

IV Bewertungen

IV.1 BEWERTUNG DER MESSERGEBNISSE

Im Jahr 2009 wurden ca. 1000 Beprobungen (einschließlich der vorgenommenen insitu-Messungen) im Rahmen der festgelegten Umgebungsüberwachungsprogramme bei kerntechnischen Anlagen durchgeführt. Dies ist in einigen Fällen weniger, als das Programm vorsieht. Die Gründe hierfür liegen bei entwendeten Dosimetern, technischen Störungen bei Aerosolpumpen oder Sammeleinrichtungen für Trink- bzw. Oberflächenwasser und fehlendem Niederschlag. Auch ist es manchmal unmöglich, Fische aus bestimmten Einzugsbereichen zu erhalten. Diese Verluste sind gegenüber dem Gesamtumfang unbedeutend.

Hinzu kommen die online vorgenommenen Dosisleistungsmessungen aus der Kernreaktorfernüberwachung, deren Ergebnisse hier ebenfalls in Auszügen veröffentlicht werden. Die Überwachung des Kernkraftwerkes Philippsburg auf dem Gebiet von Rheinland-Pfalz wird von den dortigen Behörden vorgenommen:

IV.1.1 Überwachung der Luft auf Gamma-Strahlung

Die Luft in der Umgebung kerntechnischer Anlagen wird durch zwei unterschiedliche Messverfahren überwacht. Zum Einen wird die äußere Strahlung durch eine Bestimmung sowohl der Ortsdosisleistung als auch der Ortsdosis erfasst. Zum Anderen wird der Gehalt der Luft an radioaktiven Stoffen, die als Aerosole vorliegen, nuklidspezifisch bestimmt.

Ortsdosisleistung

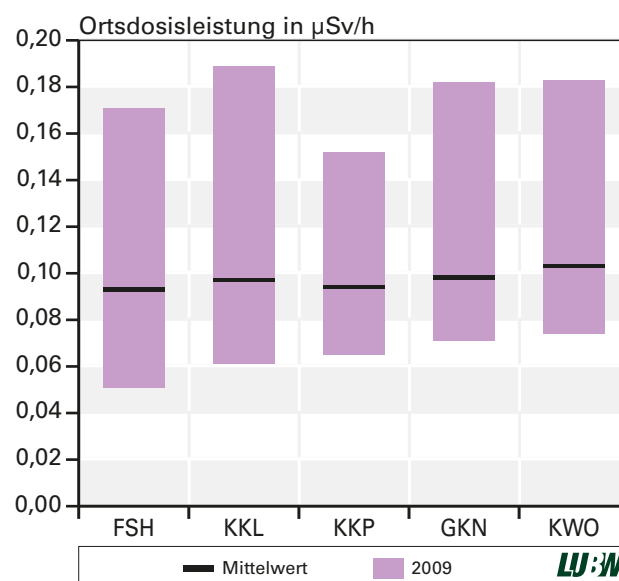
An 109 Messstationsorten der Kernreaktorfernüberwachung werden in kurzen Messintervallen von 10 Minuten Ortsdosisleistungsmesswerte (ODL) erhoben. Die in der Umgebung der kommerziellen kerntechnischen Anlagen installierten Messgeräte übermitteln via Datenleitung oder Datenfunk online ihre Messwerte zur Zentrale der Kernreaktorfernüberwachung (KFÜ) bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Karlsruhe. Dort werden sie auf Alarmwerte hin überwacht. Insgesamt waren ODL-Messgeräte an folgender Anzahl von Messorten in Betrieb:

Fessenheim:	13	Obrigheim:	23
Beznau/Leibstadt:	14	Neckarwestheim:	28
Philippsburg:	31		

Sowohl zurückliegende als auch aktuelle Messwerte der γ -Ortsdosisleistung aus der KFÜ werden im Internet veröffentlicht und zur interaktiven Suche bereitgestellt.

(siehe: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/1204/> Kernreaktor-Fernüberwachung oder Radioaktivitäts-Messnetz (Strahlenpegel) oder Radioaktivitätsmesswerte Online).

In der Grafik sind die Schwankungsbreiten der γ -Ortsdosisleistung für die verschiedenen Kernkraftwerksstandorte aufgetragen. Dazu wurden jeweils die niedrigsten und höchsten Stundenwerte herangezogen. Die Jahresmittelwerte sind ebenfalls eingetragen. Die unterschiedlichen Jahresmittelwerte haben ihre Ursachen in den geologischen Gegebenheiten der Standorte. Die Maximal- und Minimalwerte werden vor allem durch Auswaschungen natürlicher radioaktiver Stoffe mit Regen oder Bedeckung des Untergrundes mit Schnee bestimmt.



Schwankungsbereich der γ -Ortsdosisleistung an den Kernkraftwerksstandorten

Ortsdosis

Die Überwachung der äußeren Gamma-Strahlung durch integrale Messung der γ -Ortsdosis erfolgte für den mitgeteilten Auslegungszeitraum mittels Thermolumineszenzdosimetern, die in der Umgebung für einen Zeitraum von ca. einem Jahr ausgelegt werden. Die Zahl der ausgelegten Dosimeter liegt in Abhängigkeit von der Größe des zu überwachenden Gebiets und der Ausdehnung der kerntechnischen Anlagen zwischen 20 bei Leibstadt (KKL) und 44 beim Forschungszentrum Karlsruhe (FZK). Bei den in den Ergebnistabellen in Kapitel III aufgeführten Werten handelt es sich um Mittelwerte aus jeweils zwei gleichartigen, am Überwachungsort ausgelegten Dosimetern. Zum Vergleich sind die in den beiden vorangegangenen Jahren ermittelten Ortsdosismesswerte - ebenfalls als Mittelwert zusammengefasst - mit in die Tabelle aufgenommen.

Wurde der Dosimeterauslegungsort gewechselt, ist dies in den entsprechenden Messwerte-Tabellen ersichtlich; ein „e“ steht für ein entwendetes Dosimeter, ein „n“ steht für ein nicht auswertbares Dosimeter. Ein „v“ bedeutet, dass die Randbedingungen erkennbar verändert wurden. Daher wurden diese Messwerte bei der Ermittlung des Mittelwertes nicht verwendet.

Mit den Dosimetern werden unter anderem ortsspezifische Eigenschaften erfasst. Diese sind soweit die Umgebung nicht verändert wird oder der Auslegungsort gewechselt werden musste, annähernd konstant. Damit erkennt man die von Ort zu Ort auftretenden Unterschiede, die erfahrungsgemäß bei einigen Zehnteln mSv/a liegen können.

Die geringsten Ortsdosiswerte in Baden-Württemberg bis hinab zu etwa 0,4 mSv/a findet man hauptsächlich im Rheintal mit seinen aktivitätsarmen, meist sandigen Böden.

Es sind aber auch Ergebnisse mit mehr als dem Doppelten dieses Minimalwerts von 0,4 mSv/a zu finden. Im Überwachungsgebiet am Hochrhein (Kernkraftwerke Beznau/Leibstadt) liegen die Ortsdosiswerte im Freien an einigen Orten sogar über dem Dreifachen des Minimalwertes (z.B. Unterlauchringen / Waldshut 1,37 mSv/a). Da diese Extremwerte nur punktuell auftreten und der Mittelwert über alle Dosiswerte eines Gebiets sich - abgesehen von den oben beschriebenen Einflüssen der Ortswechsel - langfri-

stig nicht signifikant verändert hat, können eventuelle Beiträge durch die kerntechnischen Anlagen nur unbedeutend sein. Verantwortlich für die Unterschiede in den Ortsdosen sind hauptsächlich der jeweilige geologische Untergrund am Auslegungsort sowie die nähere Umgebung. Veränderungen der natürlichen Umgebung, z. B. durch Ausstreuen kaliumhaltiger Dünger oder die Verwendung aktivitätshaltiger Baustoffe, können den ortsspezifischen Dosiswert erheblich beeinflussen.

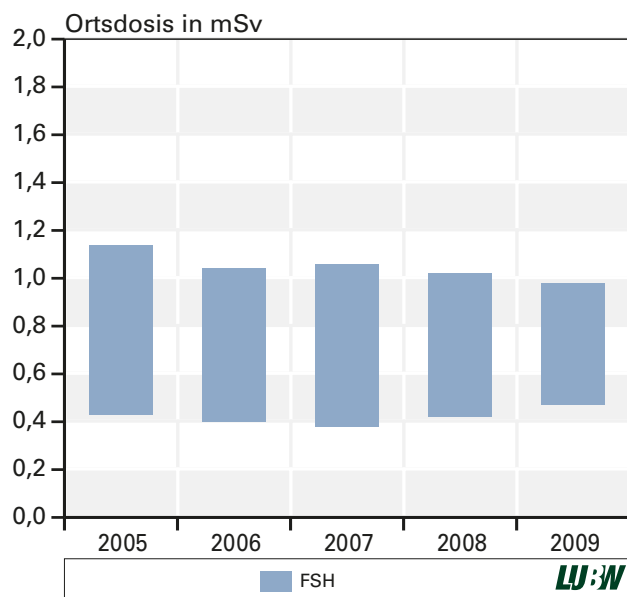
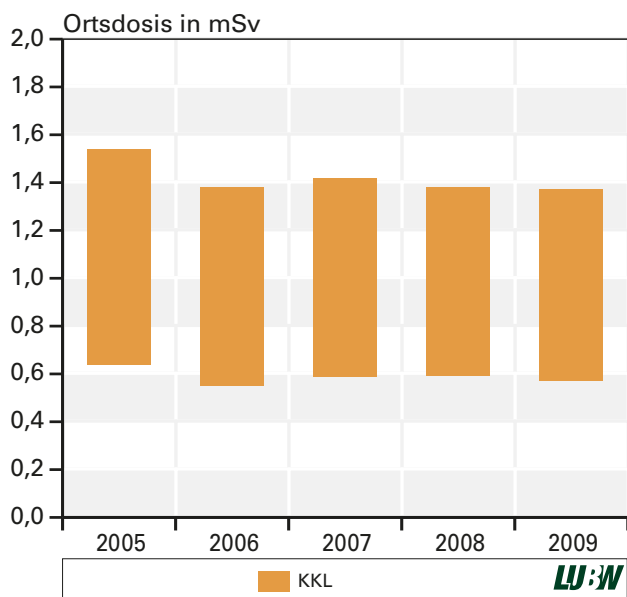
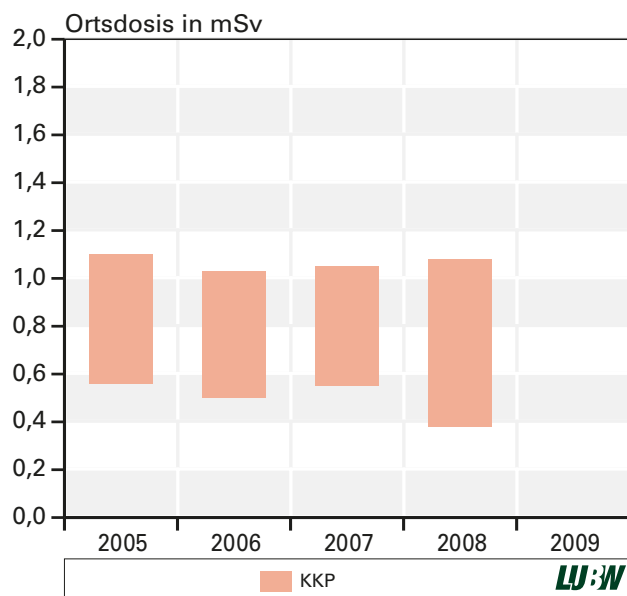
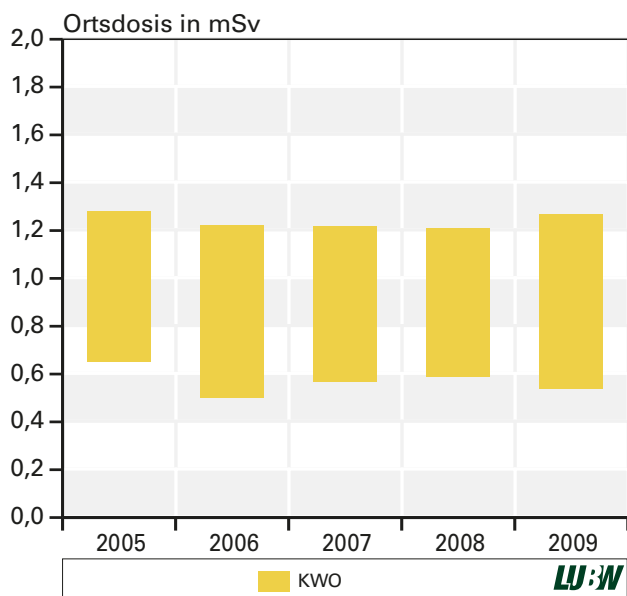
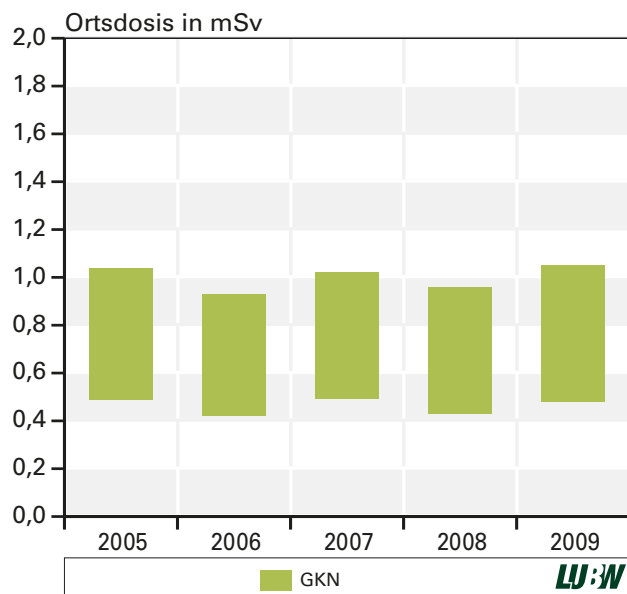
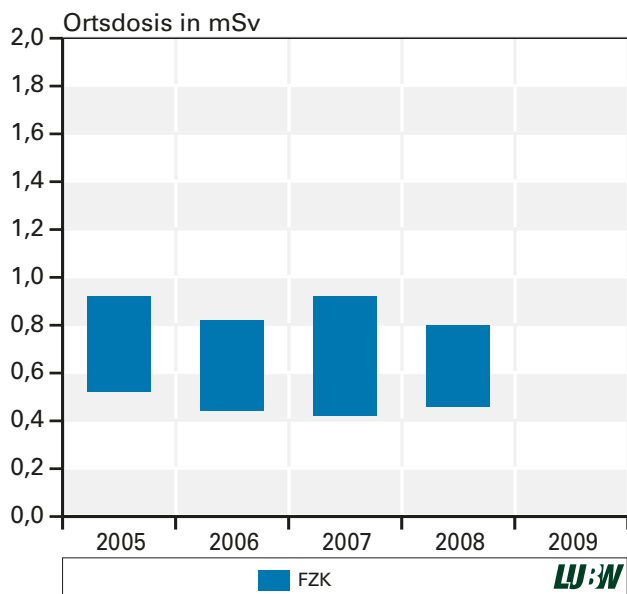
In den nachstehenden Grafiken sind die Schwankungsbreiten der Dosiswerte eines Überwachungsgebietes im Vergleich zu den Vorjahren aufgetragen.

Die Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente auf den Geländen der Kernkraftwerke Neckarwestheim und Philippsburg werden wie bei den sonstigen Immissionsmessungen sowohl vom Betreiber als auch von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg überwacht. Jeder Messort der Zwischenlager ist mit einem Dosimeterpaar zur Messung der γ -Ortsdosis sowie zur Messung der Neutronen Ortsdosis bestückt.

Die von der LUBW mit der Auswertung der Dosimeter beauftragte Stelle teilte mit, dass die Auswertung der im Jahr 2009 in der Umgebung des Forschungszentrums Karlsruhe und des Kernkraftwerkes Philippsburg ausgelegten Dosimeter aufgrund von Änderungen im Herstellungsprozess der Dosimeter fehlerbehaftet sei. Ein Vergleich mit den Werten der vom Betreiber ausgelegten Dosimeter ergab jedoch keine Hinweise auf ein erhöhtes Strahlungsniveau in der Umgebung der Anlagen.

Aus den Ergebnistabellen ist ersichtlich, dass die Neutrendosis bei Neckarwestheim und Philippsburg immer unterhalb der Nachweisgrenze liegt.

Insgesamt darf festgestellt werden, dass durch das Lagern abgebrannter Brennelemente auf den Betriebsgeländen keine unzulässige Strahlenbelastung für die Bevölkerung an der Betriebsgeländegrenze aufgetreten ist.



Schwankungsbereiche der Jahres-Dosiswerte jeweils in μSv

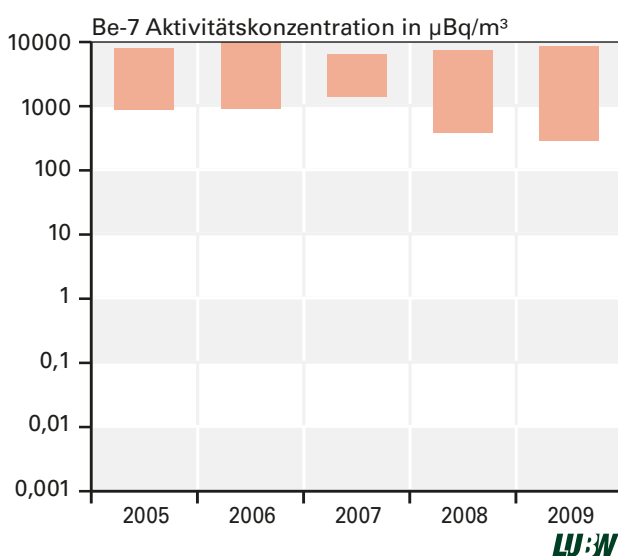
IV.1.2 Aerosole

Luftgetragene radioaktive Stoffe, die als Aerosole vorliegen, werden bei baden-württembergischen Kernkraftwerken gemäß der "Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen" jeweils vierteljährlich an Quartalsproben bestimmt.

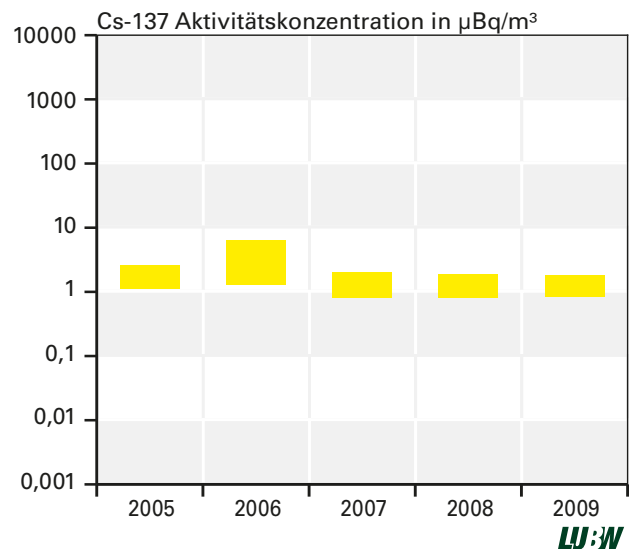
Bei den ausländischen Anlagen haben die Landesbehörden im Rahmen der Aufsicht keinen direkten Zugriff auf die Emissionsmesswerte dieser Anlagen. Daher wird an diesen Standorten die dreifache Probenanzahl gemessen. Somit sind die Probenahmeintervalle auf einen Monat verkürzt. Die erreichten messtechnischen Nachweisgrenzen sind mit denjenigen des vierteljährlichen Probennahmeintervalls vergleichbar.

Bei etwa 135 durchgeführten Messungen konnte in 8 Proben Cäsium-137 nachgewiesen werden. Die festgestellten Aktivitätskonzentrationen lagen dabei zwischen $0,8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ und knapp $1,8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ (Werte im Bereich bzw. knapp oberhalb der Nachweisgrenze). Die Ergebnisse weichen damit kaum von denen des Vorjahres ab (siehe Abbildung). Das Nuklid stammt aus Tschernobyl und dürfte hauptsächlich an Staub haften, der aufgewirbelt wird und so in die Atemluft gelangt. Die im Berichtsjahr festgestellten, äußerst geringen Konzentrationen des künstlichen Radionuklids Cäsium-137 sind radiologisch bedeutungslos.

Das natürlich vorkommende kosmogene Nuklid Beryllium-7 wird immer nachgewiesen. Dessen Konzentration



Schwankungsbereich der gemessenen Be-7 Werte in Aerosolen seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in Aerosolen seit 2005

liegt im Bereich einiger mBq/m^3 und damit um drei Größenordnungen über der gerade noch feststellbaren Konzentration des künstlichen Cäsium-137. Da bei einer Messung des natürlich vorkommenden Kalium-40 auch der nicht unbeträchtliche K-40-Anteil des zur Sammlung verwendeten Luftfilters (Glasfaser) erfasst wird, führt dies zu einer Verfälschung des Messergebnisses. Auf die Angabe des K-40 wird daher in diesem Umweltmedium seit dem Jahr 2005 verzichtet.

IV.1.3 Niederschläge

Niederschläge werden bei allen kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen monatlich gesammelt und gammaspektrometrisch untersucht. Beim Forschungszentrum Karlsruhe und im Überwachungsgebiet der schweizerischen Kernkraftwerke Beznau/Leibstadt und des Paul-Scherrer-Institutes werden die Proben zusätzlich noch auf das Vorhandensein von Tritium analysiert. Beim Forschungszentrum Karlsruhe sind darüber hinaus nordöstlich und südwestlich des Tritiumlabors zwei weitere Probenahmeorte eingerichtet. Diese Proben werden quartalsweise gesammelt und nur auf Tritium hin untersucht. Seit dem Jahr 2008 werden die Messergebnisse als Aktivitätseintrag in der Einheit Bq/m^2 berichtet, zuvor in der Einheit Bq/l . Da die Zahlenwerte somit nicht direkt vergleichbar sind wird für das Umweltmedium Niederschläge auf eine grafische Darstellung gemeinsam mit den vergangenen Jahren verzichtet.

In den im Jahr 2009 gesammelten Proben wurden keine künstlichen Gammastrahler nachgewiesen. Die Nachweisgrenzen bei Tritium, das auch ohne Einfluss kerntechnischer Einrichtungen in der Umwelt vorkommt (Bildung durch kosmogene Strahlung und Folgen der oberirdischen Kernwaffenversuche), liegen zwischen 18 und 1600 Bq/m². Im Überwachungszeitraum lag beim Forschungszentrum das Messergebnis bei einer Probe oberhalb der Nachweisgrenze. Be-7 wird ebenfalls natürlich gebildet und findet sich in praktisch allen Niederschlagsproben.

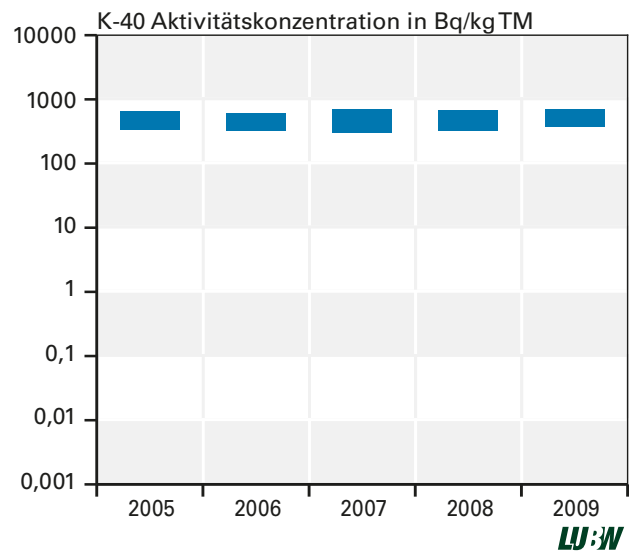
Gegenüber den durch Kernwaffentests bisher auf die Erdoberfläche sedimentierten und ausgewaschenen Aktivitätsmengen ist der durch die überwachten kerntechnischen Anlagen im Jahr 2009 erfolgte Aktivitätseintrag unbedeutend. Aufgrund der Niederschlagsmessergebnisse war auch in den radioökologisch nachfolgenden Umweltmedien (z. B. Böden, Bewuchs aus der Nähe des Niederschlagssammelortes) keine nennenswerten Aktivitäten in den Proben zu erwarten.

IV.1.4 Boden

In den Bodenproben aus der Umgebung der überwachten Anlagen wurden gammaspektrometrisch an künstlichen Radionukliden lediglich Cäsium-137 gefunden. Es stammt überwiegend aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl und zu einem Teil auch vom Fallout früherer oberirdischer Kernwaffentests. Sofern sich darin auch Anteile infolge des Betriebs kerntechnischer Anlagen befinden, können sie nur untergeordnete Bedeutung haben, zumal alle Referenzorte abseits der Kernkraftwerk-Standorte ein den überwachten Orten analoges Verhalten zeigen. Gelegentlich weisen die Referenzorte höhere Werte auf als die Orte in den Überwachungsgebieten.

Die Konzentrationen des Cäsiums in Böden variieren stark über das Landesgebiet. Unmittelbar nach dem Unfall von Tschernobyl waren die Unterschiede zwischen und innerhalb der Untersuchungsgebiete noch größer. Wegen der zwischenzeitlichen Bodenbearbeitung und wegen des radioaktiven Zerfalls haben sich die Variationsbreiten innerhalb eines Gebietes wieder verringert.

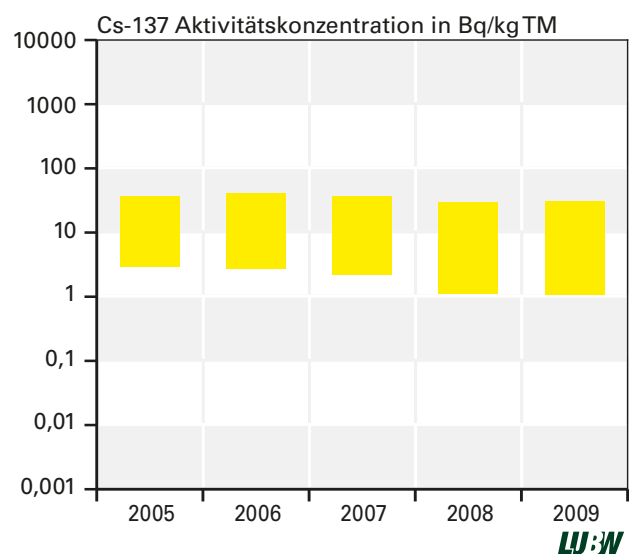
Beim Forschungszentrum Karlsruhe werden die Boden-



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte im Boden seit 2005

proben programmgemäß auch auf ihren Gehalt an Plutoniumisotopen untersucht. In diesen Proben lag die Konzentration dieser Alphastrahler im Berichtszeitraum unterhalb der Nachweisgrenzen von ca. 1 Bq/kg. Erfahrungsgemäß streuen auch die Plutoniumgehalte in Böden beträchtlich, da der Eintrag während der Kernwaffenversuchsreihen durch die am Ort herrschende Niederschlagstätigkeit bestimmt wurde.

Der Kalium-40-Gehalt der Böden liegt insgesamt um Größenordnungen höher. Er schwankt zwischen ca. 370 und 700 Bq/kg und ist natürlichen Ursprungs.



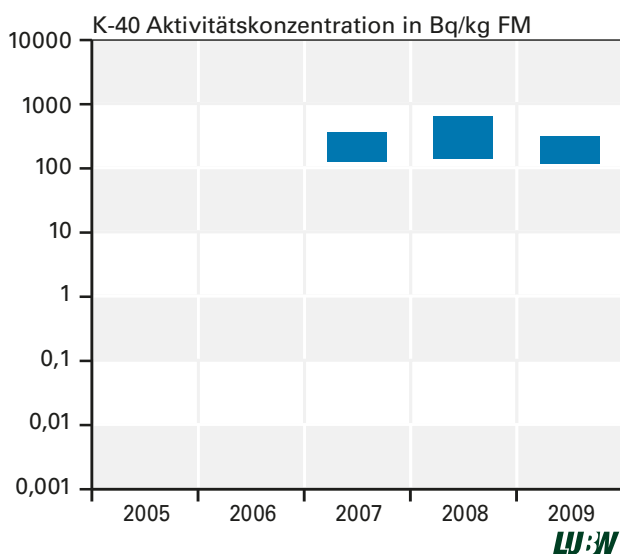
Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte im Boden seit 2005

IV.1.5 Futtermittel

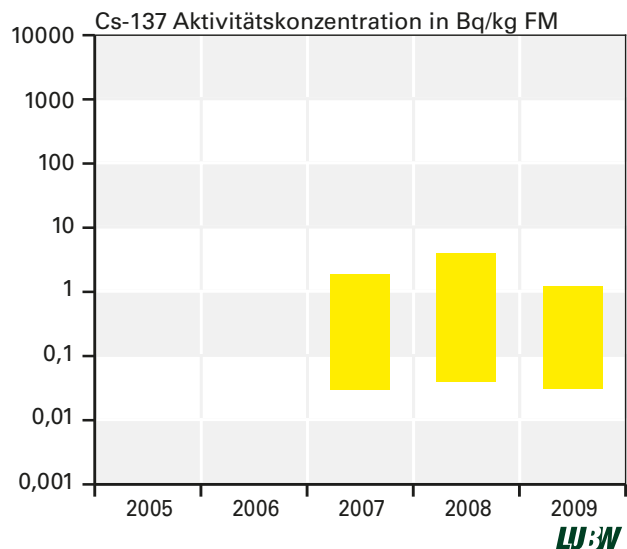
Im Jahr 2009 wurde im Bewuchs in praktisch allen untersuchten Proben das langlebige, aus dem Tschernobyl-Fall-out herrührende Spaltnuklid Cäsium-137 nachgewiesen. Entgegen der früheren Vorgehensweise werden nach der gültigen Richtlinie die Aktivitätsgehalte seit 2007 auf die Feuchtmasse (FM) bezogen. Wegen des Wassergehalts fallen die Zahlenwerte im Vergleich zu den langjährigen Zeitreihen jetzt niedriger aus, die älteren Zahlenwerte sind somit nicht direkt vergleichbar. Die Aktivitätsgehalte von Cäsium-137 schwanken von Ort zu Ort und spiegeln durchaus noch die im Jahr 1986 erfolgten Einträge über Luft und Niederschläge auf den Boden wieder. Sie liegen im Bereich zwischen 0,03 und 1,2 Bq/kg FM. Gelegentlich weisen Referenzorte höhere Werte auf als Orte aus dem Überwachungsgebiet. Somit können – wenn überhaupt – nur unbedeutende Beiträge des abgelagerten Cäsium-137 von den überwachten Anlagen stammen. Die Befunde für Kobalt-60 lagen immer unter der Nachweisgrenze.

Beim Forschungszentrum Karlsruhe lagen die Ergebnisse für die Gehalte an Transuranen (Plutonium-238, Pu239/240) unter der Nachweisgrenze. Eine signifikante Beeinflussung des Aktivitätsgehaltes bei Gras durch den Betrieb oder durch den Rückbau der überwachten Anlagen kann deshalb ausgeschlossen werden.

Das natürliche Radionuklid K-40 liegt auch im Gras um



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Futtermittel seit 2005. Seit 2007 erfolgen die Angaben bezogen auf Feuchtmasse, davor bezogen auf Trockenmasse. Die entsprechenden Werte sind somit nicht direkt vergleichbar und daher in der Grafik nicht mit aufgetragen.

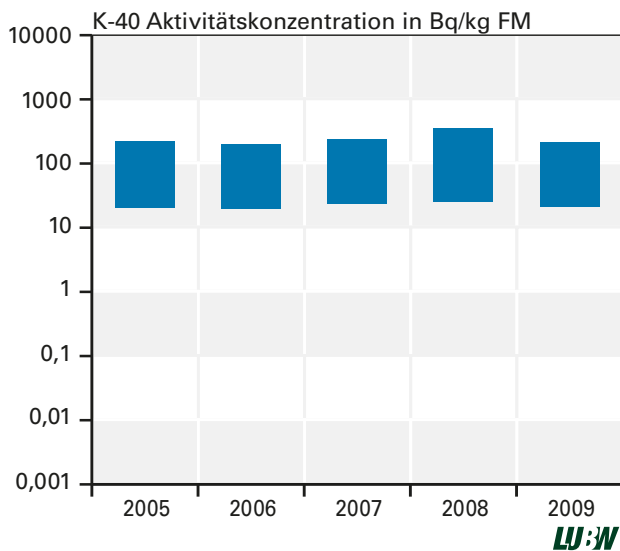


Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in Futtermittel seit 2005. Seit 2007 erfolgen die Angaben bezogen auf Feuchtmasse, davor bezogen auf Trockenmasse. Die entsprechenden Werte sind somit nicht direkt vergleichbar und daher in der Grafik nicht mit aufgetragen.

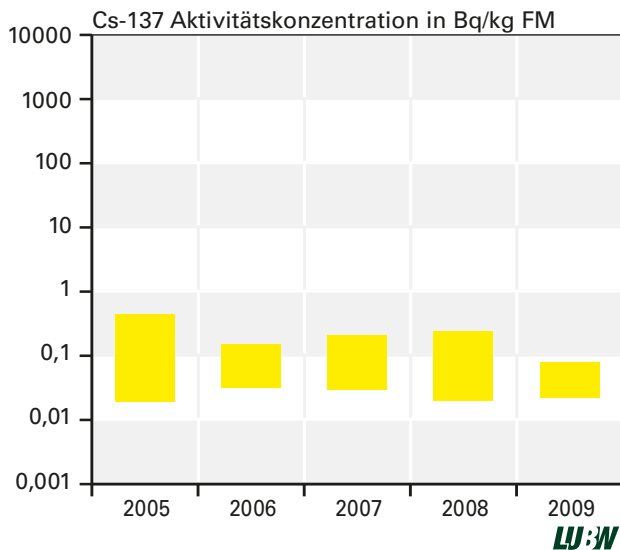
Größenordnungen über den Werten von Cs-137.

IV.1.6 Ernährungskette Land

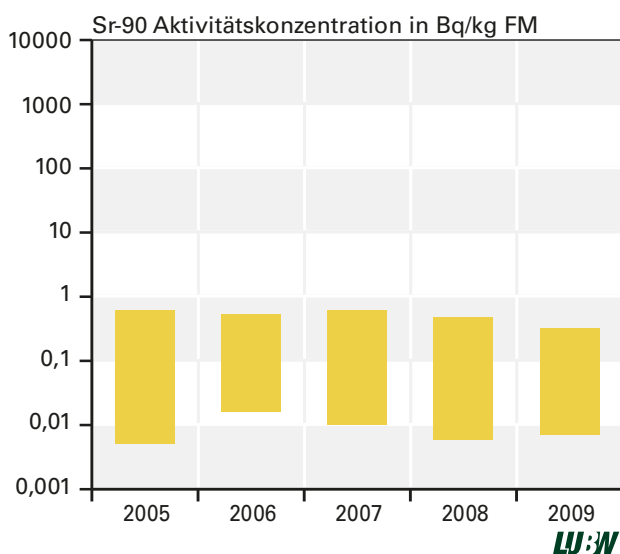
Im Überwachungszeitraum 2009 wurden ca. 140 Proben aus unterschiedlichsten Nahrungsmittel-Orten überwacht. Dies waren u.a. verschiedene Gemüse, Getreide, Obst, Milch und Wein. In wenigen dieser Proben wurde noch als einziger künstlicher Gammastrahler das vom Tschernobyl-Unfall herrührende Nuklid Cäsium-137 nachgewiesen. Seine Aktivitätskonzentration lag stets deutlich unterhalb von 0,1 Bq/kg Feuchtmasse (FM).



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in pflanzlichen Nahrungsmitteln seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in pflanzlichen Nahrungsmitteln seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Sr-90 Werte in pflanzlichen Nahrungsmitteln seit 2005

Die nachfolgende Abbildung zeigt die sortenabhängigen Schwankungsbereiche für die verschiedenen relevanten Radionuklidkonzentrationen des Kalium-40 und Strontium-90 aller untersuchten Nahrungsmittelproben.

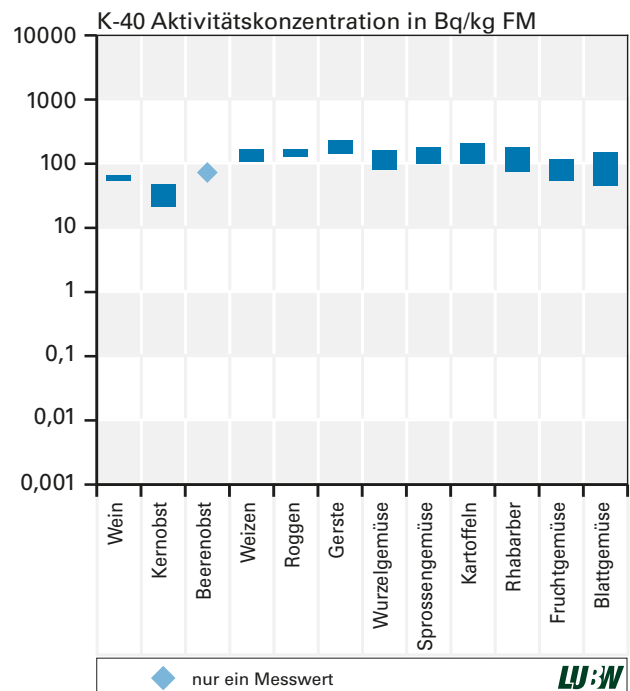
Ein großer Teil der Proben wurde ferner auf Sr-90 untersucht. Die nachfolgende Abbildung zeigt die sortenaufgelösten Schwankungsbereiche.

Die gefundenen Konzentrationen variierten innerhalb der untersuchten Lebensmittel zwischen 0,01 und 0,32 Bq/kg FM. Im Allgemeinen ist die Strontium-90-Aktivitätskonzentration in pflanzlichen Nahrungsmitteln umso kleiner, je höher der Wassergehalt der Probe ist und umgekehrt umso größer, je höher der Feststoffanteil liegt.

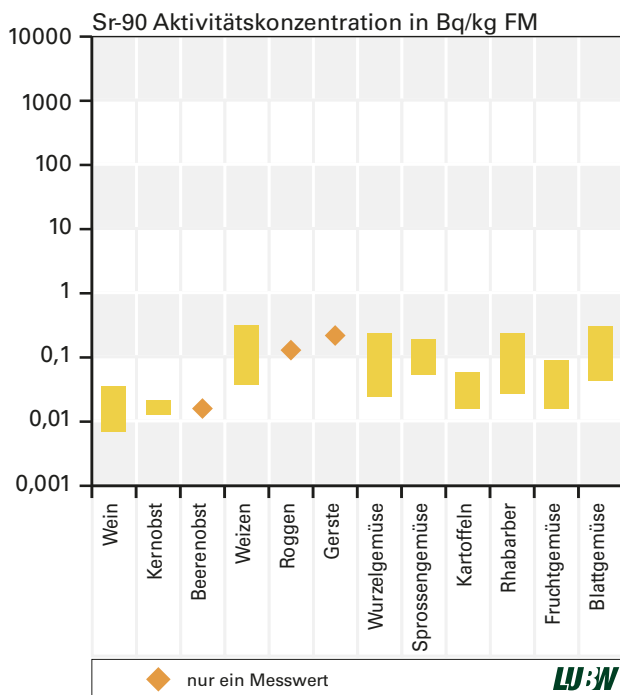
Insgesamt sind die hier dargestellten Lebensmittel nicht oder allenfalls unbedeutend durch den Betrieb der untersuchten kerntechnischen Anlagen beeinflusst.

Das Strontium-90 stammt hauptsächlich von den früheren oberirdischen Kernwaffenversuchen und nicht aus Emissionen der überwachten kerntechnischen Anlagen.

Die Tritium-Konzentrationen in den untersuchten Weinen (13 Proben) lagen im Berichtsjahr unterhalb der messtechnischen Nachweisgrenze. Sie stimmen mit den derzeit im



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in pflanzlichen Nahrungsmitteln



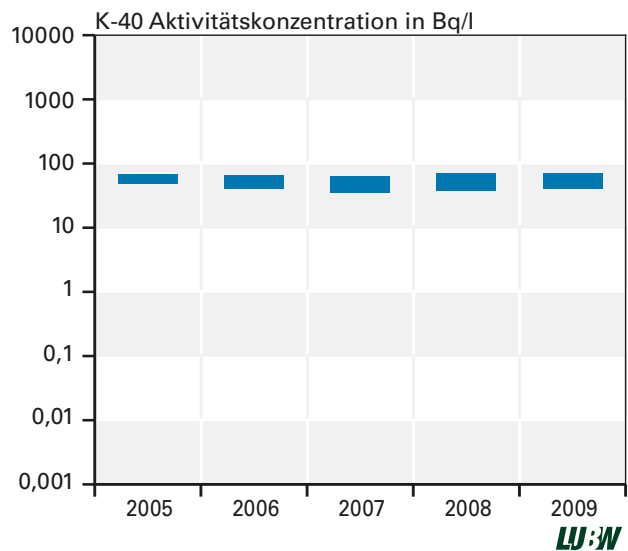
Schwankungsbereich der gemessenen Sr-90 Werte in pflanzlichen Nahrungsmitteln

Wasserkreislauf (oberflächennahe Wässer und Niederschläge) großräumig herrschenden Konzentrationen überein, die ebenfalls in der Mehrzahl unter der Nachweisgrenze von 8 Bq/l liegen. Künstliche Gamma-Strahler z.B. Cäsium-137 waren ebenfalls nicht nachweisbar. Die Kalium-40-Gehalte lagen zwischen 54 und 65 Bq/l. Die Strontium-90-Gehalte lagen zwischen 0,007 und 0,036 Bq/l.

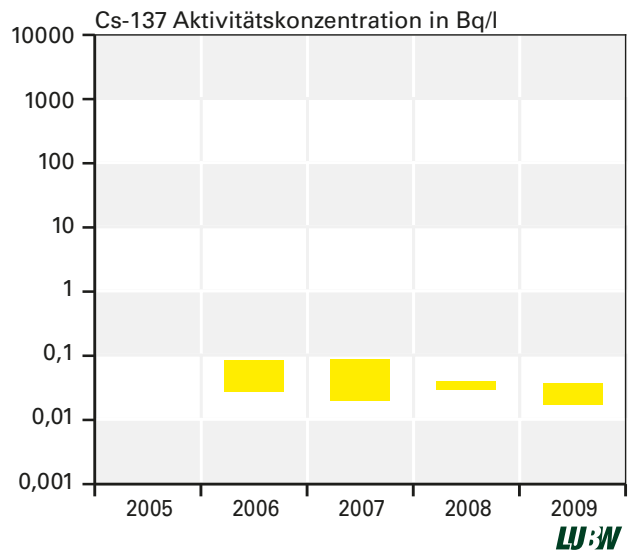
IV.1.7 Kuhmilch

Milch als wichtiges Lebensmittel wurde besonders während der Grünfütterperiode anhand von 48 Proben auf Radioaktivität überwacht. Dabei wurden bei den gammaspektrometrischen Messungen manchmal Spuren des künstlich erzeugten Radionuklids Cäsium-137 gefunden.

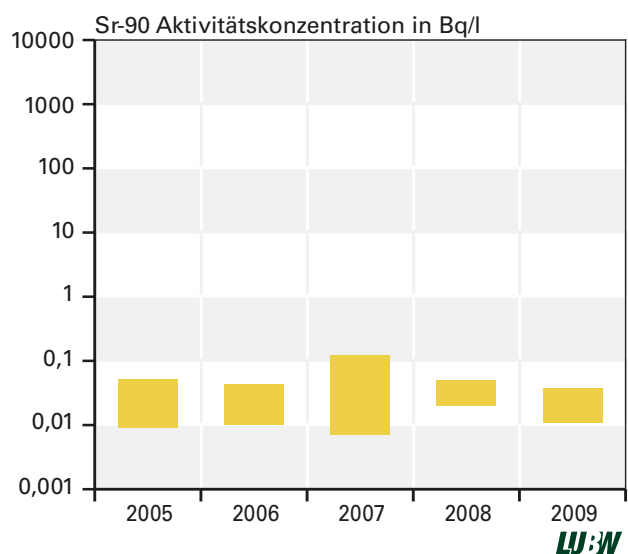
Das radiologisch besonders wirksame (kurzlebige) Jod-131 war in keinem Fall nachweisbar, so dass ein Einfluss der überwachten Anlagen auf dieses Nahrungsmittel ausgeschlossen werden kann. Zur Jod-131-Bestimmung wurden die Milchproben vor der gammaspektrometrischen Untersuchung über Ionenaustauscherharze geleitet und diese anschließend ausgemessen. Hierdurch konnten für Jod-131 Nachweisgrenzen zwischen 3 und 39 mBq/l erreicht werden.



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Milch seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in Milch. Im Jahr 2005 konnte kein Cs-137 nachgewiesen werden.



Schwankungsbereich der gemessenen Sr-90 Werte in Milch seit 2005

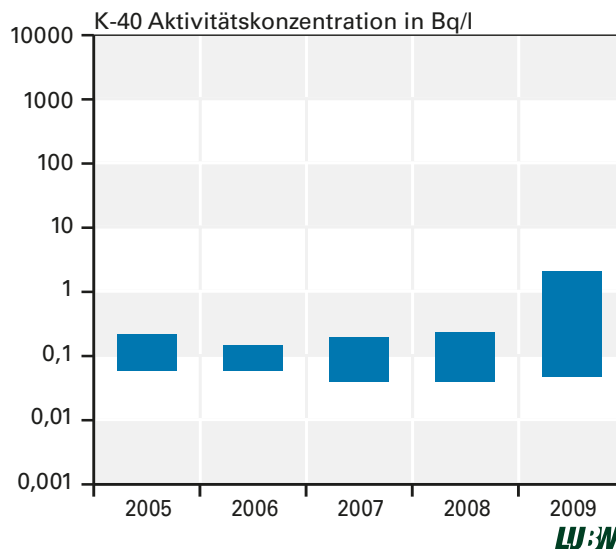
Das radiologisch besonders wirksame Strontium-90 ist hauptsächlich auf den Fallout früherer oberirdischer Kernwaffentests zurückzuführen.

Die aus Ableitungen der überwachten Anlagen über den sogenannten Milchpfad hervorgerufenen potenziellen Strahlenexpositionen sind unbedeutend. Sie gehen im Schwankungsbereich der sonstigen Strahlenexpositionsponenten bei diesem Nahrungsmittel unter. Zum Vergleich wird die natürlicherweise in jeder Kuhmilch vorliegende Kalium-40-Konzentration von durchschnittlich 50 Bq/l genannt. Diese führt beim Kleinkind zu einer Strahlendosis von 0,6 mSv/a, beim Erwachsenen zu < 0,2 mSv/a.

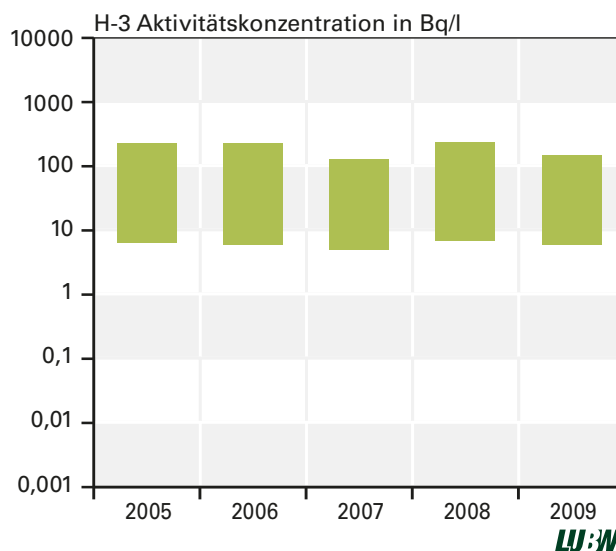
IV.1.8 Oberflächenwässer

In Oberflächenwasserproben war kein Kobalt-60 nachweisbar. Das natürlich vorkommende Radionuklid Kalium-40 konnte in etwas weniger als der Hälfte der genommenen Proben nachgewiesen werden und ist vermutlich auf Schwebstofffrachten der Flüsse oder Einträge kaliumhaltiger Dünger zurückzuführen. Das obere Ende des Schwankungsbereiches der Kalium-40 Werte ist vor allem durch zwei Messwerte von 2,1 und 0,6 Bq/l aus dem rheinland-pfälzischen Überwachungsbereich des Kernkraftwerkes Philippsburg bestimmt.

Der Beta-Strahler Tritium (ca. 102 Messungen) ließ sich öfter nachweisen. Im Einlauf des Kernkraftwerkes Philippsburg liegen die Werte durchweg unterhalb der Nachweisgrenze, in den Auslaufbauwerken wird Tritium infolge der genehmigten Ableitungen dagegen häufiger gemessen. Im Einlaufbauwerk des Kernkraftwerkes Neckarwestheim lagen die Werte ebenfalls unter der Nachweisgrenze. Im Einlauf des Kernkraftwerkes Obrigheim sowie in den Auslaufbauwerken der beiden Kernkraftwerke sind die Ableitungen von Tritium gut nachweisbar. Sie stammen z.T. aus eigenen Ableitungen sowie (bei Obrigheim) aus den Ableitungen des stromaufwärts gelegenen Kernkraftwerkes Neckarwestheim. Im Maximum wurde ein Wert (beim Auslauf des Kernkraftwerkes Neckarwestheim) von 150 Bq/l ermittelt. In der Nähe des Forschungszentrums Karlsruhe im Hirschgraben beim Sandfang VI und bei Baggerseen liegen die Werte nahezu immer unterhalb der Nachweisgrenze.



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Oberflächenwasser seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen H-3 Werte in Oberflächenwasser seit 2005

Die Ableitungen der Abwässer des Forschungszentrums Karlsruhe werden seit dem Jahr 2001 in den Vollrhein geführt. Früher wurden diese Abwässer in den Rheinniedrungskanal abgeleitet. Manche Oberflächenwässer und Brunnen der Region können deshalb heute noch Tritiumwerte über der Nachweisgrenze enthalten.

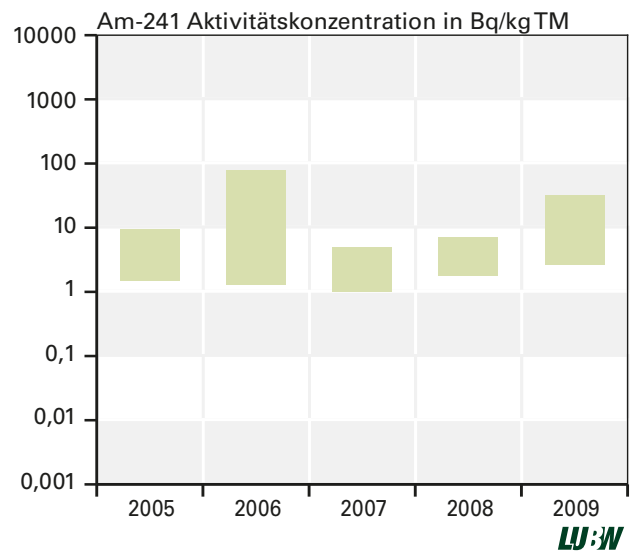
In Gewässern, die von kerntechnischen Anlagen unbeeinflusst sind, ist das durch frühere oberirdische Kernwaffentests entstandene Tritium infolge des radioaktiven Zerfalls mittlerweile so weit abgeklungen, dass die messtechnisch erreichbare Nachweisgrenze heute höher liegt als der rechnerische Gehalt an Tritium.

IV.1.9 Sedimente

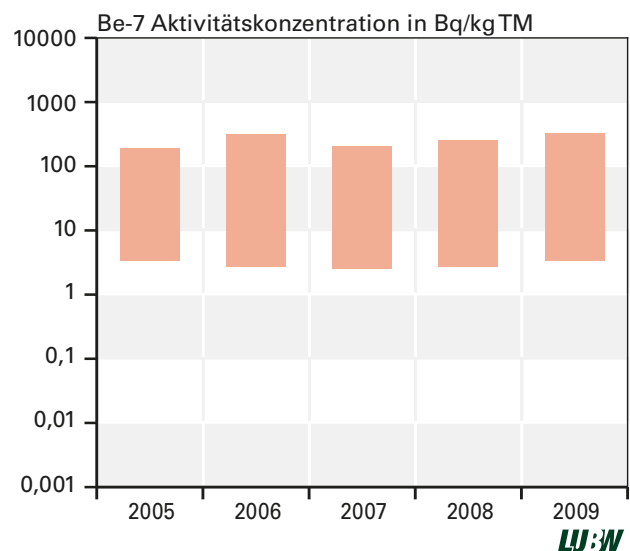
Sedimente und Wasserpflanzen sind gute Akkumulatoren von radioaktiven Stoffen und empfindliche Indikatoren von in geringen Mengen mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivitäten. Allerdings hängt das Vorkommen von Wasserpflanzen von vielen Faktoren ab (Strömungsgeschwindigkeit, Eutrophierung, Wassertemperatur etc.), weshalb sie als Untersuchungsmedium nicht besonders zuverlässig verfügbar sind. Deshalb wurden im Berichtszeitraum nur Sedimente beprobt. Überwacht wurde oberhalb der Kühlwasserentnahmestelle und unterhalb der Einleitung der Abwässer. Bei allen kerntechnischen Anlagen wurden künstliche Radionuklide gefunden. Es ist durchaus möglich, dass die Cäsium-137-Konzentration oberhalb der kerntechnischen Anlage höher liegt als unterhalb. Das Nuklid Am-241 wurde nur beim Forschungszentrum Karlsruhe gefunden. Die ermittelten Werte, und besonders die durch Tschernobyl bedingten, schwanken wegen der schwierigen ufernahen Probenahme und wegen der unterschiedlichen limnologischen Verhältnisse der beprobten Gewässer sehr stark, so dass ein Vergleich der einzelnen Gebiete nicht ohne weiteres möglich ist.

Die Proben zur Überwachung von am Rhein gelegenen Kernkraftwerken erbrachten wiederholt Hinweise auf geringfügige Ableitungen von Spalt- / Aktivierungsprodukten über den Abwasserpfad. Radionuklide wie Kobalt-58 und Kobalt-60 haben ihren Ursprung eindeutig bei kerntechnischen Anlagen. Sie werden an anderen Orten in offener Form nicht verwendet. Die Spuren waren wegen des Ferntransports von Schwebstoffen in mehreren der untersuchten Sedimentproben nachzuweisen. Das für medizinische Anwendungen typische Radionuklid Jod-131, das auch aus kerntechnischen Anlagen herrühren könnte, war im Überwachungszeitraum in vier Sedimentproben nachzuweisen. Die Herkunft aus dem medizinischen Bereich liegt nahe, da dieses Nuklid auch in Klärschlämmen gefunden wird, die im Rahmen der allgemeinen Umweltüberwachung beprobt werden.

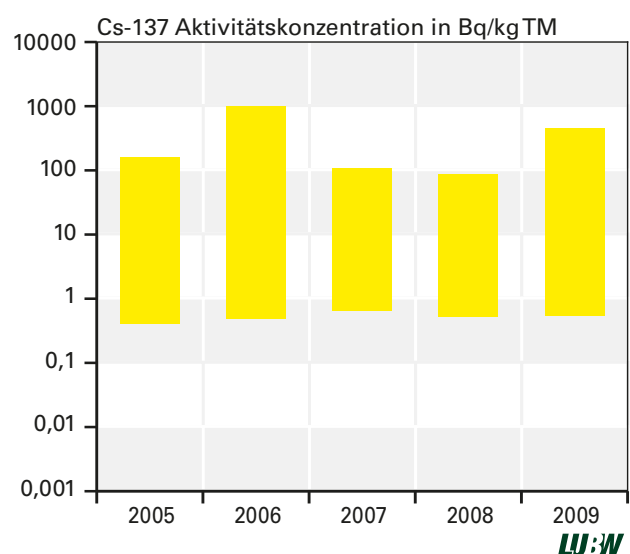
Die im Hirschkanal beim Forschungszentrum Karlsruhe festgestellten deutlich höheren Gehalte an Cäsium-137 in Sedimenten bis zu maximal 450 Bq/kg TM sind überwiegend auf Ableitungen der früheren Jahre über den Luftpfad aus den dortigen kerntechnischen Anlagen zurückzuführen.



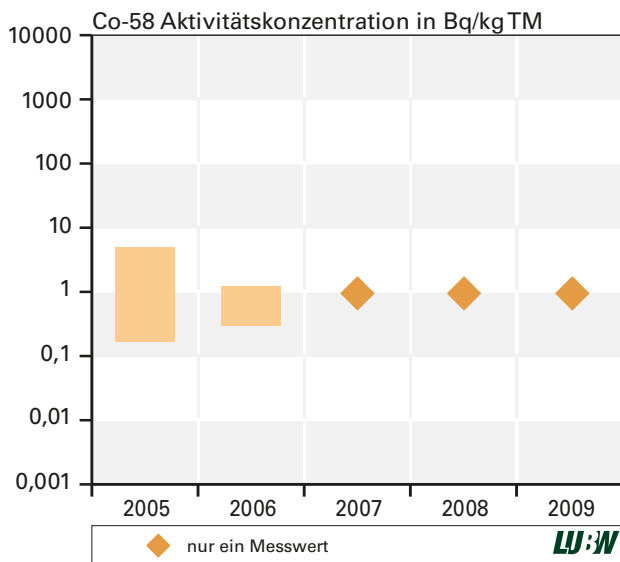
Schwankungsbereich der gemessenen Am-241 Werte in Sedimenten seit 2005 (Alle Werte beim FZK)



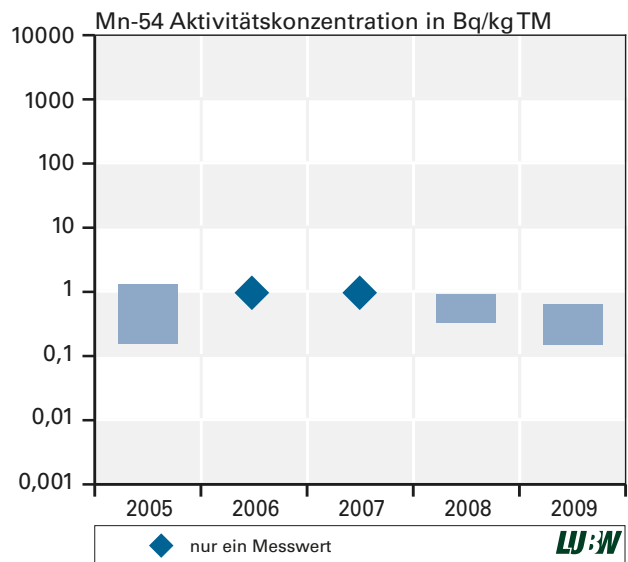
Schwankungsbereich der gemessenen Be-7 Werte in Sedimenten seit 2005



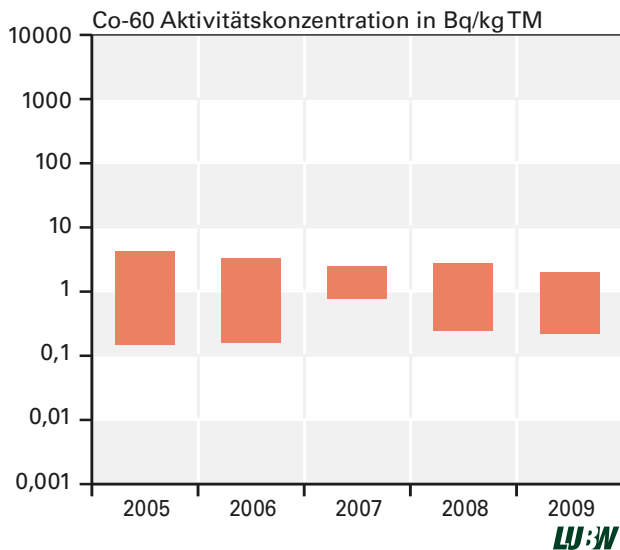
Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in Sedimenten seit 2005



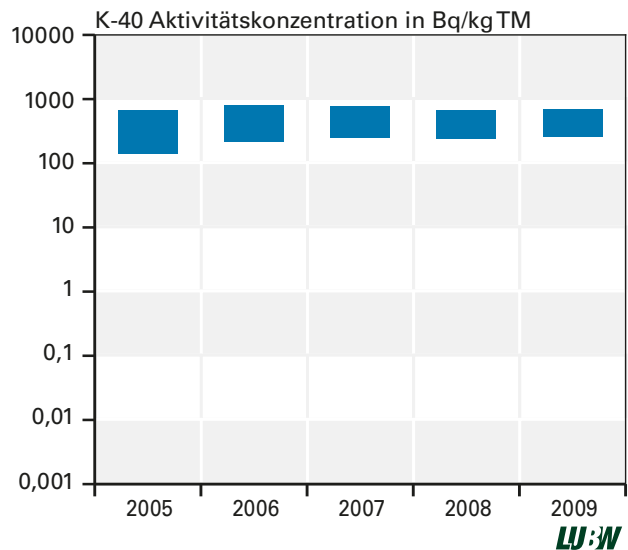
Schwankungsbereich der gemessenen Co-58 Werte in Sedi-
menten seit 2005



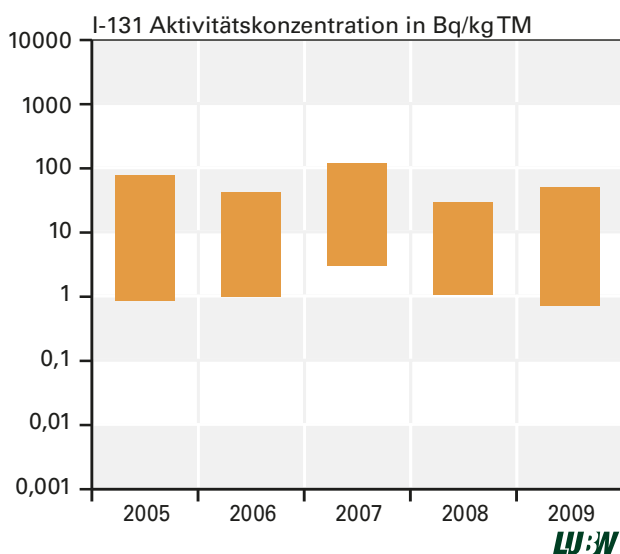
Schwankungsbereich der gemessenen Mn-54 Werte in Sedi-
menten seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Co-60 Werte in Sedi-
menten seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Sedi-
menten seit 2005



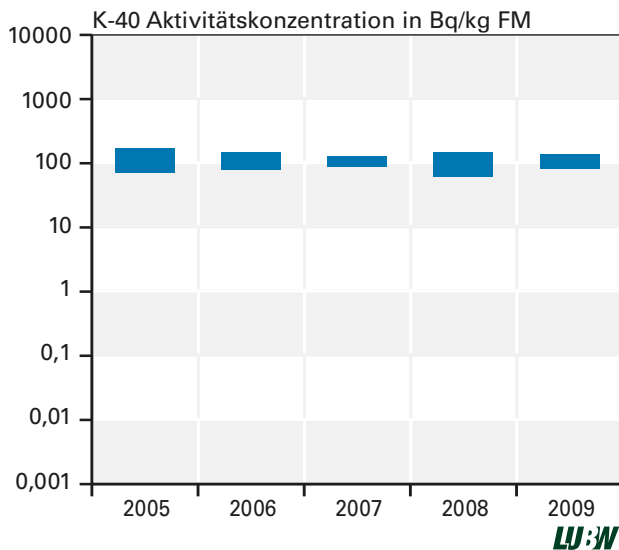
Schwankungsbereich der gemessenen I-131 Werte in Sedi-
menten seit 2005

ren. Die spezifische Aktivität kann mit den Gehalten des natürlichen Kalium-40 verglichen werden. Auch wurde dort wiederholt das langlebige Americium-241 nachgewiesen, das vor allem aus der früheren Aufarbeitung abgebrannter Brennelemente und aus der Abfallbehandlung stammt. Dieses Radionuklid wird bei der Kernenergienutzung nicht direkt erzeugt, es entsteht aus dem Vorgängernuklid Plutonium-241, das mit einer Halbwertszeit von 14 Jahren relativ rasch zerfällt. Die deutlich längere Halbwertszeit des Americium-241 von 432 Jahren sorgt jedoch dafür, dass dessen Aktivität länger vorhanden ist. Sein Konzentrationsmaximum wird erst in einigen Jahrzehnten erreicht werden.

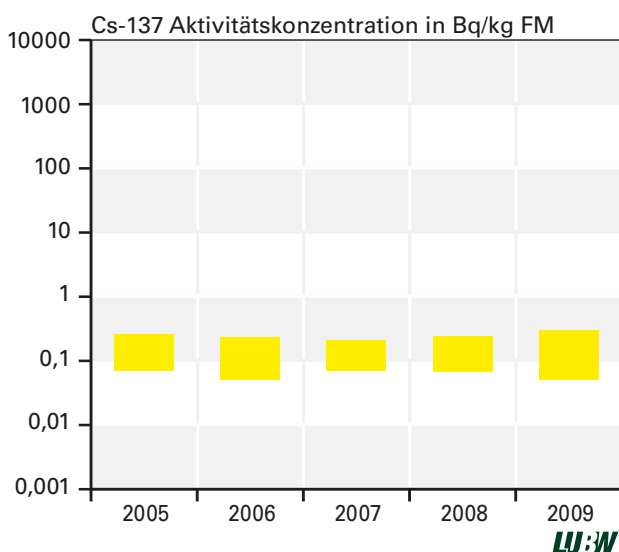
IV.1.10 Fischfleisch

Bei den untersuchten Fischen wurde mehrfach das Nuklid Cäsium-137 nachgewiesen. Die Konzentrationen lagen im Bereich der Nachweisgrenze. Wenngleich auch dieser radioaktive Stoff gammaspektrometrisch gut zu erfassen ist, so ist der festgestellte Gehalt für die Strahlendosis unbedeutend. Auch hier liegt nahe, dass dieses Radionuklid aus den Freisetzungen beim Reaktorunfall von Tschernobyl stammt und nicht aus den überwachten Anlagen. Die Kalium-40-Konzentration liegt um ein Vielfaches über den Werten von Cäsium-137.

Durch den Verzehr von Fisch mit den genannten Konzentrationen ergeben sich keine merklichen Beiträge zur Strahlenexposition des Menschen.



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Fischfleisch seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Cs-137 Werte in Fischfleisch seit 2005

IV.1.11 Trinkwasser

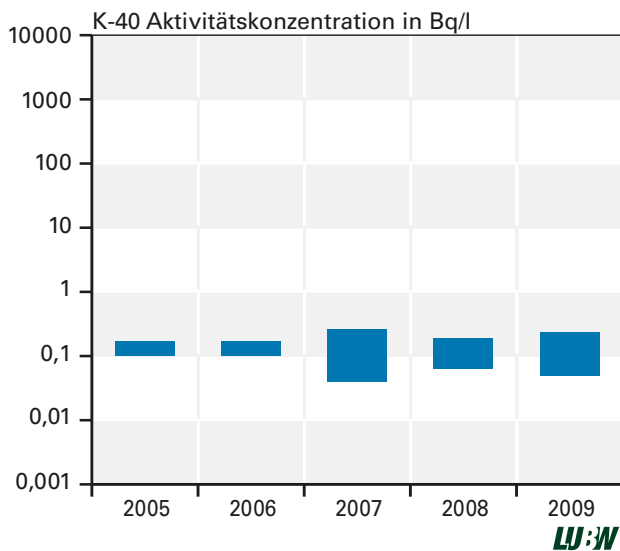
Im Berichtszeitraum wurden 34 Trinkwasserproben gammaspektrometrisch untersucht. Darin waren keine künstlichen gammastrahlenden Radionuklide nachweisbar, wobei eine Nachweisgrenze, bezogen auf Kobalt-60 zwischen 4 und 12 mBq/l, erreicht wurde.

Die stichprobenweise ermittelten Strontium-90-Gehalte bewegten sich beim Wasser im mBq-Bereich je Liter und sind langfristige Auswirkungen der früheren oberirdischen Kernwaffentestexplosionen.

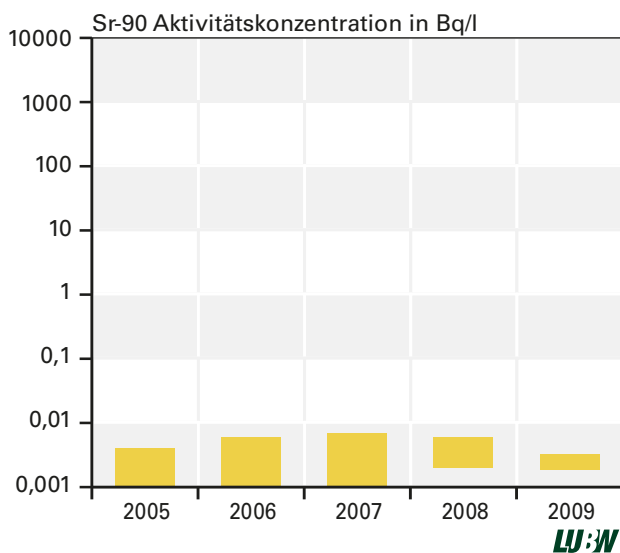
Bei den meisten Proben lagen die Tritiumgehalte der untersuchten Trinkwässer unter der Nachweisgrenze von etwa 8 Bq/l.

Im Gebiet nordwestlich des Forschungszentrums liegen die Tritiumgehalte im Wasser von Einzelwasserentnehmern noch gelegentlich über diesen Konzentrationen. Es ist anzunehmen, dass die meist sporadisch auftretenden Tritiumgehalte im Jahr 2009 auf Speicherungseffekten in dem komplexen Gewässersystem des Rheingrabens mit seinen Altrheinarmen beruhen. Die Anreicherung von Grundwasservorkommen mit Tritium ist auf frühere Austauscheffekte des in der Nähe befindlichen Rheinniederungskanal zurückzuführen, der über mehrere Jahrzehnte als Vorfluter für tritiumhaltige Abwässer des Forschungszentrums Karlsruhe gedient hatte und hiervon erst im Jahr 2001 durch eine direkt zum Rhein führende Abwasserleitung entlastet wurde. Der Grenzwert für Tritium in Trinkwasser liegt nach der geltenden Trinkwasserverordnung bei 100 Bq/l. Dieser Wert war stets unterschritten.

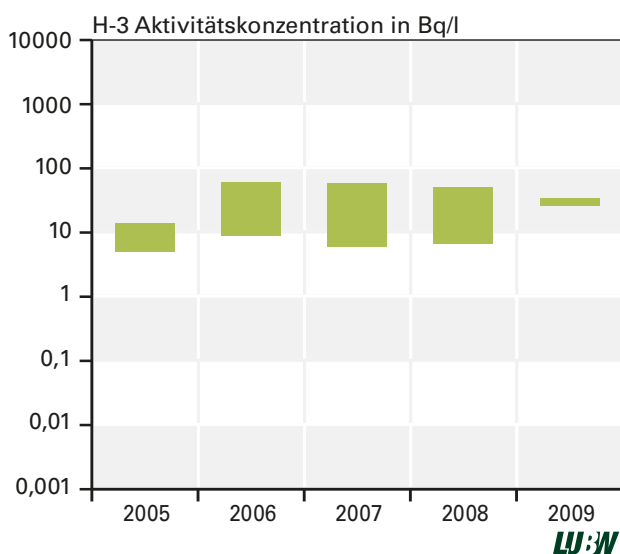
Eine radiologische Bewertung dieser festgestellten Maximalwerte zeigt, dass selbst dann, wenn der gesamte Trinkwasserbedarf mit dem Wasser der höchsten gemessenen Konzentrationen gedeckt würde, durch den Genuss dieses Trinkwassers weder ein Strahlendosisgrenzwert erreicht noch überschritten würde.



Schwankungsbereich der gemessenen K-40 Werte in Trinkwasser seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen Sr-90 Werte in Trinkwasser seit 2005



Schwankungsbereich der gemessenen H-3 Werte in Trinkwasser seit 2005

IV.2 BEWERTUNG DER METEOROLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

Die meteorologische Situation an den Kernkraftwerksstandorten ist abhängig von den jeweiligen topographischen Verhältnissen und damit von Standort zu Standort sehr unterschiedlich, hat sich jedoch in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert. Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- Bei Philippsburg weht der Wind zu 23% aus Süd-Westen, 11% aus Osten und zu 12% aus Norden. Es liegen praktisch kaum Wetterlagen unter 1 m/s vor.
- Bezüglich der Ausbreitungsverhältnisse zeigt der Standort Neckarwestheim die Besonderheit, dass keine dominierende Hauptwindrichtung vorliegt. Vielmehr kommt der Wind relativ gleichmäßig verteilt aus allen Windrichtungen mit 4 Maxima, mit Ausnahme der Richtungen von Nord-Ost bis Ost.
- Während bei Philippsburg stärkere Winde mit Geschwindigkeiten über 9 m/s zu etwa 3% vorhanden sind, treten diese bei Neckarwestheim aufgrund des höheren Geländeniveaus nur mit rund 9% und bei Obrigheim mit nur rund 2% auf.
- Der Hauptunterschied zwischen den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim bezüglich der Windgeschwindigkeiten liegt darin, dass bei Neckarwestheim im Vergleich zum Standort Philippsburg der Anteil der Windgeschwindigkeitsklasse I (0-1 m/s) mit gut 6% häufiger vertreten ist. Gleichzeitig ist bei Neckarwestheim der Anteil der Starkwinde (>9 m/s) deutlich höher als beim Standort Philippsburg.
- Beim Standort Obrigheim beeinflusst die Orographie deutlich die Ausbreitungsverhältnisse. Der Verlauf des Neckartales bestimmt die Windrichtung. Der mäanderartige Transport der Luftmassen durch das Tal bewirkt eine Reduktion der Windgeschwindigkeiten. Beim Standort Obrigheim ist zu 38% Wind unter 1 m/s zu beobachten im Gegensatz zu Philippsburg mit 2% und Neckarwestheim mit gut 6%.