

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 83 (1992)

Heft: 6

Artikel: Monitoring-Programm "Schwermetalle in Lebensmitteln". Teil IV, Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in Weinen auf dem Schweizer Markt. Teil B, Vorgehen, Resultate und Diskussion (1) = Monitoring programme heavy metals in food. Part IV, Lead, cadmium, copper, ...

Autor: Andrey, D. / Beuggert, H. / Ceschi, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982283>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Monitoring-Programm «Schwermetalle in Lebensmitteln»

IV. Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in Weinen auf dem Schweizer Markt

Teil B: Vorgehen, Resultate und Diskussion (1)

Monitoring Programme Heavy Metals in Food

IV. Lead, Cadmium, Copper, and Zinc in Wine on the Swiss Market

Part B: Methods, Results, and Discussion (1)

*D. Andrey, H. Beuggert, M. Ceschi, C. Corvi, M. De Rossa, A. Herrmann,
B. Klein, N. Probst-Hensch*

Einleitung

Das toxische Schwermetall Blei gehört zu den vorrangig zu erfassenden Elementen im Rahmen eines Monitoring-Programmes für Schwermetalle in Lebensmitteln. Die Einführung von verbleitem Treibstoff in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts hat dazu geführt, dass Blei heute ubiquitär vorkommt. Entsprechend liegt die Bleibelastung in der Bevölkerung rund 15- bis 30mal höher als im präindustriellen Menschen (2).

Gesundheitsbeeinträchtigungen wurden bis hinunter zu Bleikonzentrationen im Organismus festgestellt, die auch heute in der allgemeinen Bevölkerung durchaus noch üblich sind. Für viele dieser Effekte scheint es keinen No-effect-level zu geben (3).

Der Mensch ist heute einer Grundbelastung ausgesetzt – gegeben durch den Bleigehalt in Luft, Nahrungsmitteln und Getränken –, der er sich nur sehr schlecht entziehen kann. Diese Grundbelastung kann nur durch politische Entscheide, zum Beispiel durch die Einführung von bleifreiem Benzin, gesenkt werden.

Präventiv bedeutsam sind jedoch die Zusatzbelastungen, der sich eine Einzelperson entsprechend ihren Lebensgewohnheiten aussetzt, da sie Ansatzpunkte für kurzfristige Massnahmen zur Senkung der Bleilast des Organismus bilden. Ein Beispiel ist der Zusammenhang zwischen der Blutbleibelastung und dem Alkoholkonsum, auf den epidemiologische Studien verschiedentlich hingewiesen haben. Probanden, die täglich reinen Alkohol entsprechend einer Menge von einem halben bis einem Liter Wein konsumierten, hatten durchschnittlich rund 50% höhere

Blutbleikonzentrationen als abstinente Vergleichspersonen (4–7). Die Untersuchung einer repräsentativen Stichprobe der erwachsenen Bevölkerung des Kantons Basel-Stadt ergab, dass die mittlere Blutbleibelastung von Teilnehmern, die regelmässig Alkohol konsumierten, 30% über jener von abstinenten Personen lag. Dies war das Ergebnis einer multiplen linearen Regressionsanalyse, bei der die Störvariablen Geschlecht, Alter, Beruf und Rauchen mitberücksichtigt wurden (8). Das Resultat der Basler Blutbleistudie stimmte gut mit den Berechnungen einer dänischen Studie überein, die aufgrund eines multivariaten Modells zum Schluss kam, dass die tägliche Einnahme von 13,5 ml reinen Alkohols (entsprechend rund 1 Glas Wein) den Blutbleiwert um $0,5\text{--}1,0\text{ }\mu\text{g/dl}$ erhöht (9, 10). Die Untersuchung von 71 Alkoholikern in Venedig zeigte, dass sie in der Tat eine sehr hohe Bleibelastung aufweisen können; ihre mittlere Blutbleikonzentration betrug $36,6 \pm 12,2\text{ }\mu\text{g/dl}$ im Gegensatz zur mittleren Belastung von $13,5 \pm 4,6\text{ }\mu\text{g/dl}$ von 41 Personen, die weder rauchten noch täglich Alkohol tranken (11). Für den Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und Bleibelastung gibt es grundsätzlich zwei mögliche Erklärungen: Einerseits besitzt Alkohol eine resorptionsfördernde Wirkung und führt möglicherweise dazu, dass Blei aus verschiedenen anderen Quellen vermehrt absorbiert wird (12). Andererseits enthalten gewisse Alkoholika im Vergleich zu anderen Getränken und zur Nahrung viel Blei. Es ist unklar, ob dem Bleigehalt alkoholischer Getränke oder vielmehr deren resorptionsfördernder Wirkung eine grössere Bedeutung zukommt. Vergleicht man den durchschnittlichen Bleigehalt von europäischen Weinen ($50\text{--}100\text{ }\mu\text{g/l}$) (13) mit der Bleimenge, die der Schweizer täglich mit der Nahrung aufnimmt ($25\text{ }\mu\text{g}$) (14), spricht dies vielmehr für einen direkten Zusammenhang zwischen Blei im Wein und Bleibelastung des Menschen.

Gemäss bisherigen ausländischen Untersuchungen enthält Wein mehr Blei als Bier. Rund 90% der Flaschen- und Dosenbiere in England wiesen Bleikonzentrationen unter $10\text{ }\mu\text{g/l}$ auf (15), während der durchschnittliche Bleigehalt von Wein in Europa zwischen 50 und $100\text{ }\mu\text{g/l}$ liegt (13). Um beurteilen zu können, welche direkte Bedeutung für die Bevölkerungsbelastung dem Bleigehalt alkoholischer Getränke zukommt, ist Wein in der Schweiz auch in der Hinsicht am wesentlichsten, als rund 50% des reinen konsumierten Alkohols in Form von Wein genossen wird (16).

Elinder und Mitarbeiter (17) führten in Schweden eine Studie durch, um der Frage nach einem unterschiedlichen Einfluss einzelner Alkoholarten nachzugehen. Sie untersuchten 32 männliche Alkoholiker, die zur Behandlung in einer psychiatrischen Klinik waren. 17 Patienten konsumierten zum Zeitpunkt der Untersuchung 60–600 g reinen Alkohol pro Tag. 5 tranken nur Wein, 7 nur Spirituosen, die anderen beides. 15 Patienten hatten mindestens einen Monat lang vor der Untersuchung keinen Alkohol mehr angerührt. Die 5 Probanden, die nur Wein tranken, hatten einen mittleren Blutbleigehalt von $14,9 \pm 3,0\text{ }\mu\text{g/dl}$, die 7 Spirituosenkonsumenten $6,8 \pm 2,8\text{ }\mu\text{g/dl}$ und die 15 abstinenten Personen $5,5 \pm 2,0\text{ }\mu\text{g/dl}$. In der Basler Blutbleistudie hatten Personen, die am Vortag der Untersuchung nur Wein konsumiert hatten, im Mittel höhere Blutbleiwerte als Probanden, die am Vortag nur Bier getrunken hatten (8). Diese Resultate sprechen für eine vorrangige Analyse von Blei im Wein im Rahmen eines Monitoring-Programmes.

Die Kontaminationsquelle für das in praktisch allen Weinen enthaltene Blei ist nicht eindeutig identifiziert. In Deutschland untersuchte Weine enthalten einen Primärbleigehalt von ca. 20 µg/l. Der Primärgehalt an einem Spurenelement in Wein ist der natürliche Gehalt, der während Reifung und der Ernte in die Weintraube und den Wein gelangt und meist den charakteristischen und grössten Teil des Gesamtgehaltes ausmacht. Der Sekundärgehalt an einem Spurenelement ist eine Verunreinigung geogener und damit unvermeidbarer oder anthropogener und damit grundsätzlich vermeidbarer Herkunft. In Weinen aus Rebberglagen in Autostrassennähe können zum Beispiel erhöhte Sekundärgehalte an Blei nachgewiesen werden. Bei der Weinbereitung über Traubenernte, Weinbehandlung, Weinlagerung und Weinversand werden eine Reihe von Werkstoffen – hauptsächlich Metalle und Legierungen – gebraucht, durch die wegen Korrosion und Verschleiss überhöhte Sekundärgehalte auftreten können. So tragen korrodierte Bleikapseln, wenn das System Flasche-Kork-Kapsel nicht intakt ist, zur Migration von Korrosionsprodukten über den Kork in den Wein bei (12, 13, 18). In einer australischen Analyse wurden von 25% aller Weinhersteller eines Anbaugebietes Proben untersucht. Dabei setzten zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 1979 noch 50% Bleiarsenat als Insektizid ein. Der mittlere Gehalt der unter Anwendung von Bleiarsenat hergestellten Weine betrug 300 µg/l, während der mittlere Gehalt der Vergleichsproben bei 30 µg/l lag (19). Diese Behandlung der Rebe wird in Europa seit Jahren nicht mehr angewandt. Auch Kristallglas, das Bleioxid enthält, führt zur Kontamination: eine Studie berichtet über einen Portwein, der nach 4 Monaten Aufbewahrung in einer Karaffe mehr als 5000 µg Blei pro Liter aufwies (20).

Es drängte sich auf, eine Bestandesaufnahme des Bleigehaltes in Weinen auf dem Schweizer Markt durchzuführen. Die vorliegende Studie befasst sich hauptsächlich mit Weinen der unteren Preisklasse (weniger als Fr. 10.–/Liter), die $\frac{2}{3}$ des Konsums ausmachen. Die Untersuchungen wurden zum Teil noch auf die anderen relevanten Schwermetalle (Cadmium, Kupfer und Zink), im Sinne einer Vorabklärung ausgedehnt. Weiter wurden Versuche durchgeführt, um die Herkunft des Bleis zu erkennen. Es wird auch über eine zusätzliche Kampagne betreffend Weinflaschen mit Blei-Zinn-Folie berichtet.

Material und Methoden

Probenerhebung und -vorbereitung

Insgesamt wurden 867 Weinproben erhoben und analysiert. Davon waren 570 Rotweine, 227 Weissweine und 70 Roséweine. Die Verteilung auf die verschiedenen Herkunftsländer ist in Abbildung 1 dargestellt.

Bei der Probenahme wurden – wo bekannt – die folgenden Parameter registriert: Weinfarbe (rot, weiss, rosé), Bezeichnung, Herkunftsland, Produktionsgebiet, Jahrgang, Verpackung (Tank, Flasche, Flaschengrösse), Preis, Erhebungsort.

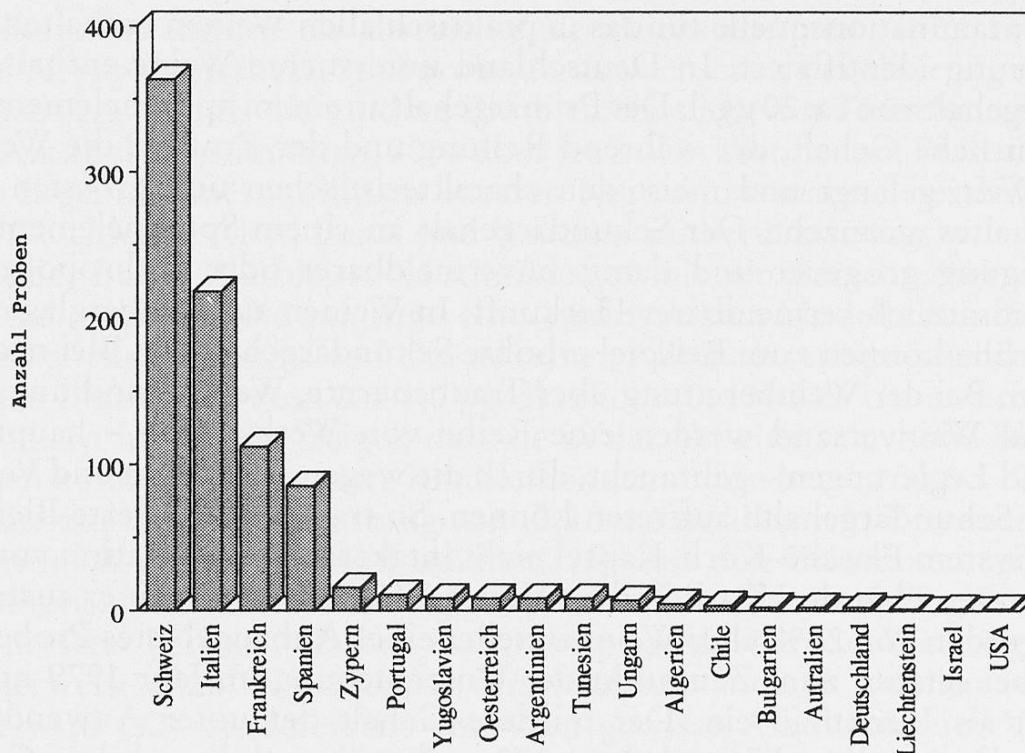


Abb. 1. Herkunft der Proben

Inländische Weine wurden fertig abgefüllt beim Produzenten oder im Handel erhoben. Ausländische Flaschenweine wurden im Handel erhoben. Ausländische Weine aus Tankwagen wurden durch die Zollämter mittels eines Gummischlauches direkt aus dem Tank in Glasflaschen abgefüllt und an die kantonalen Laboratorien versandt. Alle Proben wurden nach Eintreffen im Laboratorium mit 100 µl HNO₃ Suprapur zu 100 ml Wein angesäuert und bis zur Analyse in Polypropylenflaschen aufbewahrt.

Kontrolle der Verpackung (Kontamination)

Die Beeinflussung der Proben durch Kontamination aus Flaschen, Korken und Gummischlauch bei der Probenahme durch die Zollorgane wurde mittels Bestimmung der an Essigsäure (4%, 24 Stunden) abgegebenen Bleimengen ermittelt. Die 20 so geprüften Probeflaschen gaben alle weniger als 2 µg Blei pro Liter ab. Die 20 geprüften neuen Korkzapfen wiesen Bleiabgaben im Bereich von weniger als 2 bis 8 µg Blei pro cm² auf. Durch diese Kontaminationen ist in den untersuchten Proben mit einer Erhöhung der Bleigehalte um einige µg zu rechnen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass auch bei der kommerziellen Flaschenabfüllung dieselben Effekte zumindest teilweise zu vergleichbaren Zunahmen der Bleigehalte führen. Der Gummischlauch gab beim Abhebern keine messbaren Blei- oder Cadmiumkonzentrationen an 4% Essigsäure ab.

Bestimmungsmethoden

Die Bleibestimmungen erfolgten mittels Graphitrohrföfen-AAS ohne Mineralisation der Proben. Kohlensäurehaltige Proben wurden durch Behandlung mit Ultraschall entgast. Trübe Proben wurden durch einen Faltenfilter filtriert.

Bleibestimmung mit Zeeman-Kompensation

0,5 ml Wein mit 1 ml Matrixmodifizier (13 ml NH₂₅% + 11,7 ml H₃PO₄ 85% ad 1000 ml mit H₂O) und mit 0,5 ml HNO₃ 65% versetzen. 20 µl dieser Lösung analysieren. Wellenlänge 283,3 nm, Spalt 0,7 nm, Temperaturprogramm siehe Tabelle 1. Bestimmung mittels externer Eichung.

Bleibestimmung mit Deuterium-Kompensation

10 ml Wein mit 20 ml Wasser versetzen. Je 100 µl dieser Lösung mit 100 µl Matrixmodifizier (3 g (NH₄) H₂PO₄ + 1 g Mg(NO₃)₂ ad 100 ml mit H₂O), enthaltend 0, 40, 80 und 120 µg/l Pb, versetzen. Je 20 µl dieser Lösungen analysieren. Wellenlänge 283,3 nm, Spalt 0,7 nm, Temperaturprogramm siehe Tabelle 2. Bestimmung mittels Standardadditionsmethode.

Tabelle 1. Temperaturprogramme für Bleibestimmung mit Zeeman-Untergrundkompensation

Step	Temperatur (°C)	Ramp (s)	Hold (s)	
1	90	10	20	READ
2	120	10	15	
3	800	5	10	
4	900	10	20	
5	1800	0	5	
6	2650	1	8	

Tabelle 2. Temperaturprogramm für Bleibestimmung mit Deuterium-Untergrundkompensation

Step	Temperatur (°C)	Ramp (s)	Hold (s)	
1	90	5	10	READ
2	130	5	10	
3	850	20	20	
4	2400	1	4	
5	2650	1	3	

Die Qualität der Bleibestimmungen wurde in drei Schritten überprüft:

Ringversuch

Teil A dieser Arbeit (1) berichtet ausführlich über den Ringversuch. Es ging daraus hervor, dass die Resultate der Laboratorien gut übereinstimmen. Die Analyse eines Kunstweines mit bekanntem Bleigehalt von $50 \mu\text{g/l}$ durch alle an der vorliegenden Arbeit teilnehmenden Laboratorien ergab einen Mittelwert von $53,9 \mu\text{g/l}$.

Analyse einer Kontrollprobe

Als Kontrollprobe diente ein Wein, welcher in allen Laboratorien innerhalb der Messserien in regelmässigen Abständen immer wieder gemessen wurde. Die Resultate dieser Qualitätsprüfung sind in Abbildung 2 dargestellt.

Vergleich der Durchschnittswerte der einzelnen Laboratorien für italienische Rotweine

Tabelle 3 gibt Auskunft über die Resultate dieses Tests. Trotz der beschränkten Aussagekraft ergibt sich daraus ein zusätzlicher Hinweis auf eine gute Analytik.

Die Qualitätskontrolle zeigt gesamthaft eine gute Qualität der Analysenresultate an. Der Grund dafür liegt wohl darin, dass die angewendeten Methoden keinen Aufschluss beinhalten. Es ist allgemein bekannt, dass der Aufschluss die wichtigste Fehlerquelle bei Metallspurenanalysen darstellt.

Die Streuung der Messwerte innerhalb wie auch zwischen den Laboratorien führt statistisch zu einer gewissen Verbreiterung der Verteilungskurven. Wenn sich

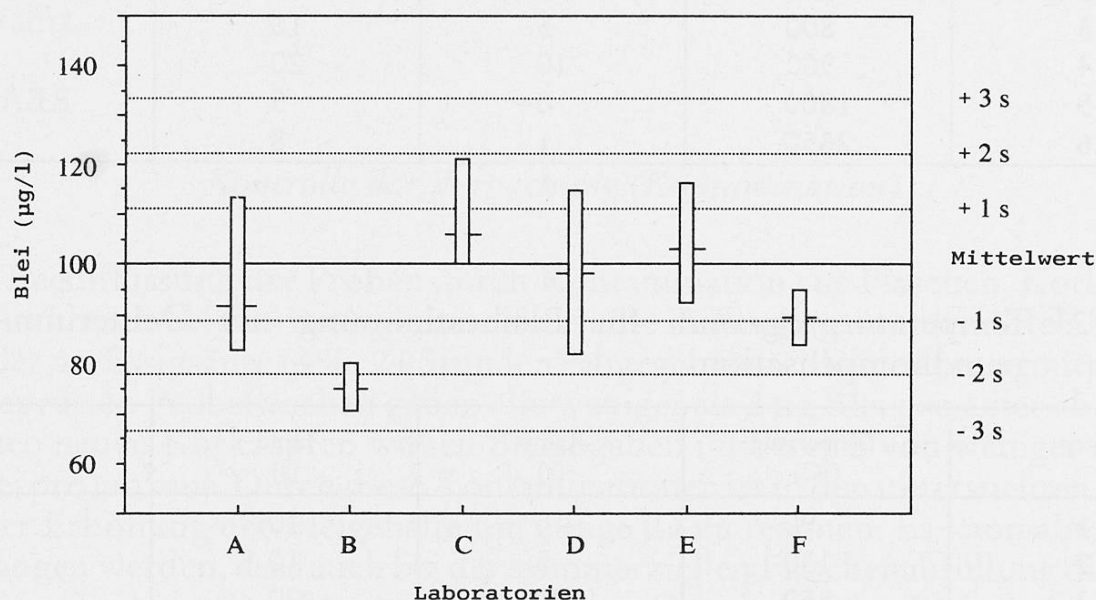


Abb. 2. Qualitätskontrolle: Resultate der einzelnen Laboratorien für Blei in der Kontrollprobe

Tabelle 3. Bleiresultate der beteiligten Laboratorien für italienische Rotweine

Laboratorium	Anzahl	Mittelwert
A	64	82,8
B	11	79,4
C	25	75,7
D	6	74,8
E	43	74,7
F	31	62,0

bei Vergleichen zwischen Probengruppen trotz dieser Verbreiterung Unterschiede ergeben, so bedeutet das, dass die Signifikanz dieser Unterschiede in Wirklichkeit grösser ist als analytisch gefunden wurde. Auf die Richtigkeit der ermittelten Mittelwerte (Verteilungsmaxima) hat die Verbreiterung der Verteilungskurven keinen Einfluss.

Resultate

Blei

Die Verteilung der 867 gemessenen Bleigehalte ist in Abbildung 3 und Tabelle 4 dargestellt. Es ergab sich ein arithmetischer Mittelwert von 57,1 µg/l, ein Median von 51,0 µg/l, ein Minimalwert von 3 µg/l und ein Maximalwert von 326 µg/l.

Einfluss der Weinfarbe

Zwischen Rot-, Rosé- und Weissweinen ergeben sich signifikante Unterschiede. Wie Abbildung 4 und Tabelle 4 zeigen, nehmen die Bleigehalte in der Reihenfolge weiss – rosé – rot zu. Rotweine enthalten durchschnittlich fast doppelt so viel Blei wie Weissweine. Dies ist teilweise darauf zurückzuführen, dass aus Ländern mit hohen durchschnittlichen Bleigehalten im Wein vorwiegend Rotweine importiert werden, was den Mittelwert der Bleigehalte der untersuchten Rotweine erhöht. Die

Tabelle 4. Bleigehalte der Weine in µg/l

Farbe	Rot	Rosé	Weiss	alle
Anzahl	570	70	227	867
Arithmetischer Mittelwert	65,7	49,5	38,0	57,1
Median	57,0	49,0	30,0	51,0
Minimum	14	11	3	3
Maximum	326	110	168	326

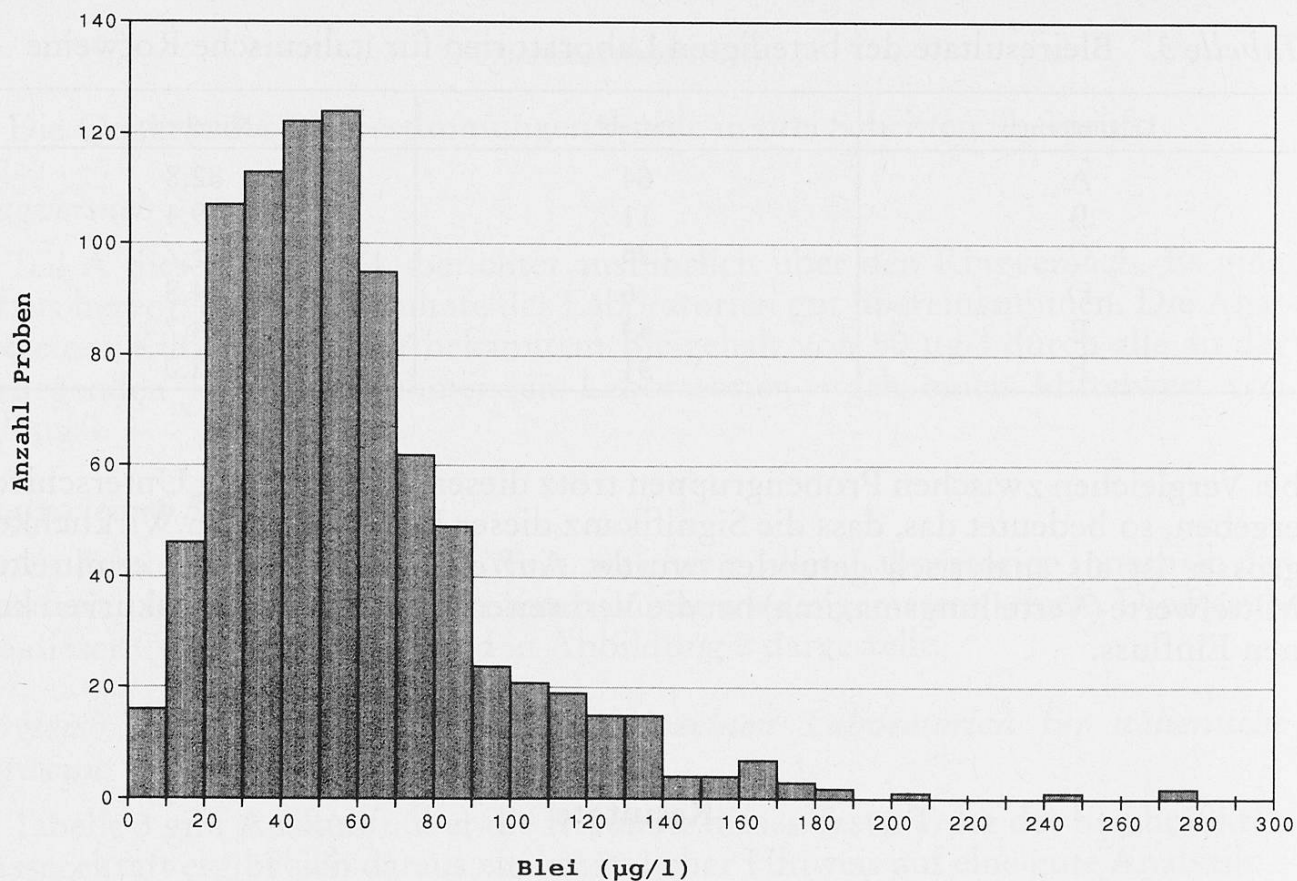


Abb. 3. Verteilung der Bleigehalte aller Weinproben

Unterschiede zwischen den Weinfarben werden im Abschnitt «Ursachen der Bleigehalte in Weinen» weiter diskutiert.

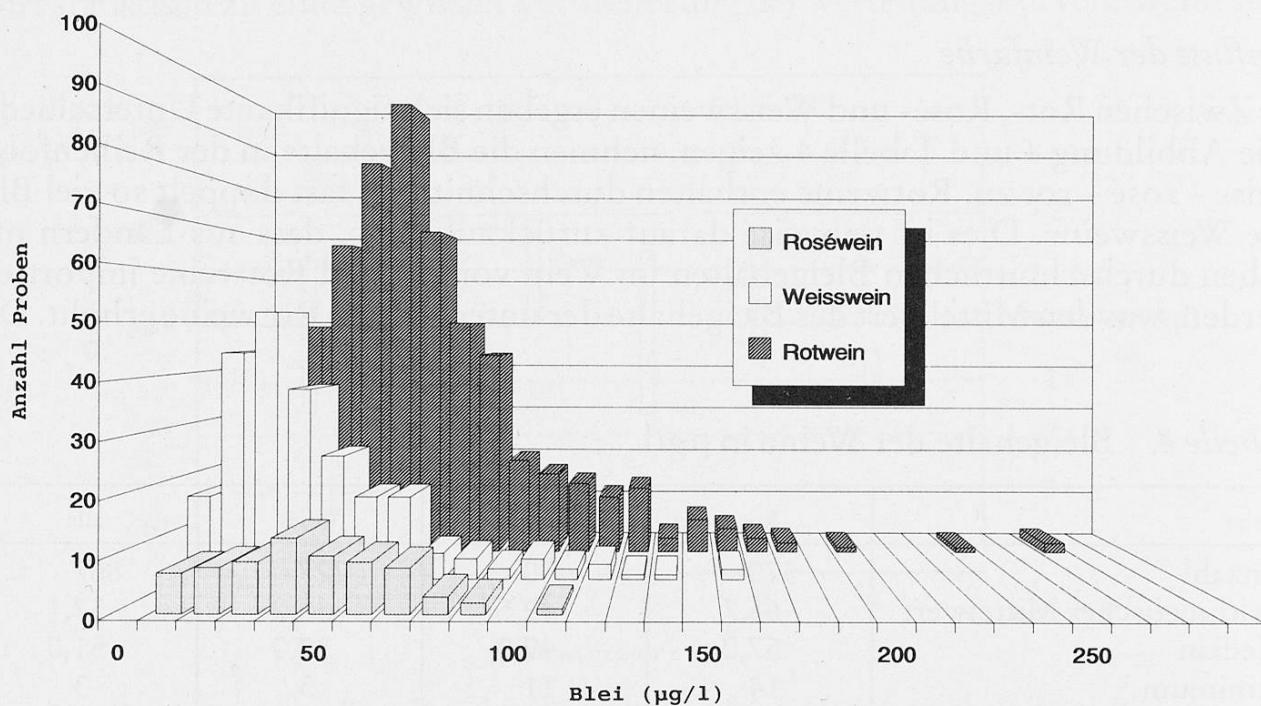


Abb. 4. Verteilung der Bleigehalte für Rot-, Rosé- und Weissweine

Einfluss des Herkunftslandes

Zum Vergleich der einzelnen Herkunftsländer wurden diese nach einzelnen Weinfarben getrennt ausgewertet. Probenzahlen von weniger als 8 pro Land und Farbe wurden nicht berücksichtigt. In Abbildung 5 und Tabelle 5 sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Herkunftsländern klar sichtbar.

Einfluss des Produktionsgebietes

Wo pro Produktionsgebiet genügend Messwerte vorlagen, erfolgte eine Auswertung nach Produktionsgebieten bzw. Kantonen. Die Resultate sind in Tabelle 6 dargestellt.

Einfluss des Jahrganges

Von 319 Rotweinproben war der Jahrgang bekannt. Zwischen dem Jahrgang und dem Mittelwert des Bleigehaltes ergab sich die in Abbildung 6 gezeigte, auffällig gute Korrelation ($r^2 = 0,974$). Die Ursache dieses Zusammenhanges befindet sich zurzeit in Abklärung und soll vielleicht in dieser Zeitschrift in einer späteren Studie publiziert werden. Bisher haben wir festgestellt, dass Kork beachtliche Mengen von Blei abgeben kann. Auch ein langsamer Übertritt von Blei aus dem Glas in den Wein oder eine Kontamination durch bleihaltige Kapseln kommt in Frage. Die grosse Steilheit und die Linearität der Regressionsgeraden sprechen eher dagegen, dass die Hauptursache in der Abnahme der Bleiimmissionen aus Benzinmotoren liegt. Weitere Informationen zu diesem Thema siehe unter Abschnitt «Ursachen der Bleigehalte in Weinen».

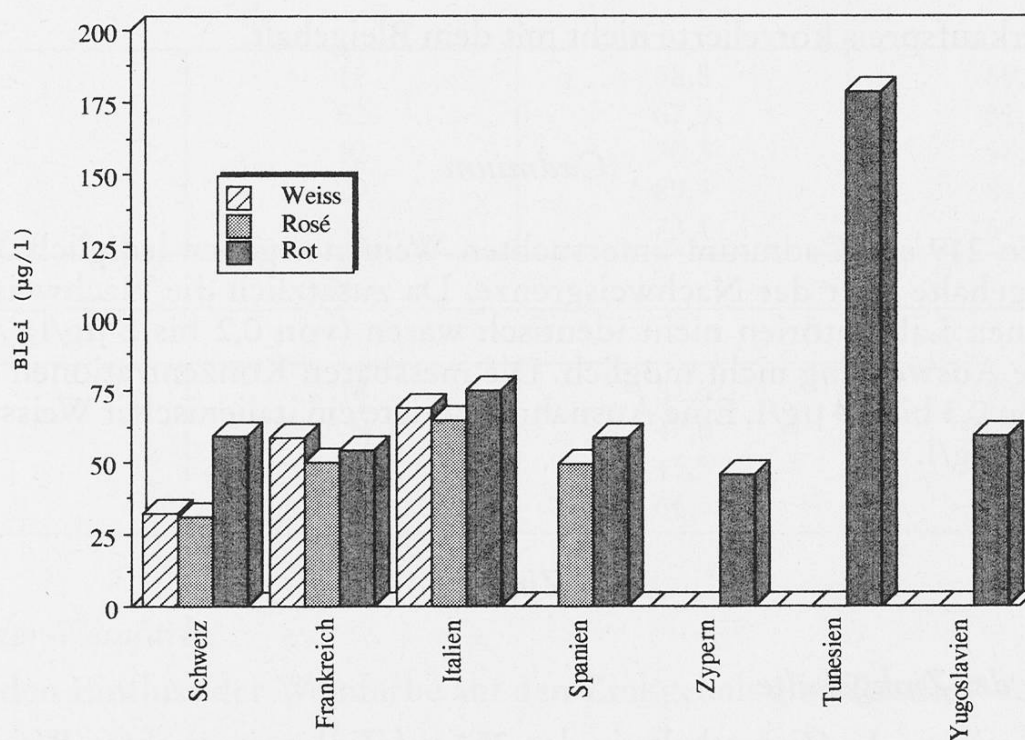


Abb. 5. Medianwerte der Bleigehalte nach Herkunftsland

Tabelle 5. Bleigehalte nach Herkunftsland (µg/l)

Produktionsland	Anzahl	Mittelwert (µg/l)	Median (µg/l)
<i>Rotweine</i>			
Schweiz	168	59,3	49,5
Frankreich	87	54,2	46,0
Italien	180	74,9	67
Spanien	68	58,5	53,0
Jugoslawien	9	59,3	54
Tunesien	8	178,5	167,0
Zypern	10	46,0	46,0
<i>Roséweine</i>			
Schweiz	12	30,8	26,5
Frankreich	17	50,3	48,0
Italien	19	64,7	67,0
Spanien	11	49,6	49,0
<i>Weissweine</i>			
Schweiz	182	32,4	27,0
Frankreich	13	58,8	46,0
Italien	19	68,3	54,0

Einfluss der Preisklasse

Der Verkaufspreis korrelierte nicht mit dem Bleigehalt.

Cadmium

Von den 219 auf Cadmium untersuchten Weinen ergaben lediglich 33 Weine Cadmiumgehalte über der Nachweisgrenze. Da zusätzlich die Nachweisgrenzen der einzelnen Laboratorien nicht identisch waren (von 0,2 bis 2 µg/l), war eine statistische Auswertung nicht möglich. Die messbaren Konzentrationen lagen im Bereich von 0,3 bis 2,4 µg/l. Eine Ausnahme bildete ein italienischer Weisswein aus Soave mit 6 µg/l.

Zink

Verteilung der Zinkgehalte

Die Verteilung der Zinkgehalte in den 251 auf Zink untersuchten Weinen ist in Abbildung 7 dargestellt.

Tabelle 6. Einfluss des Produktionsgebietes auf den Bleigehalt

Produktionsgebiet	Anzahl Proben	Mittelwert (µg/l)	Median (µg/l)
Schweiz			
Weissweine			
Genf	43	31,1	26,0
Waadt	37	20,1	12,0
Wallis	69	37,7	31,0
Zürich	9	38,4	30,0
Rotweine			
Genf	20	49,1	39,5
Tessin	47	91,4	87,0
Waadt	34	42,4	31,5
Wallis	39	56,1	50,0
Zürich	17	34,8	32,0
Frankreich			
Rotweine			
Bordeaux	13	66,3	58,0
Beaujolais	26	56,0	45,5
Côtes du Rhône	24	36,3	34,0
Bourgogne	10	52,3	50,0
Italien			
Rotweine			
Abbruzze	12	68,8	69,0
Trentino	52	67,9	61,5
Toscana	12	70,3	58,5
Piemonte	29	89,4	81,0
Veneto	51	73,1	64,0
Spanien			
Rotweine			
Utiel	14	57,5	53,0
Rioja	9	47,6	45,0
Navarra	8	45,3	36,0
Jumilla	16	66,0	69,0

Einfluss der Weinfarbe

Über den Einfluss der Weinfarbe auf den Zinkgehalt gibt Tabelle 7 Auskunft.

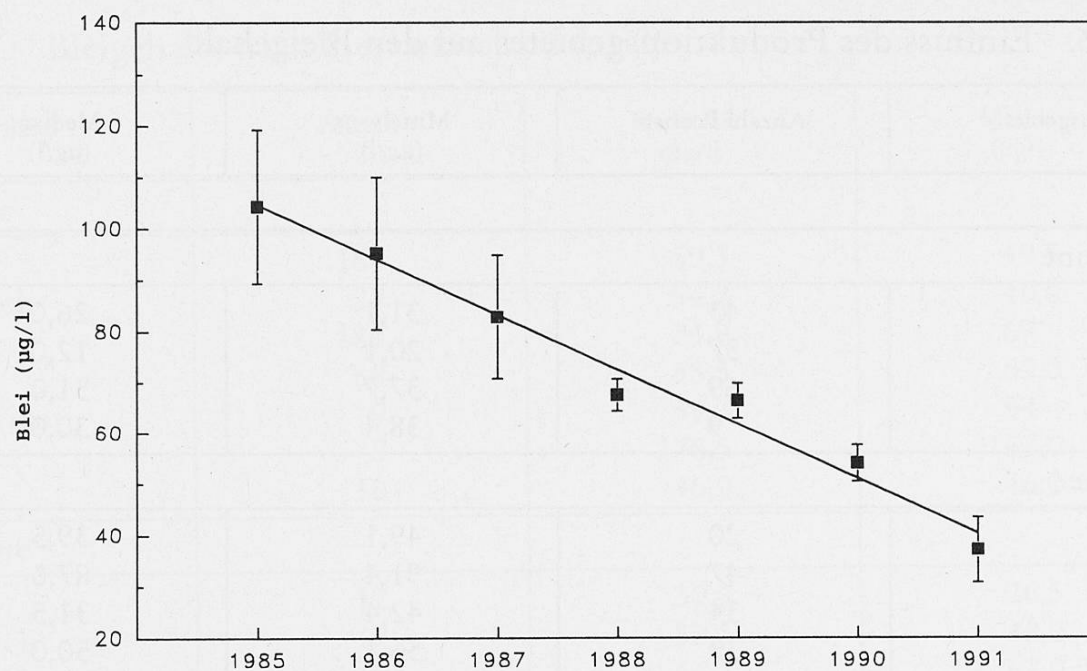


Abb. 6. Korrelation zwischen Jahrgang und mittlerem Bleigehalt für Rotweine

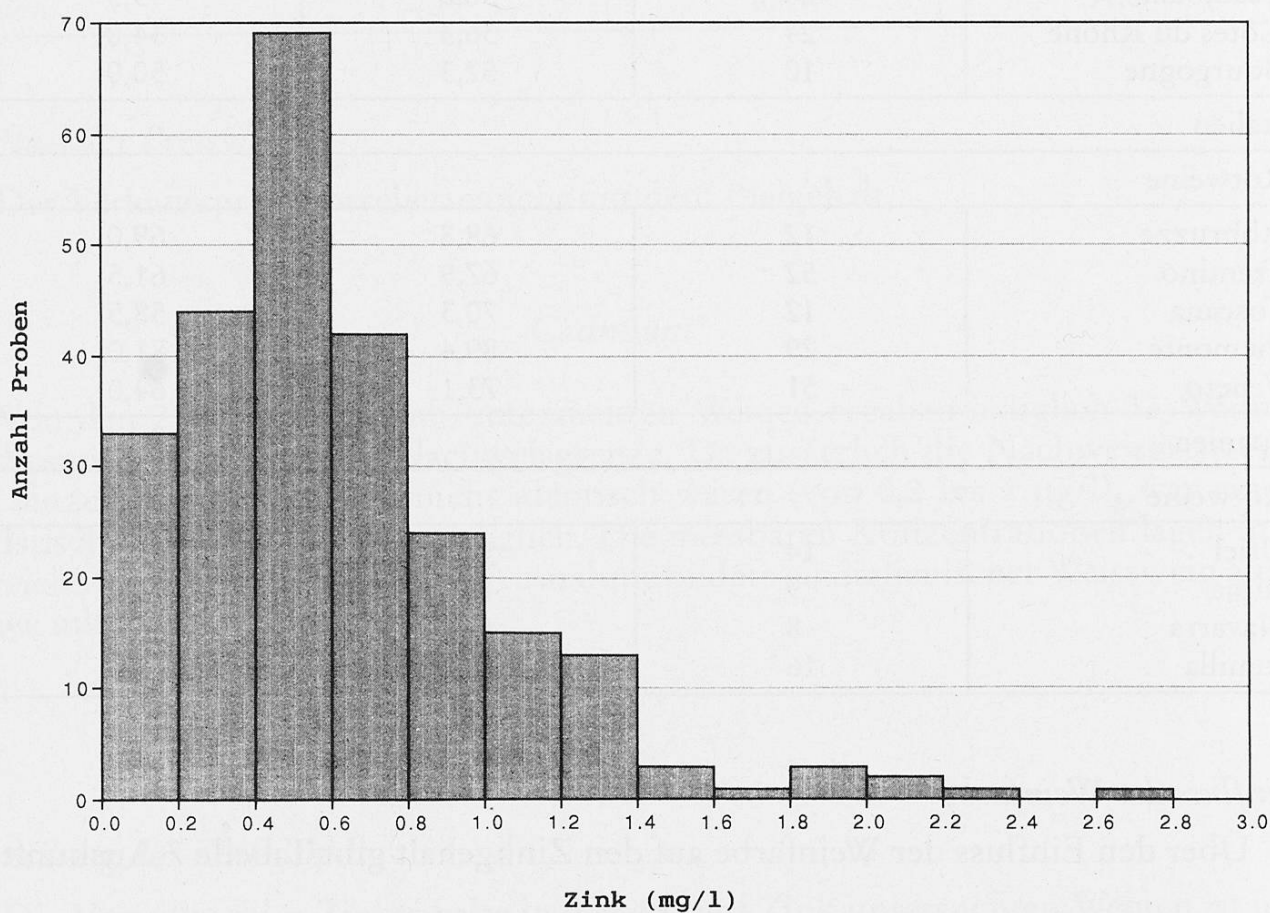


Abb. 7. Verteilung der Zinkgehalte aller Weine

Tabelle 7. Einfluss der Weinfarbe auf den Zinkgehalt

Weinfarbe	Anzahl	arithmetischer Mittelwert (µg/l)
Rot	169	635
Rosé	30	480
Weiss	52	622
Total	251	614

Einfluss des Herkunftslandes und des Produktionsgebietes

Der Zusammenhang zwischen Herkunftsland bzw. Produktionsgebiet und mittlerem Zinkgehalt in Tabelle 8 dargestellt.

Einfluss des Jahrganges

Der Einfluss des Jahrganges auf den Zinkgehalt ist in Tabelle 9 dargestellt.

Kupfer

Verteilung der Kupfergehalte

Die Verteilung der Kupfergehalte in den 250 auf Kupfer analysierten Weinen ist in Abbildung 8 dargestellt.

Einfluss der Weinfarbe

Wie bei den Bleigehalten ergab sich auch bei den Kupfergehalten ein Unterschied zwischen den Weinfarben, wobei wiederum die Reihenfolge rot > rosé > weiss beobachtet werden konnte (siehe Tabelle 10).

Einfluss des Herkunftslandes und des Produktionsgebietes

Über den Zusammenhang zwischen Herkunftsland bzw. Produktionsgebiet und Kupfergehalt gibt Tabelle 11 Auskunft. Gewisse Produktionsgebiete zeichnen sich durch besonders hohe Kupfergehalte aus. Ein Zusammenhang mit der Anwendung von kupferhaltigen Fungiziden liegt auf der Hand, wurde jedoch nicht näher untersucht. Auch Messingteile wie Hähnen usw. dürften hier eine Rolle spielen (37).

Jahrgang

Zwischen dem Jahrgang und dem Kupfergehalt konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Tabelle 8. Einfluss des Produktionslandes und -gebietes auf den Zinkgehalt

Produktionsgebiet	Anzahl	arithmetischer Mittelwert
<i>Schweiz</i>	48	597
Aargau	4	510
Graubünden	5	542
Schaffhausen	3	640
Thurgau	3	733
Tessin	7	917
Wallis	5	1680
Zürich	21	499
<i>Frankreich</i>	55	561
Bordeaux	7	931
Beaujolais	12	713
Côtes du Rhône	10	539
Bourgogne	8	779
Provence	5	458
Übrige	13	
<i>Italien</i>	75	760
Abbruzze	4	699
Trentino	35	651
Toscana	6	398
Piemonte	7	1017
Veneto	14	691
Puglia	3	687
Übrige	6	
<i>Spanien</i>	42	479
Utiel	12	512
Rioja	4	460
Navarra	6	523
Jumilla	10	439
Valencia	4	185
Übrige	6	
<i>Zypern</i>	11	620

Tabelle 9. Einfluss des Produktionsjahres auf den Zinkgehalt

Produktionsjahr	Anzahl	arithmetischer Mittelwert (µg/l)
1987	11	680
1988	14	868
1989	65	586
1990	81	594

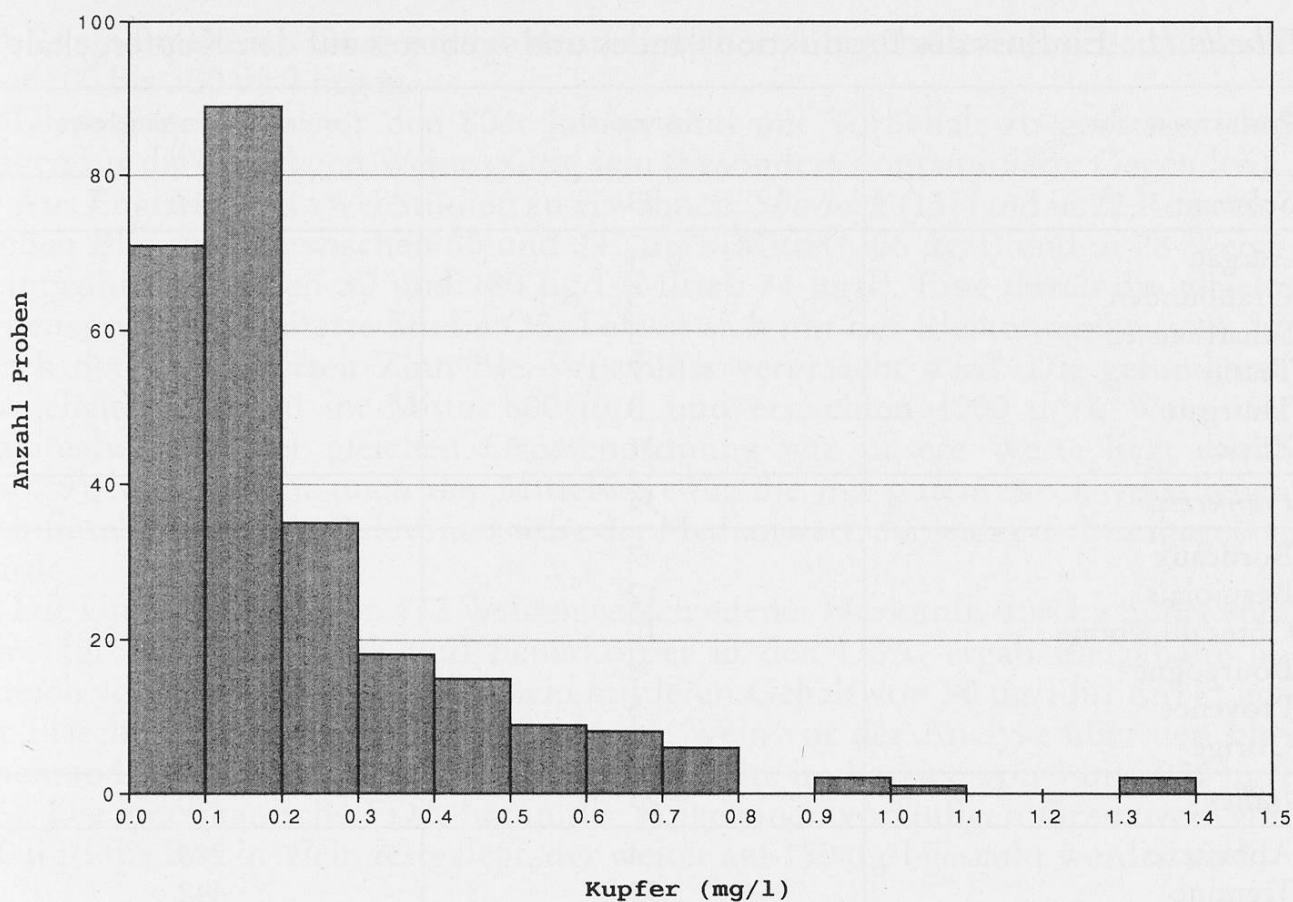


Abb. 8. Verteilung der Kupfergehalte aller Weine

Tabelle 10. Einfluss der Weinfarbe auf den Kupfergehalt

Weinfarbe	Anzahl	arithmetischer Mittelwert (µg/l)
Rot	169	247
Rosé	27	210
Weiss	54	174
Total	250	228

Korrelationen zwischen Blei, Kupfer und Zink

Die Gehalte an Blei, Kupfer und Zink wiesen untereinander nur sehr schwache Korrelationen auf.

Vergleich unserer Resultate mit Literaturwerten

Über Blei in Schweizer Wein wird in vereinzelten Studien nur am Rande eingegangen. So berichtet *Brunner* (21) anhand von 30 Weinproben über Bleigehalte

Tabelle 11. Einfluss des Produktionslandes und -gebietes auf den Kupfergehalt

Produktionsgebiet	Anzahl	arithmetischer Mittelwert ($\mu\text{g/l}$)
<i>Schweiz</i>	43	134
Aargau	4	52
Graubünden	5	52
Schaffhausen	3	87
Tessin	7	207
Thurgau	3	160
Zürich	21	186
<i>Frankreich</i>	55	212
Bordeaux	7	449
Beaujolais	12	713
Côtes du Rhône	10	101
Bourgogne	8	225
Provence	5	157
Übrige	13	
<i>Italien</i>	75	340
Abbruzzze	4	283
Trentino	35	442
Toscana	6	211
Piemonte	7	433
Puglia	3	170
Übrige	20	
<i>Spanien</i>	42	106
Utiel	12	100
Rioja	4	115
Navarra	6	183
Jumilla	10	74
Valencia	4	122
Übrige	6	
<i>Tunesien</i>	7	559

zwischen 30 und 80 $\mu\text{g/l}$, im Mittel ca. 50 $\mu\text{g/l}$ in Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen. Im Ausland befassten sich Analytiker aus Schweden, England und Italien mit dieser Fragestellung. *Jorhem* (13) untersuchte Rot- und Weisswein (je 20 Proben) und fand keinen Unterschied zwischen den beiden Weinarten, mit Gehalten von 20 bis 170 $\mu\text{g/l}$, im Mittel 75 $\mu\text{g/l}$. *Interesse* (22) fand in 51 süditalienischen Weinproben Bleigehalte bis 370 $\mu\text{g/l}$, mit einem mittleren Gehalt von 60 $\mu\text{g/l}$. Aus Italien stehen ebenfalls viele Berichte über Blei in Wein zur Verfügung

(23, 24 und weitere). Dort werden deutlich höhere Bleigehalte angegeben, die alle über 100 bis 300 µg/l liegen.

Diese Ergebnisse vor den 80er Jahren sind mit Vorbehalt zu geniessen und mögen für die damaligen Weine gültig sein (besonders kontaminierte Gegenden).

Aus England sind zwei Studien zu erwähnen: *Sherlock* (15) fand in 22 Rotweinproben Bleigehalte zwischen 60 und 240 µg/l (Mittel: 106 µg/l) und in 28 Weissweinproben zwischen 30 und 180 µg/l (Mittel: 74 µg/l). Eine durch die gleiche Arbeitsgruppe erweiterte Studie (25) befasst sich mit der Bleikontamination, die durch den korrodierten Zinn-Blei-Verschluss verursacht wird. Die gefundenen Bleigehalte betrugen im Mittel 600 µg/l und erreichten 4000 µg/l. Wenn der Maximalwert in der gleichen Grössenordnung wie unsere Werte liegt (siehe Abb. 9), so erscheint doch der Mittelwert für die mit gutem Kork versehenen Weinflaschen zu hoch. Relevanter wäre der Medianwert, der leider nicht angegeben wurde.

Die Untersuchung von 432 Weinen verschiedener Herkunft, durchgeführt vom Büro für Alkohol, Tabak und Feuerkörper in den USA, ergab Bleigehalte im Bereich von 1 bis 673 µg/l und einem mittleren Gehalt von 80 µg/l für direkt aus der Flasche analysierte Proben. Wurde der Wein vor der Analyse über den Flaschenrand in ein Glas geleert, resultierten Gehalte im Bereich von 3 bis 1980 µg/l (26). Die amerikanische FDA hat in der Folge einen vorläufigen Grenzwert von 300 µg/l für Blei in Wein festgelegt, der weiter auf 150 µg/l gesenkt werden soll.

Schwermetallzufuhr der Schweizer Bevölkerung

Berechnungsmethode

Um den Beitrag von Wein zur Schwermetallzufuhr der Schweizer Bevölkerung zu ermitteln, wurden die prozentualen Anteile der Weinfarbe (Rot, Weiss) und der Herkunftsländer am Schweizer Weinkonsum wie folgt berücksichtigt:

1. Berechnung des nach Herkunftsländern gewichteten Mittelwertes $M_{a, r}$ aller ausländischen Rotweine nach folgender Formel:

$$M_{a, r} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{i, r} * I_{i, r}}{\sum_{i=1}^n I_{i, r}}$$

$C_{i, r}$ = mittlerer Elementgehalt im Rotwein aus dem Herkunftsland i

$I_{i, r}$ = prozentualer Konsumanteil der Rotweine aus dem Herkunftsland i

$M_{a, r}$ = gewichteter Mittelwert aller ausländischen Rotweine

2. Berechnung des gewichteten Mittelwertes aller ausländischen Weissweine $M_{a, w}$ analog zu derjenigen von $M_{a, r}$
3. Berechnung des gewichteten Mittelwertes der in- und ausländischen Rotweine unter Berücksichtigung der Konsummengen an in- und ausländischem Wein

4. Analoge Berechnung des gewichteten Mittelwertes aller in- und ausländischen Weissweine
5. Berechnung des gewichteten Mittelwertes der Rot- und Weissweine unter Berücksichtigung der Konsummengen an Rot- und Weisswein (Verhältnis Rotwein : Weisswein = 75 : 25)

Die in die Rechnung eingesetzten Werte und die Resultate sind in Tabelle 12 und 13 angegeben.

Durch Multiplikation der nach Herkunft und Farbe gewichteten mittleren Gehalte mit der *mittleren täglichen Konsummenge von 0,165 Liter pro Person* (39) wurden die *mittleren täglichen Zufuhren* berechnet. Die Werte sind in Tabelle 14 zu finden. Der Beitrag von Wein der unteren Preisklasse (9,1 µg/Tag) zur mittleren täglichen Bleizufuhr von 25 µg (14) beträgt demnach 36%. Es muss hier aber beachtet werden, dass der Weinkonsum verschiedener Bevölkerungsgruppen stark variiert. Während die Kinder und viele Erwachsene keinen oder nur wenig Wein konsumieren, liegt der Weinkonsum bei anderen Gruppen weit über dem Durch-

Tabelle 12. Zahlenwerte zur Berechnung der nach Konsumanteilen gewichteten Gehalte

Land	Anteil der einzelnen Importländer am Schweizer Konsum von importierten Weinen (Summe aller Importländer = 100%)	
	Rotweine	Weissweine
Italien	28,8%	15,4%
Frankreich	27,4%	31,7%
Spanien	21,2%	12,8%
Zypern	2,6%	32,5%

Tabelle 13. Gehalte einzelner Weinkategorien (bei ausländischen Weinen nach Konsumanteil der Herkunftsländer gewichtet)

	Blei (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Zink (µg/l)	Kupfer (µg/l)
Schweizer Rotweine	59,3	< 2	540	182
ausländische Rotweine	62,3	< 2	628	241
alle Rotweine	61,6	< 2	609	228
Schweizer Weissweine	32,4	< 2	618	88,5
ausländische Weissweine	51,6	< 2	567	216
alle Weissweine	35,3	< 2	610	108
alle Weine	55,0	< 2	609	198

¹ Berechnung unter der vereinfachenden Annahme, dass der Beitrag des Weines (ca. 50%) zum gesamten individuellen Alkoholkonsum unabhängig ist von der täglich konsumierten Alkoholmenge.

Tabelle 14. Geschätzte mittlere Schwermetallzufuhr der Schweizer Bevölkerung durch den Konsum von Wein

Element	Gehaltsmittelwert	tägliche Aufnahme via Wein ¹	Empfehlung DGE ²	provisorisch tolerierbare Zufuhr WHO ³	Anteil der Zufuhr via Wein	
	µg/l	µg/d pro Kopf	µg/d pro Kopf	µg/d pro Kopf	an ² %	an ³ %
Blei	55	9,1	—	430	—	2,1
Cadmium	< 2	< 0,3	—	65	—	< 0,5
Zink	609	100	15 000	60 000	0,7	0,2
Kupfer	198	33	2–4000	30 000	ca. 1	0,1

¹ Mittlerer Konsum 0,165 l pro Kopf und Tag.

² Zufuhrempfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (38).

³ Maximum tolerable daily intake, FAO/WHO (27).

schnitt. In der Schweiz trinken ca. 175 000 Personen täglich mindestens 0,5 Liter Wein¹ (41). Dies bewirkt eine Bleiaufnahme von 42 µg pro Tag, entsprechend einem Beitrag des Weines von 63%. An die tolerierbare tägliche Zufuhr von 430 µg (27) leistet Wein in diesem Falle einen Beitrag von 6,4%. Dabei muss noch berücksichtigt werden, dass Blei aus alkoholischen Getränken (Absorptionsrate ca. 20%) stärker absorbiert wird als aus der Nahrung (Absorptionsrate ca. 10%) (25).

Zur provisorisch tolerierbaren Zufuhr (FAO/WHO) von Cadmium, Zink und Kupfer trägt Wein sehr wenig bei. Auch der Beitrag zur empfohlenen Zufuhr (DGE) an Zink und Kupfer ist als gering einzustufen.

Toxikologische Beurteilung

Die mittlere Blutbleibelastung der Basler Bevölkerung betrug 7,45 µg/dl Vollblut (8). Im Vergleich zu Belastungen, die anfangs der 80er Jahre in städtischen Bevölkerungsgruppen in Westeuropa und Nordamerika gemessen wurden und die im Bereich von 10–20 µg/dl lagen (29), stellt dies eine tiefe Belastung dar. Die plausibelste Erklärung für die niedrige Belastung ist der verminderte Bleiausstoß des Verkehrs (8).

Aber selbst die tiefe Bleibelastung, wie sie hiermit abgeschätzt wurde, darf nicht sorglos hingenommen werden. Es gibt mehrere Gründe, wieso die tiefstmögliche Belastung der Bevölkerung angestrebt werden muss:

Erstens ist Blei im menschlichen Organismus ausschliesslich ein Fremdstoff, der keine physiologischen Funktionen ausübt.

Zweitens sind gesundheitsbeeinträchtigende Effekte bereits bei heute üblichen Blutbleibelastungen nachweisbar; sie betreffen vor allem die Hämsynthese und das zentrale Nervensystem. Besonders gefährdet sind Kleinkinder. Fasst man die Studienresultate zusammen, so zeigt sich, dass die IQ-Abnahme und eine Einschränkung kognitiver Funktionen bei bestimmten Gruppen von Kindern bis hinunter

zu Blutbleikonzentrationen von 6 µg/dl auftreten (3). Eine andere Untersuchung zeigte Gehörsbeeinträchtigungen schon bei kindlichen Blutbleiwerten unter 10 µg/dl. Zudem lernten die stärker belasteten Kinder später sitzen, gehen und sprechen (28). Blei passiert die Plazenta ungehindert. Drei grosse Longitudinalstudien haben die Beziehung zwischen pränataler Bleiexposition und der postnatalen Entwicklung des Kindes untersucht, wobei die mittlere fötale Exposition im Bereich von 10 µg/dl mütterlichem Blut beziehungsweise Nabelschnurblut lag. Bis in den Konzentrationsbereich von 10–15 µg/dl mütterlichen Blutes konnte eine Beziehung zwischen Bleiexposition während der Schwangerschaft und Verhaltensdefiziten des Kindes nachgewiesen werden (3, 30).

Analysen der Daten des bevölkerungsbezogenen Second National Health and Nutrition Examination Survey in den USA (31) ergaben, dass der Blutbleigehalt ein prädikativer Wert für Grösse und Brustumfang der 0- bis 7jährigen Kinder war. Mittels multivariater Regressionsanalyse wurde bis zu Blutbleikonzentrationen von 4 µg/dl kein No-effect-level gefunden (32). Für Erwachsene von Bedeutung ist schliesslich die Diskussion über einen möglichen Zusammenhang zwischen Blutbleibelastung und Blutdruck. Eine leichte Blutdruckerhöhung um wenige mm Hg tritt möglicherweise bereits bei Blutbleiwerten von 7 µg/l auf (3, 33).

Drittens gelangt man immer mehr zur Erkenntnis, dass es für viele dieser schädlichen Effekte keine Dosischwelle gibt, unterhalb derer die Gesundheit nicht beeinträchtigt würde.

Viertens ist praktisch nichts über das Zusammenwirken von Blei und anderen Umweltschadstoffen bekannt.

Da Blei im Wein die Bleibelastung einzelner Personen wahrscheinlich über die Grundbelastung hinaus erhöht und aus den oben genannten Gründen wäre es zu begrüssen, diese Zusatzbelastung auszuschliessen. Da übermässiger Alkoholkonsum in vielfacher Hinsicht schädlich ist, muss dies in erster Linie mit Präventionskampagnen, wie sie bereits bestehen, angestrebt werden.

Ursachen der Bleigehalte in Weinen

Aufnahme aus Boden und Luft

Schwermetalle sind aufgrund ihres ubiquitären Vorkommens in allen Nahrungsmitteln vorhanden. Ihre Anreicherung ist jedoch nur durch das Zusammenwirken komplexer Vorgänge erklärbar (Bindungsform, Umweltbedingungen).

Der Bleigehalt in Pflanzen ist hauptsächlich durch exogene Kontamination bedingt. Während Blei aus Staub von der äusseren Oberfläche teilweise aufgenommen wird, kann es aus dem Boden nur unter extremen Bedingungen aufgenommen werden. *Stoeppler* (34) weist darauf hin, dass selbst das recht mobile Cadmium von den Trauben kaum aufgenommen wird. Die Ursache von erhöhten Bleigehalten in Trauben und Weinen aus verkehrsreicher Umgebung und aus dem Einflussbereich von industriellen Emissionen liegt somit in exogenen Depositionen. Untersuchungen des Kantonalen Laboratoriums Zürich an auf einer Deponie gewachsenen Reben zeigten ebenfalls keine erhöhten Schwermetallgehalte. *Giaccio* (35) wies

nach, dass von den Elementen Mn, Ni, As, Se und Cd etwas vom Traubengut aus dem Boden aufgenommen werden kann. Der grösste Teil ist in der Fruchthaut und in den Kernen zu finden. Ein Teil wird bei der Weinbereitung ausgeschieden. Für die genannten Elemente werden Konzentrationsverhältnisse Boden/Wein von 100 bis 1000 angegeben.

Bleiaufnahme bei der Weinbereitung

Basile und *Tarallo* (36) fanden in Trauben Bleigehalte von 0,15 mg/kg (unbelastetes Gebiet, $n = 8$), 0,19 mg/kg (Autostrasse, $n = 7$) und 0,44 mg/kg (Autobahn mit ca. 35 000 Fahrzeugen/Tag, $n = 8$).

In einem Versuch des Kantonalen Laboratoriums Zürich wurde der Verlauf der Bleigehalte von Trauben aus Oberstammheim (ZH, wenig belastet) und aus der Umgebung von Locarno (TI, stärker belastet) während der Weinbereitung verfolgt. Die Resultate sind in Tabelle 15 dargestellt. Sie lassen den Schluss zu, dass während des Einmaischens Blei aus Fruchthäuten und Kernen in den Saft übertritt. Dies erklärt auch teilweise die in der vorliegenden Arbeit gefundenen Unterschiede im Bleigehalt von Rot-, Rosé- und Weissweinen. Während Weissweine in der Regel sofort abgepresst werden, bleiben Roséweine 1 bis 2 Tage und Rotweine 5 bis 7 Tage an der Maische. Somit steht in Rotweinen mehr Zeit für den Übertritt von Blei in den Saft zur Verfügung.

Der in Tabelle 15 aufgezeigte Unterschied zwischen Tank 7 und Tank 10 deutet auf einen starken Einfluss von bisher nicht näher bekannten Parametern (Apparateile) bei der Weinbereitung hin. Das Traubengut der beiden Tanks stammte aus derselben Lage, wurde aber separat eingemaischt.

Tabelle 15. Verlauf des Bleigehaltes während der Weinbereitung

		ZH ¹	TI ²
Rebsorte		Blauburgunder	Merlot
Datum Probenahme		24. Oktober 1990	29. September 1990
Bleigehalt des Saftes	µg/l		
frisch		19	100
nach 2 Tagen an der Maische		56	
nach 5 Tagen an der Maische		62	56
Bleigehalt des Weines	µg/l		
nach 46 Tagen			34
nach 150 Tagen	Tank 7	60	
	Tank 10	32	

¹ Oberstammheim, wenig verkehrsbelastet

² Umgebung von Locarno, stark verkehrsbelastet

Einen Einfluss auf die Gehalte an Kupfer, Zink und Blei können auch Apparateteile und Hähne aus Messing haben, welche mit dem Wein in Berührung kommen (37).

Bleiaufnahme durch das Verpackungsmaterial

Verschiedenen Verpackungsmaterialien wie Glas, Kork und Kapseln können Ursache von Bleikontaminationen des Weines sein. Das Kantonale Laboratorium Zürich ermittelte in einem Versuch mit je 10 Korken von 4 verschiedenen Sorten Bleiabgaben (Essigsäure 4%, 24 h) von $<2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ bis $5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Es ist nicht auszuschliessen, dass Wein Blei noch besser aus dem Kork lösen kann als Essigsäure 4%. Auch sind die Extraktionszeiten bei der Lagerung von Wein viel grösser als die 24 h des Modellversuchs. Da Weinflaschen liegend gelagert werden, ist damit zu rechnen, dass erhebliche Mengen von Blei aus dem Korken in den Wein migrieren. Dies könnte auch die Zunahme der Bleigehalte mit zunehmendem Alter des Weines erklären.

Weine mit Blei-Zinn-Folien (Kapseln)

Sehr häufig werden, vor allem bei ausländischen Weinen, die Flaschen mit Folien aus einer Zinn-Blei-Legierung verschlossen. Da bei der liegenden Lagerung der Flaschen häufig etwas Wein durch den Kork nach aussen tritt, wird die Kapsel zum Teil recht stark korrodiert. Als Folge kann ein Teil der Bleisalze in den Wein hinein migrieren und so den Bleigehalt stark erhöhen. Es konnte auch beobachtet werden, dass am Flaschenhals anhaftende Kapselrückstände beim Einschenken des Weines gelöst werden und damit den Bleigehalt sehr stark erhöhen können.

Untersuchungen durch die Kantonalen Laboratorien Basel und Zürich an 22 Folien ergaben Bleigehalte bis zu 94%.

In einer zusätzlichen Kampagne wurden in 77 Weinflaschen mit Blei-Zinn-Folie die Bleigehalte des Inhalts bestimmt.

Die Bleiwerte lagen vereinzelt hoch, mit Gehalten über dem Grenzwert von $300 \mu\text{g}/\text{Liter}$. Die höchste Konzentration lag bei $2700 \mu\text{g}$ Blei pro Liter. Auch wenn sich der Durchschnittswert bei $150 \mu\text{g}/\text{Liter}$ befand, muss betont werden, dass der Median doch bei $70 \mu\text{g}/\text{Liter}$ lag. Dieser Wert stimmt mit demjenigen für Weine ohne Zinn-Blei-Folie einigermaßen überein. Eine krasse Kontamination kann aber beim Einschenken erfolgen.

Diese Beobachtung wurde schon von *Smart* (25) gemeldet und anhand einer Messreihe von 20 Weinflaschen nachgeprüft. Abbildung 9 zeigt, dass dieser zusätzliche Kontaminationsweg gelegentlich wichtig sein kann. Weitere Informationen zum Thema Blei-Zinn-Folien sind in einer Arbeit von *Kaufmann* (40) zu finden. Dem Konsumenten kann folgendes geraten werden:

1. Zinn-Blei-Kapsel vor dem Öffnen des Korkens vollständig entfernen; diese Kapsel sollte in die Metallsammelstelle gegeben werden, so dass das Blei nicht unnötig die Umwelt belastet.
2. Den Flaschenhals mit einem feuchten Lappen abwischen, um allfällige Korrosionsspuren oder Bleistaub zu entfernen; danach kann der Korken herausgezo-

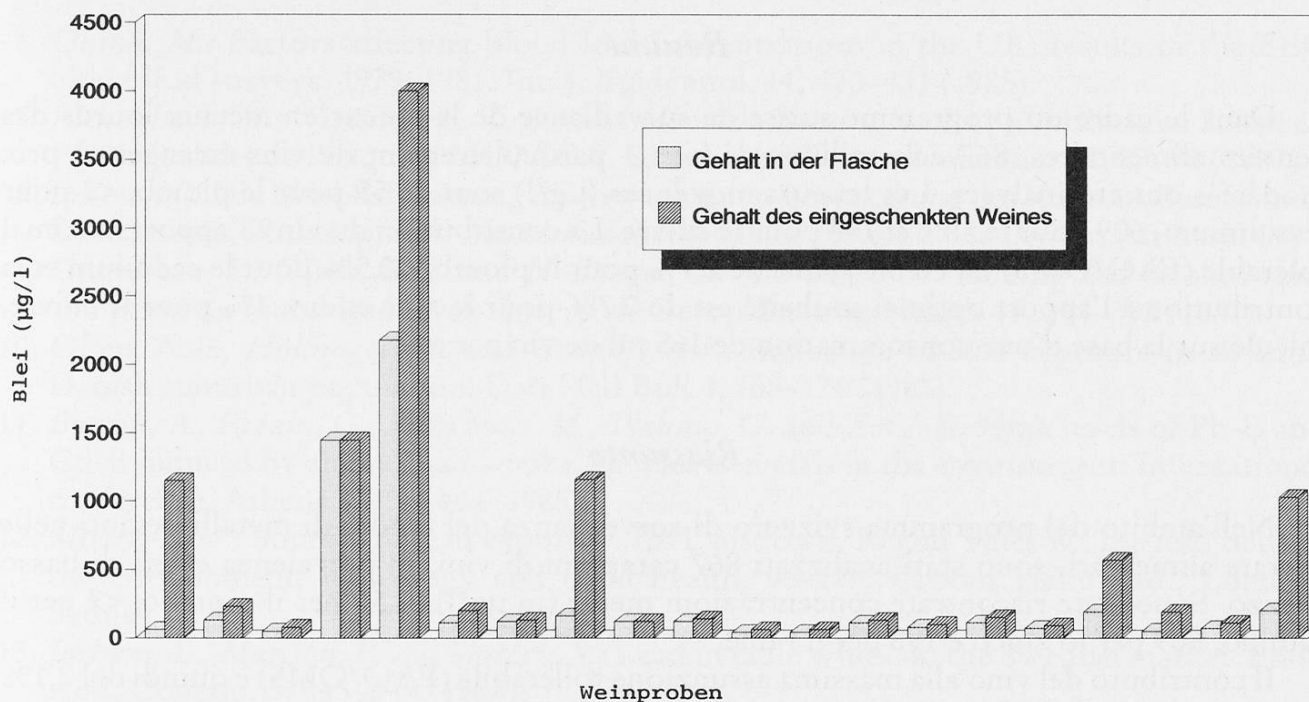


Abb. 9. Einfluss der Blei-Zinn-Folien auf den Bleigehalt im Wein

gen werden. Falls die Kapsel stark korrodiert war, ist auf den Zustand des Korkens (Dichtheit) zu achten. Eine korrodierte Kapsel und ein Korken von mangelhafter Qualität weisen unter Umständen auf einen hohen Bleigehalt im Wein hin.

Mit einem Beschluss des OIV (Office international de la vigne et du vin), der die Herstellung und Verwendung dieser Kapseln ab 1. Januar 1994 verbietet, wird dieses Problem gelöst sein. Einzige Ausnahme: die Sammlungen der Weinliebhaber.

Dank

Herrn M. Wagmann (KL BS), Herrn M. Bordoni (KL TI), Frau C. Walker und Herrn W. Immoos (KL Urkantone), Frau Y. Jedrzejewska (KL VD), Frau D. Enggist und Herrn W. Pohl (KL ZH) sei für die sorgfältige Durchführung der Analysen gedankt. Ebenfalls danken möchten die Autoren den beteiligten Zollämtern und Herrn H. Dafflon vom BAG.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Schweizerischen Schwermetall-Monitoring-Programms wurden 867 Weinproben – vorwiegend ausländische Weine der unteren Preisklassen – untersucht. Es ergaben sich mittlere Gehalte (µg/l) von 55 für Blei, <2 für Cadmium, 609 für Zink und 198 für Kupfer. Der Beitrag von Wein zur höchsten tolerierbaren Zufuhr (FAO/WHO) liegt im Durchschnitt bei 2,1% für Blei und <0,5% für Cadmium, der Beitrag zur erwünschten optimalen Zufuhr bei 0,7% für Zink und bei ca. 1% für Kupfer, wenn ein Weinkonsum von 165 ml pro Tag angenommen wird.

Résumé

Dans le cadre du programme suisse de surveillance de la teneur en métaux lourds des denrées alimentaires, 867 échantillons de vins – particulièrement de vins étrangers à prix modéré – ont été analysés. Les teneurs moyennes ($\mu\text{g/l}$) sont de 55 pour le plomb, <2 pour le cadmium, 609 pour le zinc et 198 pour le cuivre. La contribution du vin à l'apport maximal tolérable (FAO/OMS) est en moyenne de 2,1% pour le plomb, $<0,5\%$ pour le cadmium et la contribution à l'apport optimal souhaité est de 0,7% pour le zinc et env. 1% pour le cuivre, calculé sur la base d'une consommation de 165 ml de vin par jour.

Riassunto

Nell'ambito del programma svizzero di sorveglianza del tenore di metalli pesanti nelle derrate alimentari, sono stati analizzati 867 campioni di vini, in prevalenza esteri di basso prezzo. Sono state riscontrate concentrazioni medie (in $\mu\text{g/l}$) di 55 per il piombo, <2 per il cadmio, 609 per lo zinco e 198 per il rame.

Il contributo del vino alla massima assunzione tollerabile (FAO/OMS) è quindi del 2,1% per il piombo e inferiore allo 0,5% per il cadmio, il contributo all'apporto ottimale raccomandato è dello 0,7% per lo zinco e di ca l'1% per il rame, assumendo un consumo giornaliero di 165 ml di vino.

Summary

As part of the Swiss monitoring programme on heavy metals in food 867 samples of wine – especially of low-price imported wines – were analyzed. Mean heavy metal concentrations (in $\mu\text{g/l}$) resulted up to 55 for lead, <2 for cadmium, 609 for zinc, and 198 for copper. Thus, wine contributes to the maximum tolerable intake (FAO/WHO) on an average by 2.1% for lead, $<0.5\%$ for cadmium and to the recommended intake by 0.7% for zinc and 1% for copper, when a daily wine consumption of 165 ml is assumed.

Literatur

1. Probst-Hensch, N., Wagmann, M. und Herrmann, A.: Monitoring-Programm «Schwermetalle in Lebensmitteln». IV. Blei in Weinen auf dem Schweizer Markt, Teil A: Analytische Qualitätskontrolle, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **82**, 159–173 (1991).
2. Royce, S.E. and Needleman, H.L.: Case studies in environmental medicine. Lead toxicity. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta 1990.
3. Levin, R.: Reducing lead in drinking water: a benefit analysis. Office of Policy, Planning and Evaluation, U.S. Environmental Protection Agency 1986.
4. Elinder, C.G., Friberg, L., Lind, B. and Jawaid, M.: Lead and cadmium levels in blood samples from the general population of Sweden. Environmental Research **30**, 233–253 (1983).
5. Pocock, S.J., Shaper A.G., Walker M. et al.: Effects of tap water lead, water hardness, alcohol, and cigarettes on blood lead concentrations. J. Epidemiol. Commun Health **37**, 1–7 (1983).

6. *Quinn, M.*: Factors affecting blood lead concentrations in the UK: results of the EEC blood lead surveys, 1979–1981. *Int. J. Epidemiol.* **14**, 420–431 (1985).
7. *Rickenbach, M., Wietlisbach, V., Berode, M. et Guillemin, M.*: La plombémie en Suisse en 1985: résultats de l'enquête MONICA. *Sozial- und Präventivmedizin* **32**, 87–90 (1987).
8. *Probst, N.*: Die Blutbleibelastung der erwachsenen Bevölkerung des Kantons Basel-Stadt. Dissertation, Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Basel 1991.
9. *Grandjean, P., Olsen, B.N. and Hollnagel, H.*: Influence of smoking and alcohol consumption on blood lead levels. *Int. Arch Occup Environ Health* **48**, 391–397 (1981).
10. *Olsen, N.B., Hollnagel, H. and Grandjean P.*: Indicators of lead exposure in an adult Danish suburban population. *Dan Med Bull* **4**, 168–176 (1981).
11. *Bortoli, A., Fazzin, G., Marchiori, M., Trabino, G. and Zotti, S.*: High levels of Pb-B and Cd-B induced by alcohol and smoke. In: *Heavy metals in the environment: International conference, Athens 1*, 439–441 (1985).
12. *Moore, R.M.*: Sources of lead exposure. In: *Lansdown, R. and Yule, W., the lead debate: the environment, toxicology and child health*, 96–126. Croom Helm Ltd., London, Sydney.
13. *Jorhem, L., Mattson, P. and Slorach, S.*: Lead in table wines on the Swedish market. *Food Add. Contam.* **5**, 645–649 (1988).
14. *Knutti, R. und Zimmerli, B.*: Untersuchungen von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **76**, 206–232 (1985).
15. *Sherlock, J.C., Pickford, C.J. and White, G.F.*: Lead in alcoholic beverages. *Food Add. Contam.* **3**, 347–354 (1986).
16. *Alkoholbericht. Bundesamt für Gesundheitswesen in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Kommission für Alkoholfragen, Bern 1989.*
17. *Elinder, C.G., Lind, B., Nilsson, B. and Oskarsson, A.*: Wine – an important source of lead exposure. *Food Add. Contam.* **5**, 641–644 (1988).
18. *Eschnauer, H.*: Spurenelemente und Ultraspurenelemente in Wein. *Naturwissenschaften* **7**, 281–290 (1986).
19. *Handson, P.D.*: Lead and arsenic levels in wines produced from vineyards where lead arsenate sprays are used for caterpillar control. *J. Sci. Food Agric.* **35**, 215–218 (1984).
20. *Graziano, J.H. and Blum, C.*: Lead exposure from lead crystal. *Lancet* **337**, 141–142 (1991).
21. *Brunner H.R.*: Jungweinpflanze 1987/88. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* **123**, 689–691 (1987).
22. *Interesse, F.S., Lamparelli, F. and Allogio, V.*: Mineral contents of some Southern Italian Wines. *Z. Lebensm. Unters. -Forsch.* **178**, 272–278 (1984).
23. *Modi, G., Guerrini, M. e Signorelli, L.*: Oligoelementi in vini di produzione nazionale ed estera. *Boll. Lab. Chim. Prov.* **27**, 28–48 (1976).
24. *Castelli, A., Cavallaro, A., Cerutti, G. e Fittipaldi, M.*: Pb, Cr, Cd, Zn, Mn, Cu, Fe di vini nazionali: analisi mediante spettrofotometria di assorbimento atomico. *Riv. Vitic. Enol.* **27**, 247–257 (1974).
25. *Smart, G.A., Pickford, C.J. and Sherlock, J.C.*: Lead in alcoholic beverages: a second survey. *Food Add. Contam.* **8**, 93–99 (1990).
26. *Scott, M. and Fishbein, G.W. (Hrsg.)*: FDA study finds lead in wines. *Environmental Health Letter* **30** (18), 171–172 (1991).
27. *FAO/WHO: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): Evaluations of certain food additives and the contaminants mercury, lead, and cadmium. WHO Techn. Rep. Ser. No. 505. World Health Organization, Geneva 1972.*

28. *Schwartz, J. and Otto, D.*: Blood lead, hearing threshold, and neurobehavioral development in children and youth. *Arch. Environ. Health* **42**, 153–160 (1987).
29. *Grandjean, P.*: Blood lead concentrations reconsidered. *Nature* **291**, 188 (1981).
30. *Davis, M.J. and Svendsgaard, D.J.*: Lead and child development. *Nature* **329**, 297–300 (1987).
31. National Center for Health Statistics. *Annest, J.L. and Mahaffey, K.*: Blood lead levels for persons age 6 months – 74 years. United States, 1976–80. Vital and Health Statistics, Series 11, No. 233 (1984).
32. *Schwartz, J., Landrigan, P.J., Feldmann, R.G., Silbergeld, E.K., Baker, E.L. and von Lindern, I.H.*: Threshold effect in lead-induced peripheral neuropathy. *J. Pediatrics* **112**, 12–17 (1988).
33. *Pirkle, J.L., Schwartz, J., Landis, J.R. and Harland, W.R.*: The relationship between blood lead levels and blood pressure and its cardiovascular risk implications. *Am. J. Epidemiol.* **121**, 246–258 (1985).
34. *Stoeppler, M.*: Cadmium. In: Merian, E. (Hrsg.), *Metalle in der Umwelt*, S. 34. Verlag Chemie, Weinheim 1984.
35. *Giaccio, M.*: La presenza di alcuni oligoelementi nei vini. *Boll. Lab. Chim. Prov.* **26**, 260–268 (1975).
36. *Basile, G. e Tarallo, V.*: Influenza del traffico automobilistico sul contenuto in piombo dei vini. *Boll. Lab. Chim. Prov.* **25**, 185–188 (1974).
37. *Kaufmann, A.*: Messing, eine mögliche Ursache für erhöhte Bleikonzentrationen in Wein. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **83**, 204–210 (1992).
38. Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, 4. erweiterte Überarbeitung. Umschau Verlag, Frankfurt am Main 1985.
39. *Erard, M. und Sieber, R.*: Verbrauch und angenäherter Verzehr von Lebensmitteln in der Schweiz. In: H.B. Stähelin et al. (Hrsg.). *Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht*, S. 31–40. Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern 1991.
40. *Kaufmann, A.*: Bleikapsel als Weinkontaminationsquelle? *Schweiz. Z. Obst- und Weinb.* **128**, 338–342 (1992).
41. *Muster, E.*: Schweizerische Fachstelle für Alkoholprobleme (persönliche Mitteilung).

Dr. D. Andrey, Laboratorium der Urkantone, CH-6440 *Brunnen*
(Korrespondenzadresse)

H. Beuggert, Kantonales Laboratorium, Postfach, CH-8030 *Zürich*

M. Ceschi, M. De Rossa, Laboratorio cantonale, casella postale,
CH-6904 *Lugano*

Dr. C. Corvi, Laboratoire cantonal, case postale 166,
CH-1211 *Genève 4*

Dr. A. Herrmann, Kantonales Laboratorium, Postfach, CH-4012 *Basel*

Dr. B. Klein, Laboratoire cantonal vaudois, case postale 27, CH-1066 *Epalinges*

Dr. N. Probst-Hensch, Abteilung für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel,
Steinengraben 49, CH-4051 *Basel*