

## Sascha Kastleiner: Kernchemische Untersuchungen zur Produktion einiger medizinisch relevanter Strontium und Rubidium-Isotope. 2001

In der palliativen Schmerztherapie von Krebspatienten mit Knochenmetastasen wird der längerlebige  $\beta^-$ -Strahler  $^{89}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 50,5$  d) oft eingesetzt. Da korpuskuläre Strahlung allerdings außerhalb des Körpers nicht gemessen werden kann, fehlen Daten über die Bioverteilung. Die dem Patienten verabreichte Strahlendosis wird daher eher empirisch abgeschätzt. Der kürzerlebige Positronenstrahler  $^{83}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 32,4$  h,  $I_{\beta^+} = 24$  %) ermöglicht quantitative Studien der Biokinetik mittels PET-Untersuchungen und damit eine bessere Abschätzung der Dosis. In dieser Arbeit wurde die Möglichkeit der Produktion von  $^{83}\text{Sr}$  über die protoneninduzierte Reaktion an hochangereichertem  $^{85}\text{Rb}$  untersucht und mit der bekannten Produktionsmethode  $^{82}\text{Kr}(^3\text{He},2n)^{83}\text{Sr}$  verglichen. Zu diesem Zwecke wurden intensive Kerndatenmessungen der  $^{85}\text{Rb}(p,p'xn)$ - und  $^{85}\text{Rb}(p,xn)$ -Reaktionen, die zu den Isotopen  $^{84m,g}\text{Rb}$ ,  $^{83}\text{Rb}$ ,  $^{82}\text{Rb}$ ,  $^{81}\text{Rb}$  und  $^{85m,g}\text{Sr}$ ,  $^{83}\text{Sr}$ ,  $^{82}\text{Sr}$ ,  $^{81}\text{Sr}$  führen, unternommen. Aus den gemessenen Anregungsfunktionen konnten die zu erwartenden theoretischen Ausbeuten errechnet und die optimalen Bedingungen für die Produktion von  $^{83}\text{Sr}$  abgeschätzt werden. Der optimale Energiebereich liegt bei  $E_p = 35 \rightarrow 30$  MeV bei einer Targetausbeute von  $> 90$  MBq/ $\mu\text{Ah}$  und einer isotonen Verunreinigung von  $< 0,3$  %  $^{85g}\text{Sr}$ . Ein integraler Test bestätigte diese Zahlen. Diese Ergebnisse wurden mit der Produktion von  $^{83}\text{Sr}$  über den  $^{82}\text{Kr}(^3\text{He},2n)$ -Prozess verglichen. Mit Hilfe der aus der Literatur bekannten Anregungsfunktionen wurden auch hier die zu erwartenden Ausbeuten und isotonen Verunreinigungen abgeschätzt und günstige Energiebereiche für die Produktion bestimmt. Im Energiebereich von  $30 \rightarrow 25$  MeV beträgt die Ausbeute 10 MBq/ $\mu\text{Ah}$  bei  $> 10\%$  Verunreinigung durch  $^{82}\text{Sr}$ . Diese Verunreinigung ist beim Energiebereich  $18 @ 10$  MeV erheblich geringer ( $< 1$  %), jedoch reduziert sich die Ausbeute auf 5 MBq/ $\mu\text{Ah}$ . Die chemische Abtrennung der Radioisotope gelang bei den Kerndatenmessungen mittels HPLC und bei Produktionsbestrahlungen säulenchromatographisch. Die chemischen Ausbeuten lagen bei ca. 100 %. Die experimentell bestimmten Kerndaten wurden mit theoretischen Berechnungen mit dem Hybrid-Modell-Code ALICE-IPPE 1996 verglichen. Dabei zeigte sich weitgehende Übereinstimmung. Die Bestimmung der Isomerenverhältnisse der Isomerenpaare  $^{85m,g}\text{Sr}$  und  $^{84m,g}\text{Rb}$  bestätigte die früheren Beobachtungen, dass bei höherer Projektilenergie der Zustand mit dem höheren Spin ( $^{85g}\text{Sr}$  mit Spin  $9/2_+$  und  $^{84g}\text{Rb}$  mit Spin  $6^-$ ) gegenüber dem Zustand mit niedrigerem Spin ( $^{85m}\text{Sr}$  mit Spin  $1/2^-$  und  $^{84m}\text{Rb}$  mit Spin  $2^-$ ) verstärkt gebildet wird.

---

In palliative pain therapy of cancer patients with bone metastases the longer-lived  $\beta^-$ -emitter  $^{89}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 50.5$  d) is often used. However, since corpuscular radiation cannot be measured from outside the body, there is a lack of biodistribution data. The radiation dose caused to the patient is therefore estimated rather empirically. The shorter-lived positron-emitter  $^{83}\text{Sr}$  ( $T_{1/2} = 32.4$  h,  $I_{\beta^+} = 24$  %) offers the possibility of quantitative investigation of the biokinetics via PET studies, allowing thereby a better estimation of the dose. In this work, the possibility of production of  $^{83}\text{Sr}$  by proton induced reaction on highly enriched  $^{85}\text{Rb}$  was investigated and compared with the known production method  $^{82}\text{Kr}(^3\text{He},2n)^{83}\text{Sr}$ . For this purpose, extensive nuclear data measurements on the  $^{85}\text{Rb}(p,p'xn)$ - and  $^{85}\text{Rb}(p,xn)$ -reactions, leading to the formation of the isotopes  $^{84m,g}\text{Rb}$ ,  $^{83}\text{Rb}$ ,  $^{82}\text{Rb}$ ,  $^{81}\text{Rb}$  and  $^{85m,g}\text{Sr}$ ,  $^{83}\text{Sr}$ ,  $^{82}\text{Sr}$ ,  $^{81}\text{Sr}$ , were done. From the measured excitation functions the expected theoretical yields could be calculated and the optimum conditions for the production of  $^{83}\text{Sr}$  were deduced. The optimum energy range was found to be  $E_p = 35 \rightarrow 30$  MeV, with  $^{83}\text{Sr}$  thick target yield of  $> 90$  MBq/ $\mu\text{Ah}$  and the isotopic impurity of  $< 0.3$  %  $^{85g}\text{Sr}$ . In an integral test these data were confirmed. These results were compared with the production of  $^{83}\text{Sr}$  via the  $^{82}\text{Kr}(^3\text{He},2n)$ -process. From the known excitation functions the expected yields and isotopic impurities were determined and favourable energy ranges estimated. In the energy range of  $30 \rightarrow 25$  MeV the yield of  $^{83}\text{Sr}$  amounted to 10 MBq/ $\mu\text{Ah}$  and the  $^{82}\text{Sr}$ -impurity to  $> 10$  %. This impurity is much lower in the energy range of

18->10 MeV (< 1 %), however, the yield of  $^{83}\text{Sr}$  is reduced to 5 MBq/ $\mu\text{Ah}$ . The chemical separation of radioisotopes was performed using HPLC in the case of data measurements and liquid chromatography in production irradiations. The chemical yields were about 100%. The experimentally determined cross section data were compared with theoretical calculations, using the hybrid model code ALICE-IPPE 1996. They were in good agreement. The determination of the isomeric cross section ratios of the isomer pairs  $^{85\text{m.g}}\text{Sr}$  and  $^{84\text{m.g}}\text{Rb}$  confirmed the previous observation that with the increasing energy of the projectile the isomeric state with the higher spin ( $^{85\text{g}}\text{Sr}$  with spin  $9/2^+$  and  $^{84\text{g}}\text{Rb}$  with spin  $6^-$ ) is favoured as compared to the state with the lower spin ( $^{85\text{m}}\text{Sr}$  with Spin  $1/2^-$  and  $^{84\text{m}}\text{Rb}$  with Spin  $2^-$ ).