

Autor: M. Zehringer

Wein / Radioaktivität

Regiokampagne der Kantone Aargau, Basel-Landschaft, Bern, Solothurn und Basel-Stadt (Federführung)

untersuchte Proben: 55 beanstandet: 0

Ausgangslage

Kohlenstoff-14 (Radiokarbon, ^{14}C) und Tritium (^3H) werden durch Kernreaktionen der kosmischen Strahlung mit Bestandteilen der Lufthülle erzeugt. ^{14}C wird in organische Moleküle eingebaut. ^3H gelangt organisch gebunden oder an Wasser gebunden (HTO) in Umlauf. In den 60er-Jahren wurden diese Kreisläufe erheblich gestört, indem durch Atombombentests künstlich erzeugtes ^3H und ^{14}C in der Atmosphäre freigesetzt wurde (insgesamt ca. 10^{20} Bq ^3H und $2 \cdot 10^{17}$ Bq $^{14}\text{C}^1$). Dank einem partiellen Stopp der oberirdischen Atombombentests nehmen diese Aktivitäten seit 1963 langsam wieder ab.



Radiocäsium und Radiostrontium sind einerseits Hauptbestandteile des Bombenfallouts, der seinen Höhepunkt in den Jahren 1962/63 hatte, andererseits waren sie im Fallout der Reaktorunfälle in Tschernobyl 1986 und in Fukushima 2011 enthalten. Diese Emissionen führten in der nördlichen Hemisphäre zu Cäsiumwerten von 2-3 Bq/L in Wein².

Untersuchungsziele

Die heutige Hintergrundbelastung von Schweizer Wein soll untersucht werden. Nach unseren Kenntnissen wurde Schweizer Wein bis anhin nicht auf radioaktive Rückstände untersucht.

Gesetzliche Grundlagen

Seit der Ausserkraftsetzung der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung besteht für die radiologische Beurteilung von Schweizer Wein keine gesetzliche Grundlage mehr. Zur Beurteilung der Untersuchungen wurden deshalb modifizierte Richtwerte und abgeleitete Konzentrationen (AK-Werte)³ der Trinkwasserverordnung (TBDV) herangezogen. Die Richt- und AK-Werte der TBDV wurden mit einem Faktor 20 multipliziert (folgend aus der Konsummenge von durchschnittlich 37 Liter Wein pro Jahr⁴, gegenüber 730 Liter Wasser pro Jahr).

Aufgrund des Reaktorbrandes in Tschernobyl von 1986 hat das Bundesamt für Gesundheit (BAG) eine *Verordnung über die Einfuhr und das Inverkehrbringen von Lebensmitteln, die aufgrund des Unfalls im Kernkraftwerk Tschernobyl mit Cäsium kontaminiert sind (Tschernobyl-Verordnung)* erlassen⁵. Somit können die mituntersuchten Weine aus den osteuropäischen Ländern gemäss Tschernobyl-Verordnung beurteilt werden.

Prüfparameter	modifizierter Richt- und AK-Werte der TBDV	Tschernobyl-Verordnung
Radiocäsium ($^{134+137}\text{Cs}$)	220 Bq/L	600 Bq/L
Radiokarbon (^{14}C)	4'000 Bq/L	
Radiostrontium (^{90}Sr)	98 Bq/L	
Uran	600 µg/L	
Tritium (^3H)	2'000 Bq/L	

¹ Fischer E, Müller H, Rapp A und Steffan H. Tritium- und Kohlenstoff-14-Gehalte von Weinen verschiedener Jahrgänge der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 171, 269-271 (1980).

² Pravikoff M S und Hubert P. Dating of wines with cesium-137: Fukushima's imprint.

³ Abgeleitete Konzentrationen sind Richtwerte, die beim Konsum von 730 Liter Wasser zu einer jährlichen Dosis von 0.1 mSv führen. Diese AK-Werte sind der Richtlinie 2013/51/EUROATOM des EU-Rates entnommen. Die TBDV basiert auf dieser Norm.

⁴ <https://www.tagesanzeiger.ch/leben/essen-und-trinken/schweizer-trinken-pro-kopf-50-flaschen-wein-im-jahr/story/15037843>

⁵ Verordnung des BLV über die Einfuhr und das Inverkehrbringen von Lebensmitteln, die aufgrund des Unfalls im Kernkraftwerk Tschernobyl mit Cäsium kontaminiert sind (Tschernobyl-Verordnung) vom 16.12.2016 (Stand: 1.5.2017).

Modifizierte Richt- und AK-Werte der Trinkwasser-Verordnung (TBDV). Es wurde eine Verzehrsmenge von 37 Litern Wein pro Jahr zugrunde gelegt. Für die Weine aus den osteuropäischen Ländern und der Türkei gilt für ^{137}Cs der Höchstwert der Tschernobyl-Verordnung.

Probenbeschreibung

Die Lebensmittelkontrollen der teilnehmenden Laboratorien erhoben lokal produzierte Rot- und Weissweine. Zusätzlich wurden acht Rotweine aus dem Tessin und der Bündner Herrschaft sowie fünf Rotweine aus osteuropäischen Ländern (Österreich (1), Serbien (1), Türkei (2) und Ungarn (1)) mituntersucht. Die Weine setzten sich aus den nachfolgend aufgelisteten Rebsorten zusammen.

Rotweine	Anzahl Proben
Blauburgunder (Pinot Noir)	20
Merlot	4
Cabernet sauvignon	1
Plavac	1
Öküzgözü	2
Zweigelt	1
Cuvé pinot noir&dorsa	1
Weissweine	
Gutedel (Chasselas)	7
Riesling-Sylvaner (Müller-Thurgau)	7
Federweisser (Blanc de pinot noir)	4
Weissburgunder (pinot blanc)	3
Grauburgunder (pinot gris)	1
Sauvignon blanc	1
Bacchus	1
Cuvé blanc	1
TOTAL	55

Prüfverfahren

Radiokarbon (^{14}C)

Die Weinproben wurden vorgängig zur Messung destilliert. Die Analyse wurde in den ersten 20 mL Destillat mit Flüssigszintillation durchgeführt. Erfassbar war nur der verflüchtigbare Anteil der ^{14}C -haltigen Inhaltsstoffe.

Tritium (^3H)

Die Weinproben wurden vorgängig zur Messung destilliert, um Farbstoffe und störende Betastrahler (z.B. ^{14}C , ^{40}K) zu entfernen. Die LSC-Messung wurde in der dritten 20mL-Fraktion des Destillats bestimmt. Erfasst wurde lediglich das wassergebundene Tritium.

Radiocäsium ($^{134+137}\text{Cs}$)

Zur Bestimmung des Radiocäsiums und weiterer Radionuklide wurde der Wein in 1L-Ringschalen abgefüllt und mit hochauflösenden Gammaskpektrometern während mindestens 24 Stunden ausgezählt. Für die Identifizierung und Quantifizierung der Radionuklide wurden folgende Emissionslinien (Emissionswahrscheinlichkeit in %) verwendet: ^{134}Cs : 569 keV (15.4), 605 keV (97.6) und 796 keV (85.5), ^{137}Cs : 662 keV (84.6). ^{40}K : 1461 keV (10.67).

Radiostrontium (^{90}Sr)

Die Bestimmung von Radiostrontium erfolgte über das Tochternuklid Yttrium-90 (^{90}Y). Diese beiden Radionuklide stehen im Gleichgewicht, vorausgesetzt, dass die Probe mindestens 20 Tage alt ist. 500 mL Wein wurde im Ofen bei 600°C kalziniert. Dann wurden ^{90}Sr und ^{90}Y aus der Aschelösung ausgefällt. Anschliessend wurde das ^{90}Y durch eine Hydroxidfällung von ^{90}Sr abgetrennt und in Yttriumoxalat umgefällt. Das Präzipitat wurde mit dem Gasproportionalzähler (β -Counter) während drei Tagen ausgezählt.

Uran ($^{234+238}\text{U}$)

Das Uran wurde direkt aus dem 1:1 verdünnten, angesäuerten Wein an einer Diphonix-Ionenaustauscherphase adsorbiert und anschliessend mit der Alphaspektrometrie (Siliziumsperrschicht-Zähler) während 24 Stunden ausgezählt. Zur Kontrolle wurde ^{232}U als Tracer mitgeführt. Der Urangehalt wurde über die ^{238}U -Aktivität berechnet (der Hauptanteil von natürlichem Uran besteht zu 99.99% aus dem Isotop ^{238}U).

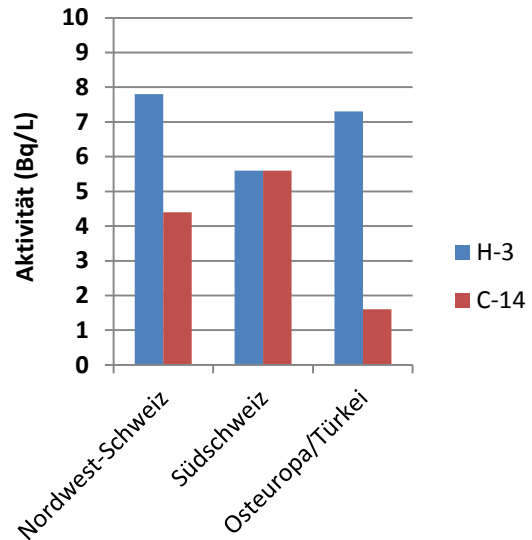
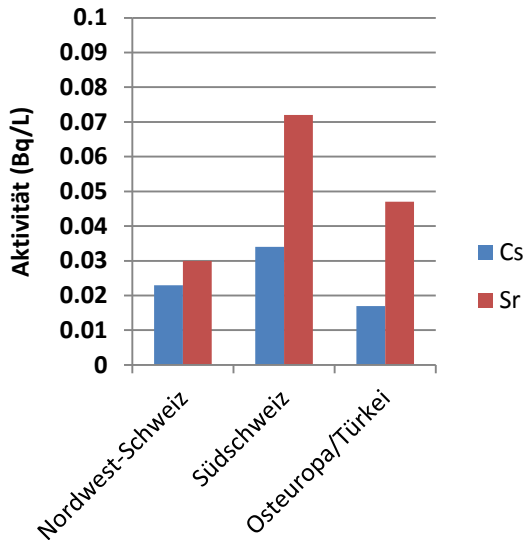
Resultate

Schweizer Weine	Einheit	Richtwert	Weissweine	Rotweine	Alle Weine
Kalium-40 (^{40}K)	Bq/L		25 ± 8 (25)	31 ± 7 (25)	28 ± 8 (50)
Radiocäsium ($^{134+137}\text{Cs}$)	Bq/L	220 / 600	0.02 ± 0.01 (2)	0.04 ± 0.02 (6)	0.03 ± 0.02 (8)
Radiokarbon (^{14}C)	Bq/L	4'000	4.7 ± 5.2 (25)	4.4 ± 4.0 (24)	4.5 ± 4.6 (49)
Radiostrontium (^{90}Sr)	Bq/L	98	0.03 ± 0.02 (13)	0.05 ± 0.03 (10)	0.04 ± 0.03 (23)
Uran	µg/L	600	5.0 ± 4.3 (15)	3.3 ± 1.0 (20)	4.0 ± 3.0 (35)
Tritium (^3H)	Bq/L	2'000	9.5 ± 5.1 (10)	5.1 ± 0.8 (7)	7.7 ± 4.4 (17)

- ^{40}K konnte in allen Weinproben nachgewiesen werden (Mittelwert: 28 Bq/L). Es ist massgeblich für die Gesamtdosis im Wein (ca. 6 µSv/Jahr).
- Radiocäsium stammt einerseits vom Fallout der Atombombentests (global Fallout), andererseits wurde es beim Reaktorbrand in Tschernobyl freigesetzt und auf den Böden abgelagert. Fünf der acht erhobenen Tessiner und Bündner Weine wiesen im Schnitt 0.03 Bq/L ^{137}Cs auf. In der übrigen Schweiz wurde ^{137}Cs nur in drei von 42 Weinen nachgewiesen (Mittelwert: 0.02 Bq/L). Diese schwache, aber signifikant höhere Kontamination der Tessiner und Bündner Weine ist auf das stärkere Washout des Tschernobyl-Fallouts im Mai 1986 zurückzuführen.
- Der radioaktive Kohlenstoff (^{14}C) stammt hauptsächlich vom Bombenfallout sowie aus AKWs und der Industrie (z.B. bewilligte Verbrennung von ^{14}C -haltigen Stoffen). Der Mittelwert aller Schweizer Weine betrug 4.5 Bq/L, bzw. 1.9 Bq/g C⁶. Die vorgefundenen Werte lagen alle deutlich unter dem Richtwert von 4'000 Bq/L. Abgesehen von vier auffälligen Werten wiesen die Schweizer Weine Aktivitäten zwischen 1 und 10 Bq/L auf (entsprechend 0.4 bis 4 Bq/gC). Drei Baselbieter Weissweine zeigten erhöhte Aktivitäten (12, 16 und 19 Bq/L), ein Weisswein vom Bielersee (15 Bq/L) und ein Tessiner Merlot 15 Bq/L waren auch auffällig. Ein Zusammenhang zwischen den erhöhten Werten und den AKW-Standorten war jedoch nicht ersichtlich. Die Aargauer, Berner und Solothurner Weine waren nicht auffällig.
- Beim Radiostrontium sind die Weine aus dem Tessin und dem Bündnerland mit 0.07 Bq/L deutlich höher als in der übrigen Schweiz (andere Schweizer Kantone: 0.03 Bq/L). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der jährlichen Untersuchung der Milch von Tessiner und Bündner Bauernhöfen⁷. Die beobachteten Differenzen sind auf die starke Kontaminierung der Böden in der Südschweiz durch den Tschernobylfallout zurückzuführen.
- Uranspuren waren in 35 Weinen nachweisbar. Mit einer Ausnahme lag die Konzentration um 4 µg/L, also deutlich unter dem Richtwert von 600 µg/L. Ein Basler Weisswein (Pinot gris) enthielt 16 µg U/L.
- Tritium kann von der tritiumverarbeitenden Industrie und aus AKWs stammen. Die Belastung der Schweizer Weine mit Tritium ist mässig (7.7 ± 4.4 Bq/L). Lediglich in 17 der 50 Weine konnte Tritium nachgewiesen werden. Zwei Chasselas-Weine vom Bielersee wiesen leicht erhöhte Werte auf (15 und 21 Bq/L). In Weinen aus den AKW-Standortkantonen Aargau und Bern konnte häufiger Tritium nachgewiesen werden (16 von 20 Proben waren positiv), der Mittelwert von 7.8 ± 4.6 Bq/L entspricht jedoch dem Schweizerischen Mittelwert.

⁶ Üblicherweise wird der ^{14}C -Gehalt pro Gramm Kohlenstoff angegeben, unter der Annahme das das meiste ^{14}C organisch gebunden vorliegt, im Wein ist es vorwiegend im Alkohol gebunden (1g Ethanol entspricht 0.522 g Kohlenstoff).

⁷ Bundesamt für Gesundheit: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz. Berichtsjahr 2018. Kp5. Radioaktivität in Lebensmitteln.



Vergleich der Mittelwerte in Wein aus der Nordwest-Schweiz, der Südschweiz und aus Osteuropa

Schlussfolgerungen

- Die nachgewiesene Radioaktivität in Schweizer Weinen kann als gering bezeichnet werden und entspricht der Hintergrundbelastung. Dies zeigt sich deutlich bei den Falloutparametern Radiocäsium und Radiostrontium. Der Fallout von Tschernobyl hatte einen markanten Anstieg der Aktivitäten in den Böden (Hintergrundbelastung) zur Folge. Da die Weinrebe die untersuchten Nuklide nur schwach akkumuliert, stiegen die Aktivitäten im Wein in abgeschwächter Form an. Deutschland wurde damals, mit Ausnahme von Nordbayern und Teilen des Schwarzwaldes, weniger kontaminiert als die Schweiz. Die Aktivitäten in Deutschen Weinen sind auch dementsprechend kleiner (je ca. 0.01 Bq/L für ⁹⁰Sr bzw. ¹³⁷Cs für die Jahre 1983-1985⁸). Im Vergleich dazu in der Schweiz: 0.02 bzw. 0.03 Bq/L für ¹³⁷Cs und ⁹⁰Sr.
- Die berechnete effektive Folgedosis, berechnet aus den Mittelwerten der untersuchten Radionuklide und einem mittleren Konsum von 37 Litern Wein pro Jahr, beläuft sich auf ca. 7 µSv. Dabei ist zu erwähnen, dass alleine 6 µSv vom natürlichen Strahler ⁴⁰K stammen.

⁸ Hellmuth K, Wagner A und Fischer E. Zur Radioökologie der Weinrebe. Z. Lebensm Forsch (1989) 188:317-323.