

TÜV Rheinland Japan Ltd.

Technischer Bericht KS-13/7067

**Beurteilung der Strahlenexposition infolge eines
Aufenthaltes in Japan im Rahmen touristischer Reisen**

**Prüfbericht zur Erteilung eines Zertifikates für Reisen der
JF Tours Innovation GmbH**

Datum des Berichts	2014-01-01
Revision	2

Seiten	21 (mit Anlagen)
--------	------------------

This document contains information proprietary to TÜV Rheinland. It may not be reproduced and used for any purpose without the prior written consent of TÜV Rheinland.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Übersicht	3
2 Der Zertifizierung zugrunde liegende Reisepakete.....	3
3 Durchgeführte Prüfungen.....	6
4 Radiologische Situation	7
4.1 Gamma-Ortsdosisleistung	7
4.1.1 Gemessene Dosisleistungen.....	7
4.1.2 Veröffentlichte Werte der Gamma-Ortsdosisleistung	9
4.1.3 Natürliche Dosisleistung	11
4.2 Nuklidzusammensetzung	12
4.3 Bodenkontamination mit Cs-Nukliden.....	13
4.3.1 Veröffentlichte Messungen	13
4.3.2 Eigene Messungen.....	14
5 Strahlenexposition	15
5.1 Berechnungsmodell.....	15
5.2 Vergleich mit Grenz- und Richtwerten der Strahlenexposition	16
6 Zusammenfassung	17
7 Referenzen.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Reiseziele	5
Abbildung 2: Übersicht Dosisleistung	9
Abbildung 3: Gammaskopimetrische Nuklidzusammensetzung von Proben nahe Fukushima Daiichi und in Yokohama bezogen auf den 1.Juni 2011.....	12
Abbildung 4: Übersicht der Bodenkontamination durch Cs-134 und Cs-137 in einigen Regionen /4/.	13

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ergebnisse der Dosisleistungsmessungen.....	8
Tab. 2: Zusammenstellung veröffentlichter Daten der Ortsdosisleistung	11
Tab. 3: Übersicht der spezifischen Aktivität von Cs-Radionukliden in Proben	14
Tab. 4: Berechnung der maximalen zusätzlichen Strahlenexposition bei einem Reiseaufenthalt in Japan.....	16

Anhänge

Anhang 1: Liste der der Zertifizierung zugrunde liegenden Reiseziele und –routen.....	19
Anhang 2: Äquivalente Bezeichnung anderer Reiseveranstalter	21

1 Übersicht

Die JF Tours Innovation GmbH bietet Japanreisen für Unternehmen der Tourismusbranche als auch für Privatpersonen an.

Diese führen an diverse Ziele (vgl. Abschnitt 2) auf den Hauptinseln Honshu und Kyushu, insbesondere in den Regionen Kanto (Tokyo, Präfekturen Tochigi und Kanagawa), Chubu, Kinki (u.a. mit Kyoto und Osaka) und Chugoku (Präfekturen Hiroshima und Okayama), sowie Shikoku (Präfektur Kagawa).

TÜV Rheinland wurde beauftragt zu prüfen, ob an den angebotenen Reisezielen sowie auf den zugrunde liegenden Reiserouten aus dem Reaktorunfall des Kernkraftwerkes Fukushima Daiichi resultierende Kontaminationen, die zu relevanten Strahlenexpositionen aus Gammabodenstrahlung führen könnten, vorliegen und ob ein Zertifikat mit Prüfzeichen „Radiologisch sichere Umwelt“ für die zugrunde liegenden Reisepakete ausgestellt werden kann.

TÜV Rheinland hat dazu im ersten Quartal des Jahres 2013 (Rev. 1 des Berichtes) und ergänzend im vierten Quartal 2013 (Rev. 2 des Berichtes) umfangreiche radiologische Messungen durchgeführt sowie vorhandenes Zahlenmaterial ausgewertet und die daraus bestimmte äußere Strahlenexposition anhand von Vergleichswerten der effektiven Dosis der internationalen Vorschriften der IAEA /2/, der ICRP /3/ sowie der Strahlenschutzverordnung /1/ bewertet.

Das Zertifikat wurde erstmals im Februar 2013 erteilt. Mit vorliegender Rev. 2 des Berichtes wird der Sachstand bezüglich einer Verlängerung des Zertifikates für ein weiteres Jahr sowie der Erweiterung auf weitere Ziele gegenüber dem bisher erteilten Zertifikat Stellung genommen.

2 Der Zertifizierung zugrunde liegende Reisepakete

Zur Zertifizierung stehen die von der JF Tours Innovation GmbH unter den folgenden Namen an Reiseveranstalter, Unternehmen der Tourismusbranche und Endkunden vertriebenen Reisepakete:

- BEST OF JAPAN 2014
- COMFORT BEST OF JAPAN 2014
- KOREA - JAPAN 2014
- JAPAN IN STYLE 2014
- JAPAN INDIVIDUELL 2014
- GEISHA 2014
- BONSAI 2014
- KABUKI 2014
- SUMO 2014

- GINSENG 2014
- FUJI 2014

Mit Ausnahme von „Fuji 2014“ wurden alle diese Reiseprogramme bereits im Jahr 2013 bezüglich der radiologischen Situation überprüft und vom erteilten Zertifikat abgedeckt. Es haben sich für 2014 keine Änderungen bezüglich der angefahrenen Ziele ergeben, lediglich die Abfolge wurde z.T. geändert. Auch das Programm „Fuji 2014“ enthält keine Reiseziele, die nicht bereits untersucht wurden.

Die folgenden neu zusammengestellten Programme werden exklusiv über ausgewählte Partner vermarktet:

1. Young Lifestyle in Japan
2. Dertour Deluxe
3. Japan Geruhsam

Hierbei kommen die Stadt Takamatsu (Besuch des Ritsurin-Koen) sowie die Insel Naoshima als zusätzliche Reiseziele hinzu.

Die enthaltenden Reiseziele und –routen, die der Zertifizierung zugrunde gelegt werden, sind in Anhang 1 aufgeführt. Äquivalente Bezeichnungen anderer Reiseveranstalter sind in Anhang 2 aufgeführt.

Eine Übersicht der Reiseziele gibt nachfolgende Abbildung 1.

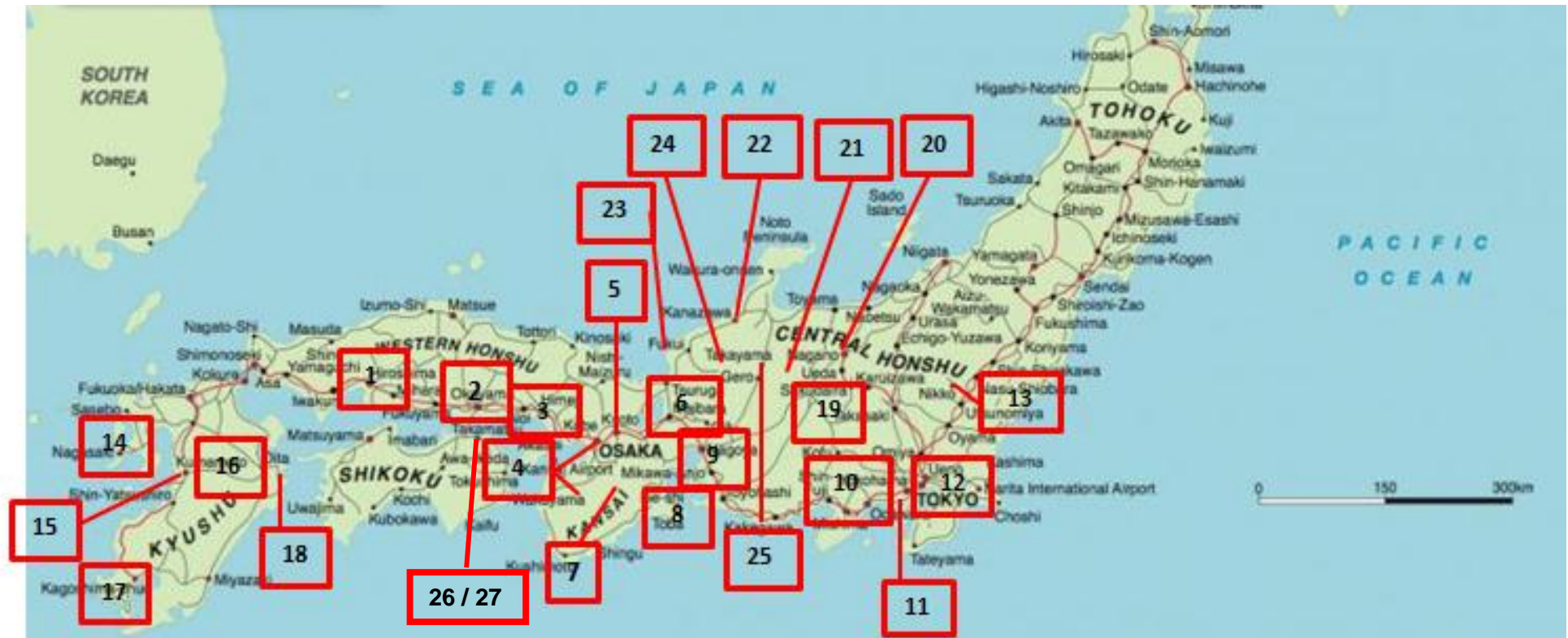


Abbildung 1: Übersicht der Reiseziele

Legende zu Abbildung 1

1	Hiroshima
2	Okayama, Kurashiki
3	Himeji
4	Osaka, Koya-san
5	Kyoto
6	Hikone
7	Nara
8	Ise (Naiku), Toba / Mikimoto island
9	Nagoya
10	Fuji-Hakone Nationalpark
11	Kamakura
12	Tokyo/Yokohama
13	Nikko
14	Nagasaki
15	Kumamoto
16	Aso
17	Kagoshima, Chiran
18	Beppu
19	Matsumoto
20	Nagano
21	Kamikochi
22	Kanazawa
23	Tojinbo
24	Shirakawa-go
25	Takayama
26	Takamatsu
27	Naoshima

3 Durchgeführte Prüfungen

Die vorliegende Studie basiert auf eigenen Strahlenschutzmessungen, die aus Anlass der vorliegenden Zertifizierung im ersten und im vierten Quartal 2013 durchgeführt wurden, aus der Auswertung der Datenbasis radiologischer Messungen des TÜV Rheinland in Japan seit März 2011 sowie auf der Auswertung öffentlich zugänglicher offizieller Messdaten der Behörden und wissenschaftlichen Referenzen.

Die durchgeführten Strahlenschutzmessungen umfassen

- Messungen der Gamma-Ortsdosisleistung (in $\mu\text{Sv/h}$), die überwiegend mit Hilfe empfindlicher Szintillationsmesstechnik und teilweise mit NBR-Technik bestimmt wurde. Als Messgröße wird $H^*(10)$ zugrunde gelegt.
- Gamma-spektroskopische Analyse von Boden- und Bewuchsproben mit Hilfe stationärer Gamma-Spektrometrie.

Aus früheren Messungen wurden ferner herangezogen

- Vollanalysen der Radionuklidzusammensetzung und
- Gammaskpektrometrische Messungen von Proben.

Alle verwendeten eigenen Messgeräte unterliegen einer strikten Qualitätskontrolle gemäß den TÜV Rheinland Kriterien für Strahlenschutzmesstechnik.

Auf Basis der verfügbaren Daten werden Expositionsszenarien erstellt und die zu erwartende äußere Strahlenexposition aus Gammastrahlung im Hinblick auf anwendbare Grenzwerte und Schutzziele auf Basis deutscher und internationaler Regularien betrachtet.

4 Radiologische Situation

4.1 Gamma-Ortsdosisleistung

4.1.1 Gemessene Dosisleistungen

Die Messungen der Gamma-Ortsdosisleistung wurden in 1 m Höhe und durchgeführt und die Messwerte wurden dynamisch während der Einschaltdauer der Messgeräte ermittelt. Erfasst wurden Maxima sowie im Rahmen der Schwankungsbreiten ermittelte Mittelwerte. Um bei dynamischen Messungen ausreichende statistische Sicherheit zu gewährleisten wurden Festkörperdetektoren zum Screening eingesetzt und zusätzlich gasgefüllte Detektoren für stationäre Messungen.

Entsprechend dem Reiseverlauf wurden die Messungen auf den Reiserouten teilweise im Fahrzeug (Pkw oder Bahn) sowie im Freien ermittelt. Anhand von Erfahrungswerten und Berechnungen mit MicroShield wurden Abschirmfaktoren berücksichtigt. Zusätzlich wurden Messungen der Dosisleistung am Boden (0 m) an Orten vorgenommen, an denen Boden- oder Bewuchsproben entnommen wurden.

Die nachfolgende Tabelle gibt die minimale, die maximale sowie die mittlere gemessene Brutto-Ortsdosisleistung für die analysierten Bereiche wieder.

Bereich	mittlere Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	minimale Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	maximale Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	Bemerkung
Tokyo/Yokohama	0,12	0,06	0,24	Maximaler Wert über natürlichem Gesteinsbelag. Sonst maximal 0,18 $\mu\text{Sv/h}$.
Kamakura	0,10	0,06	0,20	Maximaler Wert über

Bereich	mittlere Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	minimale Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	maximale Ortsdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$	Bemerkung
				natürlichem Gesteinsbelag. Sonst maximal 0,14 $\mu\text{Sv/h}$.
Fuji-Seen	0,08	0,05	0,22	Maximum in Hakone-machi. Sonst maximal 0,12 $\mu\text{Sv/h}$.
Fuji	0,08	0,05	0,11	
Nikko	0,12	0,09	0,24	
Hiroshima	0,13	0,10	0,24	
Miyajima	0,13	0,08	0,20	Maximum bei Granit-Torii. Sonst maximal 0,16 $\mu\text{Sv/h}$.
Okayama	0,13	0,08	0,19	
Takamatsu	0,10	0,08	0,12	
Naoshima	0,12	0,10	0,18	
Kurashiki	0,13	0,10	0,18	
Himeji	0,12	0,10	0,15	
Koyasan	0,10	0,08	0,18	
Osaka	0,13	0,08	0,20	
Hikone	0,09	0,06	0,12	
Kyoto	0,11	0,08	0,16	
Uji	0,10	0,08	0,15	
Nara	0,13	0,09	0,16	
Toba-Mikimoto	0,06	0,06	0,12	
Ise-Naiku	0,07	0,04	0,09	
Kyushu				
Kumamoto	0,09	0,06	0,13	
Aso	0,08	0,06	0,11	
Kagoshima-Chiran	0,10	0,08	0,15	
Beppu	0,10	0,06	0,16	
Nagasaki	0,10	0,06	0,14	
Japanische Alpen				
Matsumoto	0,11	0,10	0,15	
Nagano	0,12	0,10	0,16	
Kanazawa	0,12	0,08	0,16	
Tojinbo	0,12	0,09	0,18	
Shirakawa-Go	0,15	0,12	0,18	
Takayama	0,15	0,12	0,19	
Kamikochi	0,16	0,12	0,26	Maximum am Weston Memorial über natürlichem Gesteinsbelag, ansonsten max. 0,19 $\mu\text{Sv/h}$

Tab. 1: Ergebnisse der Dosisleistungsmessungen

4.1.2 Veröffentlichte Werte der Gamma-Ortsdosisleistung

Es wurde untersucht, ob es aus veröffentlichten Daten der Gamma-Ortsdosisleistung Hinweise auf höhere Werte gibt. Dazu wurde zunächst die großräumige Dosisleistungsverteilung ausgewertet, wie sie von MEXT veröffentlicht ist /4/, siehe auch Abbildung 2. Wenngleich die örtliche Auflösung sowie die Erkennungsgrenze der aus Überfliegungen resultierenden Messungen begrenzt sind, kann doch ein Überblick über das Grundniveau der zu erwartenden Dosisleistung gewonnen werden. Die Messungen reichen nur etwa bis 450 km Entfernung (Luftlinie) von Fukushima-Daiichi. Das ist plausibel, da die Detektionsgrenze im Bereich von 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ liegt und damit oberhalb oder etwa im Bereich der natürlichen Dosisleistung.

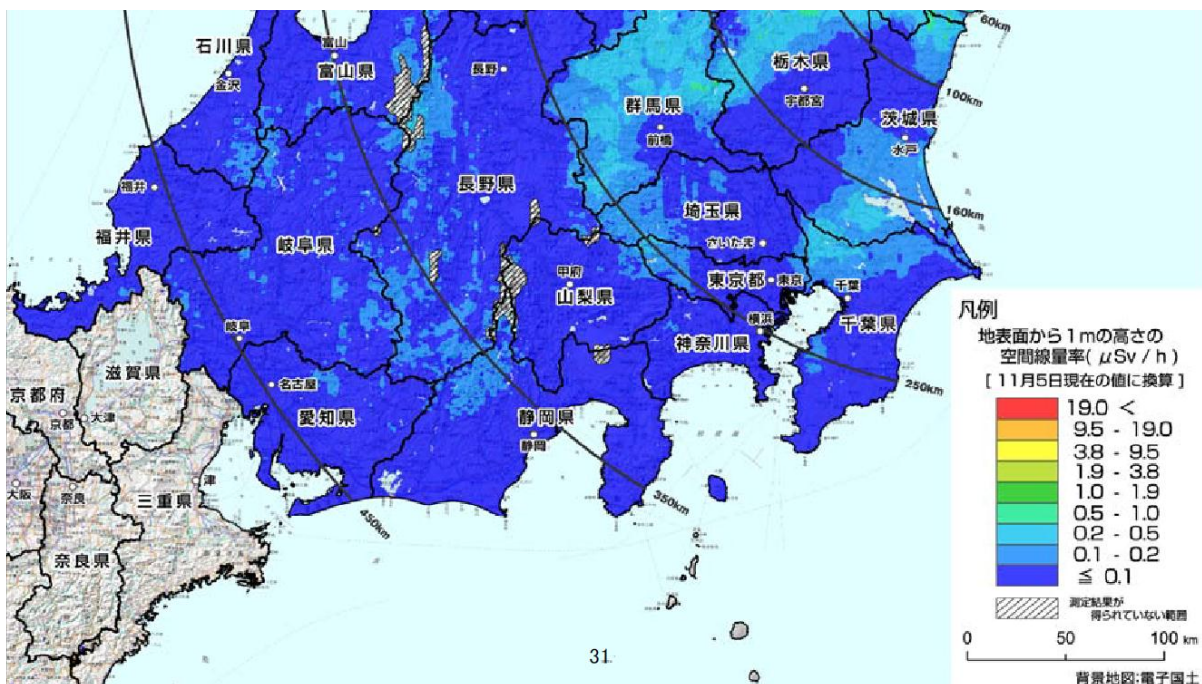


Abbildung 2: Übersicht Dosisleistung

Veröffentlichte Messwerte der Ortsdosisleistung für einige Regionen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die Werte der Ortsdosisleistung liegen im Bereich von 0,02 bis 0,12 $\mu\text{Sv/h}$.

Region	Dosisleistung ($\mu\text{Sv/h}$ in 1m Höhe) gemessen oder aus den Daten berechnet (per Feb. 2013)
Tokyo, Central-Tokyo	0.05
Tokyo, Edogawa-ku	0.09
Airport Narita	0.05
Airport Haneda	0.05

Region	Dosisleistung ($\mu\text{Sv/h}$ in 1m Höhe) gemessen oder aus den Daten berechnet (per Feb. 2013)
Nikko	0.12
Kamakura	0.11
Fuji-Hakone National Park	0.05
Fuji-san and Lakes	0.07
Shin Fuji and Mishima	0.06
Okayama	0.05
Himeji	0.07
Hiroshima	0.08
Miyajima	0.07
Kurashiki	0.08
Kyoto	0.07
Bergregion Takao	0.05
Nara	0.05
Uji	0.05
Osaka	0.05
Kansai airport	0.04
Koya (at Hashimoto city)	0.046
Hikone	0.02
Nagoya	0.08
Toyohashi	0.04
Ise-shi	0.05
Toba	0.05
Tojinbo	0.05
Kanazawa	0.05
Shirakawa-go	0.08
Takayama	0.08
Matsumoto	0.07
Nagano	0.04
Yamanouchi	0.05
Kamikochi	no data
Kyushu mit	
Kagoshima	0.03
Chiran	0.04
Kumamoto	0.04
Aso	no data
Nagasaki	0.04
Hakata	0.06

Region	Dosisleistung ($\mu\text{Sv/h}$ in 1m Höhe) gemessen oder aus den Daten berechnet (per Feb. 2013)
Beppu	no data

Tab. 2: Zusammenstellung veröffentlichter Daten der Ortsdosisleistung Error! Reference source not found.

Durch Vergleich aktualisierter Daten /7b/,/9/ mit Stand von Dezember 2013 gegenüber den bei der Erstzertifizierung berücksichtigten Werten /8/ wurde festgestellt, dass sich die Ortsdosisleistung an den jeweiligen Reisezielen zwischenzeitlich nicht signifikant verändert hat.

Die in 2013 veröffentlichten diversen Leckagen an Tanks mit hoch-aktiven Wässern des Kernkraftwerkes Fukushima-Daiichi sind ohne relevante Auswirkungen für die Ortsdosisleistung an den in diesem Bericht untersuchten Orten.

4.1.3 Natürliche Dosisleistung

Die natürliche Strahlenexposition ist in weiten Bereichen Japans niedriger als im Mittel in Deutschland. Sie ist etwa vergleichbar mit der in der norddeutschen Tiefebene, etwa der Berlins. Dabei sind die Schwankungsbreiten groß. Zum Beispiel sind für Tokyo vor dem Unfall Werte der Dosisleistung im Bereich von 0.028 bis 0.079 $\mu\text{Sv/h}$, für Nagano zum Beispiel 0.0299 bis 0.0974 $\mu\text{Sv/h}$ dokumentiert /7/.

Anmerkung: Die Messwerte der Dosisleistung des natürlichen Untergrundes differieren in Abhängigkeit von den Messbedingungen (speziell von den Umgebungsmaterialien wie Böden, Gesteinsmaterial, Gebäude u.ä.), vom empfindlichen Energiebereich der verwendeten Messtechnik (viele Messgeräte in Japan sind für die Messung von Cs-Radionukliden optimiert; wir verwenden Messgeräte, die für deutlich niedrigeren Energien empfindlich sind) sowie von statistischen Einflussgrößen (Messdauer, Mittelungszeiten, Empfindlichkeit des Messgerätes etc.).

Nach Angaben des Bundesamtes für Strahlenschutz /5/ beträgt die „natürliche ODL in Deutschland je nach örtlichen Gegebenheiten zwischen 0,05 und 0,18 Mikrosievert pro Stunde“. Demnach ist die gemessene mittlere Ortsdosisleistung im Großraum Tokyo/Yokohama sowie den anderen untersuchten japanischen Provinzen mit den in Deutschland zu beobachtenden Werten vergleichbar, wobei die in Nikko beobachteten Werten eher zum oberen Ende dieser Skala tendieren.

4.2 Nuklidzusammensetzung

Die Kenntnis der Nuklidzusammensetzung wurde verwendet für

- die Bestimmung der Herkunft einer positiv identifizierten Kontamination sowie
- zur rechnerischen Abschätzung des Beitrages der Bodenkontamination zur Ortsdosisleistung.

Von den früher festgestellten gammastrahlenden Radionukliden sind aufgrund des radioaktiven Zerfalls nur noch die Radionuklide Cs-134 und Cs-137 relevant. Die Aktivität von Radionukliden wie I-131 (Teil von „sonstige“ in Abbildung 3) aber auch Te-Nuklide (vgl. Abbildung 3) sind abgeklungen.

Nach zahlreichen Messungen, die der TÜV Rheinland durchgeführt hat, beträgt das Verhältnis für Cs-134 zu Cs-137 bezogen auf den 01.09.2011 $1:1,25 \pm 0,03$. Zerfallskorrigiert folgt daraus für das Bezugsdatum 15.02.2013 ein Verhältnis von $1:1,97$. Dieser Wert wurde zur Identifizierung der Herkunft der Kontamination herangezogen.

Die Anteile von Sondernukliden, die aufgrund ihrer radiobiologischen Eigenschaften ein besonderes Gefährdungspotential aufweisen bzw. nur schwer nachzuweisen sind, wie etwa Plutonium-Nuklide sowie Strontium-Nuklide, sind nach veröffentlichten Messungen sowie eigenen Messungen gering, so dass daraus keine dominierende Strahlenexposition für die untersuchten Bereiche zu erwarten ist.

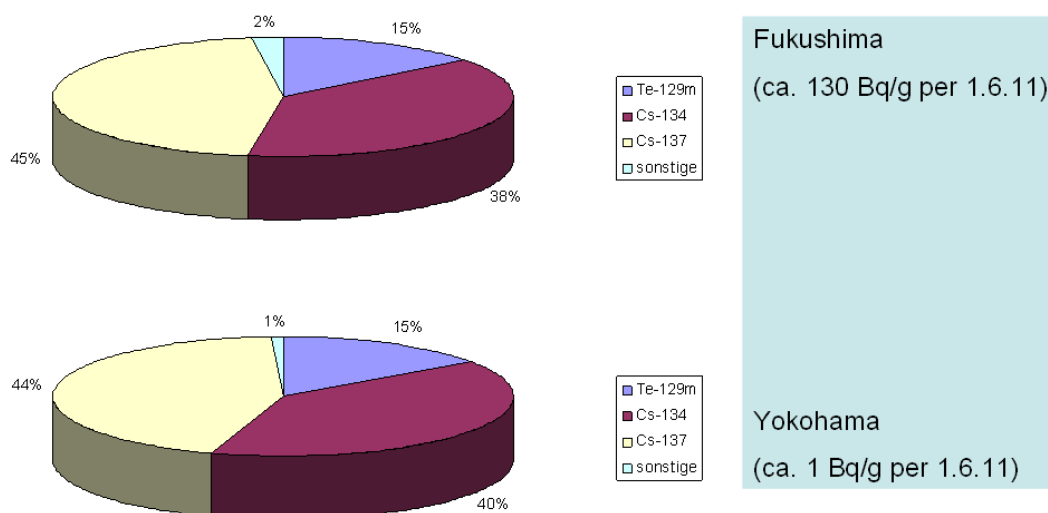


Abbildung 3: Gammaspektrometrische Nuklidzusammensetzung von Proben nahe Fukushima Daiichi und in Yokohama bezogen auf den 1. Juni 2011

4.3 Bodenkontamination mit Cs-Nukliden

4.3.1 Veröffentlichte Messungen

Karten mit Daten zur resultierenden Bodenkontamination mit Cs-134 bzw. Cs-137 sind in Abbildung 4 für einige der hier betrachteten Regionen dargestellt. Man erkennt, dass außer für die Präfektur Tochigi (mit Nikko) für die hier zu untersuchenden Reiseziele die Werte durchgehend im Bereich der Nachweisgrenzen liegen. Danach kann die Bodenkontamination mit Cs-Nukliden gemittelt über nicht zu kleine Flächen bis 10 kBq/m² betragen.



Abbildung 4: Übersicht der Bodenkontamination durch Cs-134 und Cs-137 in einigen Regionen /4/.

Um diese Werte mit der spezifischen Aktivität von Proben vergleichen zu können, muss die Schichtdicke der kontaminierten Schicht bekannt sein. Nach vorliegenden Erfahrungen beträgt die Dicke der die relevante Kontamination tragenden Schicht i.d.R. nicht mehr als 5 cm. Häufig werden geringere Schichtdicken von im Bereich 1 cm beobachtet. Je nach zugrunde gelegter Schichtdicke ergeben sich für die angegebene Nachweisgrenze von 10 kBq/m² bei einer angenommenen Dichte des Erdreichs von 1 g/cm³ spezifische Aktivitäten von 200 Bq/kg bis etwa 1000 Bq/kg.

Die in 2013 veröffentlichten diversen Leckagen an Tanks mit hoch-aktiven Wässern des Kernkraftwerkes Fukushima-Daiichi sind ohne relevante Auswirkungen für die Bodenkontamination in den in diesem Bericht untersuchten Orten.

4.3.2 Eigene Messungen

Es wurden Werte von im Bereich der Nachweisgrenze von max. 24 Bq/kg für die Summe der Aktivität von Cs-134 und Cs-137 bis hin zu über 3,1 kBq/kg (Nikko) und 0,7 kBq/kg in den sonstigen Bereichen bestimmt, siehe Tab. 3.

Räumlicher Bereich	Gesamtaktivität der Cs-Nuklide (Bq/kg) von – bis (alle Werte aus I/2013, wenn nicht anders angegeben)	Bemerkung
Tokyo und Yokohama	34 – 226	
Kamakura, Fuji-Hakone	10 – 713	Maximalwert in Hakone-machi, sonst Werte bis max. 60,1 Bq/kg
Nikko	0,68k – 3,1k	k=1000
Hiroshima, Kyoto, Osaka	< 16	auf der Basis von Nachweisgrenzen
Kyushu	< 12	auf der Basis von Nachweisgrenzen
Japanische Alpen (ohne Nagano)	< 17	auf der Basis von Nachweisgrenzen
Nagano	32 – 78	
Takamatsu, Naoshima	< 24	Werte aus IV/2013 auf der Basis von Nachweisgrenzen

Tab. 3: Übersicht der spezifischen Aktivität von Cs-Radionukliden in Proben

Aus der Auswertung der Nuklidverhältnisse ergibt sich für die Proben, bei denen sowohl Cs-134 als auch Cs-137 nachgewiesen werden konnte, ein Nuklidverhältnis von $1,96 \pm 0,10$. Dieses stimmt im Rahmen der Messunsicherheiten mit dem aus dem Zerfall abgeleiteten Wert von 1,97 (siehe Abschnitt 4.2) für die von Fukushima stammenden Kontaminationen sehr gut überein.

5 Strahlenexposition

5.1 Berechnungsmodell

Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen ist die äußere Strahlenexposition durch Gamma-Bodenstrahlung. Aus den Messungen der Ortsdosisleistung (ODL) lässt sich direkt ableiten, dass in keiner der Regionen eine erheblich gegenüber der Strahlenexposition aus natürlicher Strahlung erhöhte Strahlenexposition durch Kontaminationen aus dem Reaktorunfall zu erwarten ist. Aufgrund der erheblichen Schwankung der durch natürliche Strahlung verursachten Gamma-Ortsdosisleistung ist eine quantitative Berechnung der äußeren Strahlenexposition direkt aus der Netto-Dosisleistung (gemessene Brutto-Ortsdosisleistung verringert um die natürliche Dosisleistung) mit großen Fehlern behaftet. Der Fehler lässt sich etwa mit $0,1 \mu\text{Sv/h}$ abschätzen. Bei einer Annahme von 15 Tagen Aufenthaltsdauer (bei insgesamt maximal 17 Reisetagen) würde sich somit allein aufgrund der Messunsicherheit eine scheinbare Strahlenexposition im Bereich von 20 bis $36 \mu\text{Sv}$ ergeben, je nachdem welche Aufenthaltsszenarien im Freien und in Gebäuden zugrunde gelegt werden. Diese stellt eine Obergrenze der tatsächlichen Strahlenexposition dar.

Berechnet man den Dosisleistungsbeitrag direkt aus Aktivitätskonzentrationen im Boden ergibt sich ein Wert von ca. $0,1 \mu\text{Sv/h}$ für homogene oberflächennahe Kontaminationen mit 1000 Bq/kg Cs-137 und 500 Bq/kg Cs-134 /6/. Solche Aktivitäten wurden allerdings außer in Nikko in keiner der Regionen ermittelt. Somit liegt der Anteil der Dosisleistung, einer aus dem Reaktorunfall von Fukushima resultierenden Kontamination, deutlich unter diesem Wert. Es wurde für 2014 keine Abklingkorrektur gegenüber den Messungen und Berechnungen in 2013 vorgenommen, d.h. die Berechnungen sind konservativ.

Unter Berücksichtigung der tatsächlich gemessenen Bodenkontamination mit Cs-Nukliden aus dem Fallout von Fukushima wurde konservativ nachfolgende Berechnung der Strahlenexposition durchgeführt. Für alle Reisepakete abdeckend wurde ein insgesamt 15-tägiger Aufenthalt in Japan berücksichtigt, der einen Tages-Besuch in Nikko (höchste Werte der Bodenkontamination, Aufenthalt incl. An- und Abreise 17 Stunden), einen 5-tägigen Aufenthalt in Tokyo (konservative Berücksichtigung der höchsten dort gemessenen Aktivität) sowie die übrigen Tage in den sonstigen Regionen umfasst. Die Dosisleistungen wurden dabei aus den höchsten gemessenen Bodenkontaminationen berechnet. Als Aufenthaltszeit im Freien wurden dabei 16 Stunden im Freien abdeckend berücksichtigt, in Nikko 7 Stunden. Die tatsächlichen Aufenthaltszeiten sind niedriger. Der Abschirmfaktor von Gebäuden wurde mit 2 angenommen. Für den Aufenthalt im Freien wurde für eine Stunde unterstellt, dass ein unbemerkter Aufenthalt am Maximum der gemessenen (Brutto-)Ortsdosisleistung stattfindet.

Die Berechnungen sind zusätzlich konservativ, da die Reisezeiten in Bus und Bahn dem Aufenthalt im Freien zugeordnet wurden. Ein typischer Abschirmfaktor von 2 ist nach unseren Messungen zu erwarten. Der Abschirmfaktor in massiven Gebäuden ist i.d.R. ebenfalls deutlich höher zu erwarten.

Basierend auf diesen Annahmen wurde die resultierende maximale zusätzliche Strahlenexposition exemplarisch mit ca. 10 µSv abgeschätzt, siehe Tab. 4.

		Tage	Stunden/Tag	Stunden total	Netto-ODL µSv/h	Dosis µSv
Im Freien	Nikko	1	7	7	0,2	1,4
	Tokyo	5	15	75	0,02	1,5
	sonst	9	15	135	0,01	1,4
In Gebäuden	Nikko	1	9	9	0,1	0,9
	Tokyo	5	8	40	0,01	0,4
	sonst	9	8	72	0,005	0,4
Maximum		15	1	15	0,24	3,6
Summe						9,5

Tab. 4: Berechnung der maximalen zusätzlichen Strahlenexposition bei einem Reiseaufenthalt in Japan

5.2 Vergleich mit Grenz- und Richtwerten der Strahlenexposition

Grundsätzlich ist zunächst festzustellen, dass nach geltendem deutschem Recht die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung nur für den genehmigten Umgang mit radioaktiven Stoffen gelten. Für Störfälle werden i.d.R. spezielle (höhere) Grenzwerte definiert. Diese werden im Rahmen dieser Untersuchung keine Anwendung nicht verwendet, sondern es werden die Grenzwerte für den Normalbetrieb in Anlehnung herangezogen.

Gemäß der deutschen Strahlenschutzverordnung /1/ beträgt der Grenzwert der Strahlenexposition für eine Einzelperson der Bevölkerung 1 mSv im Jahr.

Das moderne Verständnis des Strahlenschutzes hat darüber hinaus eine Abschneidegrenze definiert, unterhalb deren keinerlei Strahlenschutzmaßnahmen erforderlich sind und insbesondere auch gesetzliche Regulierungen verzichtbar sind. Gemäß Strahlenschutzverordnung wird dabei eine Strahlenexposition /1/ von 10 µSv im Jahr zugrunde gelegt. Gemäß ICRP /3/ und IAEA /2/ sind dies „im Bereich von 10 µSv pro Jahr“.

Die berechneten Werte der maximalen zusätzlichen Strahlenexposition überschreiten diese Schwellwerte nicht. Für das aus Fehlerbetrachtungen resultierende Szenario ergeben sich maximale Strahlenexpositionen im Bereich einiger zehn µSv, für ein realistischeres Szenario ergeben sich etwa 10 µSv.

6 Zusammenfassung

TÜV Rheinland hat Strahlenschutzmessungen für festgelegte touristische Ziele und Touren in Japan durchgeführt sowie veröffentlichte Daten analysiert und die zu erwartende Strahlenexposition aus Gammabodenstrahlung der durch den Reaktorunfall von Fukushima verursachten Kontamination bestimmt. Dazu wurden Übersichts- und Detailmessungen der Ortsdosisleistung durchgeführt sowie Proben gammaspektrometrisch bezüglich der spezifischen Aktivität insbesondere der Radionuklide Cs-134 und Cs-137 analysiert.

Die für die zugrunde gelegten Reiserouten und –ziele zu erwartende Strahlenexposition aus Gammabodenstrahlung beträgt weniger als der herangezogene Vergleichswert der effektiven Dosis von „im Bereich von 10 μ Sv“ pro Jahr entsprechend den Festlegungen der ICRP und der IAEA. Der in Anlehnung an die deutsche Strahlenschutzverordnung heranzuziehende Vergleichswert der effektiven Dosis von 1 mSv pro Kalenderjahr für die Bevölkerung wird damit deutlich unterschritten.

Es liegen die Voraussetzungen für die Wiedererteilung des Zertifikates „Radiologisch sichere Umwelt“ in Bezug auf die definierten Reisen nach Japan für das Jahr 2014 vor. Das Zertifikat wird beginnend vom 01.02.2014 für die Dauer eines Jahres erteilt und kann nach erfolgter Evaluierung der radiologischen Situation sowie der Reiseprogramme 2015 erneut verlängert werden.

7 Referenzen

- /1/ Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2000) geändert worden ist
- /2/ IAEA Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, No. GSR Part 3 (Interim)
- /3/ The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103)
- /4/ Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Japan, 文部科学省による東京都及び神奈川県、航空機モニタリングの測定結果について, 06.10.2012
- /5/ http://www.bfs.de/de/ion/imis/odl_messnetz.html
- /6/ Grove Engineering, MicroShield 6.02 2003
- /7/ a) “Estimated and measured 1m height environmental radioactivity level at monitoring posts in 47 prefectures all over Japan”, Nuclear Regulation Authority, 2013-05-27
http://radioactivity.nsr.go.jp/ia/contents/8000/7609/24/192_1_0526_0527.pdf

- b) "Estimated and measured 1m height environmental radioactivity level at monitoring posts in 47 prefectures all over Japan",
Nuclear Regulation Authority, 2013-12-27
http://radioactivity.nsr.go.jp/en/contents/8000/7795/24/192_1226_1227.pdf
- /8/ K. Yoshimura, "Environmental Radioactivity Level in Sightseeing Areas and Radioactivity of Drinking Water and Soil in Japan ", Interner Bericht, 2013-02-20
- /9/ Erneute Einsichtnahme aktualisierter Daten entsprechend /8/ am 27.12.2013

**Anhang 1: Liste der der Zertifizierung zugrunde liegenden Reiseziele
und –routen 2014**

Region	Beschreibung
Tokyo	Hotels in Zentral-Tokyo, Bezirk Asakusa, Ikebukuro, Kudanshita, Shinjuku, Ebisu (Hotel The Westin Tokyo); Bezirke Harajuku mit Meiji-Schrein und Omote-sando, Odaiba Multiplex „Roppongi Hills Mori Tower“, Kaiserpalast Nijubashi, Landschaftsgarten Hama Rikyu (Shiodome), Stadtviertel Ginza, Asakusa (Nakamise-dori, Kannon-Tempel), Fernsehturm „Tokyo Sky Tree“, Garten Rikugi-en, Ueno-Park, Roppongi, Shibuya, Shinjuku Rathaus Flughafen Narita Haneda Airport
Nikko	Rinnoji-Tempel-Anlage, Toshogu-Schrein, Taiyu-in Tempel Chuzenji-See und Kegon-Wasserfall
Kamakura	Hasedera-Tempel, Daibutsu Statue
Fuji-Hakone Nationalpark	Ashi-no-ko (See), von Hakone-machi nach Togendai, Bustransfer Naturdenkmal Owakudani, Bustransfer via Gotemba zum Kawaguchiko See und Übernachtung Alternativ: Besteigung Fuji-san Vorschlag: Busrundfahrt Fuji-Seen und um Fuji-san
Shin Fuji bzw. Mishima	Umsteigen Bus->Shinkansen
Okayama	Korakuen Landschaftsgarten
Takamatsu	Ritsurin-Koen, Innenstadt
Naoshima	Miyanoura Port, Honmura Port mit Art House Project, Benesse Art Site Area mit Park/Beach, Benesse House, Lee Ufan Museum
Himeji	Himeji-jo (Schloss Himeji)
Hiroshima	Übernachtung in der Stadt Friedenspark mit Atomic Bomb Dome
Miyajima	Itsukujima Schrein
Kurashiki	Altstadtbereich, Ivy Square
Kyoto	Ryoanji Tempel, Kinkakuji Tempel, Nijo-jo Schloß, Shijo-dori Boulevard, Kawaramachi Boulevard, Nishiki-dori Straße, Heian Schrein, Ginkaku-ji Tempel, Philosophenweg, Yasaka Viertel, Eikando Tempel, Kiyomizu-dera Tempel, Gion Viertel, Hauptbahnhof und Umgebung, Sanjusangendo (Tempel), Fushimi-Inari Schrein, Hotel Hyatt Regency Umland (Japan Individuell 2013): Bergregion Takao, Jingoji Tempel, Kiyotaka Fluss nach Arashiyama Viertel, Tenryuji Schrein, Tofukuji Schrein
Nara	Todaiji-Tempel mit Daibutsu, Kasuga Schrein, Nara Park
Uji	Byodoin Tempel mit Garten
Osaka	Shinsaibashi Stadtteil, Namba Stadtteil (Swissotel Nankai Namba), Umeda Sky Bldg., Osaka-jo Schloß; Meeresaquarium (Vorschlag

Region	Beschreibung
	„Japan Individuell“ Kansai airport
Koya	Koya-san Bezirk: Kongobu-ji Tempel, Okuno-in Friedhof Tempelgästehaus (Übernachtung)
Hikone	Hikone-jo (Burg)
Nagoya	Umsteigen Bahn bzw. Übernachtung Option: Ausflug nach Toyohashi
Ise-shi	Innerer Schrein (Naiku)
Toba	Toba – Mikimoto Perleninsel
Kyushu mit Kagoshima	Isoteien-Garten, Sakurajima Vulkanhalbinsel, Innenstadt Kagoshima Tokyu Hotel
Chiran	Samurai-Gärten, Flugfeld, Kamikaze-Museum
Kumamoto	Burg, Suizenji Garten
Nagasaki	Innenstadt, Chinatown, Teramachi (Tempelstadt mit Sofukuji), Oura-Kirche, Dejima, Glover Park, Urakami Stadtteil Übernachtung (ANA Hotel Nagasaki Gloverhill)
Hakata	Bahnhof (nur umsteigen auf Bahn oder zum Fährterminal)
Beppu	Küstengebiet, „Jigoku“-Bereich
Aso	Nakadake Krater, Museum, Kraterrand (Seilbahn)
Matsumoto	Burg Matsumoto
Nagano	Zenkoji-Tempel, Innenstadt
Yamanouchi	Jigokudani Affenpark
Kanazawa	Nagamachi-Samuraiviertel, Kenroku-en Garten
Tojinbo	Steilküste
Shirakawa-go	Historisches Bauerndorf
Takayama	Innenstadt, Morgenmarkt, alte Provinzverwaltung, Altstadt
Kamikochi	Hochtal

Anhang 2: Äquivalente Bezeichnung anderer Reiseveranstalter

Reiseprogramm JF Tours	Programmtitel nach Veranstalter:	
	Meier's Weltreisen ¹ KG	DERTOUR GmbH & Co.KG
Best of Japan 2014	Zwischen Tradition und Moderne	Japan zum Kennenlernen
Best of Japan Comfort 2014	Zwischen Tradition und Moderne Komfort-Variante	Japan zum Kennenlernen Komfort-Variante
Japan Individuell 2014		Japan für Individualisten
Japan In Style 2014	Japan Exquisit	Japan Exquisit
Korea-Japan 2014	Impressionen Ostasiens	Korea und Japan entdecken
Geisha 2014		Zauberhaftes Japan
Sumo 2014	Land der aufgehenden Sonne	Höhepunkte Japans
Kabuki 2014	Faszination Japan	
Bonsai 2014	Glanzlichter Japans	Impressionen Japans
Ginseng 2014	Japan & Südkorea: Kaleidoskop Fernost	
Fuji 2014		Japan intensiv - Honshu und Kyushu entdecken

¹ Zweigniederlassung der DERTOUR GmbH & Co.