanent prostate seed brachytherapy. *Brachytherapy* 2006; 5: 244–50.
- Nakano M, Uno H, Gotoh T, et al. Migration of prostate brachytherapy seeds to the vertebral venous plexus. *Brachytherapy* 2006; 5: 127–30.
- Miura N, Kusuhara Y, Takechi S, et al. Radiation pneumonitis caused by a migrated brachytherapy seed lodged in the lung. *Jpn J Clin Oncol* 2008; 38: 623–5.
- Al-Qaisieh B, Carey B, Ash D, et al. The use of linked seeds eliminates lung embolization following permanent seed implantation for prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 59: 397–9.
- Chauveinc L, Osseili A, Flam T, et al. Iodine 125 seed migration after prostate brachytherapy: a study of 170 patients. *Cancer Radiother* 2004; 8: 211–6.
- Eshleman JS, Davis BJ, Pisansky TM, et al. Radioactive seed migration to the chest after transperineal interstitial prostate brachytherapy: extraprostatic seed placement correlates with migration. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 59: 419–25.
- Stone NN, Stock RG. Reduction of pulmonary migration of permanent interstitial sources in patients undergoing prostate brachytherapy. *Urology* 2005; 66: 119–23.
- Davis BJ, Bresnahan JF, Stafford SL, et al. Prostate brachytherapy seed migration to a coronary artery found during angiography. *J Urol* 2002; 168: 1103.
- Davis BJ, Pfeifer EA, Wilson TM, et al. Prostate brachytherapy seed migration to the right ventricle found at autopsy following acute cardiac dysrhythmia. *J Urol* 2000; 164: 1661.
- Nguyen BD, Egnatios GL. Prostate brachytherapy seed migration to the left testicular vein. *Brachytherapy* 2010; 9: 224–6.
- Nguyen, BD. Cardiac and hepatic seed implant embolization after prostate brachytherapy. *Urology* 2006; 68: 673.e17–9.
- Sugawara A, Nakashima J, Shigematsu N, et al. Incidence of seed migration to the chest, abdomen and pelvis after transperineal interstitial prostate brachytherapy with loose (125) I seeds. *Radiat Oncol* 2011; 6: 130.
- Putora PM, Plasswilm L, Seelentag W, et al. Re-implantation after insufficient primary 125-I permanent prostate brachytherapy. *Radiat Oncol* 2013; 8: 194.
- Tapen EM, Blasko JC, Grimm PD, et al. Reduction of radioactive seed embolization to the lung following prostate brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998; 42: 1063–7.
- Lin K, Lee SP, Cho JS, et al. Improvements in prostate brachytherapy dosimetry due to seed stranding. *Brachytherapy* 2007; 6: 44–8.
- Bowes D, Gaztanaga M, Araujo C, et al. A randomized trial comparing seed displacement of coated seeds to regular loose seeds at 30 days postimplant. *Brachytherapy* 2013; 12: 362–7.
- Miyazawa K, Matoba M, Minato H, et al. Seed migration after transperineal interstitial prostate brachytherapy with I-125 free seeds: analysis of its incidence and risk factors. *Jpn J Radiol* 2012; 30: 635–41.
- Sugawara A, Nakashima J, Kubo A, et al. Prediction of seed migration after transperineal interstitial prostate brachytherapy with I-125 free seeds. *Brachytherapy* 2009; 8: 52–6.
- Taussky D, Moumdjian C, Larouche R, et al. Seed migration in prostate brachytherapy depends on experience and technique. *Brachytherapy* 2012; 11: 452–6.

Dr. med. Philipp Maletzki

Geboren 1982. Studium der Humanmedizin an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. 2003–2010. Staatsexamen und Promotion 2010 in Freiburg i. Br. Assistenzarzt für Chirurgie in Basel 2010–2012. Seit 2013 Assistenzarzt für Urologie im Kantonshospital St. Gallen.



Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)