

Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie, Dortmund
(Direktor: Prof. Dr. B. Hess)

Über die Höhe der Aufnahme an Schwefeldioxid einzelner Bevölkerungsgruppen in der Bundesrepublik Deutschland*)

W. Wirths

Mit 2 Tabellen

(Eingegangen am 12. November 1975)

In der Literatur gibt es wenig exakte Aussagen über die Höhe der Aufnahme an Schwefeldioxid nach direkten Bestimmungsmethoden. Reith und Willem's (6) berechneten die tägliche Aufnahme an SO₂ für die Bevölkerung in der Bundesrepublik mit maximal 10 mg je Person. Dabei war die Aufnahme aus Wein nicht berücksichtigt. Bigwood (1) hat ebenfalls auf indirektem Wege für die belgische Bevölkerung eine Berechnung über die durchschnittliche Höhe ausgeführt. Er gelangte im Durchschnitt zu 16,35 mg je Person und Tag. Im Ernährungsbericht 1972 (12) wird mitgeteilt, daß die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland etwa 20 mg SO₂ je Kopf und Tag aufnimmt. Derartige, mit indirekten Verfahren gewonnene Mittelwerte sind, wenngleich sie einen brauchbaren Hinweis auf die allgemeine Situation vermitteln, für einzelne Personen von geringem Aussagewert.

Methode

In protokollarischen Ernährungsanamnesen unter gleichzeitiger anthropometrischer Bestimmung des Ernährungsstatus wurde die Höhe der SO₂-Aufnahme durch die übliche Lebensmittelzufuhr in 10 Bevölkerungsgruppen auf direktem Wege eruiert (Tab. 1). Die Auswahl der Gruppen war so erfolgt, einen Querschnitt der Bevölkerung in geographischer, arbeitsphysiologischer und soziökonomischer Sicht zu erhalten. Die Probanden leben in Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz.

Wegen der durch die Erhebungen und Wägungen der verzehrten Lebensmittelmengen großen Inanspruchnahme der Probanden konnten nur solche einbezogen werden, die in Vortests die entsprechenden Voraussetzungen erfüllten. Auch in Vortests als geeignet erscheinende Personen zeigten sich später nicht alle als brauchbar. Aus diesem Grunde sind die einzelnen Gruppen zahlenmäßig unterschiedlich belegt. Bei weiteren Personengruppen vorgenommene Erhebungen konnten nicht ausgewertet werden, da die Probanden den gestellten Anforderungen nicht gerecht wurden, die Anzahl zu gering war oder die Mehrheit der Personen die vorgesehene Zeit nicht durchhielt. Sämtliche Probanden, von denen hier berichtet wird, wiesen unter Anleitung über einen Zeitraum von 2 × 21 Tagen ihren individuellen Verzehr an Lebensmitteln so weit wie möglich nach einer präzisen gewichtsbestimmenden Methode aus (10).

*) Das Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit unterstützt.

Darüber hinaus wurde bei allen eine kombinierte Buchhaltungs-/Inventur-Methode appliziert (11, 13). Zwischen den beiden Erhebungsperioden lag eine Zeit von etwa einem halben Jahr. Auf diese Weise konnten jahreszeitlich bedingte Verzehrgewohnheiten erfaßt werden. Die Gesamtdauer der epidemiologischen Studien einschl. Auswertung betrug annähernd 4 Jahre.

Ergebnisse und Diskussion

Die Mittelwerte für die einzelnen Gruppen (Tab. 1) können im Vergleich zur diesbezüglichen ADI-Empfehlung des Expertenkomitees der FAO/WHO in der Mehrheit als sehr niedrig bezeichnet werden. Das trifft auch für die überwiegende Mehrheit der insgesamt einbezogenen Personen zu. Die FAO/WHO-Empfehlung beinhaltet eine akzeptable Höhe der täglichen Zufuhr von 0,35 mg SO₂ je kg Körpergewicht (conditional) bzw. den Bereich 0,50–1,5 mg (unconditional), also unter bestimmten, einschränkenden Bedingungen (15).

Für Probanden mit den höchsten festgestellten täglichen Aufnahmen errechnen sich jedoch in den meisten Gruppen je Kilogramm Körpergewicht SO₂-Mengen, die über dem ADI-Wert der FAO/WHO liegen. Dies mag ein Hinweis dafür sein, daß nahezu in allen Bevölkerungsgruppen Personen mit SO₂-Aufnahmen vorkommen, die den ADI-Wert der FAO/WHO-Kommission überschreiten. Lang (5) hat Beispiele zusammengestragen über unterschiedliche Ergebnisse bei zahlreichen Personen in bezug auf die Verträglichkeit von SO₂. Bezüglich der Feststellung von ge-

Tab. 1. Höhe der SO₂-Zufuhr im Verbrauch an Lebensmitteln ausgewählter Bevölkerungsgruppen

Probanden	Anzahl der Proban- den	SO ₂ -Zufuhr (mg/d)			
		\bar{x}	Min.	Max.	s
Kinder im Kindergarten	147	2,16	0,07	15,00	2,90
Schüler im					
1. Schuljahr	27	7,90	0,17	332,92	65,36
2. Schuljahr	44	8,37	0,18	28,57	13,50
5. Schuljahr	101	16,24	0,07	259,89	94,10
8. Schuljahr	145	13,47	0,14	77,14	19,94
Berliner Heime:					
Hauptkinderheim	320	0,28	0,12	10,16	7,24
Jugendheime					
Eichenhof	18	0,05	0,01	4,18	0,95
Moabit	29	0,26	0,01	8,16	4,17
Buckow	136	1,46	0,15	19,23	13,16
Jugendhof	145	0,37	0,08	4,35	2,88
Studentinnen	866	28,37	0,02	239,48	125,50
Verwaltungsbedienstete	480	24,83	0,12	172,85	40,48
Stahlarbeiter	58	7,32	0,09	40,00	11,04
Winzer I	62	40,84	0,03	132,57	19,92
Winzer (♂) II	48	70,16	0,90	312,20	45,12
Altenheiminsassen (I)	380	10,95	0,37	42,85	9,63
Altenheiminsassen (II)	250	3,01	0,16	15,00	4,80

Tab. 2. Höhe der SO₄-Zufuhr je kg Körpergewicht, je 1000 kcal und je 1000 kJ

Gruppe	Gewicht	\bar{x}	SO ₄ -Zufuhr/d		SO ₄ -Zufuhr je 1000 kcal mg	SO ₄ -Zufuhr je 1000 kJ mg	
			kg	mg	kg Körper- gewicht	kcal	kJ
Kinder im Kindergarten	18,7	2,16	0,12	1570	6570	1,4	0,3
Schüler im							
1. Schuljahr	25,2	7,90	0,31	2020	8460	3,9	0,9
2. Schuljahr	29,9	8,37	0,28	2190	9170	3,9	0,9
5. Schuljahr	41,7	16,24	0,39	2340	9800	6,9	1,7
8. Schuljahr	51,4	13,47	0,26	2720	11390	5,0	1,2
Berliner Heime:							
Hauptkinderheim	30,2	0,28	0,009	2610	10930	0,1	0,02
Jugendheime							
Eichenhof	58,0	0,05	0,001	2830	11850	0,02	0,004
Moabit	63,0	0,26	0,004	4170	17460	0,06	0,02
Buckow	36,4	1,46	0,04	3160	13230	0,5	0,1
Jugendhof							
68,2	0,37	0,005	4010	16790	0,1	0,02	
Studentinnen							
60,4	28,37	0,47	2020	8460	14,0	3,4	
Verwaltungsbedienstete							
75,1	24,83	0,33	2850	11930	8,7	2,1	
Stahlarbeiter							
83,6	7,32	0,09	3855	16140	1,9	0,5	
Winzer I							
84,2	40,84	0,49	3820	15990	10,7	2,5	
Winzer (♂) II							
79,5	70,16	0,88	3900	16330	18,0	4,3	
Altenheiminsassen I							
66,1	10,95	0,17	2375	9940	4,6	1,1	
Altenheiminsassen II							
62,4	3,01	0,16	1990	8330	1,5	0,4	

sundheitlichen Toleranzgrenzen hat er einerseits Fälle genannt, wo Personen tägliche Aufnahmen zwischen 65 und 2000 mg SO₂ symptomlos vertragen, während bei anderen Personen SO₂-Mengen von 50 mg/Tag Beschwerden verursachen.

Die in Tab. 1 genannten Werte der absoluten Aufnahme je Tag reichen von unter 1 bis über 70 mg. Minimal- und Maximalwerte lassen bereits in allen Gruppen die individuellen Unterschiede deutlich werden. Insbesondere ist dafür auf die genannten Schwankungsbereiche zu verweisen. In 2 dieser Gruppen reichen vereinzelte Werte bis zu über 300 mg SO₂/d. In diesen Zahlen spiegeln sich zugleich extreme Verzehrgewohnheiten wider. Ebenfalls deutlich kommen Differenzierungen in den Werten der Tab. 2 zum Ausdruck. Die Mittelwerte für einzelne Gruppen liegen zwischen 0,88 mg und 0,001 mg SO₂ je kg Körpergewicht. Auch hier ist auf die weiten Streubereiche innerhalb einzelner Gruppen sowie von Gruppe zu Gruppe zu verweisen.

Es dürfte ferner ein nicht zu vernachlässigender Unterschied sein, ob es sich bei gleich hohen SO₂-Aufnahmen um Personen mit einer Energiezufuhr von rund 4000 kcal/d handelt oder um solche mit weniger als 2000 kcal/d. Zur Erläuterung sind in Tab. 2 Daten über die SO₂-Aufnahme je 1000 kcal und je 1000 kJ vermerkt.

Bei einer durchschnittlichen Energiezufuhr je Person und Tag von weniger als 1600 kcal in einer Gruppe, aber mehr als 4100 kcal in einer anderen Gruppe, errechnen sich im Durchschnitt je Vp. sehr unterschiedliche absolute SO₂-Aufnahmen. Es dürfte einleuchtend sein, daß daran keine sog. Hochrechnungen – eventuell für die gesamte Bevölkerung – gestattet sind.

Ferner dürfte auch im Hinblick auf die Höhe der SO₂-Zufuhr die Frage zu beachten sein, inwieweit die aufgenommene Energiemenge umgesetzt wird, ob sich die Personen im Energiegleichgewicht befinden, eine zu geringe oder zu hohe Versorgung haben. Ungünstiger dürfte die Situation bei den Personen sein, die mehr Energie aufnehmen, als sie benötigen, und gleichzeitig eine relativ hohe SO₂-Aufnahme haben. Noch ungünstiger ist dies für die Personen zu beurteilen, die bei geringem Energiebedarf mit ihrer Nahrungszufuhr hohe SO₂-Konzentrationen haben. Je 1000 kcal oder je 1000 kJ Nahrungsaufnahme ist die SO₂-Aufnahme bei einigen Probandengruppen ungünstiger als je kg Körpergewicht.

Die gesetzlichen Vorschriften für die Anwendung von SO₂ in der Lebensmittelverarbeitung sind in einzelnen Ländern sehr verschieden. Heydenreich (4) hat darüber in einer umfangreichen Literaturübersicht berichtet. In der Bundesrepublik Deutschland sind neben Wein und Most je nach Alter, Berufsschwere und sozioökonomischem Status einzelner Personen Trockenfrüchte, Fruchtsäfte, zuckerreiche Produkte, Gemüse und Nährmittel für die SO₂-Aufnahme von größter Bedeutung. Fleisch, Fleischwaren, Fisch und Schaltiere sind nur von theoretischem Interesse.

Verfolgt man die Aufstellung über SO₂-Lieferanten und die Bevölkerungsgruppen in den beiden Tabellen, erkennt man, daß die Personen mit höherem Weinverbrauch diejenigen mit den höchsten SO₂-Aufnahmen sind.

Prinzipiell wurden bei der Auswertung der erhobenen Lebensmittel jeweils die Mengen an SO₂ berücksichtigt, die laut Schwefeldioxid-Verordnung (14) erlaubt sind. Aus dem Grunde kann die effektive Höhe der Aufnahme bei vielen der einbezogenen Probanden geringer sein als hier rechnerisch ausgewiesen wird. Nach Souci (8) verflüchtigt sich bei Trockengemüse der größte Teil des verbliebenen Schwefeldioxids bei der Zubereitung durch Hitzeeinwirkung. Auch Heintze (3) berichtet, daß im verzehrsfertigen Gericht nur 60 % der ursprünglich zugesetzten Menge zurückbleiben. Diemair (2) hält ebenfalls Mittelwerte in dieser Größenordnung für angebracht. Da die Zubereitungsformen der Probanden aber nicht exakt und vollständig verfügbar sind, ist es nicht erlaubt, Mittelwerte für die SO₂-Verluste gegenüber den Ausgangswerten zu verwenden. Auch die Angaben einzelner Autoren über die verbleibende Menge an SO₂ in einzelnen Produkten im verzehrsfertigen Zustand sind unterschiedlich (7, 9).

In der nachfolgenden Aufstellung werden die prozentualen Anteile der wichtigsten SO₂-Lieferanten bei den einbezogenen Bevölkerungsgruppen genannt. Bei kleinen Kindern und Schülern stehen eindeutig Marmelade und andere zuckerreiche Produkte sowie Trockenobst und Fruchtsäfte im Vordergrund. Bei Studentinnen nehmen neben Trockenobst und Fruchtsäften alkoholische Getränke den höchsten Anteil ein, bei Verwaltungsbediensteten alkoholische Getränke. Dann folgen Marmelade und weitere zuckerreiche Produkte. Bei Stahlarbeitern, Winzern und Altenheiminsassen stehen alkoholische Getränke im Vordergrund.

Die wichtigsten SO₂-Lieferanten bei den verschiedenen Bevölkerungsgruppen nach prozentualen Anteilen:

Kindergarten:	64 % aus Marmelade und Konfitüren 18 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 14 % aus Gemüse 4 % aus Nährmitteln
Schüler im 1. Schuljahr	40 % aus Marmelade und Konfitüren 30 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 20 % aus Nährmitteln 10 % aus Gemüse
2. Schuljahr	60 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 40 % aus Marmelade und Konfitüren
5. Schuljahr	33 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 17 % aus Marmelade und Konfitüren 17 % aus Nährmitteln 17 % aus Gemüse 16 % aus Kartoffelprodukten
8. Schuljahr	43 % aus Kartoffelprodukten 39 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 11 % aus Marmelade und Konfitüren 7 % aus Nährmitteln

Berliner Heime:	91 % aus Gemüse 9 % aus Nährmitteln
Jugendhof	78 % aus Gemüse 22 % aus Nährmitteln
Studentinnen:	36 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 25 % aus alkoholischen Getränken 18 % aus Marmelade und Konfitüren 14 % aus Kartoffelprodukten 4 % aus Nährmitteln 3 % aus Gemüse
Verwaltungsbedienstete:	38 % aus alkoholischen Getränken 22 % aus Marmelade und Konfitüren 21 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 19 % aus Gemüse
Stahlarbeiter:	52 % aus alkoholischen Getränken 33 % aus Gemüse 10 % aus Kartoffelprodukten 15 % aus Nährmitteln
Winzer I:	91 % aus alkoholischen Getränken 9 % aus Nährmitteln
Winzer II:	95 % aus alkoholischen Getränken 5 % aus Nährmitteln
Altenheiminsassen I:	81 % aus alkoholischen Getränken 14 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 5 % aus Marmelade und Konfitüren
Altenheiminsassen II:	67 % aus alkoholischen Getränken 16 % aus Trockenfrüchten und Fruchtsäften 14 % aus Gemüse 3 % aus Marmelade und Konfitüren

Zusammenfassung

In protokollarischen Ernährungsanamnesen wird die Höhe der SO₂-Aufnahme mit dem üblichen Verzehr an Lebensmitteln in 10 Bevölkerungsgruppen bestimmt. Die Mittelwerte für die einzelnen Gruppen sind im Vergleich zur ADI-Empfehlung der FAO/WHO in den meisten Fällen sehr niedrig. Dieses Ergebnis zeigt sich auch bei der Mehrheit der insgesamt einbezogenen Personen. Allerdings sind große Unterschiede von Gruppe zu Gruppe und weite Schwankungsbereiche innerhalb einzelner Gruppen in bezug auf die Aufnahme an SO₂ zu erkennen. Die höchste Zufuhr an SO₂ erreicht eine Gruppe von Winzern mit 0,88 mg/kg Körpergewicht und Tag.

Summary

In direct nutrition surveys, mostly with precise weighing methods, the SO₂ intake was estimated in 10 groups of population in the FRG. The averages in the groups are in comparison with the FAO/WHO recommendation very low.

This result was also found in most of the people in surveys. From group to group there is a wide range and in the groups too. The highest intake in sulfur dioxide has a group of winegrowers with 0.88 mg/kg body weight and day.

Literatur

1. *Bigwood, E. J.*, Consommation probable de SO₂ en Belgique, Arch. Belges de Méd. Soc. Hyg., Méd. Trav., Méd. Leg., 473-506 (Brüssel 1968). – 2. *Diemair, W.*, Die schweflige Säure und ihre Funktionen bei der Verarbeitung von Kartoffelprodukten, in Schriftenreihe des Bundes für Lebensmittelrecht und -kunde, Heft 43 (Bonn 1963). – 3. *Heintze, K.*, Ind. Obst- und Gemüseverwertung 50, 175 (1965). – 4. *Heydenreich, G. A. Z.* Ernährungswiss. 8, 44 (1967). – 5. *Lang, K.*, Die physiologischen Wirkungen von schwefliger Säure, in Schriftenreihe des Bundes für Lebensmittelrecht und -kunde, Heft 31 (Bonn 1960). – 6. *Reith, J. F., J. J. L. Willems, Z.* Lebensm. Unters. Forsch. 108, 270 (1958). – 7. *Schiele, K.*, Beitrag zur Frage der biologischen Wirkung von Sulfit, Dissertation (Gießen 1971). – 8. *Souci, S. W.*, Konservierung durch chemische Mittel, in Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. Auflage, Band 11 (München 1960). – 9. *Souci, S. W., E. Mergenthaler*, Weitere chemische Zusatzstoffe, in Handbuch der Lebensmittelchemie, Band 1 (Heidelberg-New York 1960). – 10. *Wirths, W.*, Methodische Probleme bei der Durchführung von Ernährungserhebungen. Wiss. Ver. DGE 19, 47-64 (Darmstadt 1971). – 11. *Wirths, W.*, Ermittlung des Ernährungszustandes, Handbuch Ernährungslehre und Diätetik III, 50-89 (Stuttgart 1974). – 12. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Ernährungsbericht 1972 (Frankfurt a. M. 1972). – 13. Kleine Nährwerttabelle der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (Frankfurt a. M.). – 14. Verordnung über die Verwendung von Schwefeldioxid, Bundesrat-Drucksache 269/69 vom 13. 8. 1969. – 15. WHO, Technical Rep. Ser. No. 228, Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and anti-oxydants; zugleich 6th Rep. of the joint FAO/WHO expert committee on food additives (Genf 1962).

Anschrift des Verfassers:

Professor Dr. W. Wirths, Winkelriedweg 55, D-4600 Dortmund 1