

UMWELTFORSCHUNGSPLAN  
DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT,

Aktionsprogramm „Umwelt und Gesundheit“



Förderkennzeichen (UFOPLAN) 202 61 218/01

Ermittlung von Quellen für das Vorkommen von  
Nitro-/Aminoaromaten im Urin von Nichtrauchern

von  
Priv.-Doz. Dr. Albrecht Seidel

Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene (BIU)  
Prof. Dr. Gernot Grimmer-Stiftung

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Großhansdorf, März 2005



# BERICHTS-KENNBLETT

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Ermittlung von Quellen für das Vorkommen von Nitro-/Aminoaromaten im Urin von Nichtrauchern		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Seidel, Albrecht	8. Abschlussdatum März 2005	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)  Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene Prof. Dr. Gernot Grimmer Stiftung Lurup 4 22927 Großhansdorf	9. Veröffentlichungsdatum	
	10. UFOPLAN-Nr. 202 61 218/01	
	11. Seitenzahl 190	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)  Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	12. Literaturangaben 46	
	13. Tabellen und Diagramme 157	
	14. Abbildungen 41	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Aromatische Amine (AA) werden kausal mit der Entstehung von Blasenkrebs beim Menschen in Verbindung gebracht. In einer Basis-Querschnittsstudie wurden 81 Nichtraucher (48 Frauen) im Alter von 20-61 Jahren auf ihre Ausscheidung an AA (Anilin, Toluidine, Aminonaphthaline (NA), Aminobiphenyle (BI) und Aminopyren) im Urin untersucht. Die Wiederholbarkeit der Befunde im Urin wurde anhand eines Unterkollektivs von 20 Probanden geprüft. In einem Teilkollektiv von 10 Individuen wurde mittels eines standardisierten Ernährungstages und einer 3-tägigen Längsschnittstudie der Zusammenhang zwischen Ausscheidung und Aufnahme vermutbar kontaminierter Lebensmittel (LM) anhand von Urin- bzw. LM-Proben untersucht. Die Urinkonzentrationen der AA wurden jeweils in einem 24 h Harn bestimmt. Mittels Fragebögen wurden Ernährungsgewohnheiten, die Passivrauchbelastung und weitere potentielle Einflussgrößen auf eine AA-Ausscheidung untersucht und mittels Regressionsanalyse wurden Hinweise auf relevante Einflussgrößen u.a. Nahrungsmittel gefunden. Zur Objektivierung von Angaben zum Nichtraucherstatus wurden Cotininbestimmungen im Urin herangezogen. Während für die 81 Nichtraucher die Mediane für die Toluidine im Bereich von 44,6 bis 61,7 ng/24 h Harn lagen, wurden für die NA und BI Mediane im Bereich von 0,7 bis 11,6 ng/24 h Harn bestimmt. Es war eine hohe intraindividuelle Variabilität der NA- und BI-Ausscheidung festzustellen. Für die AA im 24 h Urin der 10 Probanden des gezielten Ernährungsexperiments ergab sich eine Zunahme des jeweiligen Medians im Vergleich zum Vortag. In Lebensmittelproben von bestimmten Gemüsen und Salaten, Pflanzenölen und gegrillten Fleischsorten wurden AA im Bereich von 5 ng/kg bis 30 µg/kg gefunden. Die Untersuchung liefert erstmals Hinweise auf eine Belastung der Allgemeinbevölkerung mit AA durch eine Kontamination bestimmter LM. Aus der Abwesenheit von 1-Aminopyren im Humanurin wurde gefolgert, dass Nitroaromaten in der Umwelt scheinbar keine Quelle für die ausgeschiedenen AA sind. Demgegenüber lassen sich Anilin und Toluidine in deutschen Haarfärbemitteln im ppm-Bereich nachweisen. Ebenso sind Autoreifen mit AA bis in den hohen mg/kg-Bereich belastet.		
17. Schlagwörter Aromatische Amine Biomarker Kontaminierte Nahrungsmittel Nichtraucher		
18. Preis	19.	20.

## Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Identification of sources of nitro-/aminoarenes in the urine of nonsmokers		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Seidel, Albrecht	8. Report Date March 2005	
6. Performing Organisation (Name, Address)  Biochemical Institute for Environmental Carcinogens Prof. Dr. Gernot Grimmer-Foundation Lurup 4 22927 Grosshansdorf, Germany	9. Publication Date	
	10. UFOPLAN-Ref. No. 202 61 218/01	
	11. No. of Pages 190	
	12. No. of Reference 46	
7. Sponsoring Agency (Name, Address)  Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	13. No. of Tables, Diagrams 157	
	14. No. of Figures 41	
	15. Supplementary Notes	
16. Abstract Aromatic amines (AA) are suspected to be causatively linked to the development of human bladder cancer. In a basic cross sectional study 81 nonsmoking individuals (48 women) at the age of 20-61 years have been investigated for their urinary excretion of aromatic amines including aniline, toluidines, aminonaphthalenes (NA), aminobiphenyls (BI) and 1-aminopyrene. The repeatability of the determinations in urine samples was proven in a sub-collective of 20 individuals. By means of an experimental day given standardized food to the subjects and a second 3-day longitudinal study the association between excretion and uptake of presumably contaminated food items was investigated in a subcollective of 10 individuals on the basis of urine and food samples. The urinary levels of AA were determined in each experiment in 24-h urine samples. Based on a questionnaire the nutrition habits, passive smoking behaviour and other potential factors influencing AA excretion were investigated. By means of regression analyses clues to relevant factors of influence, such as food items, were found. To verify the non-smoking status indicated in the questionnaires urinary cotinine levels have been determined. For the 81 nonsmoking subjects the medians of toluidines were in the range of 44.6 to 61.7 ng/24-h urine, whereas for NA and BI medians in a range of 0.7 to 11.6 ng/24-h urine were found. A high intraindividual variability of the NA- and BI-excretion was observed. For the AA levels in the 24-h urine samples of the 10 individuals participating on the experimental day with standardized food uptake an increase of the corresponding medians was found compared to the day before. AA were detected in food samples of certain vegetables and fresh salads, vegetable oil and grilled meat in the range of 5 ng/kg to 30 µg/kg. This study demonstrates for the first time that the general population is exposed towards AA through contaminated food items. The absence of 1-aminopyrene in human urine may indicate that nitroarenes in the environment could be excluded as the source of the urinary excreted AA. In contrast aniline and toluidines could be detected in German hair dyes in the ppm-range. In addition tires are also found to contain AA in concentrations up to mg/kg.		
17. Keywords aromatic amines nonsmokers biomarker contaminated food items		
18. Price	19.	20.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Aromatische Amine als Umweltschadstoffe</b>	<b>2</b>
<b>3. Zielstellung</b>	<b>3</b>
<b>4. Analytische Methoden und Qualitätssicherung</b>	<b>3</b>
<b>4.1 Bestimmung von aromatischen Aminen</b>	<b>3</b>
<b>4.1.1 Probenaufbereitung und Analyse</b>	<b>4</b>
<b>4.1.2 Qualitätssicherung</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Bestimmung des Cotinins und Nikotins</b>	<b>9</b>
<b>4.2.1 Probenaufbereitung und Analyse</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2 Qualitätssicherung</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Bestimmung des Kreatinins</b>	<b>10</b>
<b>4.4 Bestimmung von Hämoglobin-Addukten der aromatischen Amine</b>	<b>10</b>
<b>4.4.1 Probenaufbereitung und Analyse</b>	<b>10</b>
<b>4.4.2 Qualitätssicherung</b>	<b>12</b>
<b>5. Fragebogenentwicklung</b>	<b>13</b>
<b>6. Basisstudie an Nichtrauchern (N = 81) und Wiederholungs- untersuchung an einem Subkollektiv (N = 20)</b>	<b>15</b>
<b>6.1 Durchführung der Basisstudie</b>	<b>15</b>
<b>6.2 Stichprobe</b>	<b>15</b>
<b>6.3 Gehalt aromatischer Amine im Urin</b>	<b>16</b>
<b>6.3.1 Gehalte von Anilin und isomerer Toluidine</b>	<b>18</b>
<b>6.3.2 Gehalte von Aminonaphthalinen, Aminobiphenylen und                 1-Aminopyren</b>	<b>21</b>
<b>6.4 Cotiningehalte</b>	<b>25</b>

<b>6.5</b>	<b>Ermittlung von Einflussfaktoren</b>	<b>26</b>
6.5.1	Analyse der Beziehung zwischen potenziellen Einflussfaktoren	27
6.5.2	Regressionsanalysen	37
6.5.2.1	1-Aminonaphthalin	38
6.5.2.2	2-Aminonaphthalin	39
6.5.2.3	Summe Aminonaphthaline	40
6.5.2.4	2-Aminobiphenyl	41
6.5.2.5	3-Aminobiphenyl	42
6.5.2.6	4-Aminobiphenyl	42
6.5.2.7	Summe Aminobiphenyle	43
6.5.2.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	43
<b>6.6</b>	<b>Wiederholungsuntersuchung</b>	<b>46</b>
6.6.1	Durchführung und Zielstellung	46
6.6.2	Ergebnisse	47
<b>6.7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>54</b>
<b>6.8</b>	<b>Hämoglobin-Addukte</b>	<b>58</b>
6.8.1	Durchführung	58
6.8.2	Ergebnisse der Bestimmung von Hämoglobin-Adduktgehalten	58
6.8.3	Diskussion	61
<b>7.</b>	<b>Zusätzliche Untersuchungen zum Belastungspfad Nahrung</b>	<b>62</b>
7.1	Verlaufsstudie mit kontrollierter Ernährung	62
7.1.1	Durchführung und Zielstellung	62
7.1.2	Aromatische Amine im Urin	64
7.1.3	Aromatische Amine in Lebensmitteln	75
7.1.4	Berechnung der Bilanz	79
7.2	Längsschnittstudie über 3 Tage	81
7.2.1	Durchführung und Zielstellung	81
7.2.2	Aromatische Amine im Urin	82
7.2.3	Aromatische Amine in Lebensmittelduplikaten	90
7.3	Diskussion	95

<b>8.</b>	<b>Potentielle Belastungen über Kosmetika, Haarfärbemittel und Bedarfsgegenstände</b>	<b>99</b>
8.1	Kosmetika und Haarfärbemittel	99
8.2	Azofarbstoffe als Quelle aromatischer Amine	101
8.2.1	Azofarbstoffe in Lebensmitteln	101
8.2.2	Azofarbstoffe in Textilien, Lederwaren und anderen Bedarfsgegenständen	101
<b>9.</b>	<b>Potentielle Belastungen über Dieselabgase und Autoreifenabrieb</b>	<b>102</b>
9.1	Dieselabgase als Quelle aromatischer Amine	102
9.2	Autoreifenabrieb	103
<b>10.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>105</b>
<b>11.</b>	<b>Literatur</b>	<b>108</b>
<b>12.</b>	<b>Anhang</b>	<b>113</b>
12.1	Fragebogen 1 (Nichtraucherstudie mit 81 Probanden)	114
12.2	Fragebogen 2 (Ernährungstag mit 10 Probanden, kontrollierte Nahrung)	134
12.3	Fragebogen 3 (Längsschnittstudie mit 10 Probanden)	137
12.4	Stichprobenbeschreibung	145
12.5	Einzelwerte der Profilanalysen aromatische Amine	161
12.5.1	Aromatische Amine und Cotininwerte im 24 h Tagesharn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München	161
12.5.2	Aromatische Amine und Kreatininwerte im 24 h Tagesharn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München	166
12.6.	Verteilungen (Histogramme)	171
12.7	Codierung der Variablen	174
12.8	Zusätzliche Tabellen zu den Regressionsanalysen	176
12.9	Ausgewählte Ernährungsprotokolle	184





## Abkürzungsverzeichnis

<b>AM</b>	arithmetischer Mittelwert
<b>BG</b>	Bestimmungsgrenze
<b>BI2</b>	2-Aminobiphenyl
<b>BI3</b>	3-Aminobiphenyl
<b>BI4</b>	4-Aminobiphenyl
<b>Cot</b>	Cotinin
<b>df</b>	degrees of freedom
<b>GM</b>	geometrisches Mittel
<b>HB2NA</b>	Hämoglobin-Adduktgehalt für 2-Aminonaphthalin
<b>HB3ABP</b>	Hämoglobin-Adduktgehalt für 3-Aminobiphenyl
<b>HB4ABP</b>	Hämoglobin-Adduktgehalt für 4-Aminobiphenyl
<b>Krea</b>	Kreatinin im Urin
<b>Max</b>	Maximum
<b>Min</b>	Minimum
<b>N</b>	Anzahl
<b>NA1</b>	1-Aminonaphthalin
<b>NA2</b>	2-Aminonaphthalin
<b>Nik</b>	Nikotin
<b>OR</b>	Odds-Ratio
<b>p</b>	Irrtumswahrscheinlichkeit
<b>P25</b>	25. Perzentil
<b>P50</b>	50. Perzentil
<b>P75</b>	75. Perzentil
<b>PFPI</b>	Pentafluorpropionylimidazol
<b>r<sub>s</sub></b>	Rang-Korrelationskoeffizient nach Spearman
<b>SD</b>	Standardabweichung
<b>Sig</b>	Signifikanz
<b>VK</b>	Variationskoeffizient



## Vorwort

Dieser Abschlussbericht basiert auf einer Untersuchung die das **Biochemische Institut für Umwelcarcinogene Prof. Dr. Gernot Grimmer Stiftung** (Grosshansdorf) im Auftrag des **Umweltbundesamtes (UBA)** durchgeführt hat. Das Vorhaben wurde im Rahmen des Umweltforschungsplanes des **Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)** mit dem Förderkennzeichen 202 61 218/01 (Aktionsprogramm *Umwelt und Gesundheit*) finanziell unterstützt. Alle Beteiligten an der Untersuchung möchten sich hierfür bedanken.

Das Gesamtvorhabens wurde erst durch die Zusammenarbeit von verschiedenen Arbeitsgruppen bzw. Labors ermöglicht, welche die folgenden Teilprojekte bearbeitet haben:

### **Urin- und Blutprobenahme sowie Erhebung der Fragebögen:**

Analytisch-Biologisches Forschungslabor (ABF GmbH), Goethestrasse 20, 80336 München (PD Dr. G. Scherer)

### **Bestimmung von Hämoglobin-Addukten aromatischer Amine:**

Walter-Straub-Institut für Pharmakologie und Toxikologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Nussbaumstr.26, 81927 München (Prof. Dr. E. Richter)

### **Bestimmung von aromatischen Aminen in Humanurin- und Lebensmittelproben sowie von Cotinin und Nikotin in Humanurinproben :**

Biochemisches Institut für Umwelcarcinogene, Prof. Dr. Gernot Grimmer-Stiftung, Lurup 4, 22927 Großhansdorf (PD Dr. A. Seidel)

### **Bestimmung von Kreatinin in Humanurinproben:**

Medizinisches Labor der Gemeinschaftspraxis Dr. Kramer und Kollegen (LADR) in Geesthacht bei Hamburg

### **Statistische Auswertung:**

Arbeitsgruppe Epidemiologie (AgE) der Behörde für Umwelt und Gesundheit und des Instituts für Mathematik und Datenverarbeitung in der Medizin IMDM/Uni-Klinikum-Eppendorf (Prof. Dr. J. Berger); AgE, Winterhuder Weg 29, 22085 Hamburg (Dr. R. Fertmann)

Für die konstruktive Zusammenarbeit mit Frau Dr. K. Becker und Frau M. Seiwert im Umweltbundesamt möchten wir uns bedanken.



## 1. Einleitung

Mit mehr als 14.000 Neuerkrankungen pro Jahr ist das Blasenkarzinom die dritthäufigste Krebsart der Männer in Deutschland. Demgegenüber sind Frauen mit ca. 5.000 Fällen deutlich weniger betroffen. Während die Hälfte der Erkrankungen auf das Rauchen zurückgeführt werden können, ist die Ursache für die übrigen 50% der Fälle noch weitgehend ungeklärt.

Aufgrund arbeitsmedizinischer und epidemiologischer Befunde werden bestimmte aromatische Amine wie z.B. *o*-Toluidin, 2-Aminonaphthalin, 4-Aminobiphenyl oder auch Benzidin ursächlich mit der Entstehung von Blasenkrebs beim Menschen in Verbindung gebracht. Neben dem Tabakkonsum kann auch eine beruflich bedingte Exposition an bestimmten Arbeitsplätzen kausal mit einer Blasenkrebserkrankung in Zusammenhang stehen.

Die Stammverbindung der aromatischen Amine, das Anilin, und die isomeren Toluidine wurden bereits von el-Bayoumy et al. (1986) im Humanharn sowohl bei Rauchern als auch bei Nichtrauchern in ähnlichen Konzentrationen nachgewiesen. Diese Befunde haben in einer neueren Untersuchung eine Bestätigung gefunden (Weiß et al., 2000). Höhermolekulare aromatische Amine wie 1- und 2-Aminonaphthalin und 2-, 3- und 4-Aminobiphenyl wurden als Inhaltsstoffe des Zigarettenrauches nachgewiesen (Grimmer et al., 1995) und für die Korrelation zwischen Blasenkrebs und Zigarettenkonsum verantwortlich gemacht. In einer kürzlich veröffentlichten Studie (Grimmer et al., 2000) über die Ausscheidung von vier aromatischen Aminen im Humanharn (1- und 2-Aminonaphthalin sowie 2- und 4-Aminobiphenyl) konnte allerdings gezeigt werden, dass die im 24 h Harn ausgeschiedene Menge der beiden kanzerogenen Amine (2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl) bei durch Cotininbestimmung objektivierten Nichtrauchern und Rauchern in der gleichen Größenordnung liegen.

Die geschilderten Befunde werden auch durch andere Studien an Nichtrauchern gestützt. So sind monocyclische aromatische Amine wie das vermutete Human-carcinogen *o*-Toluidin in der Muttermilch nachgewiesen worden (deBruin et al., 1999). Weiss et al. (2000) berichteten kürzlich über das Vorkommen von *o*-Toluidin im Humanurin der Allgemeinbevölkerung.

## **2. Aromatische Amine als Umweltschadstoffe**

Umweltbedingte Ursachen werden für eine signifikante Hintergrundbelastung mit aromatischen Aminen verantwortlich gemacht, die man in einer Reihe von Untersuchungen zum Gehalt von Hämoglobin-Addukten bei Probandengruppen ohne Tabakrauch- und berufsbedingte Belastung gesehen hat (Branner et al., 1998; Zwirner-Baier und Neumann, 1999; Richter et al., 2001). Dieser Sachverhalt wird auch durch eine kürzlich erschienene Fall-Kontrollstudie an Blasenkrebs erkrankten Patienten erhärtet, in welcher ebenfalls basierend auf der Untersuchung von Hämoglobin-Addukten aromatischer Amine die Schlussfolgerung gezogen wird, dass möglicherweise eine Umweltexposition gegenüber aromatischen Aminen unbekannter Ursache für einen signifikanten Anteil des Blasenkrebses in der Allgemeinbevölkerung verantwortlich ist und nicht mit Tabakkonsum in Verbindung zu bringen ist (Skipper et al., 2003; Gan et al., 2004).

Die Befunde einer Studie aus dem Biochem. Inst. f. Umweltcarcinogene (BIU) zur Ausscheidung von aromatischen Aminen im Humanharn von Nichtrauchern deuten ebenfalls daraufhin, dass die Allgemeinbevölkerung einer Exposition dieser Stoffklasse ausgesetzt ist, die sich nicht durch den Arbeitsplatz und/oder das Rauchverhalten erklärt (Grimmer et al., 2000). Einige Arbeitshypothesen lassen sich generieren, um der Frage nachzugehen, woher diese aromatischen Amine bei Nichtrauchern stammen. Sie können möglicherweise aus Rückständen in Nahrungsmitteln, aus Textilfarbstoffen, aus Dieselabgas, aus Haarfärbemitteln und Kosmetika oder anderen, noch unbekannten Quellen stammen.

Eine der gegenwärtigen Arbeitshypothesen, dass die humane Aufnahme von aromatischen Aminen aus der Umwelt durch kontaminierte Lebensmittel bedingt ist, wird stark durch eine Studie von Chiang et al. (1999) unterstützt, in welcher überraschend hohe Konzentrationen an 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl (Bereich von 20-35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in den Dämpfen von zum Braten verwendeten Fetten und Ölen gefunden wurden.

### 3. Zielstellung

Unmittelbares Ziel des Vorhabens ist die Ermittlung möglicher umweltbedingter Ursachen für die humane Belastung mit Substanzen aus der Stoffklasse von Nitro-/Aminoaromaten, die für die Erkrankung von Nichtrauchern an Blasenkrebs verantwortlich sein können.

Als aus der Arbeitsmedizin bekannte, blasenkrebserregende aromatische Amine wurden bisher im Harn von Nichtrauchern insbesondere 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl identifiziert, wobei die Gehalte im Bereich von ng / 24h Harn lagen (Grimmer et al. 2000). Darüber hinaus sollte das *o*-Toluidin, das ebenfalls als krebserregend eingestuft ist, bestimmt werden, dessen Gehalte im Harn etwa 1 bis 2 Größenordnungen höher liegen als die der beiden anderen aromatischen Amine (Weiss et al, 2000). Zur Charakterisierung von möglichen Expositionsquellen werden weitere 7 aromatische Amine (Anilin, *m*- und *p*-Toluidin, 1-Aminonaphthalin, 2- und 3-Aminobiphenyl, sowie 1-Aminopyren) als Ausscheidungsprodukte erfasst, so dass insgesamt ein Profil von 10 aromatischen Aminen im Humanharn bestimmt wird.

Insbesondere sollen Erkenntnisse über mögliche Zusammenhänge zwischen dem Ernährungsverhalten und der Ausscheidung aromatischer Amine gewonnen werden. Die Arbeitshypothese, dass kontaminierte Lebensmittel zur Belastung von Nichtrauchern mit aromatischen Aminen beitragen, soll somit erhärtet werden.

### 4. Analytische Methoden und Qualitätssicherung

#### 4.1 BESTIMMUNG VON AROMATISCHEN AMINEN

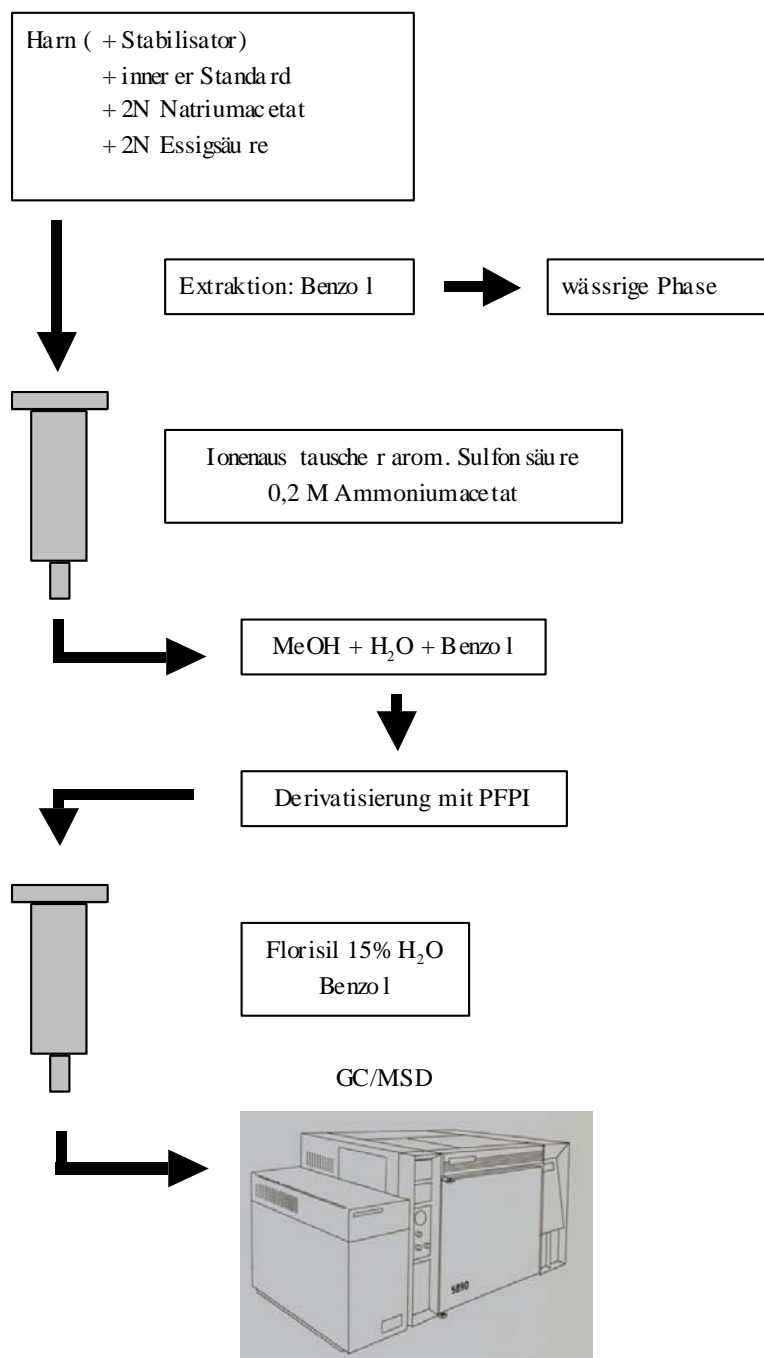
Die Bestimmung aromatischer Amine im Humanharn, insbesondere von mehrringigen Arylaminen wie Naphthylamine, Aminobiphenyle und Aminopyrene, gelingt nur unter Verwendung von Stabilisatoren schon während der Probenahme des Harns. Bisher wurde zu diesem Zweck *p*-Toluidin verwendet (Grimmer et al., 1995; 2000). Für eine parallele Bestimmung einringiger Arylamine wie Anilin und die isomeren Toluidine wurde im Zuge der Vorarbeiten für dieses Projekt mit dem *tert*-Butylamin ein geeigneter alternativer Stabilisator aus der Reihe der aliphatischen Amine gefunden.

#### 4.1.1 Probenaufbereitung und Analyse

Die Bestimmung der aromatischen Amine im Humanharn erfolgt im Prinzip nach einem Derivatisierungsverfahren mit anschließender Quantifizierung mittels GC-MSD (Stillwell et al., 1987). Nach saurem Aufschluss von Konjugaten wird die Harnprobe mit den internen Standards versetzt und, wie schematisch in Abb. 4.1-1 gezeigt, aufgearbeitet. Dabei kommt der Anreicherung der empfindlichen aromatischen Amine auf einer Ionenaustauschersäule (arom. Sulfonsäuren) eine Schlüsselrolle zu. Nach Gewinnung der Aminfraktion wird diese mit Pentafluorpropionylimidazol acyliert und anschließend die Produkte über Fluorisil gereinigt. Generell dürfen die erhaltenen Lösungen beim Einengen nie zur Trockne kommen. Die Bestimmung der derivatisierten aromatischen Amine erfolgt mittels GC-MSD im SIM-Mode, wobei gleichzeitig alle Analyten erfasst und ausgewertet werden können. Die einzelnen Verfahrensschritte sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

**Freisetzung und Extraktion der Amine aus Harn.** Man entnimmt aus dem Harn, der während der 24 h Sammelphase bereits mit *tert*-Butylamin stabilisiert wurde, eine Probe von 50 mL und versetzt diese mit 5 mL 32%iger Salzsäure. Der pH-Wert der wässrigen Lösung liegt dann zwischen 0 bis 0,1. Die mit 20 mL Benzol überschichteten Ansätze werden 16 h im Wasserbad bei 37°C geschüttelt. Anschließend werden Eisessig (1 mL) und Kaliumhydroxidlösung (32 %ig, 4 mL) zugegeben. Nach Abkühlen der Proben auf Raumtemperatur wird erneut Kaliumhydroxidlösung (32 %ig, 1 mL) zugegeben. Es wird *tert*-Butylamin (100 µL) zugesetzt. Der pH-Wert der wässrigen Lösung wird mit einer pH-Elektrode gemessen und mit Kaliumhydroxidlösung (32 %ig, tropfenweise) auf einen pH = 4,8 - 5,2 eingestellt. Als interne Standards werden d<sub>5</sub>-Anilin, d<sub>4</sub>-o-Toluidin, d<sub>7</sub>-2-Aminonaphthalin, d<sub>9</sub>-2-Aminobiphenyl und d<sub>9</sub>-4-Aminobiphenyl zugesetzt. Die Ansätze werden erneut 16 h im Wasserbad geschüttelt.





PFPI = Pen tafluoropropionylimidazol

**Abb. 4.1-1:** Schematische Darstellung der Bestimmung von aromatischen Aminen im Humanharn.

In einem Scheidetrichter wird die Benzolphase von der wässrigen Phase abgetrennt und mit Wasser gewaschen. Die mit *tert*-Butylamin versetzte Benzolphase wird auf ca. 2 mL eingengt.

**Extraktion von aromatischen Aminen aus Nahrungsmitteln.** Das eingesetzte Extraktionsverfahren wurde anhand von dotierten Proben erarbeitet. Die Lebensmittelproben (10 - 100 g, z.B. Brot, Gemüse Fleisch, Fisch; roh oder weitgehend aufgetaut) werden in einem elektrisch angetriebenem Glas-Schneidemesserhackgerät einzeln fein zerhackt und homogenisiert. Es wird Natriumacetat (2 N, 1 mL) und Essigsäure (2 N, 1 mL) sowie Wasser (50 ml) zugesetzt. Als innere Standards werden  $d_5$ -Anilin,  $d_4$ -*o*-Toluidin,  $d_6$ -2-Aminonaphthalin,  $d_9$ -2-Aminobiphenyl und  $d_9$ -4-Aminobiphenyl zugesetzt. Es wird mit Benzol (50 mL) überschichtet.

Die Ansätze werden 5 Minuten mit einperlendem Stickstoff von Sauerstoff befreit, luftdicht verschlossen und 16 h im Wasserbad bei 30°C unter Schütteln im Dunkeln extrahiert. Dann wird die Benzolphase in einem Scheidetrichter von der wässrigen Phase abgetrennt. Sie enthält die aromatischen Amine. Die Benzolphase wird mit Wasser (5 mL) gewaschen. Die mit *tert*.-Butylamin (10 µg) versetzte Benzolphase wird wie unten beschrieben über einen Ionenaustauscher weiter angereichert.

**Anreicherung von aromatischen Aminen.** Die Benzollösung (mit *tert*.-Butylamin-Zusatz, [100 µg]) wird auf ca. 2 mL eingeeengt (Rotationsverdampfer, 200 hPa, 40°C Wasserbad) und mit 5 mL Methanol versetzt. Bakerbond aromatische Sulfonsäure (0,5 g) wird in eine Glaskartusche zwischen zwei Teflonfritten eingefüllt und mit 5 mL 1N Phosphorsäure aktiviert. Die Säule wird anschließend mit 20 mL Methanol gespült. Die mit Methanol verdünnte Benzolphase wird auf die Austauschersäule aufgetragen und mit 20 mL Methanol nachgewaschen. Die Amine werden anschließend mit 10 mL 0,2 M Ammoniumacetat-Lösung in 90% Methanol (mit Ammoniak auf pH = 8.0 eingestellt) eluiert. Das Eluat wird mit 30 mL Wasser verdünnt und die Amine mit 50 mL Benzol extrahiert.

**Derivatisierung mit Pentafluorpropionylimidazol (PFPI).** Der organische Extrakt wird am Rotationsverdampfer bis auf 2 mL eingeeengt und anschließend in einen 3 mL Spitzkolben (NS 14.5) überführt, auf ca. 1,5 mL eingeeengt und 100 µL Triethylaminlösung (0,5 M; in Benzol) zugegeben. Als Acylierungsreagenz werden 100 µL Pentafluorpropionylimidazol (PFPI) zugegeben und im verschlossenen Kolben bei 50°C 15 Minuten

im Sandbad stehen gelassen. Das Reaktionsgemisch wird anschließend in Eis gekühlt. Ein Überschuss an PFPI wird mit Wasser ausgewaschen und zur Trennung der Phasen zentrifugiert.

**Florisilsäule.** 1,0 g Florisil (Merck, 15 % Wasser) wird in eine Glaskartusche zwischen 2 Teflon-Fritten eingefüllt (8 mL, Baker SPE-System) und mit 20 mL Benzol gewaschen. Die Probe wird auf die Säule gegeben und mit 50 mL Benzol eluiert. Das Eluat wird bis auf 2 mL eingeeengt und in einen 3 mL Spitzkolben überführt. Anschließend wird weiter durch Abblasen mit Stickstoff bis auf 10 µL eingeeengt und ein Aliquot von 1 µL zur Bestimmung der Analyten mittels GC/MSD (SIM-Mode) verwendet.

### **Gaschromatographie.**

GC: HEWLETT PACKARD 5890 Series II mit "on column"-Injektor";

GC-Säule: ZB-35 MS (30 m x 0,25 mm; 0,2 µm);

Detector: HP-MSD 5972;

Integrator: HP-CHEMSTATION-MS

Gaschromatographieparameter:

Injektor: 250°C

Injektionsvolumen: 1 µL

Temperaturprogramm: 80°C bis 220°C mit 7°C/min; 220°C bis 290°C mit 5°C/min; 290°C bis 300°C mit 10°C/min und 300°C 8 min isotherm.

**Quantifizierung.** Zur Quantifizierung werden die entsprechenden Ionenspuren der Analyten aus der GC/MSD-Untersuchung im SIM-Mode ausgewertet.

**Bestimmungsgrenzen.** Folgende Bestimmungsgrenzen (BG) wurden für die Analyten im Urin ermittelt: Anilin (3,12 ng/L), *o*-Toluidin (0,71 ng/L), *m*-Toluidin (10,7 ng/L), *p*-Toluidin (1,12 ng/L), 1-Aminonaphthalin (0,55 ng/L), 2-Aminonaphthalin (0,43 ng/L), 2-Aminobiphenyl (0,32 ng/L), 3-Aminobiphenyl (0,68 ng/L), 4-Aminobiphenyl (0,25 ng/L) und 1-Aminopyren (0,31 ng/L). Die Umrechnung der Bestimmungsgrenze von ng/L auf ng/24 h erfolgte mit dem Faktor des ausgeschiedenen Harnvolumens (L/24 h-Mittelwert). Werte kleiner als BG sind als "< BG" oder "BG/2" gekennzeichnet. Werte unter der BG wurden zur Bestimmung der statistischen Kennwerte auf BG/2 gesetzt.

#### 4.1.2 Qualitätssicherung

Während für die Bestimmung z.B. von 1-Hydroxypyrens als Markermetaboliten der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe im Urin zertifiziertes Referenzmaterial dieser Matrix zur Verfügung steht (BCR-640, BCR-641 und BCR-642), ist für aromatische Amine im Harn kein zertifiziertes Referenzmaterial erhältlich. Daher wurden die im folgenden beschriebenen Maßnahmen zur Qualitätssicherung durchgeführt.

**Wiederholungsanalysen.** Zur Qualitätssicherung der Bestimmungen aromatischer Amine wurden Wiederholungsanalysen für die von Probanden Nr. 29, 33, 42, 47 und 50 ausgeschiedenen Mengen an aromatischen Aminen ausgeführt. Die Doppelanalysen befinden sich für diese empfindliche Stoffklasse von Analyten in guter Übereinstimmung. Insbesondere wurde die Effizienz der benutzten Stabilisatoren überprüft. Um eine Bestimmung der isomeren Toluidine zu erreichen, wurde anstatt von *p*-Toluidin das *tert.*-Butylamin als Stabilisator für die mehrringigen aromatischen Amine verwendet. Eine jeweilige Vergleichsanalyse unter Zusatz von *p*-Toluidin demonstriert (dritter Wert für alle aromatischen Amine außer *p*-Toluidin selbst) die Wirksamkeit des verwendeten *tert.*-Butylamins.

**Leerwerte.** Zur weiteren Qualitätssicherung wurden Leerwertanalysen mit der Matrix Humanharn durchgeführt. Hierzu wurde ein niedrig belasteter Eigenharn eines Freiwilligen, der nur Anilin und *o*-Toluidin im Bereich von 2000 bzw. 30 ng / 24 h Harn aufwies, einer 9-fachen Analyse unterworfen und die Mittelwerte ermittelt. Der Variationskoeffizient lag für Anilin in dieser Bestimmungsserie bei 6,7 und für *o*-Toluidin bei 3,0 %.

**Kontrollanalysen dotierter Proben.** Zur weiteren Qualitätssicherung wurde der Harn des Freiwilligen zu Dotierungsanalysen in zwei verschiedenen Konzentrationen (hoher und niederer Bereich) eingesetzt. Die Dotierungsanalysen wurden jeweils 8-fach ausgeführt und unter Berücksichtigung der Leerwerte die Mittelwerte gebildet. Für alle bestimmten empfindlichen aromatischen Amine zeigte sich ein Variationskoeffizient nicht höher als 15 %. Die Ausbeuten bzgl. der Sollwerte lagen zwischen 90 und 105 %.

## 4.2 BESTIMMUNG DES COTININS UND NIKOTINS

Zur Cotinin- und Nikotinbestimmung wurde eine nach Voncken et al. (1989) modifizierte GC-MSD Methode eingesetzt, die am Biochemischen Institut für Umweltcarcinogene etabliert und validiert ist. Die Bestimmungsgrenze liegt für beide Analyten bei 100 ng/L.

### 4.2.1 Probenaufbereitung und Analyse

**Probenaufbereitung.** 100 µL der Harnprobe werden mit einer geeigneten Pipette in einen Spitzkolben überführt. Nach Zugabe einer NaOH-Lösung (0,3 mL; 5 N) und d<sub>10</sub>-Phenanthren, 790 ng gelöst in 50 µL Dichlorethan, als interner Standard wird der Spitzkolben verschlossen, geschüttelt und anschließend zentrifugiert. Die wässrige Phase wird abgetrennt und zur Quantifizierung mittels GC-MSD werden 2 µl der Dichlorethanlösung eingesetzt.

**Gaschromatographie.** Folgende chromatographische Bedingungen wurden gewählt:

Kapillare HP-FFAP (cross-linked) von Hewlett Packard

8 m Länge

0,33 µm Filmdicke

0,22 mm Innendurchmesser

Als Trägergas wurde Helium mit 20 cm/sec benutzt. Die Injektortemperatur betrug 170°C. Die Injektion erfolgte bei 70 °C Ofentemperatur split-splitless. Die Ofentemperatur wurde nach der Injektion auf 140 °C mit 30 °C/min gesteigert. Anschließend wurde die Temperatur mit 10 °C/min auf 200°C erhöht und 6 Minuten beibehalten. Abschließend wurde die Temperatur mit 2 °C/min auf 230 °C erhöht. Die Retentionszeiten betrugen für Nicotin 3,4 min (detektiert bei m/z = 162), für d<sub>10</sub>-Phenanthren 8,6 min (detektiert bei m/z = 188), und für Cotinin (detektiert bei m/z = 98) 9,9 min.

#### **4.2.2 Qualitätssicherung**

Zur Qualitätssicherung wurde die Wiederholbarkeit der Cotinin- und Nikotinbestimmung durch eine 6-fache Bestimmung der Analyten in einem Raucherharn untersucht. Der Variationskoeffizient betrug für Cotinin 4,8% und der für Nikotin 7,0 %. Die Richtigkeit der Cotinin- und Nikotinanalysen wurden durch Dotierungsexperimente und erneuter 6-maliger Bestimmung überprüft. Hierbei lagen die Variationskoeffizienten für die Cotinin- und Nikotinbestimmung bei 3,8% bzw. 2,6%.

#### **4.3 BESTIMMUNG DES KREATININS**

Die Kreatininwerte der gesammelten Harnproben der Probandengruppe aus München wurden im Medizinischen Labor Gemeinschaftspraxis Dr. Kramer und Kollegen in Geesthacht bei Hamburg bestimmt. Für diese Bestimmung wurde ein klinisch-chemischer Analyser (AU 400) der Fa. Olympus mit dem passenden Kit der Fa. Olympus eingesetzt, der auf der Jaffé-Methode beruht (Jaffé, 1986).

#### **4.4 BESTIMMUNG VON HÄMOGLOBIN-ADDUKTEN DER AROMATISCHEN AMINE**

Die Bestimmung der Hämoglobin-Addukte der aromatischen Amine erfolgte in der Arbeitsgruppe von Prof. Richter im Walter-Straub-Institut für Pharmakologie und Toxikologie an der LMU-München nach einem publizierten Verfahren (Richter et al., 2001). Es wurden Hämoglobin-Addukte der 3 isomeren Toluidine, des 2-Aminonaphthalins sowie des 3-Amino- und 4-Aminobiphenyls bestimmt.

##### **4.4.1 Probenaufbereitung und Analyse**

Die aufgetaute Erythrozytenfraktion wurde mit 10,0 mL eiskaltem Aqua dest. in Zentrifugengläser überführt, mit 5,0 ml Phosphatpuffer pH 6,6 versetzt und bei 4 °C zentrifugiert (Sorvall RS5C, 18000 rpm, 30 Minuten). Anschließend wurden die Proben in Dialyseschläuche (Visking 36/32) überführt und in 2,5 L Aqua dest. über 2 Tage dialysiert. Ein Wasserwechsel erfolgte jeweils nach 12 Stunden.

Vor der alkalischen Hydrolyse wurden jeweils 80 pg der internen Standards  $d_4$ -o-Toluidin und  $d_9$ -4-Aminobiphenyl zugesetzt und mit 5,0 ml 1N NaOH im Ultraschallbad 1 Stunde hydrolysiert. Die nach der Hydrolyse freigesetzten aromatischen Amine wurden schließlich per Festphasenextraktion isoliert. Dazu wurden die SPE C18-Säulen (Varian Bond Elut) zunächst mit jeweils 5,0 mL Aqua dest. und 5,0 mL Methanol konditioniert. Anschließend wurden die Blutproben unter Anlegen eines Vakuums über die Säulen gegeben, mit 5,0 mL Aqua dest. nachgespült und zur Trockene zentrifugiert. Die am Säulenmaterial zurückgehaltenen Amine wurden mit 3,0 mL Chloroform über einen  $Na_2SO_4$ -Filter eluiert.

Zur Derivatisierung wurden 10  $\mu$ L Heptafluorbuttersäureanhydrid zum Eluat gegeben und bei Raumtemperatur nach kräftigem Schütteln 15 Minuten inkubiert. Durch Zugabe von 50  $\mu$ L Methanol wurde die Derivatisierungsreaktion abgestoppt und die Proben anschließend in einer Speedvac zur Trockene eingedampft.

Für die GC/MS Analyse wurde der Rückstand in 10  $\mu$ L Toluol resuspendiert und 1  $\mu$ L der Lösung von Hand in den Gaschromatographen injiziert.

### **Quantifizierung mittels GC/MS**

Kapillarsäule:	Innendurchmesser: 0,25 mm
DB 5 MS Säule	Filmdicke: 0,25 $\mu$ m
Länge: 30 m	

### **Temperaturprogram**

1 Min 80 °C, dann Anstieg mit 12 °C/min bis 210 °C; dann Anstieg mit 15 °C/min auf 320 °C; final 10 min bei Endtemperatur

### **Gaschromatographieparameter**

Injektor bei 25°C

Transfer Liner bei 250°C

Injizierte Probenmenge: 1 µL

Split: splitless, split on nach 1 Min.

### **4.4.2 Qualitätssicherung**

Zur Qualitätssicherung der Bestimmung von Hämoglobin-Addukten der aromatischen Amine wurden neben Leerwertanalysen auch Gehalte dotierter Proben bestimmt. Die Wiederfindungsrate lag im Bereich von 65 – 67% vom Sollwert. Die Bestimmungsgrenze für die 3 isomeren Toluidine und das 4-Aminobiphenyl lag bei 50 fg/µL. Demgegenüber wurde die Bestimmungsgrenze für das 2-Aminonaphthalin und 3-Aminobiphenyl zu 100 fg/µL bestimmt.

Als Bestimmungsgrenze für die Hämoglobin-Addukte der aromatischen Amine wurde ein Wert von 0,15 pg/g Hb bestimmt.



## 5. Fragebogenentwicklung

Zunächst wurde für die geplante Basisstudie ein Fragebogen entwickelt. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Schümann/Frau Dr. Fertmann von der AgE des Instituts für Mathematik und Datenverarbeitung in der Medizin (UKE, Hamburg), Frau Dr. Becker/Frau Seiwert (UBA, Berlin) sowie Herrn PD Dr. Scherer vom ABF-Labor in München. Die finale Fassung des Fragebogens 1 (Basisstudie mit 81 Nichtraucher; siehe Anhang 12.1) fußt auf einer Vorlage des ABF-Labors und den eingesetzten Fragebögen der Humanprobenbank (UBA) sowie des Umwelt-Surveys (UBA).

Insbesondere wurden Erkenntnisse in den aktuellen Fragebogen umgesetzt, die auf den bisherigen Auswertungen von Fragebögen einer Probandengruppe aus Münster und Greifswald der Umweltprobenbank (Humanprobenbank Münster) durch Frau Dr. Fertmann aus der Arbeitsgruppe Epidemiologie in Hamburg basieren (Fertmann et al., 2003). Bei diesen Auswertungen wurde ein Zusammenhang zwischen der Ausscheidung aromatischer Amine im Urin und dem Konsum von bestimmten Lebensmittel insbesondere von Eiern, Fast Food, Gemüse/Obst, Kartoffelchips sowie von Wein und Sekt erkannt.

Mit dem Fragebogen 1 wurden folgende Themenbereiche abgefragt

- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| I. Allgemeine Angaben    | VI. Rauchen                      |
| II. Wohnung/Wohnumgebung | VII. Medizin                     |
| III. Berufstätigkeiten   | VIII. Freizeit                   |
| IV. Fremdstoffexposition | IX. Kosmetika                    |
| V. Ernährung             | X. Ernährung in den letzten 48 h |

Unter *Ernährung in den letzten 48 Stunden* wurde der Konsum von Fleisch, Fisch, Eiern und Getränken in den letzten 48h vor der Probennahme abgefragt. Darüber hinaus wurde eine Zusatzfrage nach der sportlichen Aktivität der Probanden gestellt.

Für die zusätzlichen Untersuchungen zum Belastungspfad Nahrung wurden 2 weitere Fragebögen verwendet. Der Fragebogen 2 (siehe Anhang 12.2) wurde für die Verlaufsstudie mit kontrollierter Ernährung eingesetzt, während der Fragebogen 3 (siehe Anhang 12.3) für eine Längsschnittstudie über 3 Tage eingesetzt wurde.

Mit dem Fragebogen 2 wurden detailliert 13 Themenbereiche zum Konsum von Nahrungsmitteln abgefragt:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| I. Brot, Semmeln   | VIII. Obst   |
| II. Milchprodukte  | IX. Zutaten  |
| III. Eier          | X. Süßwaren, Snacks  |
| IV. Fleisch, Wurst | XI. Alkoholfreie Getränke                                  |
| V. Gemüse, Salat   | XII. Alkoholhaltige Getränke                               |
| VI. Fisch          | XIII. Lebensmittel, die nicht in der Liste aufgeführt sind |
| VII. Beilagen      |  |

Im Fragebogen 3 (siehe Anhang 12.3) wurden in der Längsschnittstudie detailliert die verzehrten Nahrungsmittel nach freier Wahl und die Duplikatproben dokumentiert. Insgesamt wurden Angaben zu 15 verschiedenen Nahrungsmittelgruppen gesammelt:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| I. Getreideprodukte          | IX. Kartoffeln                |
| II. Fleisch                  | X. Salat und Gemüse           |
| III. Fisch                   | XI. Obst                      |
| IV. Tierische Fette          | XII. Eier                     |
| V. Pflanzliche Fette         | XIII. Fast Food               |
| VI. Süßwaren                 | XIV. Restliche Nahrungsmittel |
| VII. Milchprodukte, fest     | XV. Getränke                  |
| VIII. Milchprodukte, flüssig |                               |

## 6. Basisstudie an Nichtrauchern (N = 81) und Wiederholungsuntersuchung an einem Subkollektiv (N = 20)

### 6.1 DURCHFÜHRUNG DER BASISSTUDIE

Im Oktober 2002 wurden in einer Querschnitterhebung von 81 nichtrauchenden Erwachsenen aus München aromatische Amine im 24h-Urin bestimmt. Die Probanden wurden überwiegend über eine vorhandene Probandenkartei des ABF-Labors rekrutiert. Zusätzlich wurden Teilnehmer durch Ansprechen von Bekannten der bereits gewonnenen Probanden gefunden. Es wurde ein Probandengeld in Höhe von 75,00 EUR ausgelobt. Die Sammlung des 24h Urins begann am Tag vor dem Laborbesuch, wobei der erste Morgenurin verworfen wurde, und endete am Tag des Laborbesuchs unter Einbeziehung des Morgenurins. Die Personen wurden gebeten den Fragebogen 1 zur Basisstudie auszufüllen. Als Ausschlusskriterium galt eine chronische Medikation des Probanden.

### 6.2 STICHPROBE

#### Alter, Geschlecht und Rauchverhalten

An der Erhebung in München Ende Oktober 2002 nahmen 81 Personen teil, davon 33 Männer und 48 Frauen. Eine Altersangabe ist nur von 77 Personen verwertbar. Das Alter der Personen liegt zwischen 20 und 61 Jahren (Abb. 6.2-1).

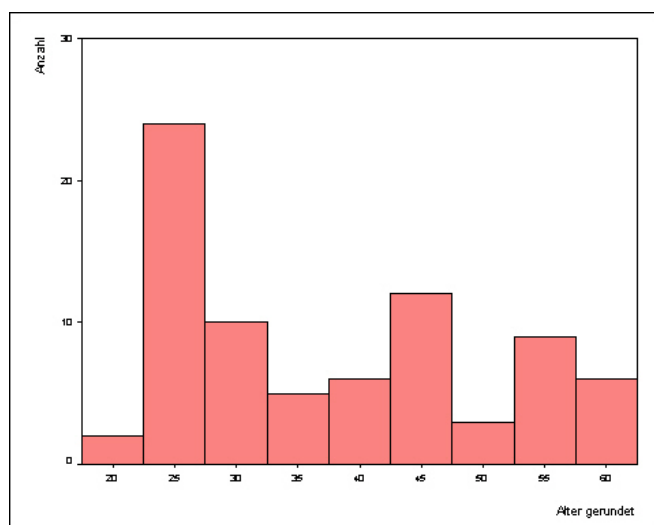


Abb. 6.2-1: Altersverteilung

Männer sind im Schnitt einige Jahre jünger (Tabelle 6.2-1).

**Tabelle 6.2-1: Alter nach Geschlecht**

<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>AM</b>	<b>SD</b>
Frauen	22,6	61,7	39,8	12,2
Männer	20,5	58,3	33,6	12,7

### **Rauchen und Passivrauchen**

Alle Befragten gaben an, nicht selbst zu rauchen, davon haben 60 nie geraucht. Rund 20% (N=16) der Personen haben vor mindestens 12 Monaten aufgehört zu rauchen. Drei Personen haben innerhalb der letzten 12 Monate aufgehört, davon eine vor 4-6 Monaten und zwei vor 7-12 Monaten.

Im eigenen Haushalt sind 11% der Befragten einer Passivrauchbelastung ausgesetzt, am Arbeitsplatz sind es 22% und anderswo 53% (15% sind in ihrer Freizeit täglich Passivrauch ausgesetzt). Insgesamt 37% der Befragten halten sich nicht in verrauchten Räumen auf.

Die weitere Beschreibung von Merkmalsausprägungen der Stichprobe ist dem Anhang 12.4 zu entnehmen.

## **6.3 GEHALTE AROMATISCHER AMINE IM URIN**

Im folgenden werden die Ergebnisse der Bestimmungen der einzelnen aromatischen Amine im Urin dargestellt und diskutiert. In den Tabellen 6.3-1 und 6.3-2 sind die wichtigste Ergebnisse der Untersuchung im Überblick zusammengestellt, wobei die Daten sowohl in ng/24 h (Tab. 6.3-1) als auch in ng/L (Tab. 6.3-2) angegeben werden.

Die Einzelwerte aller aromatischen Amine sind für alle Probanden im Anhang 12.5 in tabellarischer Form zusammengefasst.

**Tab. 6.3-1: Mittelwerte, geom. Mittel, Mediane, max. Wert, 95. Perzentil und Bestimmungsgrenzen (BG) der aromatischen Amine in ng/24 h Harn sowie das ausgeschiedene Harnvolumen in 24 h des Nichtraucherkollektivs aus München (N = 81).**

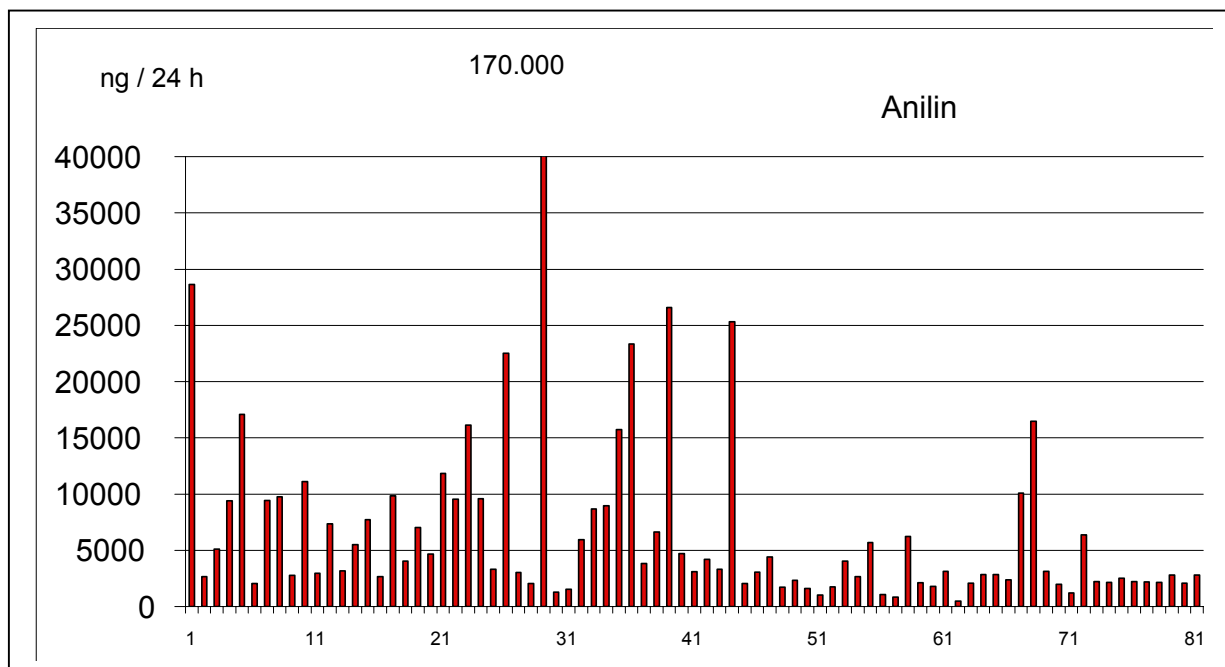
	Nichtraucherprobandengruppe (N = 81)							
ng/24 h	AM N=81	GM	Median N = 81	Max N =81	95. Perzentil	BG	BG/2	N = < BG
Anilin	8150	4310	3170	170000	25100	6,39	3,19	0
<i>o</i> -Toluidin	77,8	26,3	61,8	401	240	1,46	0,73	19
<i>m</i> -Toluidin	52,5	37,8	44,6	151	124	22,0	11,0	20
<i>p</i> -Toluidin	130	22,5	50,8	713	557	2,29	1,14	28
1-Aminonaphthalin	13,9	1,35	0,66	427	36,6	1,12	0,56	56
2-Aminonaphthalin	10,2	1,89	1,08	232	45,1	0,89	0,44	39
2-Aminobiphenyl	22,3	8,38	11,6	376	93,9	0,66	0,33	11
3-Aminobiphenyl	-	-	-	6,63		1,39	0,70	79
4-Aminobiphenyl	2,46	0,87	0,73	34,7	11,6	0,50	0,25	40
1-Aminopyren	-	-	-	-	-			
Harnvolumen L/24h	2,05	1,88	1,95	4,55	4,00			

**Tab. 6.3-2: Mittelwerte, geom. Mittel, Mediane, max. Wert, 95. Perzentil und Bestimmungsgrenzen (BG) der aromatischen Amine in ng/L Harn des Nichtraucherkollektivs aus München (N = 81).**

	Nichtraucherprobandengruppe (N = 81)							
ng/L	AM N = 81	GM	Median N = 81	Max N = 81	95. Perzentil	BG	BG/2	N = < BG
Anilin	4580	2290	1880	130000	10900	3,12	1,56	0
<i>o</i> -Toluidin	39,6	14,0	33,3	167	110,0	0,71	0,36	19
<i>m</i> -Toluidin	28,0	20,1	23,9	100	71,3	10,7	5,36	20
<i>p</i> -Toluidin	66,7	11,9	25,9	407	272	1,12	0,56	28
1-Aminonaphthalin	8,80	0,72	0,27	250	28,2	0,55	0,27	56
2-Aminonaphthalin	5,11	1,01	0,90	105	31,2	0,43	0,22	39
2-Aminobiphenyl	12,4	4,46	5,80	176	56,6	0,32	0,16	11
3-Aminobiphenyl	-			5,30		0,68	0,34	79
4-Aminobiphenyl	1,32	0,46	0,50	12,7	5,99	0,25	0,12	40
1-Aminopyren	-	-	-	-	-			

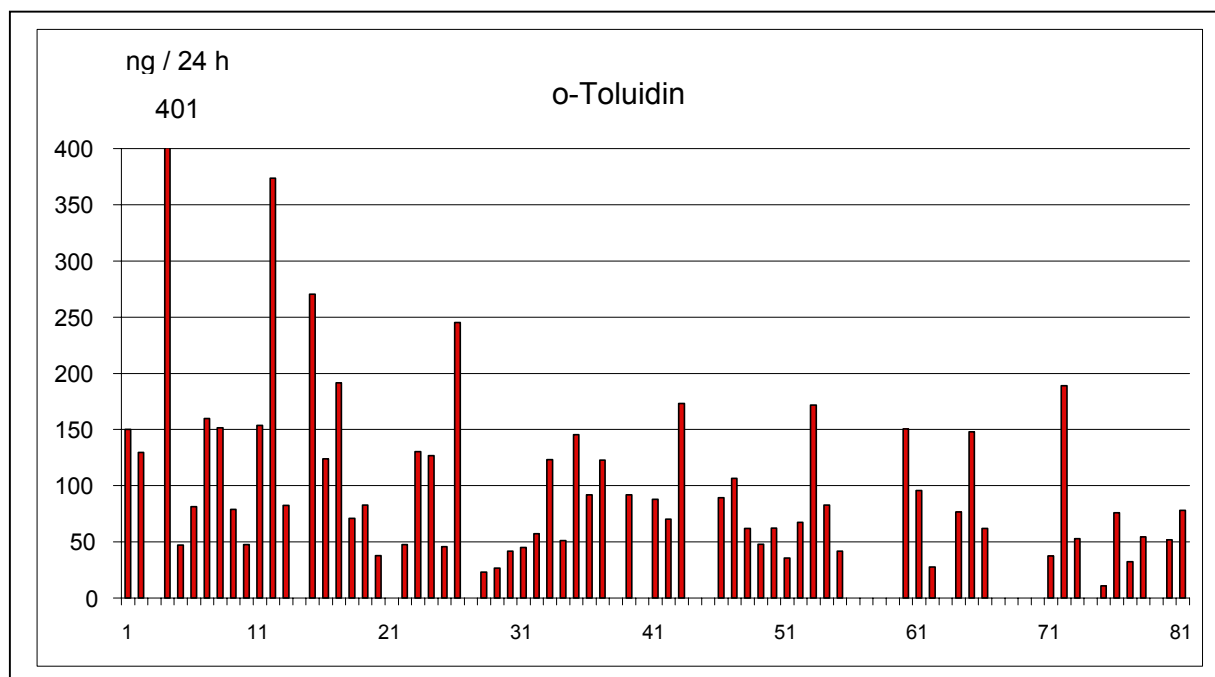
### 6.3.1 Gehalte von Anilin und isomerer Toluidine

Bei allen 81 Nichtrauchern wurde Anilin im Harn quantifiziert (Abb. 6.3-1). Die Werte lagen bis auf einen im Bereich 0,5 – 29 µg/24 h Harn. Ein einzelner Proband mit einem Gehalt von 170 µg/24 h Harn war besonders auffällig, eine Erklärung hierfür konnte jedoch nicht gefunden werden. Der Median lag mit 3,2 µg/24 h Harn bzw. 1,9 µg/L (Tab. 6.3-1, 6.3-2) im Bereich von Befunden anderer Arbeitsgruppen (el Bayoumy et al., 1986; Riffelmann et al., 1995; Weiss et al., 2000; Weiss und Angerer, 2002). Hier sei jedoch angemerkt, dass in der Studie von Weiss und Angerer (2002) nicht zwischen Rauchern und Nichtrauchern differenziert wurde. Damit kann zwischen den Anteilen, die durch Tabakkonsum und durch alternative Aufnahmepfade bedingt sind, nicht unterschieden werden. Dies mag auch den höheren Median für Anilin von 3,5 µg/L in der genannten Studie erklären. Auf die hohen interindividuellen Schwankungen der Gehalte auch bei Nichtrauchern, die auch bei den vorliegenden Ergebnissen festzustellen sind, wiesen bereits el Bayoumy et al. (1986) hin.

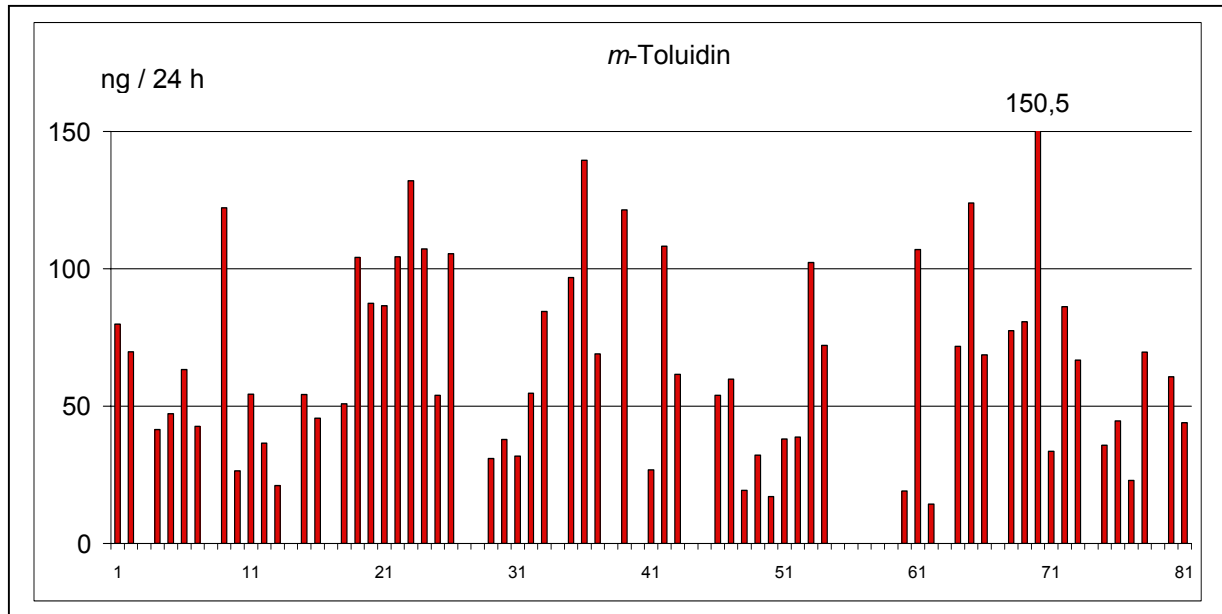


**Abb. 6.3-1: Gehalte an Anilin im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**

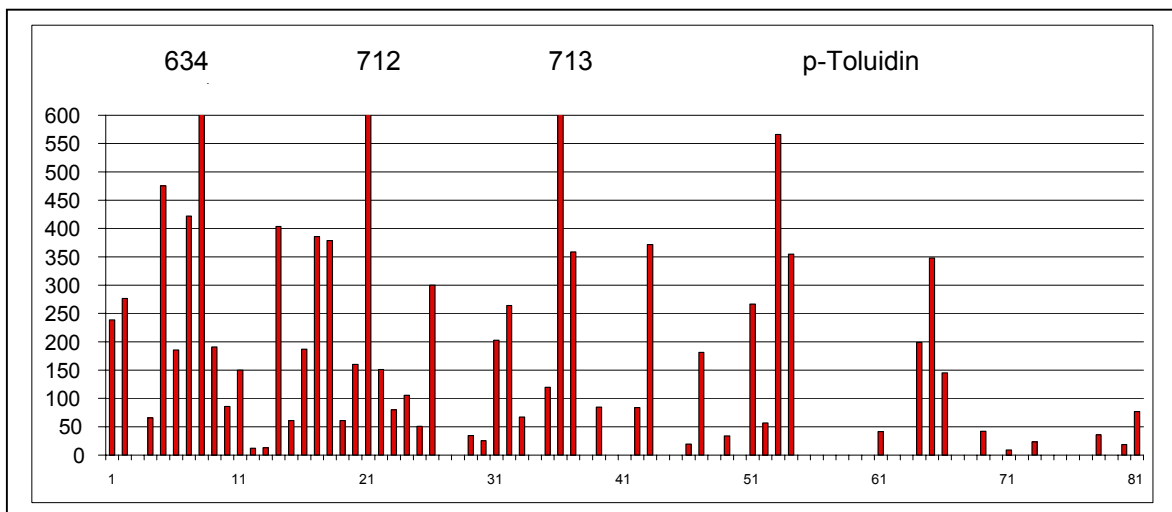
Die isomeren Toluidine konnten im untersuchten Nichtraucherkollektiv ebenfalls in der Mehrzahl der Probanden nachgewiesen werden. So wurde bei 62 von 81 Probanden o-Toluidin (Abb. 6.3-2), in 61 von 81 Probanden m-Toluidin (Abb. 6.3-3) und in 53 von 81 Probanden p-Toluidin (Abb. 6.3-4) bestimmt. Die Gehalte für o-Toluidin lagen im Bereich von 1,46–401 ng/24 h Harn, während für m-Toluidin ein Bereich von 22–151 ng/24 h Harn gefunden wurde. Für p-Toluidin ergab sich ein Bereich von 2,3–713 ng/24 h Harn. Der Median für o-Toluidin lag bei 61,8 ng/24 h Harn (33,3 ng/L), für m-Toluidin bei 44,6 ng/24 h Harn (23,9 ng/L) und für p-Toluidin bei 50,8 ng/24 h Harn (25,9 ng/L) (siehe Tab. 6.3-1, 6.3-2). Der Vergleich mit Literaturdaten liefert kein einheitliches Bild. So ist der Befund für o-Toluidin mit 33 ng/L deutlich höher als die Angabe von el Bayoumy et al. (1986) mit 4,1 ng/L. Demgegenüber wurden in den Studien von Weiss et al. (2000) bzw. Weiss und Angerer (2002) mittlere o-Toluidingehalte von 380 ng/L (Nichtraucher) bzw. 120 ng/L ermittelt. Die Daten lassen sich somit nicht vergleichen und es ist derzeit nicht möglich, Gründe dafür anzugeben.



**Abb.6.3-2: Gehalte an o-Toluidin im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**



**Abb.6.3-3: Gehalte an *m*-Toluidin im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**

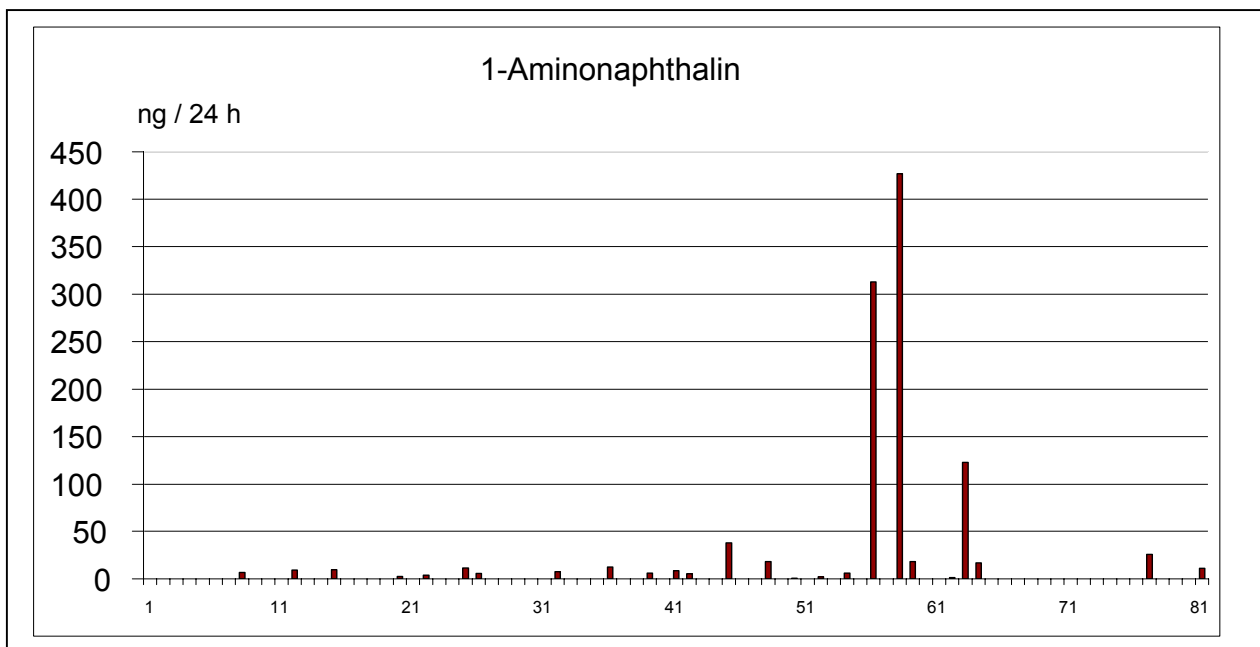


**Abb.6.3-4: Gehalte an *p*-Toluidin im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**

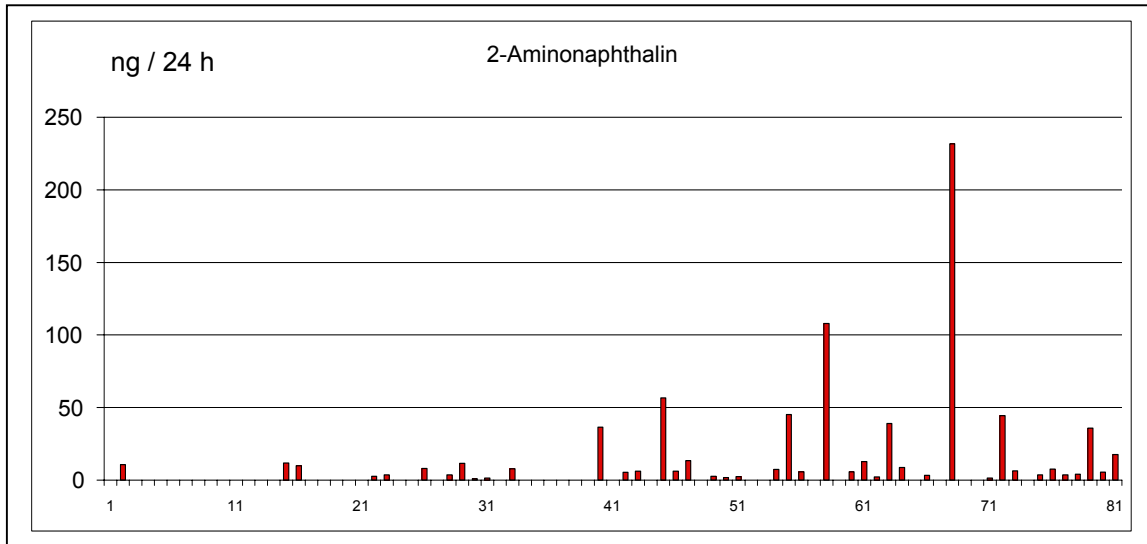


### 6.3.2 Gehalte von Aminonaphthalinen, Aminobiphenylen und 1-Aminopyren

1-Aminonaphthalin wurde im Harn von 25 der 81 Nichtraucher identifiziert (Abb. 6.3-5), während das biologisch wichtigere Isomer, das blasenkrebserrigende 2-Aminonaphthalin, in 42 von 81 Nichtrauchern nachgewiesen werden konnte (Abb. 6.3-6). Die Werte für 1-Aminonaphthalin lagen zwischen 1,12 und 427 ng/24 h Harn, während für 2-Aminonaphthalin ein Bereich von 0,89 bis 232 ng/24 h Harn festgestellt wurde. Der Median für 1-Aminonaphthalin lag bei 0,66 ng/24 h Harn und für 2-Aminonaphthalin bei 1,08 ng/24 h Harn (Tab. 6.4-1, 6.4-2). Die gefundenen Gehaltsbereiche für 1- und 2-Aminonaphthalin im hier untersuchten Nichtraucherkollektiv stimmen gut mit Befunden von Nichtraucherkollektiven aus Greifswald und Münster (Humanprobenbank) überein. So wurde z.B. für 2-Aminonaphthalin ein Median von 7,3 ng/24 h Harn für die Nichtraucher der Münstergruppe (N = 63) und 9,5 ng/24 h Harn für die Nichtraucher der Greifswaldgruppe (N = 57) ermittelt, während in dieser Studie (N = 81) 1,1 ng/24 h Harn beobachtet wurden (Tab. 6.4-1, 6.4-2). In einer früheren Untersuchung an Nichtrauchern aus München (N = 11) wurden für die isomeren Aminonaphthaline bei Nichtrauchern Gehalte im Tagesharn gemessen, die sich in guter Übereinstimmung mit den hier vorliegenden Daten des Nichtraucherkollektivs befinden (Seidel et al., 2001).



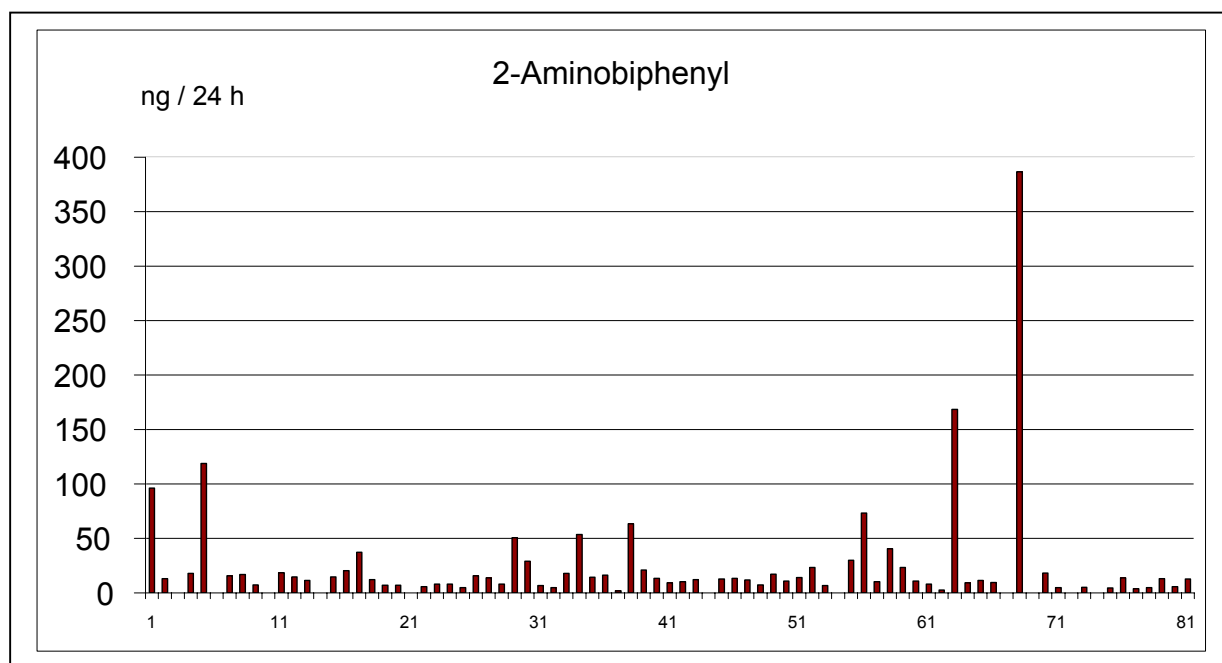
**Abb. 6.3-5: Gehalte an 1-Aminonaphthalin im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**



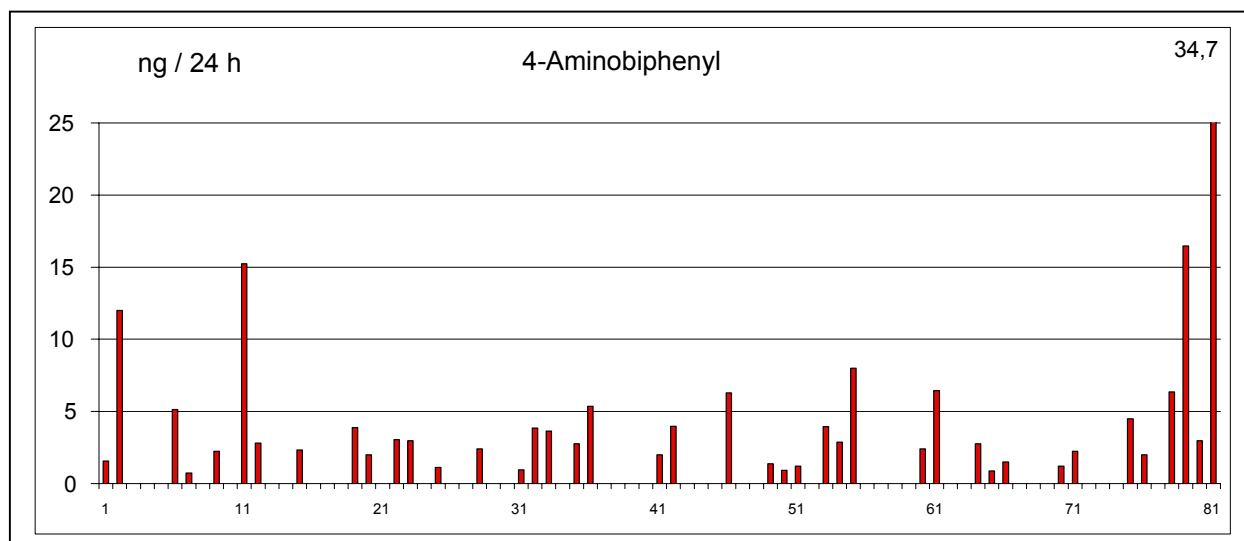
**Abb. 6.3-6: Gehalte an 2-Aminonaphthalin im Tagesharn (24 h) von Nicht-rauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**

Das 2-Aminobiphenyl wurde in 70 von 81 Probanden (Abb. 6.3-7) und das blasenkrebs-erregende Isomer, das 4-Aminobiphenyl, in 41 von 81 Probanden (Abb. 6.3-8) identifiziert. Die Gehalte für 2-Aminobiphenyl lagen zwischen 0,66 und 376 ng/24 h Harn und für 4-Aminobiphenyl zwischen 0,5 und 34,7 ng/24 h Harn. Die Mediane für 2- und 4-Aminobiphenyl lagen bei 11,6 und 0,73 ng/24 h Harn (Tab. 6.3-1). Während sich der Median für 2-Aminobiphenyl in guter Übereinstimmung mit Werten aus der Münster- und Greifswaldgruppe der Humanprobenbank sowie einer früheren Probandengruppe aus München befindet, liegt der Median für 4-Aminobiphenyl in den erwähnten Nichtraucherkollektiven mit 7,5 (Münstergruppe), 9,5 (Greifswaldgruppe) und 37,9 ng/24 h Harn (frühere Studie aus München; Seidel et al. (2001)) deutlich höher.

Das 3-Aminobiphenyl wird vorwiegend bei Rauchern nachgewiesen und konnte entsprechend nur in 2 von 81 Proben identifiziert werden, die einen Gehalt von 5,3 bzw. 6,6 ng/24 h Harn zeigten.



**Abb. 6.3-7: Gehalte an 2-Aminobiphenyl im Tagesharn (24 h) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**



**Abb. 6.3-8: Gehalte an 4-Aminobiphenyl im Tagesharn (24 ) von Nichtrauchern einer Probandengruppe (N = 81) aus München**

Um der Frage nachzugehen, in wieweit eine Belastung bei Nichtrauchern durch Nitroaromaten aus Dieselabgasen für die Ausscheidung an aromatischen Aminen verantwortlich sein könnte, wurde der 24 h Harn der Probanden auf den Gehalt an 1-Aminopyren, einem Stoffwechselprodukt des Dieselabgasmarkers 1-Nitropyren (van Bakkum et al., 1998; Zwirner-Beier und Neumann, 1999), untersucht. Mit Ausnahme eines Probanden, für den eine Ausscheidungs menge von 2 µg/24 h Harn bestimmt wurde, konnte in keinem weiteren der untersuchten 81 Harne 1-Aminopyren (Bestimmungsgrenze < 0.5 ng/24 h Harn) nachgewiesen werden.

## 6.4 COTININGEHALTE

Da die Tabakrauchexposition eine bekanntermaßen relevante Quelle für die aromatischen Amine darstellt, sollte bei den Nichtrauchern insbesondere die Passivrauchbelastung per Fragebogen erfasst werden. Darüber hinaus kann die Exposition gegenüber Tabak- und Passivrauch durch eine Analyse des im Harn ausgeschiedenen Nikotinmetaboliten Cotinin objektiviert werden (Lee, 1999). Insbesondere wird infolge der längeren Halbwertszeit des Cotinins eine mehrere Tage zurückliegende Passivrauchbelastung zuverlässiger angezeigt als durch die direkte Bestimmung des Nikotins (Scherer und Meger-Kossien, 1999).

In 31 von 81 Probanden des Nichtraucherkollektivs konnte ein Cotiningehalt bestimmt werden (Tab. 6.4.-3). Als Nichtraucher werden im allgemeinen Probanden eingestuft, die weniger als 50 µg/24 h Harn Cotinin aufweisen (Riboli et al., 1990; Haufroid und Lison, 1998). Mit Ausnahme der Probanden 20 und 51, die mit 200,2 bzw. 59,4 µg/24 h Harn als Passivraucher angesehen werden müssen, und dem Probanden 23, der mit 947,6 µg/24 h Harn als stark belasteter Passivraucher klassifiziert wurde, konnten für alle Probanden ein Nichtraucherstatus gemäß Fragebogen verifiziert werden.

**Tab. 6.4-3: Mittelwerte, geom. Mittel, Mediane, max. Wert, 95. Perzentil und Bestimmungsgrenzen (BG) von Cotinin und Nikotin (in µg/24 h Harn und in µg/L) im Harn des Nichtraucherkollektivs aus München (N = 81).**

	AM N = 81	GM N = 81	Median N = 81	Max N = 81	95. Perzentil	BG	BG/2	N = < BG
<b>µg/24 h</b>								
Cotinin	21,2	1,00	0,28	948	61,3	0,2	0,10	50
Nikotin	8,65	0,27	0,21	523	17,7	0,2	0,10	75
<b>µg/L</b>								
Cotinin	12,9	0,53	0,10	512	41,0	0,1	0,05	50
Nikotin	0,46	0,15	0,10	283	12,3	0,1	0,05	75

## 6.5 ERMITTLUNG VON EINFLUSSFAKTOREN

Die Labordaten wurden als Excel-Dateien erfasst. Die Fragebögen zu Lebensbedingungen, zu langfristigen Ernährungsgewohnheiten, zum Konsum ausgewählter Nahrungsmittel der letzten 48h vor Probennahme als auch die Ernährungsprotokolle wurden mit Eingabemasken in EpiData eingegeben und auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Die Zusammenführung der Daten geschah in SPSS. Auf dieser Grundlage erfolgte die Indikatorenbildung und Umcodierung, die univariate Grundauswertung, die Analyse der bivariaten Korrelationsstruktur der unabhängigen und abhängigen Variablen, die multivariaten Regressionsanalysen, die explorative Analyse der Doppeluntersuchungen zur Identifikation von Einflussfaktoren der intraindividuellen Variabilität sowie die explorative Analyse der ausgesuchten Teilgruppen mit Mehrfachbeobachtung und der dazugehörigen Nahrungsmittelanalysen.

Die Stichprobe ist mit 81 Personen relativ klein und erfordert eine schritt- bzw. blockweise Überprüfung der möglichen Einflussfaktoren. Aus den Fragebogenangaben wurden die potenziellen Einflussgrößen überwiegend als rangskalierte (3-5 Stufen) oder dichotome (ja, nein) Variablen generiert. Damit wird eine Datenreduktion und eine möglichst gleichmäßige Verteilung angestrebt. Es wurde zunächst mit drei Variablensets gearbeitet, wobei in allen Sets das Passivrauchen kontrolliert wurde.

1. Wohnumgebung (Wohngebiet städtisch, verkehrsreiche Straßenlage, Kfz-Betrieb, Tankstelle), Verhalten (Verkehrsteilnahme in Stunden, Anwendung von Bioziden vor bis zu 30 Tagen, Passivrauchen als Summenindex oder Cotinin im Urin) und Physiologie (Geschlecht, Alter in Klassen, Sport in Stundenkategorien, Kreatinin oder Harnvolumen),
2. Ernährung der 48h vor der Probennahme (Fleisch, Fisch, Eier, gebratene Eier, Geräuchertes, Gebratenes, Alkohol bzw. Wein/Sekt, schwarzer und grüner Tee, Passivrauchen), Haartönung/-färbung und Schminke (Lippen, Augen, Make-up/Puder) und
3. langfristige Ernährung - wöchentliche Summenindikatoren für

**a.** Fleisch, Fisch, Getreide, Fast Food, Kartoffeln, Süßigkeiten und Kuchen, Alkohol, schwarzen und grünen Tee, Fette, Obst und Gemüse, Milchprodukte einschl. Milch und

**b.** Kartoffeln mit Fett, Eier in der Pfanne ohne gekochte Eier, grünen und schwarzen Tee getrennt, frisches Obst, Gemüse und Nüsse, Milchprodukte ohne Milch als Getränk, tierisches und pflanzliches Fett getrennt, Summe an Wein und Sekt pro Woche.

Die unter **b.** genannten spezifischeren Indikatoren werden alternativ zu 3a. eingesetzt, da erstere aus diesen abgeleitet wurden und mit letzteren hoch korreliert sind.

Für die statistischen Analysen wurde die Summe an Fleischportionen in vier Gruppen geteilt (Quartile). Entsprechend wurde mit dem Fischverzehr verfahren.

### 6.5.1 Analyse der Beziehungen zwischen potenziellen Einflussfaktoren

Die Interkorrelationen zwischen Variablen des Set 1 sind in Tabelle 6.5-1 dargestellt. Assoziationen zwischen den potenziellen Einflussfaktoren untereinander zeigen sich bei Personen in städtischen Gebieten ( $p < 0,05$ ). Sie nehmen weniger am Straßenverkehr teil, haben seltener einen Kfz-Betrieb in der Umgebung und sind

**Tabelle 6.5-1: Spearman-Rangkorrelationen der Einflussgrößen Set 1**

	n=81	städtisches Wohngebiet	verkehrs- reiche Umgebung	Verkehrs- teilnahme	Tank- stelle	Kfz- Betrieb	Passiv- rauchen (5-stufig)	Alter in Klassen
verkehrsreiche Umgebung	r	-,012						
	p	,915						
Teilnahme am Straßenverkehr	r	<b>-,219</b>	,036					
	p	,050	,748					
Tankstelle in Wohnungsnähe	r	-,069	,010	,090				
	p	,539	,928	,424				
Kfz-Betrieb in Wohnumgebung	r	<b>-,246</b>	-,059	,110	<b>,566</b>			
	p	,027	,601	,326	,000			
Passivrauchen, (5-stufig)	r	,166	,032	,172	-,010	<b>-,277</b>		
	p	,139	,775	,124	,929	,012		
Alter in Klassen	r	<b>-,290</b>	-,128	-,195	,092	,126	<b>-,435</b>	
	p	,011	,269	,089	,427	,276	,000	
Sportstunden (4-stufig)	r	-,125	,105	-,009	-,114	-,110	-,126	,008
	p	,271	,355	,940	,318	,335	,267	,947

durchschnittlich jünger als Bewohner vorstädtischer und ländlicher Gebiete. Die Teilnahme am Straßenverkehr ist bei Jüngeren tendenziell ausgeprägter. Wer einen Kfz-Betrieb in der Umgebung hat, wohnt gleichzeitig an einer Tankstelle (alle n=49), ist aber seltener Passivrauch ausgesetzt. Passivrauchen kommt bei jüngeren Personen häufiger vor. Geschlechtsunterschiede wurden mit dem Chi-Quadrat-Test überprüft. Frauen sind tendenziell etwas älter ( $p=0,068$ ), benutzen tendenziell häufiger Biozide ( $p=0,07$ ) und sind seltener Passivraucherinnen ( $p>0,001$ ).

Alternativ zum Passivrauch-Summenindikator (siehe Anhang 12.4) wurde die Cotinin-Konzentration als drei- oder zweistufiger Indikator für eine Passivrauchexposition im Set 1 überprüft (Die Spearman-Rangkorrelation von Passivrauch und Cotinin/24h beträgt  $r_s=0,25$ ,  $p=0,024$ ). Geschlechtsunterschiede bestehen nicht. Da an dieser Stelle nicht zu entscheiden ist, ob der Passivrauchsummenindikator oder die Cotininkonzentration der bessere Prädiktor für die Gehalte an Aminoaromten ist, wurden beide Prädiktoren in der Regressionsanalyse mitgeführt.

		Passivrauchen, 5-stufig					Gesamt
		1	2	3	4	5	
Cotinin dichotom	<BG	18	12	10	4	4	48
		75,0%	60,0%	66,7%	40,0%	50,0%	62,3%
	>BG	6	8	5	6	4	29
		25,0%	40,0%	33,3%	60,0%	50,0%	37,7%
Gesamt		24	20	15	10	8	77
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

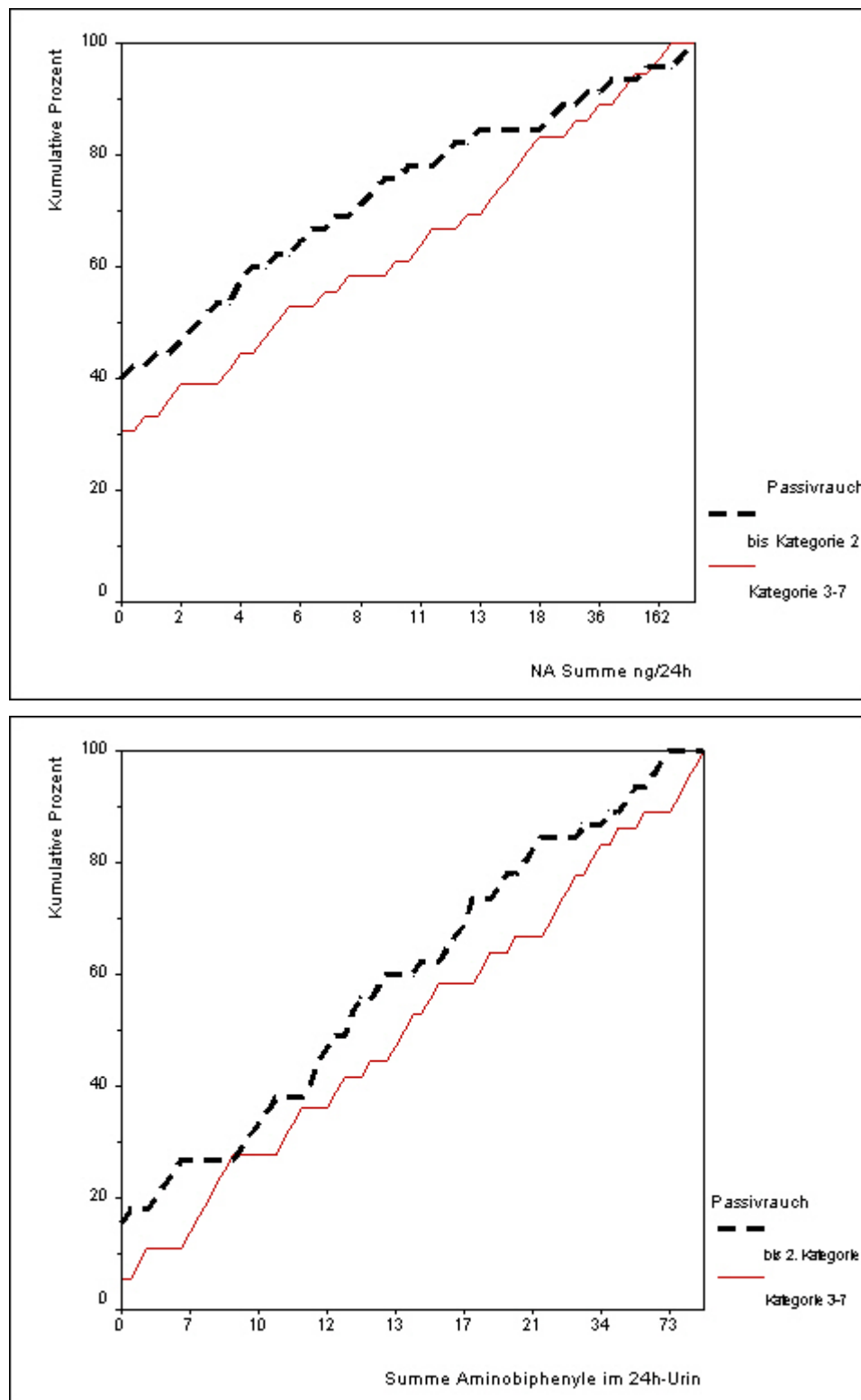
Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

		Passivrauch, 2-stufig		Gesamt
		1-2	3-5	
Cotinin	<BG	30	18	48
		68,2%	54,5%	62,3%
	>BG	14	15	29
		31,8%	45,5%	37,7%
Gesamt		44	33	77
		100%	100%	100%

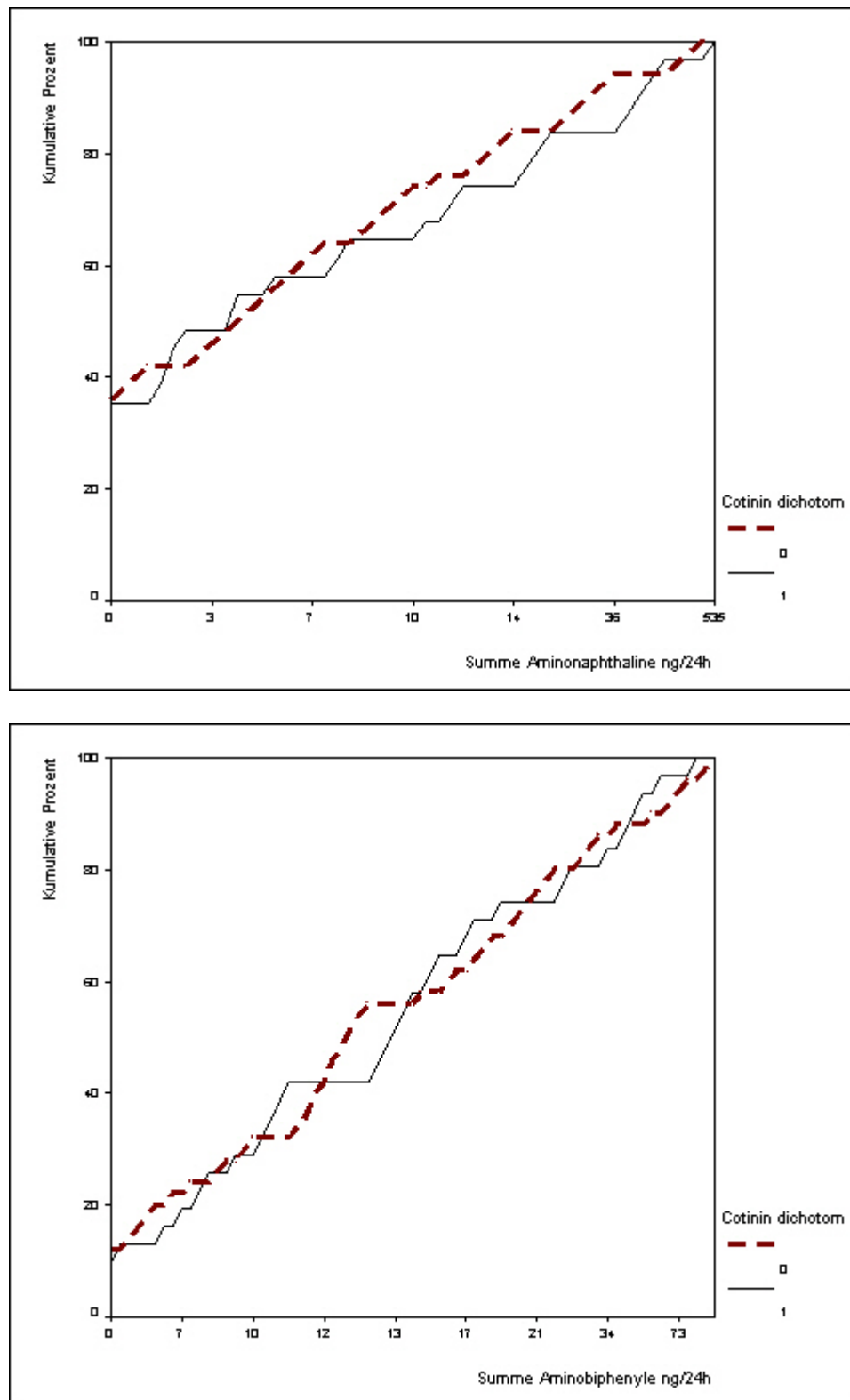
Fisher's Exact Test (2-seitig)  $p=0,24$

Der Zusammenhang zwischen der selbsteingeschätzten Passivrauchbelastung und der Ausscheidung der Summe der Aminonaphthaline bzw. der Summe der Aminobiphenyle ist in Abbildung 6.5-1 getrennt für wenig und viel Passivrauch dargestellt. Abbildung 6.5-2 zeigt den Zusammenhang für das Cotinin. Die sieben Passivrauchkategorien (siehe Anhang, Tab. 12.4-1) wurden für die Darstellung dichotomisiert.





**Abbildung 6.5-1: Kumulierte Verteilung der Summen Aminonaphthaline (NA) und Aminobiphenyle nach Passivrauchkategorien (dichotomisiert)**



**Abbildung 6.5-2: Kumulierte Verteilung der Summen Aminonaphthaline und Aminobiphenyle nach Cotinin/24h (<BG=0, >BG=1)**

In Tabelle 6.5-2 sind die Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten der Variablen des Sets 2 zur Ernährung der letzten 48h vor der Urinabgabe, zum Schminkverhalten und Geschlecht verzeichnet.

Interkorrelationen zwischen Variablen des Sets 2 bestehen zwischen Passivrauchen und Fleischverzehr der letzten 48h, Konsum von Gebratenem der letzten 48h (beide positiv) und zu Schminke für Augen und Lippen (negativ).

Einige der Korrelationen von Set 2 beruhen naturgemäß auf einem gemeinsamen Ursprung der zugrunde liegenden Verzehrssummen, andere weisen auf erwartete Kombinationen von Ernährungsgewohnheiten hin.

Wein und Sekt wurden häufiger mit Fleisch oder Gebratenem konsumiert. Fleisch ist mit Gebratenem, Geräuchertem und mit dem Genuss von grünem Tee assoziiert. Der Verzehr von Fisch hängt positiv mit dem Konsum von Geräuchertem zusammen. Eier, gebratene Eier und Gebratenes sind ebenfalls korreliert.

Frauen unterscheiden sich von Männern durch einen geringeren Konsum von Alkohol (Chi-Quadrat-Test  $p < 0,001$ ) – nicht jedoch von Wein/Sekt allein -, Fleisch ( $p = 0,054$ ), Gebratenem ( $p = 0,02$ ), Eiern ( $p = 0,004$ ) und tendenziell häufigeren Genuss von grünem Tee in den letzten 48h vor Probennahme. Ferner schminken sich Frauen häufiger und färben sich die Haare eher als Männer ( $p < 0,001$  für alle Einzelvariablen).

Hinsichtlich der längerfristigen Ernährungsgewohnheiten, ausgedrückt in wöchentlichen Verzehrshäufigkeiten, sind Interkorrelationen zwischen Lebensmittelgruppen zu erwarten. Die in Tabelle 6.5-3 (Set 3) markierten signifikanten Koeffizienten werden nachfolgend spaltenweise beschrieben.

Mit steigendem Fleischkonsum nehmen die Verzehrshäufigkeiten von Fett, tierischem Fett, Kartoffeln, Kartoffeln mit Fett (Chips, Pommes, Bratkartoffeln) und Alkohol zu, frisches Obst und Gemüse wird dagegen weniger verzehrt. Der Fischkonsum hängt schwach positiv mit dem Konsum von Milch und Milchprodukten und negativ mit dem

Konsum von schwarzem Tee zusammen. Der Fettverzehr ist stärker positiv mit der Zufuhr von tierischem als von pflanzlichem Fett assoziiert. Des weiteren hängen der Konsum von Kartoffeln, von Kartoffeln mit Fett, von Alkohol und von Wein positiv mit dem Fettkonsum zusammen.

Bei zunehmender Aufnahme von tierischem Fett ist die Aufnahme von pflanzlichem Fett vermindert, während Eier, Kartoffeln mit Fett und Alkohol häufiger verzehrt werden. Die Zufuhr von pflanzlichem Fett steht nur im Zusammenhang (positiv) mit dem Konsum von Milch und Milchprodukten.

Der Eierkonsum hängt stark mit dem Verzehr von gebratenen Eiern zusammen. Eier werden zudem häufig mit Kartoffeln und mit in Fett gebratenen Kartoffeln verzehrt. Das gilt auch für gebratene Eier. Letztere sind noch mit dem Konsum von Milchprodukten assoziiert. Milchprodukte und Milch als Getränk sind hoch korreliert. Es zeigt sich zudem nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Milch- und Getreideprodukten (Brot, Reis, Nudeln). Getreideprodukte sind geringfügig positiv mit dem Weinkonsum verbunden.

Über die beschriebenen Assoziationen hinaus sind Milch und Milchprodukte und der Verzehr von Getreide mit den anderen Variablen unkorreliert. Der Kartoffelverzehr ist mit dem Konsum von Fleisch, Fett und Eiern verbunden. Personen, die mit Fett verarbeitete Kartoffeln häufiger essen, haben einen geringeren (Frisch-)Obst- und Gemüseverzehr, aber einen höheren Fast Food-, Alkohol- und Weinkonsum.

Mit dem Verzehr von (frischem) Obst und Gemüse ist ein geringerer Konsum von *Fast Food* und ein vermehrter Konsum an grünem bzw. schwarzem und grünem Tee verbunden. Frisches Obst und Gemüse ist zusätzlich schwach mit einem geringeren Alkoholkonsum assoziiert. *Fast Food* wiederum ist mit dem Konsum von grünem Tee invers korreliert. Die Summe an Wein und Sekt ist relativ hoch mit dem gesamten Alkoholverbrauch assoziiert. Bei Süßigkeiten und Kuchen finden sich keine Korrelationen mit den anderen Summenindikatoren.

**Tabelle 6.5-2: Rang-Korrelationen Variablenset 2: Ernährung in den letzten 48h und Kosmetik**

	r	Passiv- rauchen, 5-stufig	Summe Wein/ Sekt 48h	Summe Fleisch 48h	Summe Fisch 48h	Summe Eier 48h	Eier in Pfanne 48h	Gebra- tenes 48h	Geräu- chertes 48h	schwar- zer Tee 48h	grüner Tee 48h	Lippen- stift/- pflege	Augen- Make- up	Make-up, Puder Rouge
Summe Wein/ Sekt 48h		,068												
p		,545												
Fleisch 48h		<b>,260</b>	<b>,341</b>											
p		,019	,002											
Fisch 48h		-,074	-,007	-,184										
p		,512	,950	,099										
Eier 48h		,055	-,056	-,025	-,037									
p		,625	,618	,824	,744									
Eier gebraten 48h		,094	-,074	-,062	-,088	<b>,639</b>								
p		,404	,511	,584	,436	,000								
Gebratenes 48h		<b>,219</b>	<b>,238</b>	<b>,777</b>	-,035	<b>,215</b>	<b>,202</b>							
p		,050	,033	,000	,756	,054	,071							
Geräuchertes 48h		,129	,087	<b>,213</b>	<b>,296</b>	,062	,096	-,066						
p		,252	,439	,056	,007	,585	,396	,559						
schwarzer Tee 48h		-,202	-,089	-,101	-,156	,299	,033	-,051	<b>-,202</b>					
p		,070	,432	,370	,165	,007	,768	,651	,071					
grüner Tee 48h		,046	,080	<b>,221</b>	,093	,093	,114	,178	<b>,231</b>	,021				
p		,681	,479	,047	,408	,411	,311	,111	,038	,853				
Lippenstift/-pflege		<b>-,264</b>	-,095	-,096	,004	-,127	-,173	<b>-,246</b>	,123	,085	<b>,227</b>			
p		,017	,401	,393	,971	,260	,122	,027	,275	,450	,042			
Augen-Make-up		<b>-,253</b>	-,142	-,273	,026	-,158	-,153	<b>-,386</b>	,041	-,036	,185	<b>,651</b>		
p		,023	,207	,014	,818	,158	,172	,000	,716	,751	,098	,000		
Make-up, Puder, Rouge		-,040	-,098	-,185	,011	-,075	-,042	<b>-,225</b>	-,059	-,050	,131	<b>,545</b>	<b>,580</b>	
p		,724	,386	,097	,923	,508	,708	,044	,598	,660	,243	,000	,000	
Haarfärbung/-tönung		-,193	,090	,015	-,024	-,209	-,074	-,059	,043	-,113	,185	<b>,508</b>	<b>,493</b>	<b>,287</b>
p		,084	,426	,898	,833	,061	,513	,603	,702	,315	,098	,000	,000	,009

**Tabelle 6.5-3: Rang-Korrelationen der Variablen des Set 3**

jeweils 4-stufig, wenn nicht anders angegeben	Fleisch	Fisch	Fett	Tierisches Fett	Pflanz- liches Fett	Eier, 3-stufig	Eier gebrä- uten, 2-stufig	Milchpro- dukte	Milch, Milch- produkte	Getreide/ Brot	Kartoffeln	Kartoffeln mit Fett	Obst/Gemüse	Frisch- Obst/ Gemüse
Fisch	,097													
p	,389													
Fett	,501	-,053												
p	,000	,637												
Tierisches Fett	,363	-,020	,673											
p	,001	,859	,000											
Pflanzliches Fett	,156	-,006	,264	-,261										
p	,165	,959	,017	,019										
Eier	,099	-,016	,128	,220	,074									
p	,377	,890	,255	,048	,513									
Eier gebraten	,034	,009	,053	,069	,164	,608								
p	,762	,938	,639	,543	,144	,000								
Milchprodukte	,157	,177	,090	-,098	,219	,090	,256							
p	,162	,113	,422	,386	,050	,426	,021							
Milch, Milchprodukte	,152	,205	,096	-,070	,236	,102	,187	,797						
p	,177	,067	,395	,536	,034	,367	,094	,000						
Getreide/ Brot	,114	,139	,179	,179	-,048	,087	,212	,216	,102					
p	,313	,217	,110	,111	,667	,440	,058	,053	,363					
Kartoffeln	,389	,130	,224	,182	,203	,251	,271	,083	,108	,199				
p	,000	,249	,044	,103	,070	,024	,014	,461	,338	,075				
Kartoffeln mit Fett	,218	,002	,277	,288	,122	,303	,296	-,008	-,012	,211	,540			
p	,050	,989	,012	,009	,279	,006	,007	,943	,914	,058	,000			
Obst/Gemüse	-,203	,178	-,139	-,113	,034	-,088	-,075	,102	,076	,179	-,017	-,357		
p	,069	,112	,217	,316	,760	,435	,504	,364	,500	,109	,879	,001		
Frisches Obst/Gemüse	-,231	,110	-,196	-,150	,015	-,060	-,059	,091	-,043	,125	-,139	-,439	,780	
p	,038	,329	,080	,182	,895	,596	,600	,419	,704	,266	,215	,000	,000	
Fast Food	,108	,093	,172	,185	,010	,043	,112	-,060	,002	,096	,142	,495	-,382	-,386
p	,338	,408	,125	,098	,926	,706	,317	,595	,983	,395	,206	,000	,000	,000
Süßes	,039	-,180	,124	,106	,107	-,047	,034	,121	,108	,149	,111	,109	,116	,113
p	,728	,107	,270	,346	,341	,674	,762	,282	,335	,184	,323	,331	,301	,315
Alkohol	,230	,035	,308	,239	,111	,193	,197	-,069	-,066	,122	,333	,428	-,102	-,218
p	,039	,759	,005	,032	,323	,084	,078	,538	,558	,279	,002	,000	,364	,050
Wein/Sekt	,041	-,162	,232	,100	,112	,203	,169	,047	,001	,163	,209	,205	,058	,008
p	,719	,148	,037	,373	,318	,069	,132	,677	,991	,147	,061	,066	,605	,943
schw. u. grüner Tee	-,167	-,035	,045	-,013	,061	-,034	-,042	,147	,112	,062	-,019	-,150	,310	,226
p	,137	,754	,687	,906	,590	,762	,712	,190	,321	,579	,870	,182	,005	,043
grüner Tee	-,132	,179	,012	,027	-,008	,035	,039	,132	,111	,082	,032	-,157	,280	,278
p	,242	,109	,915	,813	,947	,755	,733	,241	,326	,464	,776	,162	,011	,012
schwarzer Tee	-,157	-,220	,038	-,015	,034	,032	-,027	,053	,139	,034	,025	-,018	,194	,096
p	,162	,049	,734	,893	,765	,775	,812	,641	,217	,761	,826	,875	,082	,395

**Tabelle 6.5-3: Fortsetzung: Rang-Korrelationen der Variablen des Set 3**

	<i>Fast Food</i>	Süßes	Alkohol	Wein/Sekt	schw. u. grüner Tee	grüner Tee
Süßes	,031					
<i>p</i>	,786					
Alkohol	,187	-,008				
<i>p</i>	,094	,943				
Wein/Sekt	,078	,145	<b>,540</b>			
<i>p</i>	,489	,197	<b>,000</b>			
schw. u. grüner Tee	<b>-,373</b>	,171	-,096	,053		
<i>p</i>	<b>,001</b>	,127	,395	,637		
grüner Tee	<b>-,250</b>	,096	,097	,090	<b>,529</b>	
<i>p</i>	<b>,024</b>	,392	,389	,423	<b>,000</b>	
schwarzer Tee	-,171	,173	-,067	,059	<b>,670</b>	,099
<i>p</i>	,126	,123	,551	,601	<b>,000</b>	,377

Geschlechtsunterschiede wurden mit dem wöchentlichen Verzehr von Fleisch (Chi-Quadrat-Test  $p=0,009$ ), Kartoffeln und mit Fett verarbeitete Kartoffeln ( $p=0,095$  und  $p=0,013$ ), Fast Food  $p=0,008$ ) und Alkoholgenuss ( $p=0,025$ ) mit geringerer Häufigkeit bei Frauen beobachtet. Obst und Gemüse sowie frisches Obst und Gemüse ( $p=0,052$  und  $p=0,007$ ) verzehren Frauen dagegen häufiger als Männer.

Beziehungen zwischen den Ernährungsgewohnheiten und der Häufigkeit von Passivrauchen bzw. Cotiningehalt des Urins müssen berücksichtigt werden, da Zigarettenrauch als Hauptquelle für eine Exposition mit aromatischen Aminen gilt.

Tierisches Fett, Eier in der Pfanne, Kartoffeln mit Fett zubereitet, *Fast Food* und Alkohol sind positiv, Obst und frisches Gemüse sowie schwarzer und grüner Tee gemeinsam sind negativ mit dem Passivrauchen assoziiert. Der Weinkonsum hängt nicht mit Passivrauchen zusammen.

Mit dem Cotiningehalt des 24h-Urins, der als objektivierendes Maß für eine Passivrauchexposition dient, ergeben sich etwas unterschiedliche Zusammenhänge. Personen mit höheren Cotininwerten konsumieren mehr Fleisch, Eier und Alkohol. Andere Lebensmittel werden weniger verzehrt, wie Süßigkeiten, schwarzer Tee und frisches Obst und Gemüse. Mit dem Summenindex für Passivrauch aus den Fragebogenangaben besteht eine signifikante positive Assoziation von  $r_s=0,25$ , die jedoch in ihrer Größenordnung hinter Assoziationen zum Verzehr von Eiern, Süßigkeiten und frischem Obst und Gemüse zurück bleibt.

Es zeigen sich also Zusammenhänge von Passivrauch bzw. Cotinin mit bestimmten Lebensmittel- bzw. Zubereitungsarten, die selbst als mögliche Quellen in Frage kommen (Tabelle 6.5-4).

**Tabelle 6.5-4: Rang-Korrelationen von Passivrauchen mit langfristiger Ernährung**

jeweils 4-stufig, wenn nicht anders angegeben	Passivrauchen, 5-stufig	Cotinin/24h
Passivrauchen, 5-stufig		,250
<i>p</i>		,024
Fleisch	,197	,241
<i>p</i>	,079	,030
Fisch	,105	,079
<i>p</i>	,350	,481
Fett	,157	,092
<i>p</i>	,162	,415
Tierisches Fett	,212	,150
<i>p</i>	,057	,183
Pflanzliches Fett	-,014	-,004
<i>p</i>	,903	,974
Eier 3-stufig	,128	,261
<i>p</i>	,254	,019
Eier gebraten	,275	,107
<i>p</i>	,013	,340
Milchprodukte	,082	,017
<i>p</i>	,466	,879
Milch, Milchprodukte	,140	,026
<i>p</i>	,213	,820
Getreide/ Brot	,088	-,004
<i>p</i>	,436	,975
jeweils 4-stufig, wenn nicht anders angegeben	Passivrauchen, 5-stufig	Cotinin/24h
Kartoffeln	,176	,135
<i>p</i>	,115	,228
Kartoffeln mit Fett	,296	,161
<i>p</i>	,007	,150
Obst/Gemüse	-,199	-,230
<i>p</i>	,074	,039
Frisches Obst/Gemüse	-,305	-,300
<i>p</i>	,006	,006
Fast Food	,406	-,042
<i>p</i>	,000	,710
Süßes	-,072	-,329
<i>p</i>	,524	,003
Alkohol	,419	,257
<i>p</i>	,000	,020
Wein/Sekt	,142	,035
<i>p</i>	,205	,754
schw. u. grüner Tee	-,267	-,233
<i>p</i>	,016	,036
grüner Tee	-,063	,018
<i>p</i>	,576	,870
schwarzer Tee	-,126	-,259
<i>p</i>	,262	,020



### 6.5.2 Regressionsanalysen

Aufgrund der schiefen Verteilungen der aromatischen Amine im 24h-Urin war es angezeigt, mögliche Einflussfaktoren vorrangig in logistischer Regressionsanalyse auszuwerten. Dazu wurden die Zielgrößen an der Bestimmungsgrenze oder dem Median dichotomisiert. Messwerte unter der Bestimmungsgrenze oder dem Median bekamen die Zuordnung 0, Werte darüber eine 1. Untersucht wurde mittels logistischer Regression, welche Eigenschaften die Wahrscheinlichkeit erhöhen, einen Messwert über der Bestimmungsgrenze oder oberhalb des Medians zu erhalten.

Wegen der im Verhältnis zur Probandenzahl hohen Zahl an potentiellen Prädiktoren konnten nicht alle potentiellen Prädiktoren gleichzeitig in das Modell aufgenommen werden, sondern es mussten zunächst für verschiedene Sets Modelle generiert werden.

Bei der Modellbildung wurde ein stufenweises Rückwärts-Verfahren herangezogen wobei einzelne Variablen "von Hand" eingefügt wurden. Die Codierung der Variablen findet sich in Kapitel 12.7 im Anhang. Die unter 6.4.1 beschriebenen drei Variablensets wurden separat in das Modell eingeführt und diejenigen Variablen aus dem Modell entfernt, die ein Signifikanzniveau von  $p = 0,1$  überschritten.

Mit dem Variablenset 1 für Wohnumgebung, Verhalten und Physiologie wurden jeweils alternative Modelle mit dem Kreatiningehalt oder dem Harnvolumen und der berichteten Passivrauchbelastung oder dem Cotiningehalt berechnet. Es stellte sich heraus, dass die Angaben zur Passivrauchbelastung bzw. der Kreatiningehalt einen deutlicheren Zusammenhang zur Ausscheidung der aromatischen Amine aufwiesen. Daher wurde in den weiteren Modellen mit dem Set 1 das Kreatinin und die abgefragte Passivrauchbelastung als Störgrößen berücksichtigt.

Unter Einbeziehung des Set 2 wurden die Variablen der kurzfristigen Ernährung und Kosmetik mittels Regressionsanalysen überprüft. Ähnlich wurde mit dem Set 3 der langfristigen Ernährungsvariablen verfahren, wobei im Set 3b die Summenvariablen einiger Lebensmittelgruppen differenzierter in die Modelle (z.B. Wein- statt Alkoholkonsum) eingingen.

Um alle identifizierten Prädiktoren der verschiedenen Sets zu vereinigen, wurde abschließend ein gemeinsames Modell generiert, welches nur die in den Einzelsets vorab signifikanten bzw. tendenziellen Einflussgrößen enthielt.

Es zeigte sich, dass die Art der Codierung der potenziellen Prädiktoren in der logistischen Regression eine Rolle spielt. Mehrstufige (ordinale) Variablen wurden entweder in mehrere Dummy-Variablen ( $\approx$  dichotomisierte Stufen) transformiert oder sie wurden rangskaliert benutzt, wenn die Schätzer für die Dummy-Variablen einer Größe monoton ansteigen oder abfallen.

Bei dem automatischen schrittweisen Verfahren besteht grundsätzlich das Problem, dass negative Parameterschätzer im Modell verblieben, die bei Verzehrsangaben schwierig zu interpretieren sind. Wurden solche Variablen von Hand entfernt, veränderten sich gelegentlich auch die übrigen Indikatoren mit positivem Parameterschätzer nennenswert.

In allen Berechnungen wurden die vier Personen, deren Cotininwerte hoch erschienen oder die eine unvollständige Urinprobe aufweisen, ausgeschlossen. Alle Berechnungen wurden mit SPSS durchgeführt. Im folgenden wird vorrangig auf die zusammengefassten Modelle eingegangen, da davon auszugehen ist, dass unter den gegebenen Voraussetzungen bei diesen Modellen mit dem geringsten Anteil an Zufallsbefunden zu rechnen ist. Ergänzende Angaben finden sich in Kapitel 12.8 im Anhang.

### 6.5.2.1 1-Aminonaphthalin

Zielgröße war eine dichotome Variable, die für Werte über und unter der Bestimmungsgrenze definiert wurde.

**Tabelle 6.5-5: Prädiktoren für die Ausscheidung des 1-Aminonaphthalins (NA1)**

	NA1	N	df	p	OR	95%-Konfidenzintervall	
						Oberer Wert	Unterer Wert
Fast Food (2-stufig)		40	1	,034	,31	,10	,91
Wein und Sekt (2-stufig)		55	1	,026	5,25	1,22	22,6
Eier in Pfanne gebraten		18	1	,039	3,55	1,07	11,9
Konstante			1	,012	,16		

In den Modellen des Set 3, welches zugleich das Abschlussmodell darstellt, zeigten sich mit dem alternativen Set 3b Zusammenhänge zwischen gebratenen Eiern, dem Konsum von Wein und Sekt, dem Konsum von *Fast Food* und der NA1 Ausscheidung (Tab. 6.5-5).

Je häufiger gebratene Eier und Wein konsumiert werden, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit für einen NA1-Wert oberhalb der Bestimmungsgrenze. Mit einer zunehmenden Häufigkeit des Konsums von *Fast Food* ist diese Wahrscheinlichkeit geringer.

Die Angabe zur Exposition gegenüber Tabakrauch ist kein signifikanter Prädiktor für die NA1-Ausscheidung.

Bei NA1 zeigten sich weder mit dem Set 1 noch mit dem Set 2 statistisch signifikante Einflussgrößen. Danach sind die Wohnumgebung, das Verhalten in Bezug auf Verkehrsteilnahme, die Biozidanwendungen, das Passivrauchen, Sport physiologische Merkmale (Cotinin, Kreatinin, Harnvolumen, Alter und Geschlecht) für eine Belastung mit NA1 nicht von Bedeutung. Gleiches gilt für die Ernährung in den 48h vor der Probennahme und für die Benutzung von Kosmetik- und Schminkartikeln.

### 6.5.2.2 2-Aminonaphthalin

Auch beim 2-Aminonaphthalin (NA2) wurden die Daten an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert. Nach Zusammenführung der bedeutsamen Variablen aus den verschiedenen Sets ergaben sich die in Tabelle 6.5-6 dargestellten Assoziationen.

**Tabelle 6.5-6: Prädiktoren für die Ausscheidung des 2-Aminonaphthalins (NA2)**

NA2	df	p	OR	95%-Konfidenzintervall	
				Unterer Wert	Oberer Wert
Wohnlage städtisch	1	,057	,36	,13	1,03
Summe Eier/48h	1	,080	2,63	,89	7,76
Augen-Make-up	1	,004	4,84	1,65	14,21
Eier in Pfanne gebraten	1	,085	2,97	,86	10,23
Konstante	1	,121	,48		

Für die Menge der verzehrten Eier 48h vor der Probenahme sowie die Häufigkeit des Konsums von gebratenen Eiern ergeben sich ORs größer als 1, wobei allerdings das

Signifikanzniveau von  $p=0,05$  nicht erreicht wird. Gleiches gilt für das Wohnen in städtischer Wohnlage allerdings mit einem OR kleiner 1.

Einzig das Schminken der Augen stellte einen signifikanten Prädiktor dar. Das Schminken der Augen korreliert zwar hoch mit der Anwendung von Haarfärbemitteln und Make-up (vgl. Kap. 6.5.1), aber zwischen der Haarfärbung bzw. dem sonstigen Make up und NA2 besteht nicht ansatzweise ein Zusammenhang. In einem Modell für Frauen allein ( $N=47$ ) erreichte das Schminken der Augen ein OR von 6,3 ( $p=0,02$ ; 95%-KI 1,3-29,6).

In den logistischen Modellen für NA2 mit dem Set 1 war neben dem Wohnen in städtischem Gebiet das Passivrauchen signifikant (Odds-Ratio von 7,  $p<0,05$ ). Hingegen besteht zwischen Cotinin im Urin und NA2 kein Zusammenhang.

Unter den Variablen für die Ernährung in den 48h vor der Probenahme (Set 2) erwiesen sich der Konsum von Eiern (3-stufig) in der höchsten Kategorie (OR 13,6,  $p=0,022$ ) signifikant. Außerdem das Schminken der Augen (OR 3,5,  $p=0,012$ ). Der Effekt des Passivrauchens war nicht stabil.

Die Häufigkeit des Verzehrs von frischem Obst und Gemüse hatte eine Bedeutung bei der Berücksichtigung der Variablen von Set 3. Das OR für frisches Obst und Gemüse (4-stufig, OR 1,5) war statistisch signifikant ( $p=0,04$ ).

### **6.5.2.3 Summe Aminonaphthaline**

Um weitere Hinweise auf Belastungspfade zu erhalten, wurde auch die Summe der beiden Naphthaline berücksichtigt. Die Zielgröße wurde am Median geteilt.

Tabelle 6.5-7 stellt das Abschlussmodell dar. Der Konsum von frischem Obst und Gemüse (dichotom) war ein signifikanter Prädiktor für die Ausscheidung der Summe der Aminonaphthaline. Die Passivrauchesposition war nur tendenziell von Bedeutung.

**Tabelle 6.5-7: Prädiktoren für die Ausscheidung der Aminonaphthaline (NA1, NA2)**

Summe NA1, NA2	N	df	p	OR	95% Konfidenzintervall	
					Unterer Wert	Oberer Wert
frisches Obst und Gemüse (2-stufig)	1	1	,013	5,10	1,41	18,45
Σ Passivrauchen (3-stufig)	1	1	,090	1,99	,90	4,42
Konstante	1	1	,022	,21		

Im ersten Set erlangte das Wohnen in städtischem Gebiet ein geringeres OR und die Passivrauchexposition in der obersten Kategorie ein höheres OR. Mit den Variablen des Set 2 erzielte, neben der Schminke für die Augen, der in den 48h vor der Probennahme getrunkene grüne Tee einen schwachen Effekt (OR 3,37, p=0,075). Bei Set 3 erwiesen sich die Häufigkeit des Konsums von gebratenen Eiern, die Häufigkeit des Konsums von Obst und Gemüse und wiederum die Passivrauchexposition als signifikant.

Wie bereits in den Einzelmodellen von NA1 und NA2 war Cotinin (dichotomisiert) auch für die Ausscheidung der Summe der Aminonaphthaline nicht bedeutsam.

#### 6.5.2.4 2-Aminobiphenyl

Tabelle 6.5-8 zeigt das logistische Modell für 2-Aminobiphenyl (BI2). Die Messwerte wurden am Median dichotomisiert.

**Tab. 6.5-8: Prädiktoren für die Ausscheidung des 2-Aminobiphenyls (BI2)**

BI2	N	df	p	OR	95%-Konfidenzintervall	
					unterer Wert	oberer Wert
Verkehrsteilnahme (2-stufig)	36	1	,002	6,72	2,03	22,3
Sport (2-stufig)	57	1	,006	,12	,03	,55
Kreatinin	71	1	,031	1,00	1,00	1,00
Konstante	1	1	,022	10,7		

Als statistisch signifikante Prädiktoren des Set 1 (Abschlussmodell) ergaben sich die Zeit des täglichen Aufenthaltes im Straßenverkehr (Verkehrsteilnahme), die Zahl der wöchentlichen Sportstunden und der Kreatiningehalt im Urin. Je mehr Zeit im Straßenverkehr verbracht wird, umso höher ist die Ausscheidung an BI2. Kreatinin und Sport wiesen inverse Zusammenhänge zu BI2 auf, d.h. je mehr Sport getrieben wird, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit für einen Wert größer als der Median.

Aus Set 2 und Set 3a und b ergaben sich keine bedeutsamen Einflussgrößen. Passivrauchen war nicht mit BI2 assoziiert.

### 6.5.2.5 3-Aminobiphenyl

Da 3-Aminobiphenyl nur bei zwei Probanden im Urin nachgewiesen werden konnte, war eine statistische Auswertung nicht möglich.

### 6.5.2.6 4-Aminobiphenyl

Im zusammengefassten Modell für 4-Aminobiphenyl (BI4), für das die Werte an der Bestimmungsgrenze dichotomisiert wurden, waren das Passivrauchen und die Zahl der wöchentlichen Sportstunden signifikante Prädiktoren (Tabelle 6.5-9). Die Anwendung von Bioziden (Angabe in Tagen vor der Untersuchung) führt zu einer tendenziell höheren BI4-Ausscheidung.

**Tabelle 6.5-9: Prädiktoren für die 4-Aminobiphenylausscheidung**

	BI4	N	df	p	OR	95%-Konfidenzintervall	
						unterer Wert	oberer Wert
Biozidanwendung	14	1		,071	3,47	,90	13,39
Σ Passivrauchen (3-stufig)		1		,006	4,05	1,50	10,91
Sport (2-stufig)	39	1		,003	6,04	1,81	20,16
Konstante	1	1		,002	,14		

Bei Set 1 ergaben sich signifikante OR für die Passivrauchexposition (OR 4,1,  $p=0,005$ ) und für die Zahl der wöchentlichen Sportstunden (OR 2,1,  $p=0,01$ ). Personen, die in der Nähe einer Kfz-Werkstatt wohnen (OR 2,7,  $p=0,095$ ) oder Personen, die vor Tagen Biozide verwendeten (OR 3,8,  $p=0,06$ ) zeigten tendenziell eine erhöhte Wahrscheinlichkeiten für einen BI4-Wert über der Bestimmungsgrenze.

Die logistischen Modelle von BI4 mit dem Set 2 für die kurzfristige Ernährung und das Schminkeverhalten wie auch die Variablen zur wöchentlichen Ernährung (Set 3a und 3b) gaben keine weiteren Hinweise. Ausnahme ist allerdings die Häufigkeit des Konsums von Fast Food, wenn statt der rangskalierten Prädiktoren am Median dichotomisierte Variablen verwendet werden (OR=2,7,  $p=0,03$ ).

### 6.5.2.7 Summe Aminobiphenyle

Für die Auswertung bezüglich der Summe der Aminobiphenyle wurden die Daten am Median dichotomisiert. Das zusammengefasste Ergebnis zeigt Tabelle 6.5-10.

**Tabelle 6.5-10: Prädiktoren für die Ausscheidung der Aminobiphenyle (BI2, BI4)**

Summe BI2, BI4	df	p	OR	95% Konfidenzintervall	
				Unterer Wert	Oberer Wert
Alter in Klassen (5-stufig)	1	,067	,68	,45	1,03
Verkehrsteilnahme (4-stufig)	1	,022	1,98	1,11	3,55
Kreatinin	1	,040	1,00	1,00	1,00
Konstante		,532	2,09		

Da zwischen der Summe der Aminobiphenyle und der kurzfristigen Ernährung bzw. dem Schminkverhalten (Set 2) sowie der langfristigen Ernährung (Set 3) kein statistisch nachweisbarer Zusammenhang bestand, finden sich in Tabelle nur Prädiktoren aus dem Set 1.

Mit zunehmender Häufigkeit des Aufenthaltes im Straßenverkehr steigt die Wahrscheinlichkeit, einen Wert oberhalb des Medians für die betreffende Person zu finden. Der Kreatiningehalt im Urin und das Alter sind invers assoziiert, wobei bzgl. des Alters das Signifikanzniveau von  $p=0,05$  nicht erreicht wird.

### 6.5.2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Tabelle 6.5-11 zeigt eine Übersicht über die mit den Regressionsanalysen ermittelten Ergebnisse. Da die Effektschätzer häufig nicht sehr stabil waren, wurde von einer detaillierten Interpretation der ORs abgesehen: Die Auswertung kann insgesamt lediglich Hinweise auf mögliche Belastungsursachen geben.

Die Ursache für die Instabilität der Effekte ist zunächst in der geringen Probandenzahl besonders im Verhältnis zur Zahl der zu berücksichtigenden potentiellen Prädiktoren zu suchen. Außerdem ist es bekanntermaßen schwierig über Fragebogenangaben zur Verzehrshäufigkeit von Lebensmitteln den Kontaminationspfad Nahrung zu erfassen.

Bezüglich der Ernährung in den 48h vor der Probenahme kann zudem eine Rolle spielen, dass die Portionsangaben von den Probanden unterschiedlich geschätzt wurden. Außerdem war bei dieser Abfrage die Palette der erfragten Nahrungsmittel eingeschränkt.

**Tabelle 6.5-11: Übersicht über signifikante Prädiktoren für die Ausscheidung der Aminonaphthaline (NA1, NA2) und Aminobiphenyle (BI2, BI4)**

	Aromatische Amine	NA1	NA2	Σ NA	BI2	BI4	Σ BI
<b>Zusammengefasste Modelle</b>	Eier in letzten 48h	∅	(OR+)	∅	∅	∅	∅
	frisches Obst und Gemüse	∅	∅	OR +	∅	∅	∅
	gebratene Eier (wöchentl.)	OR +	(OR+)	∅	∅	∅	∅
	<i>Fast Food</i>	OR --	∅	∅	∅	∅	∅
	Wein und Sekt	OR +	∅	∅	∅	∅	∅
	städtisches Wohngebiet	∅	(OR --)	∅	∅	∅	∅
	Verkehrsteilnahme	∅	∅	∅	OR +	∅	OR +
	Augenschminke	∅	OR +	∅	∅	∅	∅
	Sport	∅	∅	∅	OR --	OR +	∅
	Biozid-Anwendung (Tage)	∅	∅	∅	∅	(OR +)	∅
	Alter in 5 Klassen	∅	∅	∅	∅	∅	(OR --)
	Kreatinin	∅	∅	∅	OR --	∅	OR --
	Passivrauchen	∅	∅	(OR +)	∅	OR +	∅
<b>Modelle mit Set 1 (Wohnumgebung, Verhalten, Physiologie)</b>							
	Wohngebiet städtisch	∅	OR --	OR --	∅	∅	∅
	Kfz-Betrieb	∅	∅	∅	∅	(OR +)	∅
	Verkehrsteilnahme	∅	∅	∅	OR+	∅	OR +
	Biozid-Anwendung (Tage)	∅	∅	∅	∅	(OR +)	∅
	Sport	∅	∅	∅	OR--	OR +	∅
	Cotinin im Urin	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Kreatinin	∅	∅	∅	OR--	∅	OR--
	Harnvolumen	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Alter	∅	∅	∅	∅	∅	(OR --)
	Passivrauchen	∅	OR +	OR +	∅	OR +	∅
<b>Modelle mit Set 2 (Ernährung 48h vor der Probenahme, Verhalten, Kosmetik)</b>							
	Eier (3stufig)	∅	OR +.	∅	∅	∅	∅
	grüner Tee	∅	∅	(OR +)	∅	∅	∅
	Augenschminke	∅	OR +	OR +	∅	∅	∅
	Passivrauchen	∅	OR h.K +	∅	∅	OR +	∅
<b>Modelle mit Set 3a und 3b (Langfristige Ernährung)</b>							
<b>a</b>	<i>Fast Food</i>	OR --	∅	∅	∅	OR +	∅
<b>b</b>	Kartoffeln mit Fett	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Eier in der Pfanne	OR +	OR +	OR +	∅	∅	∅
	frisches Obst und Gemüse	∅	OR +	OR +	∅	∅	∅
	Wein/Sekt	OR +	∅	∅	∅	∅	∅
	Passivrauchen	∅	∅	OR +	∅	OR +	∅

h.K.: höchste Kategorie; ( ): Tendenzen; **OR +**: Odds-Ratio > 1; **OR --**: Odds-Ratio < 1



Die zeilenweise Durchsicht der Übersicht zu den zusammenfassenden Modellen macht deutlich, dass es keinen Prädiktor gibt, der für alle Aminonaphthaline und Aminobiphenyle gleichermaßen relevant ist.

Für die Aminonaphtaline ergeben sich aus der Auswertung zusammenfassend die folgenden Hinweise auf mögliche Belastungsquellen und Einflussfaktoren:

Ernährung: Häufigkeit des Konsums von frischem Obst und Gemüse

Häufigkeit des Konsums von gebratenen Eiern

Häufigkeit des Konsums von Wein/Sekt

*Weniger deutlich: Eierkonsum in den letzten 48h*

Sonstige: Augenschminke

*Weniger deutlich: städtisches Wohngebiet (geringere Gehalte)*

*Passivrauchen.*

Bei den Aminobiphenylen lassen sich die wichtigen Hinweise auf mögliche Einflussgrößen wie folgt zusammenfassen:

Ernährung: *Weniger deutlich: Fast Food*

Sonstige: Teilnahme am Straßenverkehr

Kreatinin (je weniger Kreatinin im Urin um so mehr BI2)

Passivrauchen

*Weniger deutlich: Häufigkeit von Sport (BI2 negativ; BI4 positiv)*

*Anwendung von Bioziden im Haushalt*

*Kfz-Betrieb in der Wohnumgebung*

*Lebensalter*

Cotinin im Urin, als Maß für eine Passivrauchbelastung, ist kein signifikanter Prädiktor für die Gehalte der Aminoaromaten im Urin. Auch der aus der Einschätzung der Probanden hinsichtlich einer Passivrauchbelastung gebildete Indikator ist nicht für alle hier ausgewerteten Stoffe von starker Relevanz. Nur bei 4-Aminobiphenyl resultiert im zusammenfassenden Modell eine Signifikanz. Die Auswertung liefert aber auch für 2-Aminonaphthalin und die Summe der Aminonaphtaline einen entsprechenden Hinweis.

## **6.6 WIEDERHOLUNGSUNTERSUCHUNG**

### **6.6.1 Durchführung und Zielstellung**

Aus dem Nichtraucherkollektiv (N=81) aus München erklärten sich 20 Personen im Dezember 2002 bereit, an einer zweiten Untersuchung teilzunehmen. Die 20 Probanden wurden unter Berücksichtigung der Cotininwerte und relativ hoher Ausscheidungsmengen in der Erstuntersuchung (hier A-Probe genannt) der biologisch bedeutenden aromatischen Amine o-Toluidin, 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl ausgewählt. Ein bis zwei Monate nach der Erstuntersuchung wurde von diesen Befragten eine zweite 24h-Urinprobe benötigt (hier B-Probe genannt) und ein Kurzfragebogen (Themenbereich X. aus Fragebogen 1) über Fleisch-, Fisch-, Ei- und Getränkekonsum der letzten 48h vor der Probenahme ausgefüllt. Zusätzlich führten die Teilnehmenden über ihre Nahrungszufuhr in den beiden Tagen vor der Probennahme ein detailliertes Ernährungsprotokoll.

Es wurde erstens angenommen, dass die Aufnahme der aromatischen Amine bei diesen Nichtrauchern mit der Nahrung erfolgt. Zweitens wurde vermutet, dass Personen mit höheren Werten andere spezifische Verzehrsgewohnheiten haben.

Folgende Fragestellungen sollten daher an Hand der Daten beantwortet werden.

- Hatten die 20 doppelt untersuchten Personen in den letzten 48h vor der ersten Probenahme bzw. langfristig etwas anderes konsumiert oder sich anders verhalten als die restlichen 61 Personen?
- Welche Veränderungen sind bei den doppelt untersuchten Personen in Bezug auf die Aminonaphthaline und Aminobiphenyle (und o-Toluidin) festzustellen und sind diese Veränderungen mit unterschiedlichen Angaben im jeweiligen 48h-Protokoll (A- und B-Probe) in Bezug zu setzen?
- Ist auf der Basis des Ernährungsprotokolls der letzten 48h innerhalb der 20 Personen mit Doppelbestimmungen (A- und B-Probe) ein Zusammenhang zwischen Ernährung und 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl zum Zeitpunkt der zweiten Bestimmung festzustellen?

### 6.6.2 Ergebnisse

Zunächst sollte die Frage beantwortet werden, ob bei der A-Probe Gruppenunterschiede zwischen den 20 doppelt und den 61 einfach Untersuchten festzustellen sind.

Keine Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich für das Lebensalter, das Geschlecht, die Anzahl viel befahrener Straßen in der Wohnumgebung, die Teilnahme am Straßenverkehr, das Passivrauchen, die Haartönung oder -färbung in den letzten 3 Monaten und für die Anwendung von Bioziden.

Bei der Ernährung der letzten 48h (Kurzfragebogen) waren ebenfalls keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erkennbar (Fleisch, Fisch, Ei: gebraten, gegrillt, geräuchert, Getränke). Ebenfalls keine Unterschiede waren beim wöchentlichen Verzehr von Fleisch, Fisch, Fett, Getreide, Milch, Kartoffeln, Süßem, *Fast Food* und Getränken zu beobachten. Unterschiede zwischen den Gruppen in der langfristigen Ernährung deuteten sich im Eier- und Obst-/Gemüseverzehr an. Die doppelt Untersuchten verzehrten tendenziell häufiger Eier ( $p=0,093$ ), gebratene Eier ( $p=0,05$ ), Obst und Gemüse ( $p=0,075$ ), Gemüse ( $p=0,08$ ) und konserviertes Obst und Gemüse ( $p=0,01$ ).

Als nächstes sollte die Frage beantwortet werden, ob bei den doppelt untersuchten Personen Veränderungen der Gehalte an Aminonaphthalinen und Aminobiphenylen (und o-Toluidin) festzustellen sind (Vergleich der A und B-Probe) und diese auf die Angaben in den 48h-Ernährungsprotokollen zurückzuführen sind.

Von den aromatischen Aminen erreichen bei den Doppeltuntersuchten die karzinogenen Substanzen 2-Aminonaphthalin einen niedrigeren und 4-Aminobiphenyl einen höheren Median in der B-Probe. Die Maximalwerte sind durchweg in der A-Probe höher. Das o-Toluidin ist von A- zu B-Probe bei den Probanden leicht angestiegen (Tabelle 6.6-1 und 6.6-2)

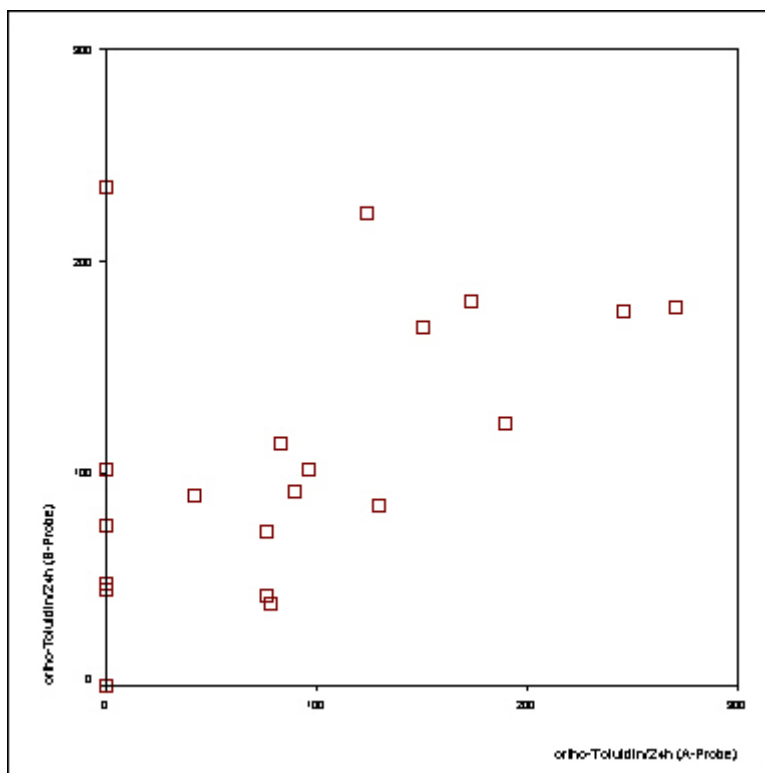
**Tabelle 6.6-1: Aromatische Amine zum Zeitpunkt der 1. Untersuchung  
(A-Probe, N=20)**

ng/L	NA1	NA2	BI2	BI3	BI4	o-Toluidin
AM	17,7	17,3	21,2	,10	1,95	37,6
SD	49,5	25,3	47,3	,42	3,37	37,2
Min	< BG	1,80	< BG	< BG	< BG	<BG
Max	203	105	176	1,89	12,4	107
P25	< BG	3,59	4,13	< BG	< BG	<BG
P50	< BG	5,00	6,39	< BG	,75	30,3
P75	3,83	19,8	7,43	< BG	1,95	77,9

**Tabelle 6.6-2: Aromatische Amine zum Zeitpunkt der 2. Untersuchung  
(B-Probe, N=20)**

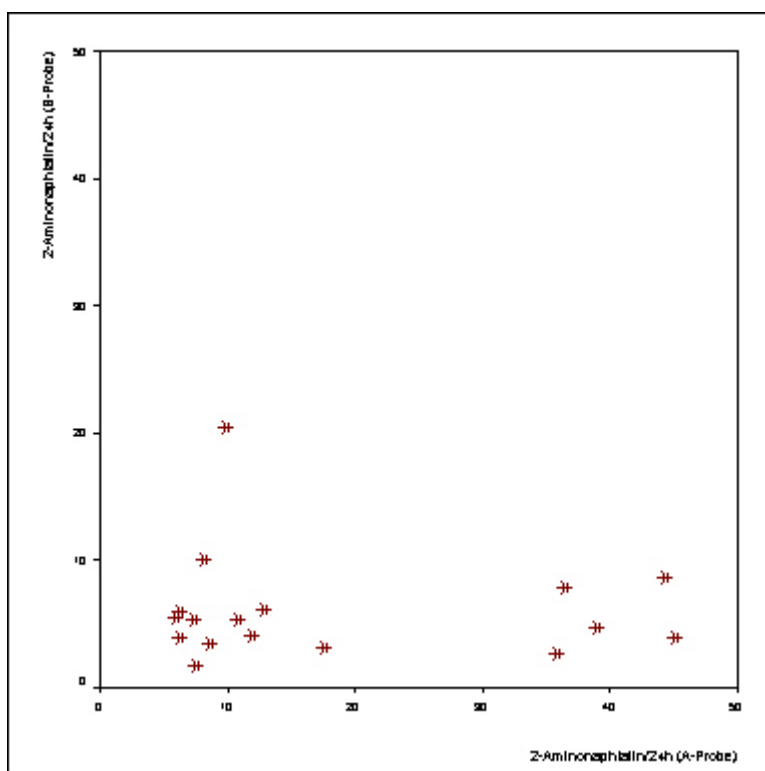
ng/L	NA1	NA2	BI2	BI3	BI4	o-Toluidin
AM	1,35	2,98	10,2	< BG	1,46	55,5
SD	2,04	1,45	8,26	-	,70	31,7
Min	< BG	,81	2,71	< BG	,41	<BG
Max	5,91	6,11	40,7	< BG	3,22	121
P25	< BG	1,73	5,70	< BG	1,00	29,3
P50	< BG	2,70	7,37	< BG	1,33	51,5
P75	3,05	3,92	12,9	< BG	2,03	82,3

Die folgenden Scatterplots stellen die individuellen Messwerte bei erster (A-Probe) und zweiter Bestimmung (B-Probe) für o-Toluidin, 2-Aminonaphthalin, 2-Amino- und 4-Aminobiphenyl dar (Abbildungen 6.6-1 bis 6.6-4). Die Messwerte der ersten Bestimmung (A-Probe) sind auf der x-Achse und die der zweiten Bestimmung (B-Probe) auf der y-Achse dargestellt.



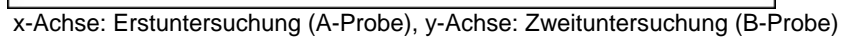
x-Achse: Erstuntersuchung (A-Probe), y-Achse: Zweituntersuchung (B-Probe)

**Abbildung 6.6-1: o-Toluidin (Konzentrationen/24h Harn)**

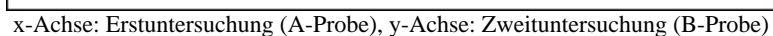


x-Achse: Erstuntersuchung (A-Probe), y-Achse: Zweituntersuchung (B-Probe)

**Abbildung 6.6-2: 2-Aminonaphthalin (Konzentrationen/24h Harn)**



**Abbildung 6.6-3: 2-Aminobiphenyl, Konzentrationen ng/24h Harn)**



**Abbildung 6.6-4: 4-Aminobiphenyl (Konzentrationen ng/24 h Harn)**

Für die Substanzen o-Toluidin, NA2, BI2 und BI4 wurden außerdem die Differenzen zwischen erster und zweiter Bestimmung errechnet (A-B, Tabelle 6.6-3). Die Tabelle 6.6-3 zeigt auch Veränderungen von erster zu zweiter Bestimmung gemessen an dem Anteil der Werte über der Bestimmungsgrenze an.

**Tabelle 6.6-3: Veränderungen von A- zu B-Probe bei 20 Probanden**

<b>Veränderungen Probanden n</b>	<b>A- und B-Probe &lt;BG</b>	<b>A-Probe höher als B-Probe</b>	<b>A- und B-Probe gleich hoch</b>	<b>A-Probe niedriger als B-Probe</b>
2-Aminonaphthalin	0	16	2	2
2-Aminobiphenyl	0	8	1	11
4-Aminobiphenyl	0	8	0	12
o-Toluidin	1	7	1	12
<b>Veränderungen Probanden n</b>	<b>A- und B-Probe &lt;BG</b>	<b>A-Probe &gt;BG und B-Probe &lt;BG</b>	<b>A- und B-Probe &gt;BG</b>	<b>A-Probe &lt;BG und B-Probe &gt;BG</b>
o-Toluidin	1	0	14	5
4-Aminobiphenyl	0	0	11	9
1-Aminonaphthalin	10	3	5	2
3-Aminobiphenyl	19	0	1	0

Im Wilcoxon- und im Vorzeichen Test zeigten sich für 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl Unterschiede im Vorher-Nachher-Vergleich ( $p < 0,05$ ). Dabei wurde nur eine Differenz von A- minus B-Probe, die größer als 10% des Ausgangswertes war, als Ab- oder Zunahme gewertet.

Bei 2-Aminonaphthalin ist somit eine statistisch gesicherte Abnahme der Werte zu verzeichnen. Die Abbildung 6.6-2 verdeutlicht dies. Bei 4-Aminobiphenyl ergibt sich gemäß der Abbildung 6.6-4 kein einheitliches Bild. Die statistische Prüfung ergab aber ebenfalls eine signifikante Abnahme der Gehalte. Möglicherweise handelt es sich um den "regression to the mean"-Effekt, der dadurch gekennzeichnet ist, dass Extremwerte bei Wiederholungsmessungen eher zur Mitte als zu einem erneuten Extrem tendieren.

Bei o-Toluidin im 24h-Urin ist zwischen den Messwerten der beiden Proben ein deutlicher Zusammenhang zu erkennen (Abb. 6.6-1). Bei 2-Aminobiphenyl ist kein Zusammenhang festzustellen (Abb. 6.6-3).

Aus den Doppelbestimmungen der 20 Befragten lässt sich insgesamt auf eine ausgeprägte intraindividuelle Varianz der Arylamingehalte im Urin schließen, die jedoch nicht für o-Toluidin beobachtet wird. Dies deutet auf unterschiedliche Quellen der humanen Belastung mit aromatischen Aminen hin.

Mittels Chi-Quadrat-Test wurde überprüft, ob die jeweiligen Ab- und Zunahmen bei den aromatischen Aminen in Zusammenhang mit Ab- oder Zunahmen im Konsum bestimmter Lebensmittel 48h vor der Probennahme in Beziehung stehen. Allein der Verzehr von Gebratenem ist mit BI4 assoziiert. Mit der Zunahme des Verzehrs von Gebratenem von der Erst- zur Zweituntersuchung ist eine statistisch nicht gesicherte Zunahme in der Konzentration von BI4 verbunden, entsprechend mit der Abnahme des Konsums von Gebratenem eine Abnahme in der BI4-Konzentration (Tabelle 6.6-4).

**Tabelle 6.6-4: Zusammenhang zwischen Differenzen von 4-Aminobiphenyl und Verzehr von Gebratenem in erster und zweiter Untersuchung**

Abnahme im Verzehr von Gebratenem				
4-Aminobiphenyl	Abnahme von Gebratenem	nein	ja	Gesamt
	BI4 unverändert o. Zunahme	10	5	15
	Abnahme	1	4	5
Gesamt		11	9	20
Fisher's Exact Test (2-seitig) p= 0,127				
Zunahme im Verzehr von Gebratenem				
4-Aminobiphenyl	Zunahme von Gebratenem	nein	ja	Gesamt
	BI4 unverändert o. Zunahme	8	7	15
	Abnahme	5	0	5
Gesamt		13	7	20
Fisher's Exact Test (2-seitig) p= 0,114				

Um die Frage zu beantworten, ob von den 20 Personen diejenigen mit höheren Werten in der Zweituntersuchung (B-Probe) bestimmte Nahrungsmittel häufiger verzehrt haben, wurde das differenzierte Ernährungsprotokoll zur B-Probe herangezogen. 19 Probanden haben dieses ausgefüllt.

Aus den Summenindikatoren für einzelne Lebensmittelgruppen wurden dichotome Variablen generiert, deren Cut-off-point am Median der jeweiligen Häufigkeitsverteilung (Portionen oder Gläser) liegt. Ebenso wurde mit den Konzentrationen für aromatische Amine aus der zweiten Untersuchung verfahren (Cut-off-point ist jeweils der Median der Volumenkonzentration (ng/L) von 2-Aminonaphthalin, 4-Amino-biphenyl und o-Toluidin). Anhand von Chi-Quadrat-Tests



wurde überprüft, ob Personen mit einem höheren Konsum bestimmter Lebensmittel zu Konzentrationen oberhalb der Mediane neigen (Tab. 6.6-5).

Dabei zeigte sich, dass Fleisch, Wurst und Schinken häufiger von Personen konsumiert wurden, die Urinkonzentrationen von 2-Aminonaphthalin ( $p=0,023$ ), 4-Aminobiphenyl ( $p=0,001$ ) und o-Toluidin ( $p=0,023$ ) oberhalb des jeweiligen Medians aufwiesen.

Ansonsten waren keine Unterschiede in der Häufigkeit von Konzentrationen über dem Median bei Obst und Gemüse, Eier, Fisch, Kartoffeln, Alkohol und Tee erkennbar. Einige Nahrungsmittel wurden wenig oder gar nicht gegessen, z.B. gebratene Eier.

**Tabelle 6.6-5: Häufigkeit von Fleisch-, Wurst-, Schinkenkonsum in den letzten 48h und Häufigkeit aromatischer Amine und o-Toluidin über dem Median**

2-Aminonaphthalin		<Median	>Median	
Fleisch und Wurst	<Median	8	2	10
	>Median	2	7	9
Gesamt		10	9	19
Fisher's exact Test 2-seitig		p	,023	
4-Aminobiphenyl		<Median	>Median	
Fleisch und Wurst	<Median	9	1	10
	>Median	1	8	9
Gesamt		10	9	19
Fisher's exact Test 2-seitig		p	,001	
o-Toluidin		<Median	>Median	
Fleisch und Wurst	<Median	8	2	10
	>Median	2	7	9
Gesamt		10	9	19
Fisher's exact Test 2-seitig		p	,023	

## 6.7 DISKUSSION

Ziel der Basisuntersuchung war es zunächst, die Gehalte an aromatischen Aminen im 24h-Urin von 81 Nichtrauchern aus München zu bestimmen. Die mittlere Ausscheidung (Mediane) an 1- und 2-Aminonaphthalin betrugen 0,66 bzw. 1,08 ng/24h. Die mittlere Ausscheidung an 2- Aminobiphenyl betrug 11,6 ng/24h und für 4- Aminobiphenyl wurde ein mittlere Gehalt von 0,73 ng/24h bestimmt. 3-Aminobiphenyl wurde nur in zwei Urinen quantifiziert.

Vergleichsdaten aus vorangegangenen Studien für Nichtraucher liegen bisher kaum vor und wurden nicht an repräsentativen Stichproben erhoben. Für ein Kollektiv der Umweltprobenbank wurden Gehalte in einem ähnlichen Wertebereich gefunden (Ergebnisse nicht veröffentlicht). Der Vergleich mit einem kleinen Nichtraucherkollektiv N=11, Seidel et al., 2001) ergab, dass 2-Aminobiphenyl in einem ähnlichen Wertebereich gefunden wurde, 4-Aminobiphenyl dagegen nicht. Dies weist darauf hin, dass die Gehalte dieser Aminoaromaten großen inter- und intraindividuellen Schwankungen unterliegen.

Zusätzlich zu den oben genannten ursprünglich für diese Untersuchung vorgesehenen Verbindungen wurden auch Anilin sowie ortho-, meta- und para-Toluidin im Urin bestimmt. Die mittleren Ausscheidungsraten betrugen 3,2 µg/24h, 170 ng/24h, 61,8 ng/24h, 44,6 ng/24h und 50,8 ng/24h. Diese Ausscheidungsraten liegen in einem Bereich, der sich durch Literaturwerte bestätigen lässt, wobei zu berücksichtigen ist, dass in den meisten Studien nicht zwischen Rauchern und Nichtrauchern unterschieden wurde.

In der vorliegenden Untersuchung wurden, um den wesentlichen Einfluss des aktiven Tabakrauchens auszuschließen, nur Nichtraucher untersucht. Zusätzlich sollte ein möglicher Einfluss des Passivrauches weitgehend ausgeschlossen werden. Daher wurden zum einen die Cotiningehalte im Urin der Probanden bestimmt und zum anderen die selbst eingeschätzte Exposition gegenüber Tabakrauch per Fragebogen erfasst.

Die Ergebnisse der Cotininbestimmung zeigen auf, dass es sich bei dem untersuchten Kollektiv mit hoher Wahrscheinlichkeit um ein Nichtraucherkollektiv handelte. Das 95. Perzentil betrug für Cotinin 61,3 µg/24h. Bei drei Probanden musste von einer hohen Passivrauchbelastung ausgegangen werden.

Ein weiteres Ziel der Basisuntersuchung war es, Hinweise auf Einflussfaktoren und Expositionspfade, welche für die Belastung mit den untersuchten Aminonaphthalinen und -biphenylen von Relevanz sind, zu erarbeiten. Angesichts schiefer Verteilungen der Gehalte der aromatischen Amine (mit vielen Werten unter der Bestimmungsgrenze) wurden überwiegend logistische Regressionsmodelle entwickelt. Einschränkend ist zu bemerken, dass angesichts der relativ geringen Probandenzahl und der hohen Zahl an potentiellen Prädiktoren nicht davon auszugehen war, dass sich sehr stabile Effekte zeigen würden. Dennoch sollte eine Auswertung über eine Regressionsanalyse durchgeführt werden, da bisher in der wissenschaftlichen Fachwelt wenig Hinweise auf konkrete Belastungspfade bekannt sind.

Bei den Aminonaphthalinen zeigte sich, deutlicher als bei den Aminobiphenylen, dass der Ernährungspfad zu berücksichtigen ist. Die Häufigkeiten des Konsums von frischem Obst und Gemüse, gebratenen Eiern und Wein/Sekt (NA1) erwiesen sich als relevant für die Ausscheidung mit dem Urin.

Das Schminken der Augen war ein deutlicher Prädiktor (NA2). Weniger deutlich zeigte sich ein Einfluss des städtischen Wohngebietes (geringere Ausscheidung) und das Passivrauchen (selbsteingeschätzte Exposition). Das Schminken der Augen ist von Relevanz. Obwohl Augenschminke hoch mit Haartönung und Make-up korreliert, weist nur Augenschminke einen Zusammenhang zu NA2 auf und ist auch in einem auf Frauen beschränktem Modell signifikant. Ein ursächlicher Zusammenhang erscheint allerdings fraglich, da die Expositionshöhe in Anbetracht der geringen betroffenen Hautfläche, die eine Resorption bewirken kann, eher niedrig einzuschätzen ist.

Bei den Aminobiphenylen tritt der Nahrungspfad weniger deutlich hervor. Es ergab sich lediglich ein Hinweis auf den Konsum von Fast Food. Von deutlicherem Einfluss war dagegen Faktoren wie die Teilnahme am Straßenverkehr und das Passivrauchen (B14), weniger deutlich auch die Anwendung von Bioziden im Haushalt, das Vorhandensein eines Kfz-Betriebes in der Wohnumgebung, das Lebensalter und die sportliche Betätigung (allerdings mit uneinheitlicher Richtung).

Einschränkend ist aber festzuhalten, dass die Ergebnisse nicht als gesichert gelten können, da sie mit verschiedenen Variablenkombinationen häufig nicht reproduzierbar und die Effekte relativ instabil waren. Dies kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Neben der geringen Probandenzahl kann die Datenqualität der Verzehrangaben unzureichend sein, da die Portionsangaben von den Probanden vermutlich unterschiedlich eingeschätzt wurden.

Darüber hinaus sind angesichts der kurzen biologischen Halbwertszeit der aromatischen Amine Zusammenhänge mit der Ernährung in den letzten 48h vor Probennahme zu erwarten gewesen. Angaben zum Verzehr in den letzten 48h liegen jedoch nur reduziert für Fleisch, Fisch, Eier und Getränke vor.

Zur weiteren Klärung möglicher Zusammenhänge zwischen der Ernährung und der Belastung mit aromatischen Aminen ist ein größerer Stichprobenumfang und eine kontrollierte und/oder differenzierte Erfassung der aktuellen Ernährung anzustreben. Daher wurde in zusätzlichen Untersuchungen zum Belastungspfad Nahrung eine Verlaufsstudie mit kontrollierter Ernährung und eine Längsschnittstudie über 3 Tage mit Untersuchung von Nahrungsmittelduplikaten durchgeführt (siehe Kapitel 7).

Um festzustellen, ob es sich bei höheren Belastungen mit aromatischen Aminen um einmalige Vorkommnisse handelt oder mit andauernd hohen Belastungen zu rechnen ist, wurden 20 relativ Probanden erneut untersucht. Außerdem wurde bei diesen Probanden ein 24h-Ernährungsprotokoll erhoben, um evtl. eher kurzzeitige Belastungen über die Nahrung aufzuzeigen. Aus dieser Wiederholungsuntersuchung wurde ersichtlich, dass die Ausscheidung der aromatischen Amine intraindividuell stark variiert. Dies gilt allerdings nicht für das o-Toluidin, welches zusätzlich in die

Auswertung einbezogen wurde. Hier ergaben sich auf der individuellen Ebene Werte auf gleich hohem Niveau.

Unterschiede in der Ernährung der letzten 48h vor der ersten Untersuchung zwischen doppelt und einmal Untersuchten deuten sich für den Eier-, Obst- und Gemüseverzehr an. Die Personen mit Wiederholungsuntersuchung, die eher höhere Gehalte an aromatischen Aminen aufwiesen, aßen tendenziell mehr davon.

Zur Beantwortung der Frage, ob bei den 20 doppelt untersuchten Probanden Veränderungen im Konsum bestimmter Nahrungsmittel mit Veränderungen der Konzentration der aromatischen Amine im Urin einhergehen, lässt sich feststellen, dass für 4-Aminobiphenyl tendenzielle Veränderungen für den Verzehr von Gebratenem beobachtet werden.

Schließlich wurde innerhalb der Gruppe mit Doppeluntersuchung das detaillierte Ernährungsprotokoll ausgewertet und gezeigt, dass Probanden mit durchschnittlich höherem Konsum an Fleisch, Wurst und Schinken in den letzten 48h vor Probennahme signifikant häufiger höhere Werte an 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl aufweisen.

Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass die Ausscheidungen der Aminonaphthaline und der Aminobiphenyle großen intraindividuellen Schwankungen unterliegen. Der Einfluss des Passivrauchens ließ sich in dieser Studie besser durch die selbsteingeschätzte Exposition der Probanden als durch den Cotiningehalt im Urin abbilden. Es ergeben sich Hinweise, dass vor allem bei den Aminonaphthalinen der Nahrungspfad von wesentlicher Bedeutung für die korporale Belastung ist, wobei vor allem Obst und Gemüse, gebratene Eier, Wein/Sekt und Fleisch, Wurst und Schinken relevante Zufuhren liefern könnten. Für die Aminobiphenyle ergeben sich Hinweise auf einen Einfluss des Verzehrs von Gebratenem (tendenziell auch Fast Food) und darauf, dass der Aufenthalt im Straßenverkehr von Relevanz ist.

## 6.8 HÄMOGLOBIN-ADDUKTE

### 6.8.1 Durchführung

Von den 81 Probanden des Nichtraucherkollektivs wurde neben den Sammelurinen über 24 h jeweils auch eine Blutprobe von knapp 10 mL abgenommen. Die Isolierung der Erythrozytenfraktion aus dem Vollblut und die Bestimmungen der Hämoglobin-Adduktgehalte an aromatischen Aminen wurden im Labor von Prof. Dr. E. Richter durchgeführt. Aufgrund einer Leerwertproblematik bei der Bestimmung der isomere Toluidine konnten nur die Daten für das 2-Aminonaphthalin, 3-Amino- und 4-Aminobiphenyl als qualitativ geeignet erachtet und ausgewertet werden.

### 6.8.2 Ergebnisse der Bestimmung von Hämoglobin-Adduktgehalten

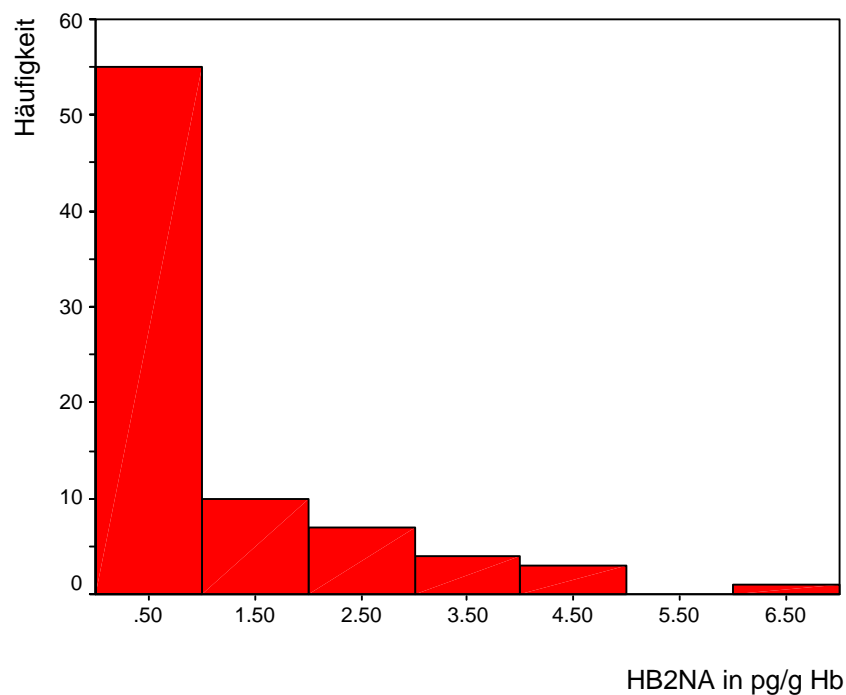
Diese deskriptive Darstellung bezieht sich auf die Hämoglobin(Hb)-Adduktgehalte im Blut von 2-Aminonaphthalin (HB2NA), 3-Aminobiphenyl (HB3ABP) und 4-Aminobiphenyl (HB4ABP) (Tabelle 6.8-1 und Abb. 6.8-1 bis 6.8-3).

Bei einer Person (ID 14) war die Probe nicht auswertbar. Als Bestimmungsgrenze für die Addukte der aromatischen Amine wurde ein Wert von 0,15 pg/g Hb angegeben. Werte unter der Bestimmungsgrenze wurden auf die Hälfte der Bestimmungsgrenze gesetzt.

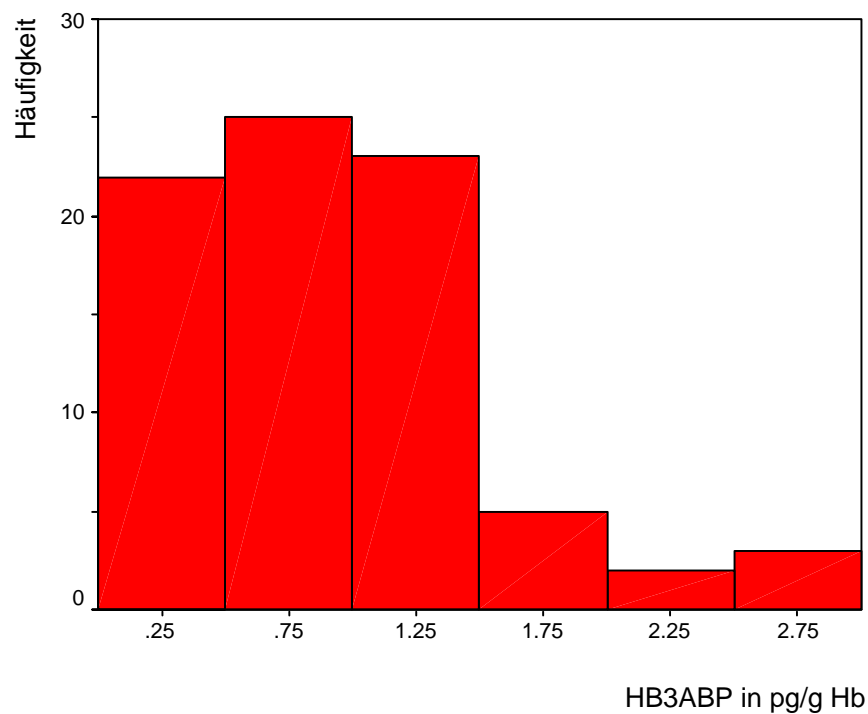
**Tabelle 6.8-1: Verteilung der Hb-Addukte der aromatischen Amine (N=80) in pg/g Hb**

	HB2NA	HB3ABP	HB4ABP
Anzahl der Werte unter BG	39	9	6
AM	,90	,90	36,1
S.D.	1,29	,64	34,1
Min	<BG	<BG	<BG
Max	6,00	2,77	241
P25	<BG	,38	16,1
P50	,20	,83	27,7
P75	1,29	1,21	44,9

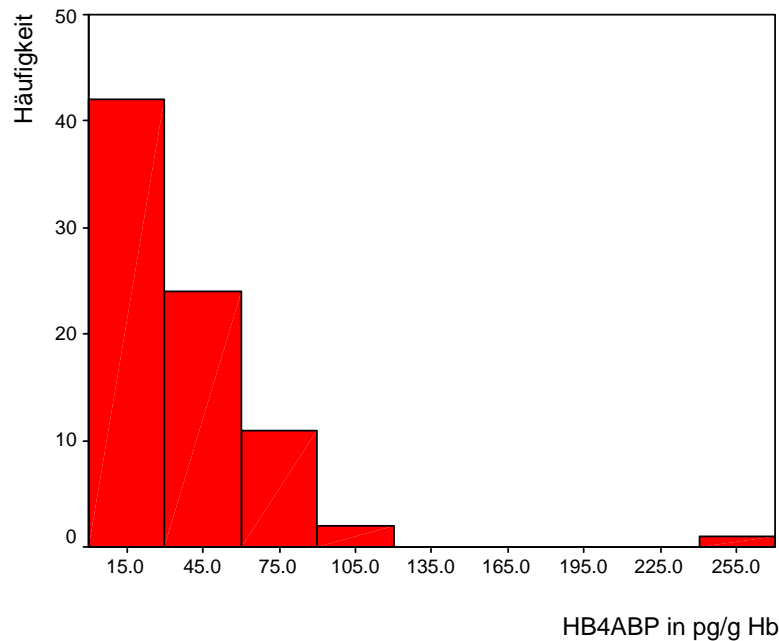
Bei 2-Aminonaphthalin liegen für die Hälfte der Stichprobe keine Werte über der BG vor.



**Abbildung 6.8-1. Verteilung der Hb-Adduktgehalte von 2-Aminonaphthalin (N=80)**



**Abbildung 6.8-2. Verteilung der Hb-Adduktgehalte von 3-Aminobiphenyl (N=80)**



**Abbildung 6.8-3. Verteilung der Hb-Adduktgehalte von 4-Aminobiphenyl (N=80)**

**Tabelle 6.8-2: Rangkorrelationskoeffizienten der Hb-Adduktgehalte der aromatischen Amine untereinander, mit den Konzentrationen der Amine im 24h-Urin und Cotinin (N=80 Wertepaare; Werte <BG mit BG/2 eingeschlossen)**

$r_s$	HB3ABP	HB4ABP	Na2/24h	Bi3/24h	Bi4/24h	COT_24H
HB2NA	.162	<b>.456**</b>	-.074	-.065	.045	-.143
HB3ABP		<b>.412**</b>	-.151	-.186	<b>-.281*</b>	.106
HB4ABP			-.124	-.025	-.129	-.057
Na2/24h				.039	.189	-.034
Bi3/24h					<b>.257*</b>	-.121
Bi4/24h						-.089

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$

Innerhalb der Adduktgehalte sind korrelative Zusammenhänge zwischen den Adduktkonzentrationen von 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl festzustellen (Tab. 6.8-2). Auch die Konzentrationen der Hb-Addukte von 3- und 4-Aminobiphenyl stehen in einem korrelativen Zusammenhang.

Zwischen Urin- und Hb-Adduktkonzentrationen ist nur eine negative Beziehung zwischen dem Hb-Adduktgehalt von 3-Aminobiphenyl und der Konzentration von 4-Aminobiphenyl im Urin festzustellen: Je höher die Konzentration von gebundenem 3-Aminobiphenyl im Blut, desto niedriger liegen die Konzentration von ausgeschiedenem 4-Aminobiphenyl im Urin. Darüber hinaus bestehen keine signifikante Assoziationen zwischen Cotinin als Indikator von Passivrauchexposition und dem Adduktgehalt eines der drei aromatischen Amine (Tabelle 6.8-2).



### 6.8.3 Diskussion

Hämoglobin(Hb)-Addukte werden erfolgreich als Biomarker einer Exposition gegenüber karzinogenen aromatischen Aminen verwendet. Die quantitative Bestimmung der Hb-Addukte aromatischer Amine erfordert die Hydrolyse der relativ labilen Sulfinamide, die durch Reaktion von Nitrosoverbindungen mit Sulfhydrylgruppen des Hb entstehen. Die Nitrosoverbindungen wiederum bilden sich in den Erythrozyten aus den im endogenen Stoffwechsel entstandenen N-Hydroxyderivaten der Arylamine. Da Erythrozyten eine Halbwertszeit von etwa 100 Tagen aufweisen, entspricht die Messung von Hb-Adduktgehalten eher einem integralen Parameter über einen längeren Zeitraum. Dem gegenüber reflektiert die Urinausscheidung eine Exposition des Probanden gegenüber aromatischen Aminen, die in den letzten 24-48 h stattgefunden hat. Es überrascht daher nicht, dass zwischen Urin- und Hb-Adduktkonzentrationen nur eine signifikante Korrelation vorkommt, die zudem nicht sinnvoll interpretierbar ist.

Der Median für die Hb-Addukte des 3-Aminobiphenyls liegt mit 0.9 pg /g Hb erheblich niedriger als der Median für das 4-Aminobiphenyl-Hb-Addukt. Dem gegenüber wird bei Tabakrauchexposition ein bis zu 10-facher Anstieg des Hb-Adduktes für das 3-Aminobiphenyl beobachtet (Richter et al., 2002). Die Werte für die Hb-Addukte des 3-Aminobiphenyls bestätigen somit klar den Nichtraucherstatus der Probanden.

Insbesondere das Hb-Addukt des 4-Aminobiphenyls ist häufig als Biomarker einer Exposition gegenüber aromatischen Aminen untersucht worden. Die vorliegenden Studien schließen die Bestimmung dieses Adduktes bei Probanden mit einer beruflichen Exposition (Riffelmann et al., 1995; Schütze et al., 1995) als auch einer Belastung durch Tabakrauch ein (Riffelmann et al., 1995; Lewalter et al., 1985; Landi et al., 1996). Der in dieser Studie gefundene Median von 35 pg/g Hb stimmt gut mit Ergebnissen anderer Untersuchungen an Nichtrauchern überein (Bartsch et al., 1990; Hammond et al., 1993; Richter et al., 2001). So wurde bei Kindern in München, welche nicht mit Tabakrauch belastet waren, ein Median von 30 pg/g Hb gefunden (Richter et al., 2001).

Im Rahmen des Projektes wurde lediglich der Zusammenhang zwischen Hb-Adduktgehalten und Urinkonzentrationen der aromatischen Amine untersucht. Weitergehende Regressionsanalysen wurden im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt.

## **7. Zusätzliche Untersuchungen zum Belastungspfad Nahrung**

Um den aus der Basisstudie gewonnenen Hinweisen auf den Belastungspfad Nahrung nachzugehen, wurden zwei Verlaufsstudien mit 10 ausgewählten Probanden durchgeführt, wobei neben Bestimmungen aromatischer Amine in Urinproben auch erstmals anhand von Duplikatproben die Gehalte in Nahrungsmittelproben untersucht wurden. Die Durchführung und Ergebnisse der beiden Verlaufsstudien sind im folgenden dargestellt.

### **7.1 VERLAUFSSTUDIE MIT KONTROLLIERTER ERNÄHRUNG**

Bei der ersten Verlaufsstudie sollte durch kontrollierte Ernährung insbesondere der Einfluss der Nahrungsmittel auf die Urinausscheidung aromatischer Amine untersucht werden, für welche in der Basisstudie entsprechende Hinweise erhalten wurden.

#### **7.1.1 Durchführung und Zielstellung**

Nach der Wiederholungsuntersuchung der Uringehalte aromatischer Amine für das Subkollektiv von 20 ausgewählten Probanden wurden unter diesen die 10 Probanden für eine Verlaufsstudie mit gezielter Ernährung ausgewählt. Dabei wurde zunächst die Summe der bestimmten *o*-Toluidingehalte für die ausgewählten 20 Probanden aus beiden Versuchsreihen errechnet sowie ein Summenparameter aus 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl. Die 10 Probanden wurden dann nach dem Kriterium ausgewählt, dass sie sowohl relativ viel *o*-Toluidin sowie 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl ausgeschieden haben. Zum Versuchszeitpunkt standen aber aus dem Wunschkollektiv nur 6 Probanden zur Verfügung, so dass das Versuchskollektiv mit 2 weiteren Probanden aus den 20 ausgewählten Probanden der Wiederholungsuntersuchung und 2 Probanden aus der Eingangsstichprobe für die kontrollierte Ernährungsstudie ergänzt wurde. Es nahmen je fünf Frauen und Männer teil.

In der ersten Verlaufsstudie soll die Frage beantwortet werden, ob die gezielte Nahrungsaufnahme mit potenziell kontaminierten Lebensmitteln zu einer merklichen Erhöhung der ausgeschiedenen Urinkonzentrationen von aromatischen Aminen führt.

Basierend auf den Ergebnissen der Auswertung der Basisstudie (N=81), also den Hinweisen auf relevante Nahrungsmittel aus der Regressionsanalyse, wurden folgende 8 Nahrungsmittelgruppen für den Versuchstag mit den 10 Probanden vorgesehen (Tabelle 7.1-1).

**Tab.: 7.1-1 Ausgewählte Nahrungsmittelgruppen für den kontrollierten Ernährungstag mit 10 Probanden**

1. Eierspeisen	5. Grillfleisch
2. Öl	6. "fast food"
3. Gemüse	7. alkoholische Getränke
4. Salat	8. Brot

Folgende Kriterien wurden für den Experimentaltag zugrunde gelegt:

1. Alle Probanden bekamen wie vorgesehen die gleichen Lebensmittel aus den genannten Lebensmittelgruppen zu essen.
2. Die Portionsgröße war für jedes Lebensmittel (außer Wasser) ungefähr vorgegeben.
3. Männer bekamen ca. die doppelten Portionen der Frauen.
4. Insgesamt wurden 4 Mahlzeiten pro Proband zusammengestellt (Tabelle 7.1-2)

Nicht immer wurden die vorgegebenen Portionen vollständig verzehrt. Die von einzelnen Teilnehmenden verzehrten Lebensmittel (Tabelle 7.1-2) wurden pro eingenommene Mahlzeit teilweise zusammengefasst. Zum Beispiel wurden Gemüse und Salate nicht nach Art differenziert. Die Messungen der aromatischen Amine in Duplikaten erfolgten dagegen spezifisch.

Neben den Duplikatproben der Lebensmittel wurde bei den 10 Probanden am Vortag (1.Tag) und am Experimentaltag mit kontrollierter Nahrungsaufnahme (2. Tag) ein 24 h-Sammelurin gewonnen.

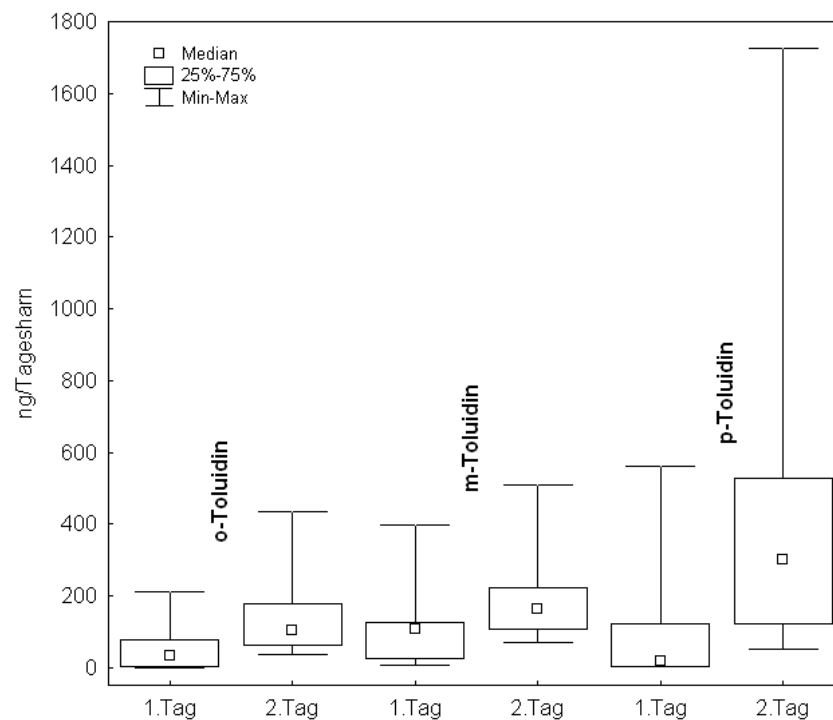
**Tab. 7.1-2 Zusammenstellung der 4 Mahlzeiten für den kontrollierten Ernährungstag mit 10 Probanden**

<b>Mahlzeiten</b>	<b>Frauen (55 – 65 kg)</b>	<b>Männer (70 – 90 kg)</b>
Frühstück	1 Rührei mit Speck 1 Spiegelei 1 gekochtes Ei 1 Scheibe dkl. Brot, 2 St. Weißbrot	2 Rühreier mit Speck 2 Spiegeleier 1-2 gekochte Eier 1 Scheibe dkl. Brot, 3 St. Weißbrot
Mittag	200 g Gemüse, 2 St. Weißbrot	250-300 g Gemüse, Weißbrot
Nachmittag	1 Hamburger, 1 Cheesburger 1 kl. Port. Pommes	2 Hamburger 2 Cheesburger 1 normale Portion Pommes
Abend	1 kl. Nackensteak ca. 100 g 1 St. Bauch ca. 100 g 1 Bratwurst ca. 100 g 1 Port. Salat (gem.) ca. 150-200g	1 Nackensteak ca. 180-200 g 1 St. Bauch ca. 180-200 g 1 Bratwurst ca. 100 g 1 Port. Salat (gem.) ca. 200-250 g
Getränke	1 Glas Sekt 1 Glas Rotwein 1 Glas Weißwein Wasser nach Belieben	2 Gläser Sekt 2 Gläser Rotwein 2 Gläser Weißwein Wasser nach Belieben

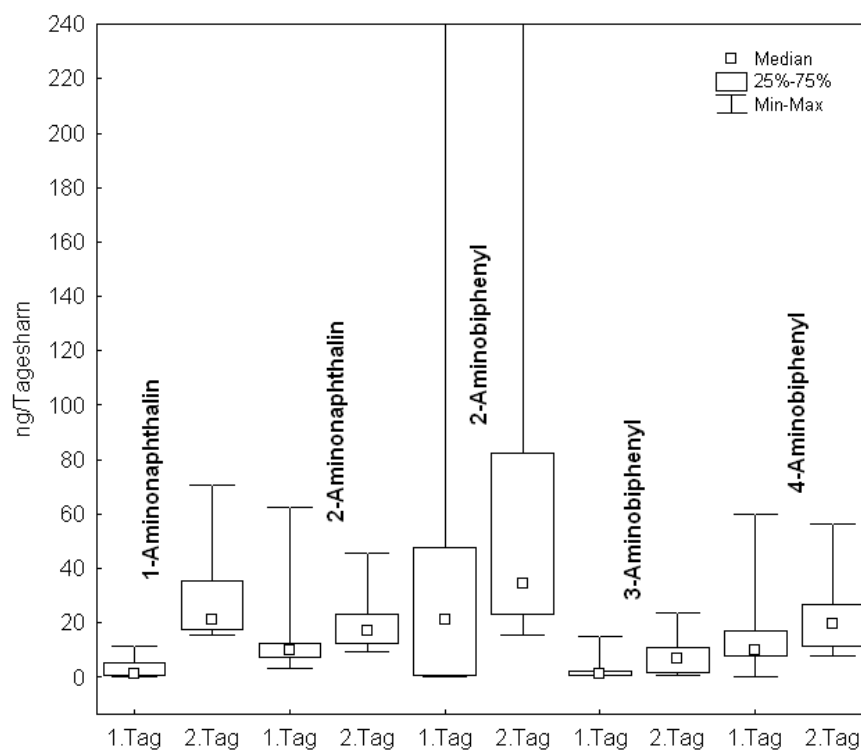
### 7.1.2 Aromatische Amine im Urin

Die jeweils pro Proband gewonnenen Urinproben am Vor- (1.Tag) und Versuchstag (2.Tag) wurden auf ihre Gehalte an aromatischen Aminen untersucht. Diese Vergleichsuntersuchung sollte einen Zusammenhang zwischen der gezielten Nahrungsaufnahme mit potentiell belasteten Nahrungsmitteln und der Ausscheidung aromatischer Amine im Urin erkennen lassen.

Die Ergebnisse für die Toluidine sind für einen ersten Überblick als Box-Plot-Darstellung in Abbildung 7.1-1 und für die Aminonaphthaline und Aminobiphenyle in Abbildung 7.1-2 zusammengefasst.



**Abb. 7.1-1** Min. und max. Werte, Mediane sowie 25. und 75. Perzentil von *o*-, *m*- und *p*-Toluidin am Vor- (1.Tag) und Versuchstag (2.Tag) für 10 Probanden (Nichtraucher) mit kontrollierter Ernährung.



**Abb. 7.1-2** Min. und max. Werte, Mediane sowie 25. und 75. Perzentil von 1- und 2-Aminonaphthalin und 2-, 3- und 4-Aminobiphenyl am Vor- (1.Tag) und Versuchstag (2.Tag) für 10 Probanden (Nichtraucher) mit kontrollierter Ernährung.

Die Mediane aller drei isomeren Toluidine waren am Versuchstag (2. Tag) im Vergleich zum Vortag (1. Tag) erhöht. Während sich eine 3-fache Erhöhung des Wertes für *o*-Toluidin (31,3 vs. 102 ng/24 h Urin) ergab, wurde für *p*-Toluidin eine 16-fache Erhöhung festgestellt (18,4 vs. 301 ng/24h Urin). Demgegenüber war nur eine 1,5-fache Zunahme des Medians für *m*-Toluidin zu beobachten (105 vs. 163 ng/24h Urin).

Der Median für 1-Aminonaphthalin nahm um den Faktor 17,5 zu, während der für 2-Aminonaphthalin nur um den Faktor 1,7 zunahm. Für 2-Aminobiphenyl wurde jeweils für denselben Probanden ein extremer max. Wert gefunden (1.Tag: 1425; 2.Tag: 2499 ng/24h Urin). Die Zunahme der Mediane für das 2- und 4-Aminobiphenyl liegen mit einem Faktor von 1,5 bzw. 1,9 in einem ähnlichen Bereich. Hingegen lag der Median für das 3-Aminobiphenyl am 2. Tag um einen Faktor 5,7 höher als am Vortag (1,2 vs. 6,9 ng/24 h Urin).

Unterschiede zwischen Männern und Frauen an den Tagen des Experiments zeigen sich in beinahe durchgehend höheren Werten bei Männern, sowohl in den Ausgangswerten des 1. Tages als auch nach der experimentellen Nahrungszufuhr (Tabelle 7.1-3). Eine Ausnahme sind Median und Mittelwert von 4-Aminobiphenyl am 1. Tag des Experiments. Angesichts der Tatsache, dass Männer im Experiment die doppelten Portionen der Frauen bekamen und, wenn man von einer Aufnahme der aromatischen Amine mit der Nahrung ausgeht, sind diese Unterschiede plausibel.

**Tabelle 7.1-3: Mittelwerte der aromatischen Amine (ng/24h) von Männern und Frauen am 1. und 2. Versuchstag**

		Harnvolumen L/24h		1-Amino-naphthalin		2-Amino-naphthalin	
		1. Tag	2. Tag	1. Tag	2. Tag	1. Tag	2. Tag
männlich	N	5	5	5	5	5	5
	Median	<b>3,7</b>	<b>4,7</b>	<b>5,41</b>	<b>35,4</b>	<b>11,4</b>	<b>23,2</b>
	GM	3,38	4,72	,97	38,3	15,3	25,6
	AM	3,52	4,75	4,87	41,4	21,3	26,9
	SD	1,01	,64	4,96	18,6	23,0	10,6
weiblich	N	5	5	5	5	5	5
	Median	<b>3,0</b>	<b>2,8</b>	<b>,03</b>	<b>17,6</b>	<b>7,16</b>	<b>12,3</b>
	GM	2,55	2,96	,08	17,5	6,78	12,1
	AM	2,75	3,25	1,12	17,5	7,44	12,3
	SD	1,12	1,53	2,43	1,56	3,38	2,39
gesamt	N	10	10	10	10	10	10
	Median	<b>3,25</b>	<b>4,43</b>	<b>,04</b>	<b>21,1</b>	<b>9,83</b>	<b>16,9</b>
	GM	2,94	3,74	,28	25,9	10,2	17,6
	AM	3,14	4,00	2,99	29,4	14,4	19,6
	SD	1,09	1,36	4,18	17,7	17,2	10,6

**Tabelle 7.1-3: Fortsetzung**

		<b>2-Aminobiphenyl</b>		<b>3-Aminobiphenyl</b>		<b>4-Aminobiphenyl</b>	
		1. Tag	2. Tag	1. Tag	2. Tag	1. Tag	2. Tag
<b>Männlich</b>	N	5	5	5	5	5	5
	Median	<b>21,5</b>	<b>34,6</b>	<b>,05</b>	<b>9,73</b>	<b>9,78</b>	<b>24,9</b>
	GM	7,48	50,5	,18	8,48	9,99	24,0
	AM	70,8	57,2	1,06	8,89	12,9	24,6
	SD	129,0	32,5	1,43	2,92	11,1	5,88
<b>Weiblich</b>	N	5	5	5	5	5	5
	Median	<b>20,8</b>	<b>23,1</b>	<b>,03</b>	<b>,05</b>	<b>12,6</b>	<b>11,6</b>
	GM	3,68	64,8	,09	,34	4,32	15,7
	AM	299	524	3,00	6,33	19,6	20,8
	SD	630	1100	6,64	10,2	23,6	20,2
<b>Gesamt</b>	N	10	10	10	10	10	10
	Median	<b>21,2</b>	<b>34,4</b>	<b>,04</b>	<b>6,95</b>	<b>9,94</b>	<b>19,4</b>
	GM	5,25	57,2	,13	1,70	6,57	19,4
	AM	185	290	2,03	7,61	16,2	22,7
	SD	445	777	4,64	7,22	17,7	14,1

Um einen Überblick über alle Messungen zu gewinnen, werden für die aromatischen Amine (berücksichtigt wurden hier die Aminonaphthaline und Aminobiphenyle) neben den Ergebnissen im Experiment auch die Ergebnisse der A- und B-Probe im individuellen Verlauf (N = 10) dargestellt. Somit stehen folgende Daten zur Verfügung:

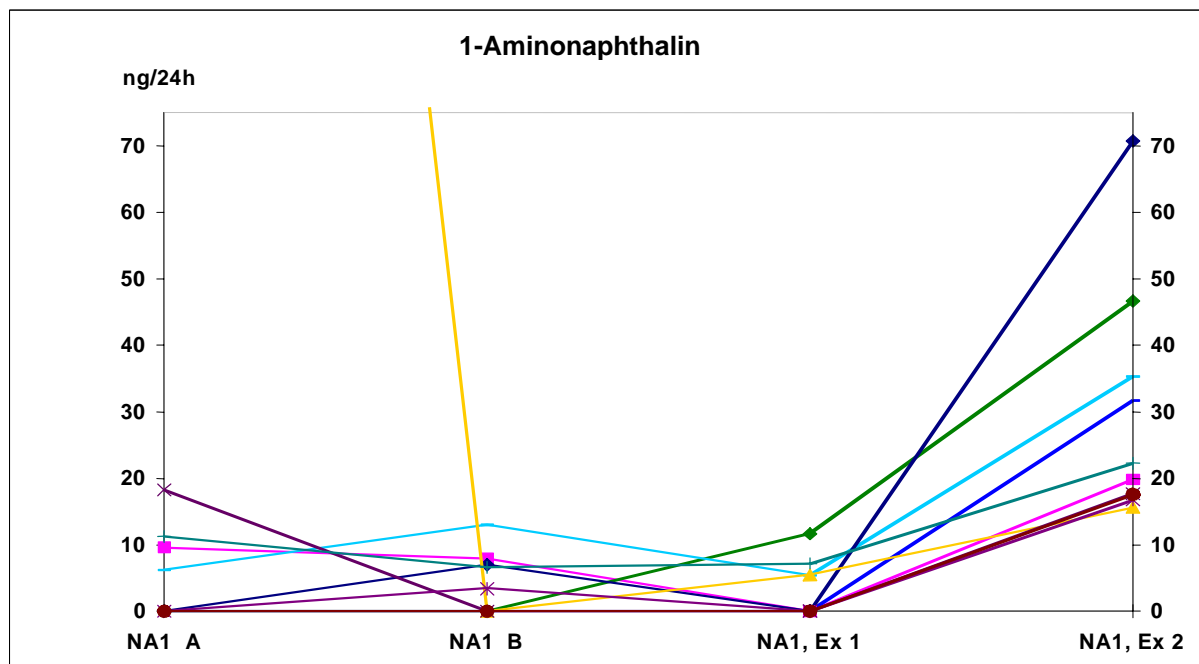
1. Oktober 2002 (A-Probe),
2. Dezember 2002 (B-Probe),
3. 1.Tag (Vortag zum Nahrungsexperiment) im Juli 2003,
4. 2.Tag (Folgetag), Experiment mit Aufnahme ausgesuchter Nahrungsmittel.

Im Rahmen der Auswertung ist ein Vergleich der Differenzen zwischen dem 1. und dem 2. Tag (Experimentaltag mit spezifischer Ernährung) statistisch zu beurteilen. Wegen der geringen Stichprobengröße wird im Folgenden für die statistische Prüfung der Verläufe der Daten auf den nicht-parametrischen Rangtest nach Wilcoxon zurückgegriffen und zusätzlich der Vorzeichentest durchgeführt.

Die Konzentrationen von 1-Aminonaphthalin unterscheiden sich an den drei ersten Zeitpunkten relativ wenig, obgleich die Werte am 1. Erhebungstag eine größere Variationsbreite aufweisen (zum einen kommt ein Extremwert vor, zum anderen ist das 75. Perzentil etwas höher, Abb. 7.1-3 und Tab. 7.1-3). Demgegenüber ergeben sich nach der vorgeschriebenen Nahrungsaufnahme am Folgetag durchweg deutlich höhere Werte (Wilcoxon:  $p=0,005$ , 2-seitig).

**Tabelle 7.1-3: 1-Aminonaphthalin (ng/24h) im Verlauf der vier Untersuchungspunkte**

NA1/24h	A-Probe	B-Probe	Experiment Basis 1. Tag	Nahrungsexperiment 2. Tag
N	10	8	10	10
GM	,47	,60	,28	25,9
Median	3,10	5,00	,04	21,1
AM	47,2	4,74	2,99	29,4
S.D.	134	4,72	4,18	17,7
Min	<BG	<BG	<BG	15,6
Max	426,9	13,0	11,7	70,7
P25	<BG	<BG	,03	17,4
P50	3,10	5,00	,04	21,1
P75	13	7,68	5,90	38,2



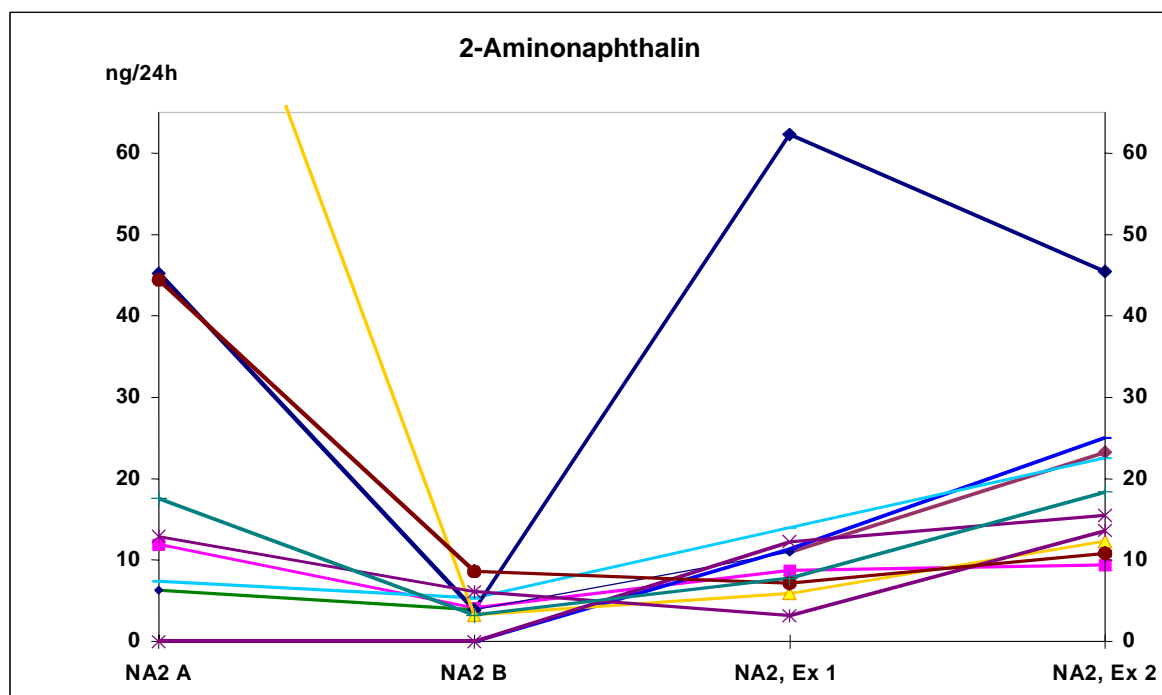
**Abbildung 7.1-3: 1-Aminonaphthalin in 24h, Verlauf der individuellen Messwerte**



Für 2-Aminonaphthalin (Tab. 7.1-4 und Abb. 7.1-4) ergibt sich ein ähnliches Profil, wobei die Streuung am ersten Untersuchungstag (A-Probe) noch etwas größer und in der B-Probe etwas geringer ist. Am Tag 1 des Experiments sind die Werte, abgesehen von einem Ausreißer denen der B-Probe ähnlich. Der Anstieg nach dem Nahrungsexperiment fällt um einiges geringer aus als bei NA1. Bei dem Fall mit hohem Wert am 1. Tag des Experiments sinkt die Konzentration sogar. Das Ergebnis des Wilcoxon-Test ergibt eine Tendenz ( $p=0.074$ ), der Vorzeichentest ist signifikant. Es ist daher eine Tendenz zu höheren Werten nach der kontrollierten Nahrungszufuhr festzustellen.

**Tabelle 7.1-4: 2-Aminonaphthalin (ng/24h) im Verlauf der vier Untersuchungspunkte**

NA2/24h	A-Probe	B-Probe	Experiment Basis 1. Tag	Nahrungsexperiment, 2. Tag
N	10	8	10	10
GM	4,4	4,53	10,2	17,6
Median	12,4	4,00	9,83	16,9
AM	25,4	4,79	14,4	19,6
S.D.	33,2	1,84	17,2	10,6
Min	,00	3,20	3,20	9,40
Max	108	8,60	62,3	45,4
P25	4,73	3,38	6,84	11,9
P50	12,4	4,00	9,83	16,9
P75	44,6	5,90	12,7	23,7

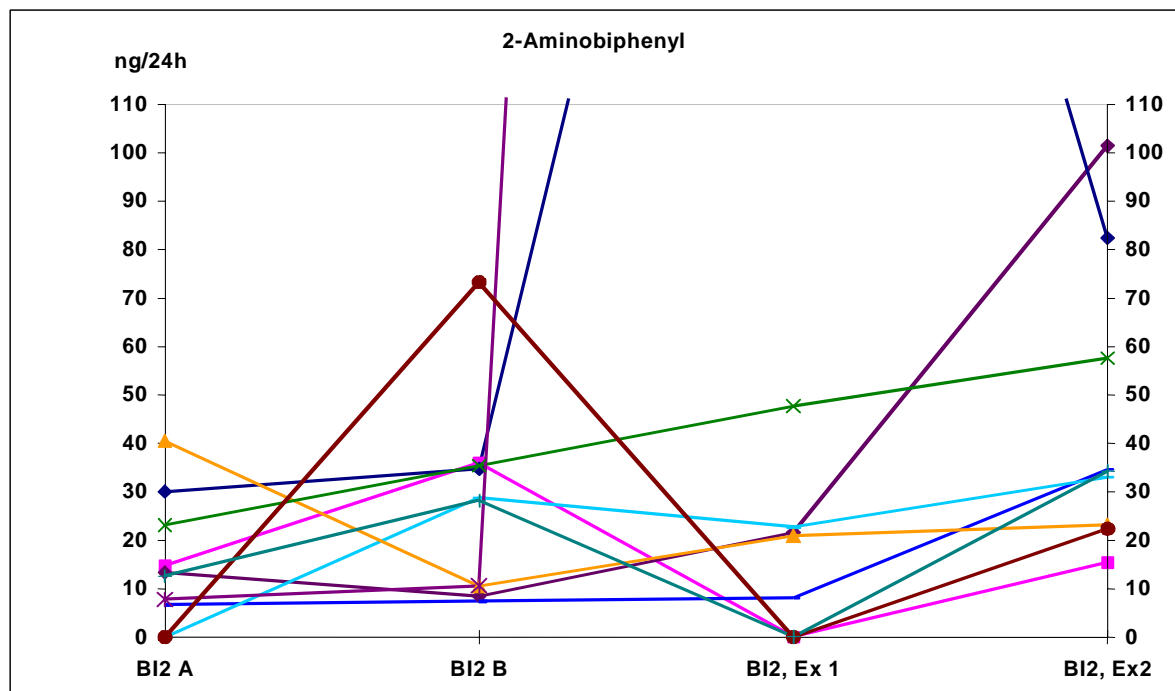


**Abbildung 7.1-4: 2-Aminonaphthalin in 24h, Verlauf der individuellen Messwerte**

Die Konzentrationen von 2-Aminobiphenyl (Abb. 7.1-5) variieren bei der A-Probe zwischen <BG und 40 ng/24h, steigen mit der B-Probe teilweise an (ein hoher Wert von 73 ng/24h). Am 1. Tag des Experiments sind zwei Ausreißer zu verzeichnen (je eine Person mit 301 ng/24h und 1.425 ng/24h), gleichzeitig bleibt der Median relativ stabil. Bei der ersten Person sinkt 2-Aminobiphenyl am Tag nach dem Experiment auf 82 ng/24h, bei der zweiten steigt er auf ein Maximum von 2.500 ng/24h an. Die Mehrzahl der übrigen Werte steigt nach dem Nahrungsexperiment leicht an. Statistisch ist dieser Anstieg jedoch nur tendenziell bedeutsam ( $p=0,056$ ), dagegen ergibt der Vorzeichentest statistische Signifikanz.

**Tabelle 7.1-5: 2-Aminobiphenyl (ng/24h) im Verlauf der vier Untersuchungspunkte**

BI2/24h	A-Probe	B-Probe	Experiment Basis 1. Tag	Nahrungs- Experiment, 2. Tag
N	10	8	10	10
GM	3,60	22,7	5,25	57,2
Median	13	28,5	21,2	34,4
AM	14,9	28,8	185	290
S.D.	13,0	21,2	445	777
Min	<BG	8,40	< BG	15,4
Max	40,5	73,3	1430	2500
P25	5,03	10,5	,03	22,9
P50	13	28,5	21,2	34,4
P75	24,8	35,7	111	87,2

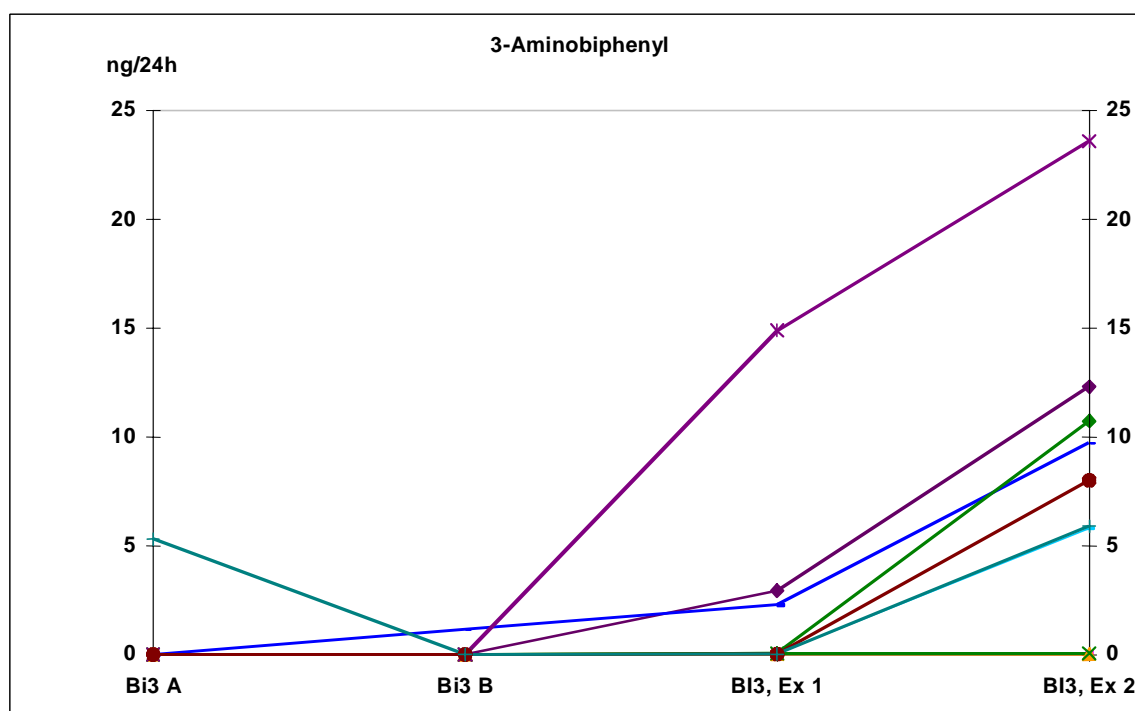


**Abbildung 7.1-5: 2-Aminobiphenyl in 24h, Verlauf der individuellen Messwerte**

3-Aminobiphenyl (Abb. 7.1-6) wurde in der A-Probe bei einem, in der B-Probe bei keinem, am 1. Tag des Experiments bei drei und nach dem spezifischen Verzehr bei sieben Teilnehmenden nachgewiesen. Damit verbunden ist eine Steigerung aller Verteilungskennzahlen am Tag nach dem Nahrungsexperiment. Der Rangsummentest führt zu statistischer Signifikanz (Wilcoxon  $p=0,013$ ).

**Tabelle 7.1-6: 3-Aminobiphenyl (ng/24h) im Verlauf der vier Untersuchungspunkte**

BI3/24h	A-Probe	B-Probe	Experiment Basis 1. Tag	Nahrungsexperiment, 2. Tag
N	10	8	10	10
GM	<BG	<BG	,13	1,70
Median	<BG	<BG	,04	6,95
AM	,53	<BG	2,03	7,61
S.D.	1,68	<BG	4,64	7,22
Min	<BG	<BG	<BG	<BG
Max	5,30	<BG	14,9	23,6
P25	<BG	<BG	,02	,05
P50	<BG	<BG	,04	6,95
P75	<BG	<BG	2,45	11,1

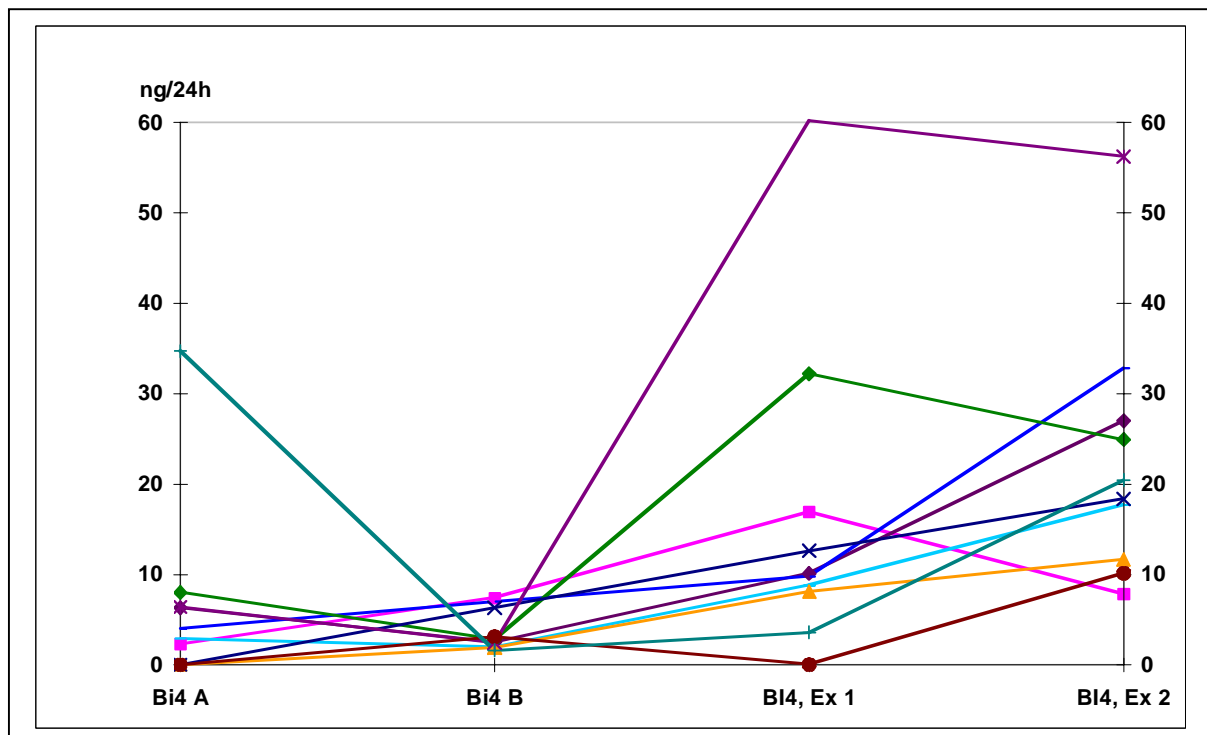


**Abbildung 7.1-6: 3-Aminobiphenyl in 24h, Verlauf der individuellen Messwerte**

Die Urinkonzentrationen von 4-Aminobiphenyl (Abb. 7.1-7) streuen in der A- und B-Probe nur wenig. Die Mehrzahl der Werte liegt über der Bestimmungsgrenze und mit einer Ausnahme wird ein Bereich von 10 ng/24h nicht überschritten. Am 1. Tag des Experiments ist der Wertebereich am größten und es zeigt sich eine Verschiebung zu höheren Werten (Median = 10 ng/24h) gegenüber A- und B-Probe. Das Nahrungs-experiment bewirkt bei sieben Personen eine geringfügige Steigerung im Vergleich zum vorangegangenen Tag. Bei drei Befragten, die am Vortag die höchsten Werte aufwiesen, ist eine Abnahme der Konzentration zu beobachten. Weder der Wilcoxon- noch der Vorzeichentest belegen ein statistisch signifikantes Ergebnis.

**Tabelle 7.1-7: 4-Aminobiphenyl (ng/24h) im Verlauf der vier Untersuchungspunkte**

BI4/24h	A-Probe	B-Probe	Experiment Basis 1. Tag	Nahrungsexperiment, 2. Tag
N	10	8	10	10
GM	,89	2,64	6,57	19,4
Median	3,45	2,45	9,94	19,4
AM	6,46	2,96	16,2	22,7
S.D.	10,3	1,86	17,7	14,1
Min	<BG	1,60	<BG	7,80
Max	34,7	7,40	60,2	56,2
P25	<BG	1,93	6,95	11,3
P50	3,45	2,45	9,94	19,4
P75	6,80	3,03	20,7	28,5



**Abbildung 7.1-7: 4-Aminobiphenyl in 24h, Verlauf der individuellen Messwerte**

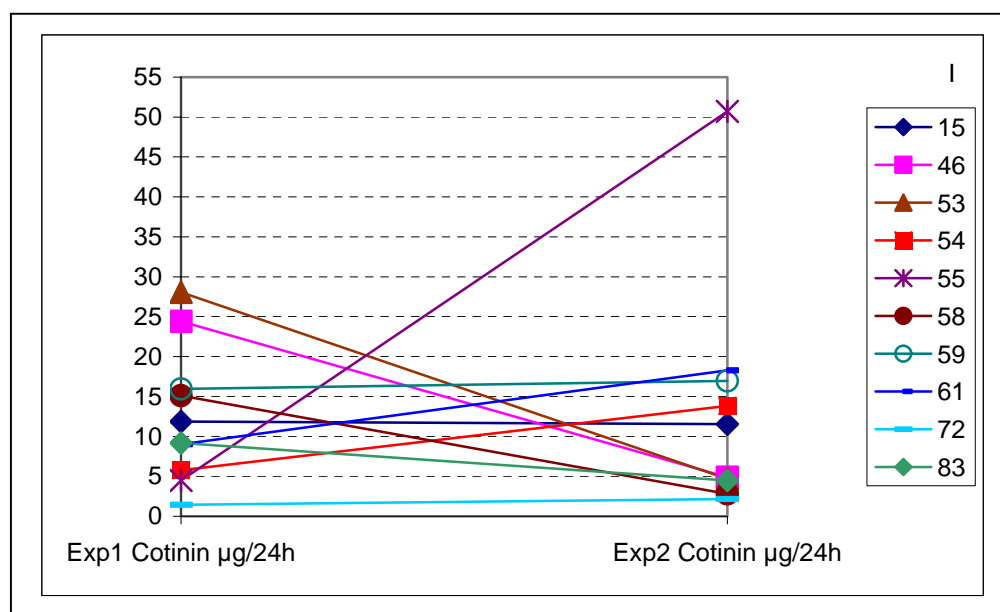
## Cotininwerte im Urin

Die Cotininwerte im Urin der 10 Probanden für die Tage des Nahrungsexperimentes wurden ebenfalls bestimmt (Abb. 7.1-8 und Tab. 7.1-8).. Bei drei Personen sind die Werte in etwa gleich geblieben, bei drei weiteren ist eine Zunahme aufgetreten. Bei vier Untersuchten hat eine Abnahme der Cotininkonzentration stattgefunden. Die mittleren Cotininkonzentrationen blieben aber, gemessen am Median, über die beiden Tage konstant. Das Ernährungsexperiment mit den 10 Probanden wurde unter Ausschluss einer Passivrauchbelastung durchgeführt und insgesamt ließ sich der Nichtraucherstatus verifizieren. Lediglich der Proband 55 scheint nach dem Verzehr der gegebenen Nahrungsmittel am Abend noch einer Passivrauchbelastung ausgesetzt gewesen zu sein.

**Tabelle 7.1-8: Einzelwerte von Cotinin am 1. und 2. Tag des Experiments**

1. Tag Cotinin [µg/l]	2. Tag Cotinin [µg/l]	1. Tag Cotinin µg/24h	2. Tag Cotinin µg/24h	Differenz im 24h Urin
3,60	7,0	11,9	11,6	0
6,60	<1,0	24,4	4,90	Abnahme
6,60	<1,0	28,1	4,70	Abnahme
1,80	3,50	5,76	13,8	Zunahme
<1,0	8,90	4,50	50,7	Zunahme
8,40	<1,0	15,1	2,80	Abnahme
3,80	3,20	16,0	17,0	0
3,0	4,20	9,0	18,3	Zunahme
<1,0	<1,0	1,45	2,15	0
4,70	<1,0	9,17	4,50	Abnahme

Cotinin (µg/L)	1. Tag	2. Tag
AM	4,81	5,36
GM	4,35	4,94
Median	4,25	4,2
VK[%]	45,9	46,4



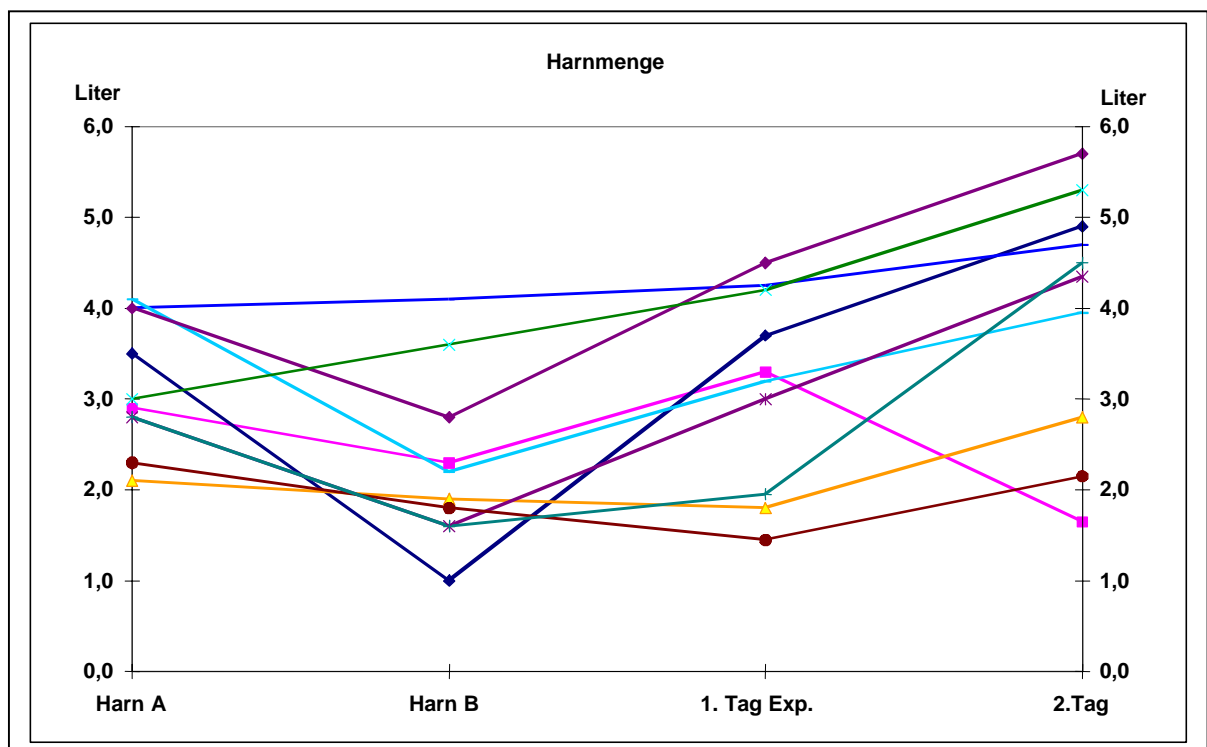
**Abbildung 7.1-8 : Cotinin im 24h-Urin am 1. und 2. Tag des Nahrungsexperiments**

## Harnvolumen

Die Konzentrationen der aromatischen Amine werden auf das in 24h ausgeschiedene Harnvolumen standardisiert. Am Tag der experimentellen Nahrungszufuhr sind die Streuung und das absolute Urinvolumen am höchsten (Abb. 7.1-9).

**Tabelle 7.1-9: 24h-Harnvolumen (L) an den vier Untersuchungspunkte**

	A-Probe	B-Probe	ExperimentNahrungs- Basis, 1. TagExperiment, 2. Tag	
N	10	8	10	10
AM	3,15	1,90	3,14	4,00
S.D.	,72	,54	1,09	1,36
Min	2,1	1,00	1,5	1,65
Max	4,1	2,80	4,5	5,70
P25	2,68	1,60	1,91	2,64
P50	2,95	1,85	3,25	4,43
P75	4,00	2,28	4,21	5,00



**Abbildung 7.1-9: Verlauf der individuellen Harnvolumina in 24h über vier Zeitpunkte**

### 7.1.3 Aromatische Amine in Lebensmitteln

Am Versuchstag wurden Duplikate, dass heißt Proben der verzehrsfertigen jeweiligen Nahrungsmittel, welche den Probanden gereicht wurden, gezogen. Diese Proben umfassten die folgenden Zubereitungen:

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. gemischtes Öl           | 15. Gemüse-Burger                |
| 2. Rührei mit Speck und Öl | 16. Käse-Cheeseburger            |
| 3. gekochtes Ei            | 17. Fleischscheibe eines Burgers |
| 4. Spiegelei mit Öl        | 18. Pommes frites                |
| 5. Baguette                | 19. Lollo Rosso                  |
| 6. dunkles Brot            | 20. Kopfsalat                    |
| 7. Sekt                    | 21. Tomatensalat                 |
| 8. Grillmarinade           | 22. Radieschen                   |
| 9. Spinat                  | 23. Romansalat                   |
| 10. Grünkohl               | 24. Eisbergsalat                 |
| 11. Wirsing                | 25. Schweinebauch                |
| 12. Karotten               | 26. Bratwurst                    |
| 13. Weißwein               | 27. Nackensteak                  |
| 14. Brötchen               |                                  |

Die einzelnen Nahrungsmittel- und Getränkeduplikate wurden auf die Gehalte an aromatischen Aminen untersucht. Die analysierten Gehalte (in ng/kg) sind für die einzelnen aromatischen Amine in der Tabelle 7.1-10 zusammengefasst. Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze sind in der Tabelle grau unterlegt und als BG/2 angegeben. Zusätzlich zum bisherigen Programm wurde Anilin analysiert.

Anilin ist in allen Duplikaten enthalten. Gehalte von mehr als 100 µg/kg wurden in Grillmarinade, in der Fleischscheibe eines Burgers, in Lollo Rosso und Tomatensalat ermittelt.

Toluidine konnten ebenfalls in einer Vielzahl von Zubereitungen bestimmt werden. Hervorzuheben ist gegrillter Schweinebauch mit Gehalten an o-Toluidin von 1,4 µg/kg und m-Toluidin von 30 µg/kg. In gegrillter Bratwurst wurde ein Gehalt an m-Toluidin von 1,8 µg/kg bestimmt.

Für die Aminonaphtaline wurden in der Basisstudie Hinweise gefunden, dass Obst und Gemüse, gebratene Eier Wein/Sekt und Fleisch, Wurst und Schinken relevante

Zuführen liefern. Die Ergebnisse der Duplikatanalysen bestätigen diese Ergebnisse nur teilweise.

In gekochten Eiern wurden sehr geringe Konzentrationen an Aminonaphthalinen gemessen, in Spiegel- und Rühreiern mit Speck waren aromatische Amine entgegen der Erwartung nicht nachweisbar bzw. nur in geringen Mengen enthalten. Während Eisbergsalat hohe Konzentrationen einiger aromatischer Amine enthielt, waren Kopfsalat und Spinat so gut wie unbelastet. Ebenfalls unbelastet sind Brot und Brötchen sowie Pommes frites und Bratwurst. Hohe Konzentrationen wurden allerdings für gegrillten Schweinebauch und gegrilltes Nackensteak gefunden.

2-Aminobiphenyl wurde in vielen Duplikaten gefunden. Gehalte von mehr als 100 ng/kg wurden in Karotten, Fast Food, Eisbergsalat, gegrillten Schweinebauch und bestimmt. 4-Aminobiphenyl wurde in ebenfalls in gegrilltem Schweinebauch und gegrilltem Nackensteak in vergleichsweise hohen Konzentrationen gefunden. Sekt und Weißwein enthielten geringe Mengen der verschiedenen aromatischen Amine. Im Hinblick auf Fast Food und bestätigten sich hier die Ergebnisse der Basisstudie.

**Tabelle 7.1-10: Gehalte aromatischer Amine in Duplikatproben einer kontrollierten Ernährungsstudie in ng/kg.**

ng/kg	Gemischtes Öl	Rührei mit Speck und Öl	Gekochtes Ei	Spiegelei mit Öl	Baguette	dunkl. Brot
Anilin	1.597	12,0	414	5.458	5.564	5.727
o-Toluidin	39,4	1,0	0,4	0,7	1,0	0,6
m-Toluidin	5,4	1,7	6,0	10,1	14,9	9,7
p-Toluidin	0,6	0,9	0,6	1,1	1,6	1,0
1-Amino-naphthalin	5,8	1,0	0,3	0,5	0,8	0,5
2-Amino-naphthalin	10,1	0,7	0,2	0,4	0,6	0,4
2-Amino-biphenyl	6,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
3-Amino-biphenyl	0,3	0,6	0,4	0,6	0,9	0,6
4-Amino-biphenyl	24,9	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
1-Aminopyren	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte



**Tab. 7.1-10: Fortsetzung**

ng/kg	Sekt	Grill- marinade	Spinat	Grünkohl	Wirsing	Karotten
Anilin	2.077	269.944	12	17.992	3.866	21.606
o-Toluidin	164	0,4	0,5	0,3	0,4	113,1
m-Toluidin	3,1	5,5	1,5	3,9	6,8	5,8
p-Toluidin	0,3	0,6	0,2	0,4	0,7	0,6
1-Amino- naphthalin	1,4	0,3	0,2	0,2	0,3	25,5
2-Amino- naphthalin	2,5	22,1	0,2	0,2	13,5	23,9
2-Amino- biphenyl	3	0,1	0,7	21,9	3,2	120,8
3-Amino- biphenyl	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4
4-Amino- biphenyl	2,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
1-Aminopyren	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.1-10: Fortsetzung**

ng/kg	Weißwein	2 Bröt- chen- hälften	Gemüse Burger	Käse Cheese- burger	Burger Fleisch- scheibe	Pommes frites
Anilin	1.744	1.566	69.222	11.766	116.144	92.917
o-Toluidin	108	0,4	94,5	218	0,7	0,7
m-Toluidin	5,8	5,4	24,4	71,7	9,9	10,5
p-Toluidin	8,9	0,6	2,5	7,5	1	1,1
1-Amino- naphthalin	1,4	0,3	22,2	3,6	0,5	0,5
2-Amino- naphthalin	1,7	0,2	31,2	2,9	0,4	0,4
2-Amino- biphenyl	3,7	0,1	151,4	117,2	745,5	0,2
3-Amino- biphenyl	0,2	0,3	1,5	4,5	0,6	0,7
4-Amino- biphenyl	2,3	0,1	0,6	1,6	0,2	0,2
1-Aminopyren	0,1	0,2	0,7	2,1	0,3	0,3

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.1-10: Fortsetzung**

ng/kg	Lollo Rosso	Kopfsalat	Tomaten-salat	Radies-chensalat	Roman-salat	Eisberg-salat
Anilin	417.876	383	132.770	2.780	77.572	69
o-Toluidin	172	0,8	192	0,7	0,7	0,4
m-Toluidin	14,2	12,8	5,1	9,9	9,9	5,9
p-Toluidin	1,5	1,3	0,5	1	1	0,6
1-Amino-naphthalin	0,7	0,7	0,3	0,5	0,5	730
2-Amino-naphthalin	0,6	0,5	0,2	0,4	0,4	646
2-Amino-biphenyl	22,8	0,2	16,1	10,8	34,2	1.950
3-Amino-biphenyl	0,9	0,8	0,3	0,6	0,6	0,4
4-Amino-biphenyl	0,3	0,3	0,1	0,2	32,7	0,1
1-Aminopyren	0,4	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.1-10: Fortsetzung**

ng/kg	Schweine-bauch	Bratwurst	Nacken-steak
Anilin	2.517	4.006	1.652
o-Toluidin	1447	0,7	571
m-Toluidin	30.152	1.815	216
p-Toluidin	0,5	1,1	2.178
1-Amino-naphthalin	2.505	0,5	334
2-Amino-naphthalin	581	0,4	408
2-Amino-biphenyl	5.173	0,2	512
3-Amino-biphenyl	7,5	0,7	0,7
4-Amino-biphenyl	1.961	0,2	295
1-Aminopyren	0,1	0,3	0,3

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

### 7.1.4 Berechnung der Bilanz

Aus den bestimmten Gehalten der Nahrungsmittelduplikate und den Angaben aus der protokollierten Nahrungsaufnahme wurde die aufgenommene Tagesmenge an aromatischen Aminen am Experimentaltag für jeden Probanden kalkuliert (Tabelle 7.1-11), Die Menge jedes Nahrungsmittels wurde entweder gemäß den Angaben des Protokolls (Fragebogen 2) berücksichtigt oder abgeschätzt.

**Tabelle 7.1-11: Abgeschätzte Aufnahme aromatischer Amine aus der Tagesnahrung des Ernährungsexperiments für einzelne Probanden (N=10)**

Proband	15	46	53	54	55	58	59
Anilin	51.500	102.000	85.300	85.300	75.700	59.300	70.300
o-Toluidin	275	549	537	513	370	278	305
m-Toluidin	3.170	6.280	6.280	6.280	3.260	3.200	3.200
p-Toluidin	221	442	442	442	440	221	223
1-Aminonaphthalin	312	623	604	604	353	324	336
2-Aminonaphthalin	125	249	232	232	173	135	146
2-Aminobiphenyl	765	1.530	1.476	1.475	913	768	803
3-Aminobiphenyl	1,7	3,4	3,2	3,2	2,5	1,8	1,9
4-Aminobiphenyl	228	456	455	454	258	228	229

**Tabelle 7.1-11: Fortsetzung**

Proband	61	72	83	AM	GM	Median	VK[%]
Anilin	59.300	75.300	85.500	75.000	73.500	75.500	20,5
o-Toluidin	205	287	516	383	363	337	34,3
m-Toluidin	1.730	3.240	6.280	4.300	3.960	3250	41,1
p-Toluidin	221	221	440	331	313	332	34,9
1-Aminonaphthalin	198	336	604	429	402	345	37,3
2-Aminonaphthalin	106	146	232	178	171	160	30,1
2-Aminobiphenyl	510	833	1.475	1.055	989	873	36,7
3-Aminobiphenyl	1,4	2,0	3,3	2,4	2,3	2,2	32,0
4-Aminobiphenyl	130	229	454	312	288	244	40,7

Anhand der bestimmten Ausscheidung im 24h Urin der einzelnen Probanden lässt sich die prozentuale Ausscheidung der aufgenommenen Mengen für die aromatischen Amine abschätzen (Tabelle 7.1-12).

Die prozentuale Ausscheidung der aromatischen Amine *o*- und *p*-Toluidin, 1- und 2-Aminonaphthalin sowie 2- und 4-Aminobiphenyl liegt bei 2 bis 79%. Dem gegenüber wird für die Ausscheidung von 3-Aminobiphenyl bei 8 von 10 Probanden ein Wert von über 100% beobachtet, was möglicherweise auf eine zusätzliche, nicht erfasste Aufnahme hindeutet. Ein ähnlicher Befund wird für das *p*-Toluidin gesehen, dessen

Ausscheidung bei 6 von 10 Probanden über 100 % liegt, so dass hier eine weiter unbekannte Expositionsquelle nicht ausgeschlossen werden kann. Allerdings muss beim 3-Aminobiphenyl beachtet werden, dass seine kalkulierte Aufnahme mit kleiner als 5 ng/Tag wesentlich geringer war, als die der anderen aromatischen Amine (Tab. 7.1-11), und somit eine quantitative Abschätzung besonders störanfällig ist.

**Tabelle 7.1-12: Ausscheidung aromatischer Amine in [%]-Anteil der kalkulierten Aufnahme**

Proband	15	46	53	54	55	58	59	61	72	83
[%]Ausscheidung										
Anilin	16,7	35,8	28,5	24,0	46,5	27,9	96,5	1890	35,4	27,4
o-Toluidin	15,7	78,8	55,4	34,6	16,4	39,3	36,3	46,3	29,5	6,80
m-Toluidin	2,2	8,10	5,20	3,20	3,40	6,10	6,80	6,20	3,0	2,10
p-Toluidin	54,9	391	146	90,7	30,4	238	22,4	92,8	179	12,3
1-Aminonaphthalin	6,4	7,50	5,30	5,90	20,0	4,80	5,30	8,50	5,20	3,70
2-Aminonaphthalin	7,5	9,30	10,8	9,70	26,2	9,10	10,6	12,8	7,40	7,90
2-Aminobiphenyl	2,0	6,60	2,30	2,20	9,0	3,0	7,20	490	2,70	2,30
3-Aminobiphenyl	32,1	364	301	179	425	54,3	96,2	1680	409	179
4-Aminobiphenyl	3,43	5,93	7,22	3,89	9,65	5,09	8,00	43,1	4,42	4,50

.	AM	GM	Median	VK[%]	Min	Max
[%]Ausscheidung						
Anilin	223	49,8	31,9	263	16,7	1890
o-Toluidin	35,9	29,6	35,5	58,8	6,8	78,8
m-Toluidin	4,6	4,2	4,3	45,9	2,1	8,1
p-Toluidin	126	78,9	91,7	94,2	12,3	391
1-Aminonaphthalin	7,2	6,4	5,6	64,8	3,7	20,0
2-Aminonaphthalin	11,1	10,3	9,5	49,8	7,4	26,2
2-Aminobiphenyl	52,8	5,8	2,8	291	2,0	490
3-Aminobiphenyl	372	211	240	130	32,1	1680
4-Aminobiphenyl	9,53	6,74	5,51	125,7	3,43	43,1

Eine erhebliche Variabilität in der Ausscheidung der aromatischen Amine überrascht nicht, da Unterschiede in der Bioverfügbarkeit und im Metabolismus ursächlich für die beobachteten interindividuellen Differenzen der Uringehalte verantwortlich sein können. Insbesondere könnten bekannte Polymorphismen bzw. unterschiedliche Phenotypen der am Metabolismus aromatischer Amine beteiligten Enzyme CYP1A2 (Agundez, 2004) und NAT2 sowie SULT1A1 (Tiemersma et al., 2004) für interindividuelle Unterschiede in der Harnausscheidung verantwortlich sein. Der potentiell modulierende Einfluss dieser fremdstoffmetabolisierender Enzyme auf die Harnausscheidung aromatischer Amine bei Nichtrauchern bedarf der experimentellen Überprüfung. In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, dass bei Nichtrauchern die genannten Enzyme nicht durch Inhaltsstoffe des Tabakrauchs induziert werden.

## **7.2 LÄNGSSCHNITTSTUDIE ÜBER 3 TAGE**

In Ergänzung zu der 1-tägigen Verlaufsstudie mit gezielter Ernährung wurde eine 3-tägige Längsschnittstudie zur frei gewählten Ernährung durchgeführt. Im Rahmen dieser Zusatzuntersuchung sollte nochmals ein Eindruck über die individuellen Schwankungen der Ausscheidung der aromatische Amine gewonnen werden. Außerdem sollte ermittelt werden, ob bei den bisherigen Untersuchungen zur Aufnahme der aromatische Amine evtl. relevante Lebensmittelgruppen noch nicht berücksichtigt wurden.

### **7.2.1 Durchführung und Zielstellung**

Aus der Probandengruppe der 81 Nichtraucher konnten 10 Probanden zur Teilnahme an einer Längsschnittstudie im November 2003 gewonnen werden.

Die Längsschnittstudie wurde als 3-tägige Verlaufsstudie durchgeführt, wobei am Vortag zum 1. Versuchstag bereits der erste 24 h-Sammelurin gewonnen wurde. Im Verlauf der Längsschnittstudie konnten die Probanden eine freie Wahl der Nahrungsmittel und Getränke treffen. Die Probanden wurden aufgefordert die verzehrten Nahrungsmittel zu protokollieren (Fragebogen 3 mit Einteilung der Lebensmittel nach Gruppen) und jeweils Duplikate zu sammeln. Als Vorgabe wurden die Teilnehmer aufgefordert auf gegrilltes Fleisch zu verzichten, da dies bei den vorangegangenen Nahrungsmitteluntersuchungen bereits als mit aromatischen Aminen kontaminiert erkannt wurde. Die Lebensmittel wurden in 14 Kategorien eingeteilt:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. Getreide            | 8. Milchprodukte, flüssig                 |
| 2. Fleisch             | 9. Kartoffeln                             |
| 3. Fisch               | 10. Salat und Gemüse                      |
| 4. tierisches Fett     | 11. Obst                                  |
| 5. pflanzliches Fett   | 12. Eier                                  |
| 6. Süßwaren            | 13. Fast food                             |
| 7. Milchprodukte, fest | 14. Sonstige (z.B. Senf, Essig, Marinade) |

### **Stichprobe**

An der Längsschnittstudie beteiligten sich 10 Personen, davon 6 Männer und 4 Frauen, die bereits mindestens an einer der vorangegangenen Erhebung teilgenommen hatten. Aus dem Teilkollektiv mit höherer Belastung (Doppeluntersuchung) beteiligten sich nur vier Personen sowohl an der Verlaufsstudie mit gezielter Ernährung als auch an der Längsschnittstudie über 3 Tage.

## 7.2.2 Aromatischer Amine im Urin

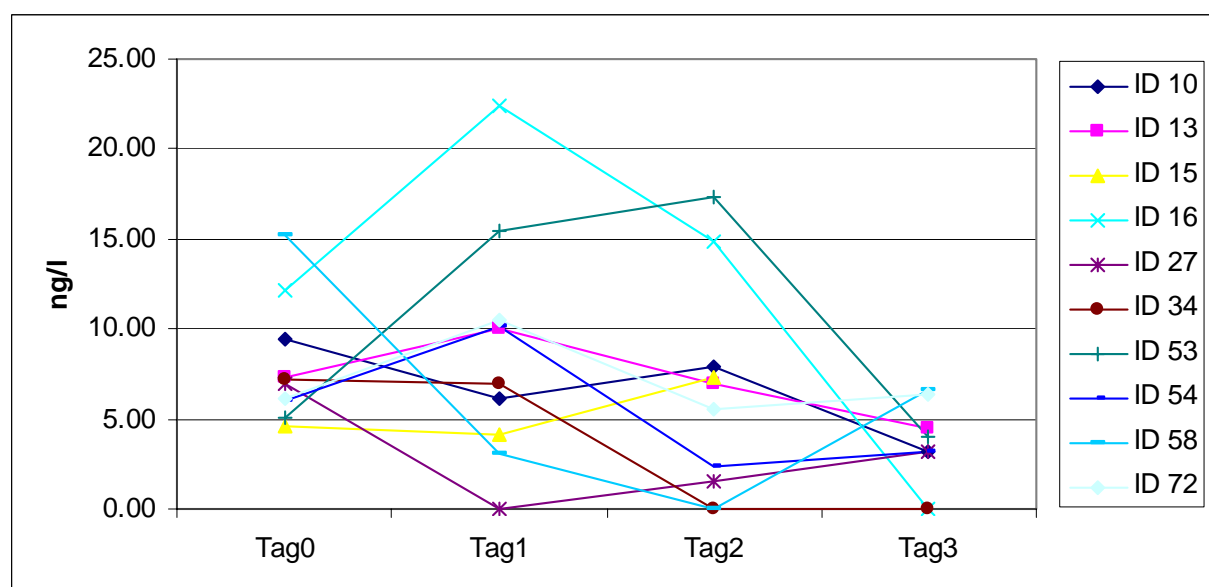
Für die 10 Probanden werden die Konzentrationen der aromatischen Amine im Urin für den 4-tägigen Untersuchungszeitraum tabellarisch und grafisch dargestellt (berücksichtigt wurden in dieser Betrachtung die Aminonaphthaline und Aminobiphenyle, Tab. 7.2-1 bis Tab. 7.2-5). Die Ergebnisse bestätigen die großen individuellen Schwankungen der Gehalte an Aminonaphthalinen und Aminobiphenylen. Die individuellen Variationskoeffizienten betragen bei AN1 bis zu 101%, bei AN2 bis zu 170%, bei BI2 bis zu 182 %, bei BI3 bis zu 134 % und bei BI4 bis zu 181%.

### 1-Aminonaphthalin:

**Tabelle 7.2-1: 1-Aminonaphthalin (ng/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	9,5	6,2	7,9	3,2	6,7	40
ID 13	7,3	10,0	7,0	4,4	7,2	32
ID 15	4,6	4,2	7,4	93,8	27,5	161
ID 16	12,2	22,4	14,8	0,9	12,6	71
ID 27	6,9	0,3	1,5	3,1	3,0	96
ID 34	7,2	6,9	0,9	1,1	4,0	87
ID 53	5,1	15,4	17,3	4,0	10,4	66
ID 54	6,0	10,2	2,4	3,2	5,4	65
ID 58	15,3	3,1	0,5	6,6	6,4	101
ID 72	6,2	10,5	5,6	6,3	7,1	32

$\overline{VK} = 75,1$



**Abbildung 7.2-1: 1-Aminonaphthalin (ID 15 am Tag 3 ausgeschlossen)**

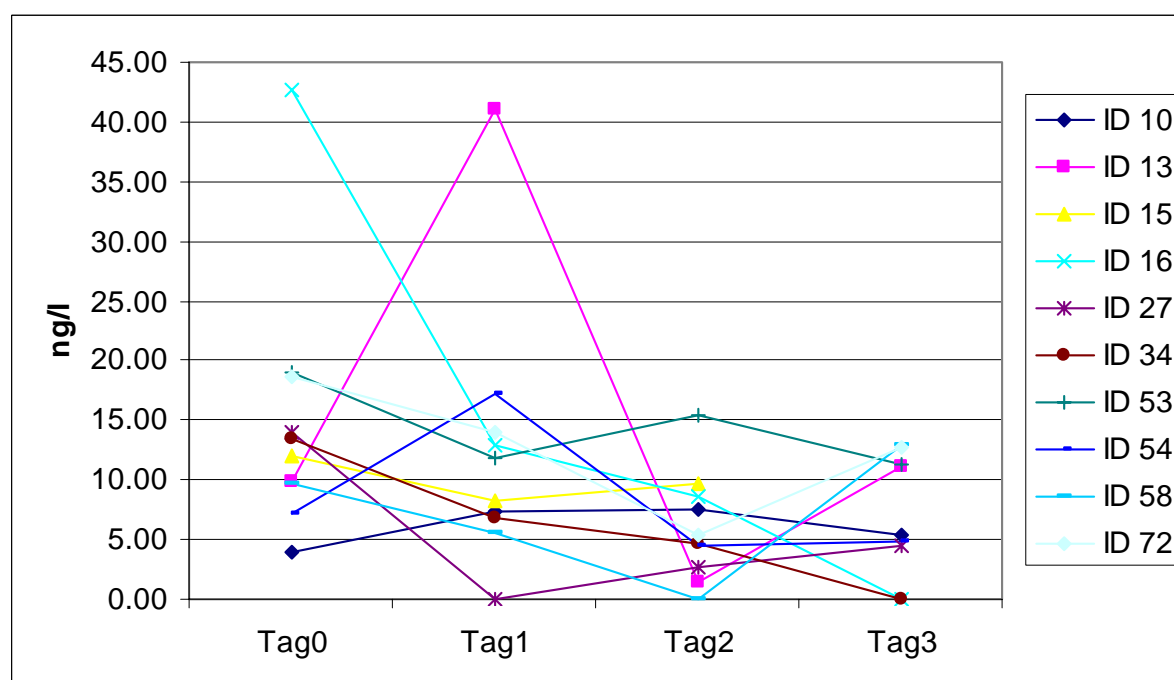
Bei der grafischen Darstellung fällt auf, dass ID 53 und 16 einen in etwa parallelen Abfall der Konzentrationen von Tag 1 und 2 zu Tag 3 aufweisen. Das Ernährungsverhalten der Person ID 15 (Anhang 12.9) ergibt keinen Hinweis auf eine deutliche Zusatzexposition mit 1-Aminonaphthalin durch Nahrungsmittel am Tag 3, der an die Ergebnisse der Regressionsanalyse oder des kontrollierten Ernährungstages anknüpfen kann. Eine Gemeinsamkeit der Personen ID 16 und 53 (Anhang 12.9) ist der Konsum von Olivenöl, das am Tag 3 der Beobachtung von beiden nicht konsumiert wurde. Dies könnte ein Grund für den in etwa parallelen Abfall der Konzentrationen an 1-Aminonaphthalin sein.

## 2-Aminonaphthalin:

**Tabelle 7.2-2: 2-Aminonaphthalin (ng/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	4,0	7,3	7,5	5,4	6,1	28
ID 13	9,9	41,1	1,4	11,2	15,9	109
ID 15	12,0	8,3	9,7	232	65,6	170
ID 16	42,7	13,0	8,7	0,7	16,3	113
ID 27	13,9	0,3	2,7	4,5	5,3	112
ID 34	13,5	6,9	4,6	0,9	6,5	82
ID 53	18,9	11,9	15,5	11,3	14,4	25
ID 54	7,2	17,2	4,5	4,9	8,5	70
ID 58	9,6	5,6	0,4	12,8	7,1	75
ID 72	18,7	13,9	5,4	12,7	12,7	43

$\overline{VK} = 82,7$



**Abbildung 7.2-2: 2-Aminonaphthalin (ID 15 am Tag 3 ausgeschlossen)**

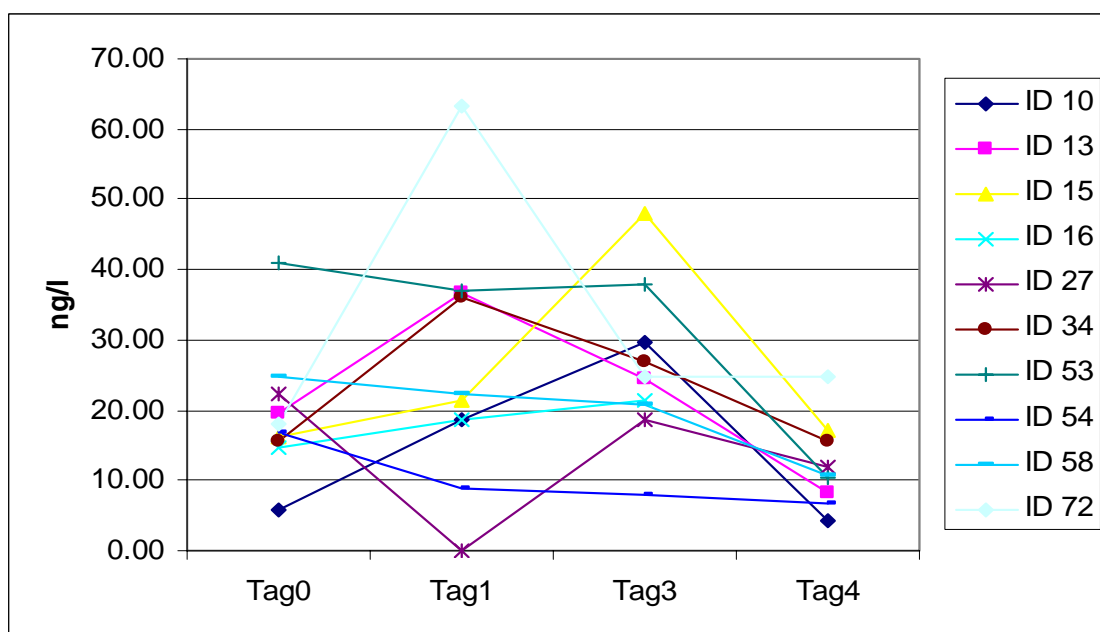
Die Schwankungen bei ID 13 in den ersten 3 Tagen mit maximaler Konzentration am Tag 1 sind bemerkenswert. Die Person ID 13 konsumierte jeweils an den Tagen 0 bis 2 Salat mit Olivenöl, dies bietet keine Erklärung für den Anstieg zum Tag 1. Die höhere Konzentration am Tag 1 wäre am ehesten auf den Verzehr von Gyros zurückzuführen (siehe Ernährungsprotokoll im Anhang 12.9).

Bei ID 16 fällt der steile Abfall nach Tag 1 auf. Das Ernährungsprotokoll war bereits bei 1-Aminonaphthalin erwähnt worden (Anhang 12.9). Im Widerspruch zu dem hier festgestellten steilen Abfall der 2-Aminonaphthalin-Konzentration ab Tag 0 lässt sich eine relative Übereinstimmung im Nahrungsmittelkonsum zwischen Tag 0 und Tag 1 feststellen.

## 2-Aminobiphenyl:

**Tabelle 7.2-3: 2-Aminobiphenyl (ng/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	5,8	18,6	29,5	4,3	14,6	81
ID 13	19,6	36,8	24,6	8,3	22,3	53
ID 15	16,3	21,3	48,1	17,3	25,7	59
ID 16	14,7	18,6	21,4	764	205	182
ID 27	22,4	0,2	18,7	12,0	13,3	73
ID 34	15,7	36,0	27,0	15,7	23,6	42
ID 53	40,8	36,9	38,0	10,4	31,5	45
ID 54	16,8	9,0	8,0	6,8	10,1	45
ID 58	24,7	22,5	20,8	10,8	19,7	31
ID 72	18,0	63,4	24,8	24,7	32,7	63
						$\overline{VK} = 67,4$



**Abbildung 7.2-3: 2-Aminobiphenyl (ID16 am Tag 3 ausgeschlossen)**



Das Ernährungsprotokoll der Person ID 16 mit höchster Konzentration am Tag 3 ist bereits für 1-Aminonaphthalin erwähnt worden (Anhang 12.9). Aus diesem sind u.E. keine Hinweise auf bestimmte kontaminierte Nahrungsmittel zu erhalten.

Darüber hinaus ist der Anstieg der NA2-Konzentration der Person mit ID 15 am Tag 2 bemerkenswert. Das Ernährungsprotokoll (Anhang 12.9) weist am Tag 2 den Konsum von Rindfleisch aus.

Bei der Person mit ID 72 ist am Tag 1 der Konsum von Heringsfilet in Tomatensauce bemerkenswert (Anhang 12.9), wobei die Duplikatprobe auffällig war. Abgesehen von dieser zusätzlichen Information sind keine Bezüge zu den aus den Regressionsanalysen auffälligen Nahrungsmitteln (gebratene Eier, häufiger Verzehr von Obst und Gemüse) herzustellen.

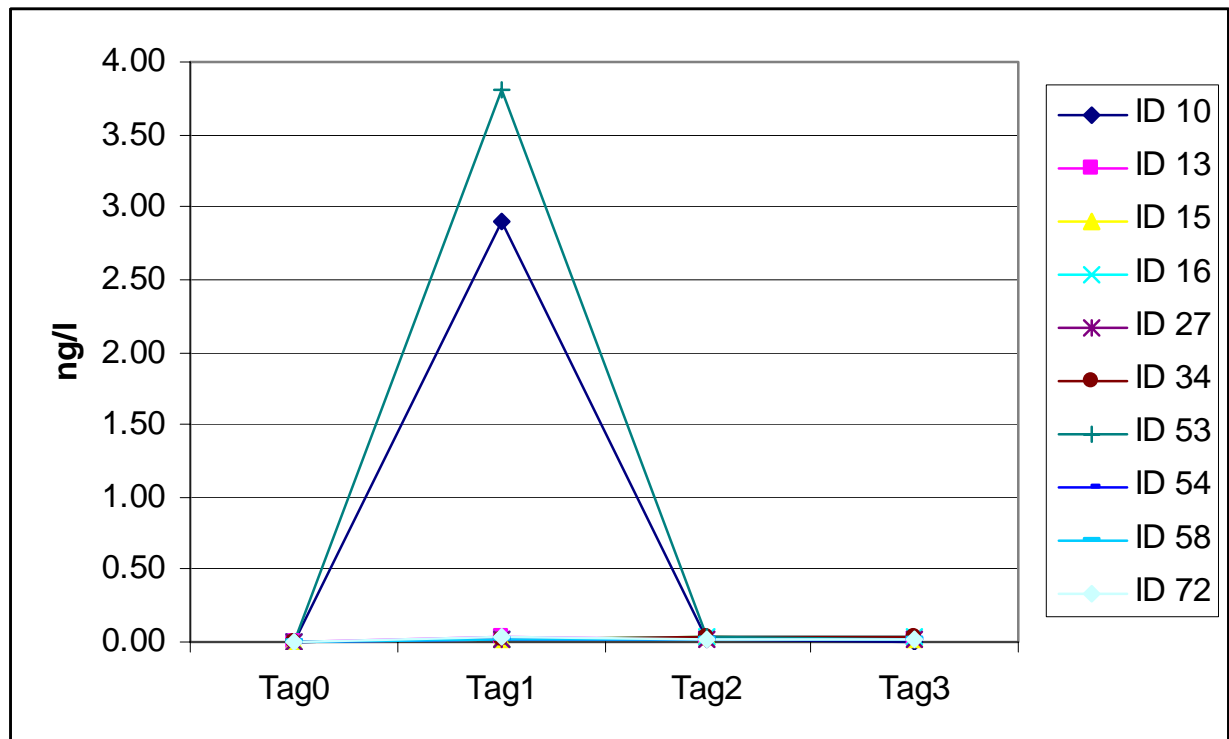
### 3-Aminobiphenyl:

Nur die Personen mit ID 10 und ID 53 wiesen zu einem Zeitpunkt (Tag 1) nennenswerte Konzentrationen an 3-Aminobiphenyl aus.

Bei der Person ID 10 sind im Ernährungsprotokoll (Anhang 12.9) keine Besonderheiten zu beobachten. Vielleicht lässt der Konsum von Schonkaffe, Cappuccino und Espresso (Tag 1) darauf schließen, dass es einen Cafébesuch mit möglicher Tabakrauchexposition gab.

**Tabelle 7.2-4: 3-Aminobiphenyl (ng/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	0,27	2,89	0,44	0,24	0,96	134
ID 13	0,77	0,99	0,85	0,75	0,84	13
ID 15	0,75	0,80	0,99	0,77	0,82	13
ID 16	0,85	0,87	1,07	1,09	0,97	13
ID 27	0,85	0,41	0,44	0,53	0,56	36
ID 34	0,71	0,83	1,16	1,36	1,02	29
ID 53	1,02	3,81	1,22	0,61	1,67	87
ID 54	0,61	0,82	0,58	0,34	0,59	33
ID 58	0,79	0,75	0,68	0,54	0,69	16
ID 72	0,85	0,95	0,71	0,68	0,80	16
						$\overline{VK} = 39,0$



**Abbildung 7.2-4: 3-Aminobiphenyl**

#### **4-Aminobiphenyl:**

Die Person ID 53 (Ernährungsprotokoll siehe Anhang 12.9) hat am Tag 1 bemerkenswert viele fetthaltige Nahrungsmittel (Bratwurst, Bratkartoffeln, Pommes) konsumiert. Die Erhöhung der BI3-Konzentration durch das Passivrauchen während eines Kneipenbesuchs (Gin Fizz, Bier) ist hier ebenfalls möglich.

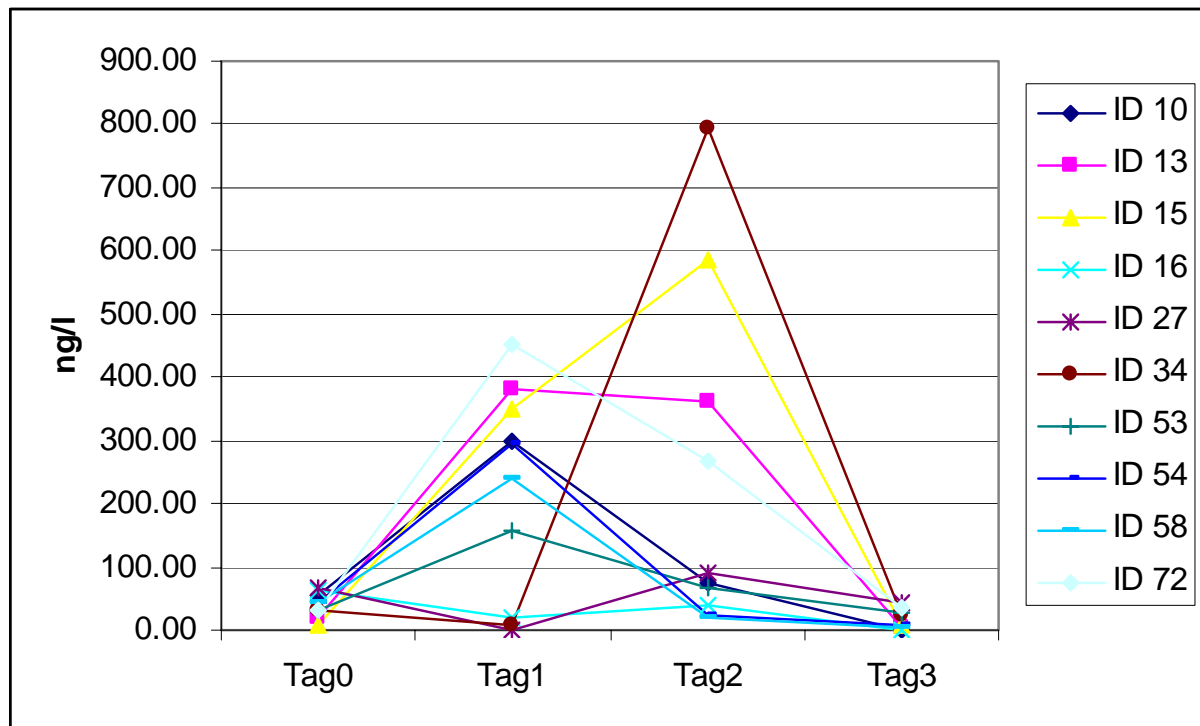
Der Maximalwert der Person mit ID 34 am Tag 2 hebt sich hier besonders hervor. Für die Person mit ID 15 ist, etwas geringer ausgeprägt, auch ein Anstieg zum Tag 2 zu beobachten. Im Ernährungsprotokoll (Anhang 12.9) ist an diesem Tag der Konsum von Rindfleisch auffällig.

Abgesehen von den Einzelverläufen, fällt die geringe Variabilität der Konzentrationen zu Beginn und am Ende der Beobachtungszeit auf.

Aus dem Ernährungsprotokoll der Person ID 34 ergeben sich keine schlüssigen Hinweise. Zwar wurde am Tag 2 Leberkäse konsumiert, aber der Konsum von Leberkäse am Tag 0 ist nicht mit höheren Konzentrationen assoziiert.

**Tabelle 7.2-5: 4-Aminobiphenyl (ng/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	55,1	297	75,2	1,4	107	122
ID 13	19,5	380	362	3,3	191	109
ID 15	7,2	348	585	6,4	237	119
ID 16	62,7	19,3	39,0	0,4	30,4	88
ID 27	67,5	0,1	90,4	43,0	50,2	77
ID 34	32,9	7,0	794	21,8	214	181
ID 53	29,5	156	66,3	28,8	70,1	85
ID 54	45,1	295	22,9	8,0	92,8	146
ID 58	44,5	239	17,9	2,1	75,9	145
ID 72	30,3	454	268	35,9	197	104
						$\overline{VK} = 118$



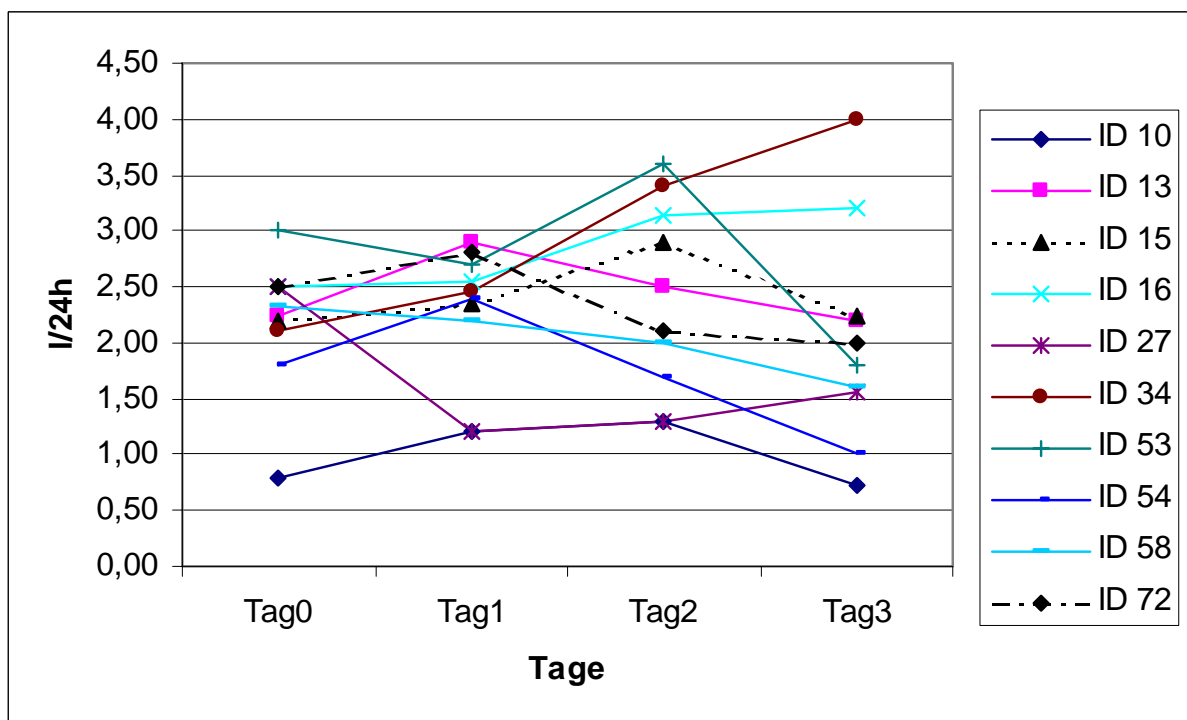
**Abbildung 7.2-5: 4-Aminobiphenyl**

## Harnvolumen

Bezüglich der Mengen der 24h-Harne sind keine Besonderheiten festzustellen.

**Tabelle 7.2-6: Harnvolumen (L/24h)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK [%]
ID 10	0,80	1,20	1,30	0,72	1,01	29
ID 13	2,25	2,90	2,50	2,20	2,46	13
ID 15	2,20	2,35	2,90	2,25	2,43	13
ID 16	2,50	2,55	3,15	3,20	2,85	13
ID 27	2,50	1,20	1,30	1,55	1,64	36
ID 34	2,10	2,45	3,40	4,00	2,99	29
ID 53	3,00	2,70	3,60	1,80	2,78	27
ID 54	1,80	2,40	1,70	1,00	1,73	33
ID 58	2,32	2,20	2,00	1,60	2,03	16
ID 72	2,50	2,80	2,10	2,00	2,35	16
						$\overline{VK} = 22,5$



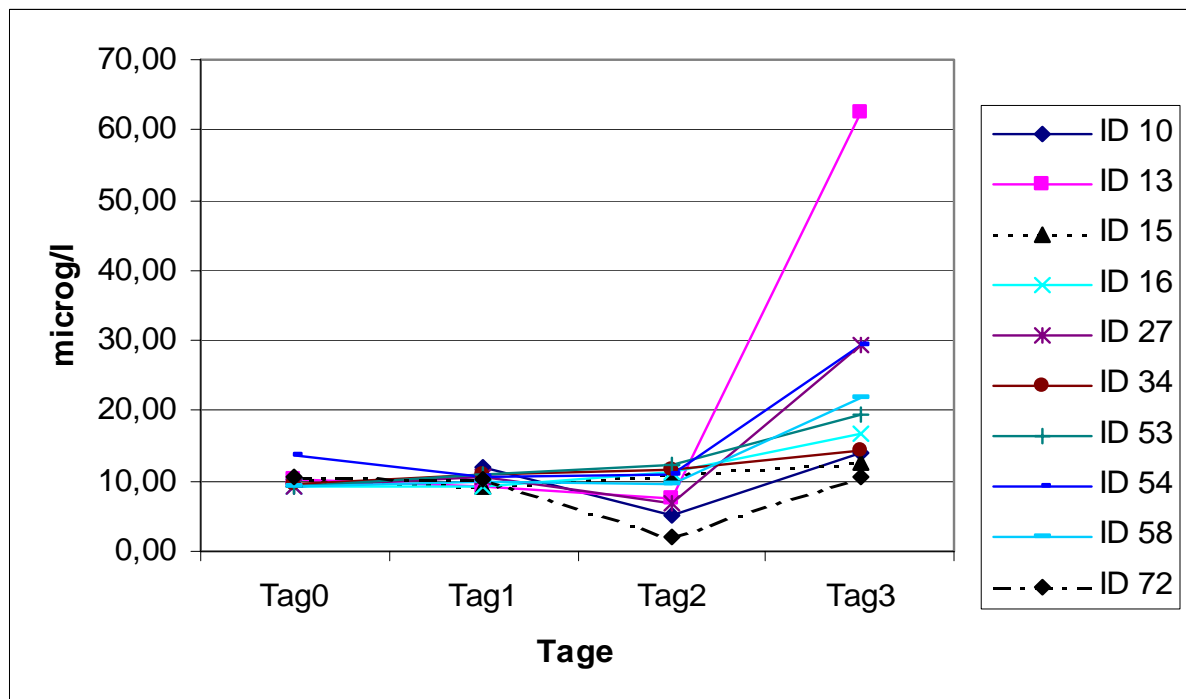
**Abbildung 7.2-6: Harnvolumen in 24h**

### Cotinin:

Bei dem offensichtlichen Ausreißerwert am Tag 3 (ID 13) ist zu vermuten, dass die Person geraucht hat oder einer starken Passivrauchbelastung ausgesetzt war. Die Variabilität ist am Tag 0 deutlich geringer als am Tag 3. Die Zunahme der Variabilität deutet vielleicht darauf hin, dass von Wochenbeginn (Tag 0 entspricht der Urinsammlung am Sonntag) bis zur Mitte der Woche (Tag 3 entspricht der Urinsammlung am Mittwoch) die Aufenthaltszeiten in verrauchten Räumen zugenommen haben.

**Tabelle 7.2-7: Cotinin (µg/L)**

Proband	Tag0	Tag1	Tag2	Tag3	AM	VK[%]
ID 10	8,9	11,8	5,0	13,9	9,9	39
ID 13	10,2	9,3	7,5	62,6	22,4	120
ID 15	10,4	9,3	11,0	12,8	10,9	13
ID 16	9,2	9,2	11,2	16,8	11,6	31
ID 27	9,3	10,5	6,8	29,2	14,0	74
ID 34	9,6	10,9	11,6	14,3	11,6	17
ID 53	9,1	10,9	12,2	19,3	12,9	35
ID 54	13,6	10,6	10,8	29,4	16,1	56
ID 58	9,2	10,0	9,7	22,0	12,7	49
ID 72	10,5	10,2	1,9	10,7	8,3	52
						$\overline{VK} = 48,6$



**Abbildung 7.2-7: Cotinin**

### 7.2.3 Aromatische Amine in Lebensmittelduplikaten

Die Duplikate der 14 Lebensmittelgruppen wurden bis zur Analyse bei  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert und zur Analyse frisch aufgetaut. Die Bereiche der ermittelten Konzentrationen der einzelnen aromatischen Amine, die Anzahl der in jeder Kategorie erhaltenen und analysierten Proben und die Anzahl der Werte kleiner als die Bestimmungsgrenze sind in den Tabellen 7.2-8 bis 7.2-14 zusammengefasst.

Anilin wurde in allen Gruppen nachgewiesen. Die obere Grenze des gemessenen Bereichs liegt für pflanzliches Fett bei 6 mg/kg. Toluidine finden sich in allen Lebensmittelgruppen außer in pflanzlichem Fett.

Aminonaphthaline finden sich nicht in den Lebensmittelgruppen Fisch, tierischem Fett, Eiern und Fast Food. Die Gehalte in der Gruppe Fleisch, Obst, Salat und Gemüse sowie pflanzliches Fett bestätigen, die vermuteten Ergebnisse, dass diese Lebensmittel zu einer Aufnahme von AN über die Nahrung beitragen können.

Aminobiphenyle finden sich in der Lebensmittelgruppe Fleisch, Fisch (4-BI), in Milchprodukten (fest und flüssig) und in Kartoffeln. Für die letzteren beiden Lebensmittelgruppen hatten sich bei den bisherigen Untersuchungen im Rahmen dieser Studie noch keine Hinweise ergeben.

**Tab. 7.2-8:** Lebensmittelgruppe 1: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

#### Lebensmittelgruppe 1: Getreide

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	13,9	21.299	30	30
o-Toluidin	0,37	203	30	5
m-Toluidin	5,6	181	30	8
p-Toluidin	0,54	19,7	30	1
1-Aminonaphthalin	0,21	1,1	30	0
2-Aminonaphthalin	0,16	0,86	30	0
2-Aminobiphenyl	0,12	0,65	30	0
3-Aminobiphenyl	0,26	1,4	30	0
4-Aminobiphenyl	0,09	0,49	30	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-9:** Lebensmittelgruppe 2: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 2: Fleisch**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	605	139.445	23	23
o-Toluidin	0,20	1.128	23	5
m-Toluidin	3,1	142	23	4
p-Toluidin	0,32	14,0	23	0
1-Aminonaphthalin	0,16	14,0	23	2
2-Aminonaphthalin	0,12	5,4	23	2
2-Aminobiphenyl	0,09	19,5	23	3
3-Aminobiphenyl	0,20	8,5	23	0
4-Aminobiphenyl	0,07	358	23	2

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-10:** Lebensmittelgruppe 3: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 3: Fisch**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	1.102	8.390	4	4
o-Toluidin	0,68	126	4	2
m-Toluidin	9,4	49	4	1
p-Toluidin	0,66	1,8	4	0
1-Aminonaphthalin	0,32	0,87	4	0
2-Aminonaphthalin	0,25	0,69	4	0
2-Aminobiphenyl	0,19	0,52	4	0
3-Aminobiphenyl	0,40	1,08	4	0
4-Aminobiphenyl	0,15	1.527	4	1

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-11:** Lebensmittelgruppe 4: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 4: Tierisches Fett**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	2.198	124.814	13	13
o-Toluidin	0,56	185	13	2
m-Toluidin	8,5	511	13	3
p-Toluidin	0,89	196	13	2
1-Aminonaphthalin	0,43	1,8	13	0
2-Aminonaphthalin	0,34	1,4	13	0
2-Aminobiphenyl	0,26	1,1	13	0
3-Aminobiphenyl	0,54	2,3	13	0
4-Aminobiphenyl	0,20	0,82	13	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-12:** Lebensmittelgruppe 5: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 5: Pflanzliches Fett**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	492	603.161	12	12
o-Toluidin	0,43	0,89	12	0
m-Toluidin	6,5	13,4	12	0
p-Toluidin	0,67	1,40	12	0
1-Aminonaphthalin	0,33	0,68	12	0
2-Aminonaphthalin	0,26	65	12	2
2-Aminobiphenyl	0,20	0,41	12	0
3-Aminobiphenyl	0,41	0,85	12	0
4-Aminobiphenyl	0,15	0,31	12	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-13:** Lebensmittelgruppe 6: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 6: Süßwaren**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	71	38.718	24	24
o-Toluidin	0,21	131	24	4
m-Toluidin	3,2	358	24	3
p-Toluidin	0,34	8,5	24	0
1-Aminonaphthalin	0,16	4,1	24	1
2-Aminonaphthalin	0,13	3,3	24	0
2-Aminobiphenyl	0,10	2,5	24	0
3-Aminobiphenyl	0,20	5,2	24	0
4-Aminobiphenyl	0,07	1,9	24	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-14.** Lebensmittelgruppe 7: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 7: Milchprodukte, fest**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	387	66.024	16	16
o-Toluidin	0,28	222	16	9
m-Toluidin	4,29	2.107	16	6
p-Toluidin	0,45	1.815	16	3
1-Aminonaphthalin	0,22	44,3	16	1
2-Aminonaphthalin	0,17	0,94	16	0
2-Aminobiphenyl	0,13	16,1	16	1
3-Aminobiphenyl	0,27	22,4	16	1
4-Aminobiphenyl	0,10	0,53	16	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte



**Tab. 7.2-15:** Lebensmittelgruppe 8: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 8: Milchprodukte, flüssig**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	71,7	77.644	19	19
o-Toluidin	0,16	2.712	19	3
m-Toluidin	2,5	78,9	19	2
p-Toluidin	0,26	114	19	2
1-Aminonaphthalin	0,13	0,98	19	0
2-Aminonaphthalin	0,10	0,77	19	0
2-Aminobiphenyl	0,07	813	19	1
3-Aminobiphenyl	0,16	1,21	19	0
4-Aminobiphenyl	0,06	0,44	19	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-16:** Lebensmittelgruppe 9: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 9: Kartoffeln**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	807	31.592	11	11
o-Toluidin	0,33	58,8	11	3
m-Toluidin	4,9	142,5	11	4
p-Toluidin	0,51	2,0	11	0
1-Aminonaphthalin	0,25	0,98	11	0
2-Aminonaphthalin	0,20	1,6	11	1
2-Aminobiphenyl	0,15	71,9	11	2
3-Aminobiphenyl	0,31	1,21	11	0
4-Aminobiphenyl	0,11	0,44	11	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-17:** Lebensmittelgruppe 10: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 10: Salat und Gemüse**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	370	37.344	21	21
o-Toluidin	0,22	408	21	5
m-Toluidin	3,3	75,1	21	5
p-Toluidin	0,33	344,6	21	1
1-Aminonaphthalin	0,16	45,3	21	1
2-Aminonaphthalin	0,13	10,0	21	4
2-Aminobiphenyl	0,09	0,90	21	0
3-Aminobiphenyl	0,20	1,89	21	0
4-Aminobiphenyl	0,07	0,68	21	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-18:** Lebensmittelgruppe 1: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 11: Obst**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	119	102.633	21	21
o-Toluidin	0,24	14,2	21	2
m-Toluidin	3,6	128,8	21	3
p-Toluidin	0,37	38,1	21	1
1-Aminonaphthalin	0,18	1,14	21	0
2-Aminonaphthalin	0,14	10,9	21	2
2-Aminobiphenyl	0,11	5,3	21	1
3-Aminobiphenyl	0,23	1,42	21	0
4-Aminobiphenyl	0,08	0,51	21	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-19:** Lebensmittelgruppe 12: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 12: Eier**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	510	6.847	5	5
o-Toluidin	0,50	174,8	5	2
m-Toluidin	7,25	12,8	5	0
p-Toluidin	0,75	1,33	5	0
1-Aminonaphthalin	0,37	0,65	5	0
2-Aminonaphthalin	0,29	0,51	5	0
2-Aminobiphenyl	0,22	0,39	5	0
3-Aminobiphenyl	0,46	0,81	5	0
4-Aminobiphenyl	0,17	0,29	5	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-20:** Lebensmittelgruppe 13: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 13: Fast Food**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	124,9	4.299	4	4
o-Toluidin	0,37	228	4	1
m-Toluidin	5,59	63,8	4	1
p-Toluidin	0,58	1,33	4	0
1-Aminonaphthalin	0,28	0,65	4	0
2-Aminonaphthalin	0,23	0,51	4	0
2-Aminobiphenyl	0,17	0,39	4	0
3-Aminobiphenyl	0,35	0,81	4	0
4-Aminobiphenyl	0,13	0,29	4	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

**Tab. 7.2-21:** Lebensmittelgruppe 14: Anzahl der Duplikatproben (N), Bereiche der Konzentrationen bestimmter aromatischer Amine (ng/kg) und die Anzahl der Werte größer der Bestimmungsgrenze (BG)

**Lebensmittelgruppe 14: Sonstige**

ng/kg	von	bis	N	N > BG
Anilin	20,9	11.204	14	14
o-Toluidin	0,36	58,2	14	4
m-Toluidin	5,42	63,1	14	5
p-Toluidin	0,44	117	14	3
1-Aminonaphthalin	0,18	12,1	14	2
2-Aminonaphthalin	0,14	1,96	14	0
2-Aminobiphenyl	0,11	1,47	14	0
3-Aminobiphenyl	0,23	3,09	14	0
4-Aminobiphenyl	0,08	1,12	14	0

Werte in unterlegten Feldern sind BG/2-Werte

### 7.3 Diskussion

Aufgrund der Hinweise auf eine relevante Zufuhr von Aminonaphthalinen (NA) und eventuell auch Aminobiphenylen (BI) mit der Nahrung aus der Auswertung des Basisstudie wurden zusätzliche Untersuchungen zur Beschreibung des Nahrungspfades durchgeführt. Zunächst wurden dafür 10 Probanden ausgewählt, die an einem gezielten Ernährungsexperiment teilnahmen.

Für das Ernährungsexperiment wurden vor allem solche Nahrungsmittel ausgewählt, für die relevante Gehalte an Aminonaphthalinen (NA) und Aminobiphenylen (BI) vermutet wurden. Diese Nahrungsmittel wurden auf ihre Gehalte an NA und BI (auch Toluidine) untersucht.

Tatsächlich konnten durch die Analyse der verzehrsfertigen Nahrungsmittel vergleichsweise hohe Konzentrationen an NA in Salat, gegrilltem Schweinebauch und Nackensteak ermittelt werden. BI wurden vor allem in Salat, Möhren, gegrilltem Schweinebauch und Nackensteak sowie Burgern nachgewiesen.

Für 1-Aminonaphthalin wurde eine statistisch signifikante (17,5-fache Erhöhung des Medians) und für 2-Aminonaphthalin eine tendenzielle Zunahme (1,7-fache Erhöhung des Medians) der Ausscheidung mit dem Urin festgestellt.

Bei den Aminobiphenylen waren die Zunahmen der Ausscheidung am Tag nach dem Nahrungsexperiment weniger deutlich. Für 2-Aminobiphenyl (1,5-fache Erhöhung) ergab die statistische Prüfung tendenziell höhere Gehalte, und bei 4-Aminobiphenyl ergab sich keine signifikante Erhöhung (1,9-facher Median). Nur bei 3-Aminobiphenyl wurde eine signifikante Erhöhung festgestellt, allerdings lag am ersten Versuchstag die Ausscheidung bei der Mehrzahl der Probanden im nicht zu quantifizierenden Bereich.

Es erscheint plausibel, die signifikanten Erhöhungen der AN- und BI-Ausscheidung als direkte Folge des Nahrungsexperimentes zu betrachten. Geschlechterunterschiede in den Verzehrsmengen mit doppelten Portionen bei Männern spiegeln sich in höheren Konzentrationen bei Männern wider.

Bei einer Längsschnittstudie mit Duplikatsammlung der Nahrung (ohne Getränke außer Milch) sollte untersucht werden, welche und ob evtl. zusätzliche Lebensmittel(gruppen) zu einer Aufnahme an aromatische Aminen beitragen können. Anilin und Toluidine wurden in fast allen Lebensmittelgruppen, zum Teil in sehr hohen Konzentrationen detektiert.

Bezüglich der Aminonaphthaline lagen hohe Gehalte in Fleisch, Obst, Salat, Gemüse und pflanzlichem Fett vor. Aminobiphenyle wurden vor allem in Fleisch und Fisch gefunden.

Die erhobenen Befunde zum Vorkommen von Toluidinen in Salat und Gemüse steht im Einklang mit einer früheren Untersuchung von Neurath et al. (1977) zum Vorkommen von aromatischen Aminen in Nahrungsmitteln. In dieser deutschen Studie über primäre und sekundäre Amine in der menschlichen Umwelt wurde u.a. auch Toluidin in verschiedenen Gemüsen festgestellt. Unspezifizierte Isomere von Toluidin (im Bereich mg/kg) konnten in frischem Gemüse, wie Grünkohl (1,1 mg/kg), Karotten (7,2 mg/kg) und Sellerie (1,1 mg/kg) nachgewiesen werden, während in Spinat, Rotkohl, (Weiß)-Kohl, Blumenkohl, weißen Rüben, Kohlrüben, roten Rüben, Rettich und Radieschen kein Toluidin festgestellt werden konnte. Ebenfalls wurden unspezifizierte Isomere von Toluidin in eingemachten / konservierten Erbsen (ohne Hülse, 0,4 mg/kg) und Rotkohl (0,2 mg/kg) gefunden, nicht aber in eingemachten/konservierten Brechbohnen, Brechbutterbohnen, Bohnensalat, Pilzen,

Grünkohl, eingelegtem Kohl, rotem Paprika oder Cornichons. Das Isomer *o*-Toluidin wurde unter den genannten eingemachten/konservierten Gemüsen nur in Brechbohnen gefunden (<0,1 mg/kg).

Die Arbeit von Neurath et al. (1977) war Anlass die an frischem Grünkohl erhobenen Befunde anhand einer aktuellen Stichprobe vom Wochenmarkt zu überprüfen. Zusätzlich wurde Spinat, aus saisonalen Gründen als tiefgefrorene handelsübliche Ware, mituntersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.2-22 zusammengefasst.

**Tab. 7.2-22: Gehalte aromatischer Amine in Grünkohl (frische Ware vom Wochenmarkt) und Spinat (tiefgefrorenes Handelsprodukt) in [ng/kg].**

Arom. Amin	Grünkohl	Spinat
Anilin	11.733	7.868
<i>o</i> -Toluidin	756	670
<i>m</i> -Toluidin	409	<0,5
<i>p</i> -Toluidin	607	<0,5
1-Aminonaphthalin	31	<0,5
2-Aminonaphthalin	88	<0,5
2-Aminobiphenyl	53	<0,5
3-Aminobiphenyl	<5	<0,5
4-Aminobiphenyl	<5	<0,5
1-Aminopyren	<5	<0,5

Während im Spinat Anilin und *o*-Toluidin als Kontaminanten festgestellt wurden, gingen die Befunde für den Grünkohl weit darüber hinaus. Neben Anilin wurden alle isomeren Toluidine im Bereich von 400-800 ng/kg nachgewiesen. Des weiteren wurde 1- und 2-Aminonaphthalin sowie 2-Aminobiphenyl gefunden. Diese Befunde wurden bereits der SKLM-Arbeitsgruppe der DFG "Kontaminanten und Additive" vorgetragen.

In der Literatur existieren darüber hinaus Hinweise über das Vorkommen von Nitroaromaten in Nahrungsmitteln, die als potentielle Ursachen für die Ausscheidung dieser Stoffklasse bei Nichtrauchern in Frage kommen. So wurden hohe Gehalte in geräucherten Wurstwaren und bei einigen Gewürzen festgestellt (Schlemitz und Pfannhauser, 1996a,b). In einer neueren Untersuchung aus der gleichen

Arbeitsgruppe wurden jedoch nur noch sehr geringe Mengen an Nitroaromaten (maximal 30 ng/kg für 1-Nitronaphthalin) gefunden (Weiß, 2001).

Auch sind in Dämpfen von zum Braten verwendeten Speiseölen sowohl Nitro- als auch Aminoaromaten nachgewiesen worden (Wu et al., 1998; Chiang et al., 1999). Das Vorkommen von 2-Aminonaphthalin in pflanzlichem Fett steht im Einklang mit dem Befund in dieser Studie.

Wie zu erwarten, ergeben sich aus der Längsschnittuntersuchung eines Kollektivs von N=10 nur vereinzelte Hinweise auf mögliche Ursachen von intraindividuellen Schwankungen in den Konzentrationen der aromatischen Amine. Diese Hinweise ergeben sich auf Grundlage der Sichtung und subjektiver Beurteilung in der Zusammenschau von Konzentrationen und Angaben im Ernährungsprotokoll. Mögliche Passivrauchsituationen wurde nicht gesondert miterhoben. Eine mögliche Exposition durch Passivrauchen einiger Personen kann jedoch durch die gemessenen Cotininkonzentrationen in den ersten drei Tagen nicht bestätigt werden. Dennoch kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass möglicherweise eine Passivrauchexposition bei den geringfügigen Schwankungen eine größere Rolle spielt.

Eine Möglichkeit eine umfassendere Datenlage zur Kontamination von Lebensmitteln mit aromatischen Aminen zu erhalten, wäre durch das Lebensmittelmonitoring gegeben, welches jedoch der Hoheit der einzelnen Bundesländer untersteht. Es ist in jedem Fall wünschenswert, eine Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos einer Blasenkrebserkrankung vorzunehmen, welches von einer Belastung der Allgemeinbevölkerung durch niedrige, aber chronischen Konzentrationen aromatischer Amine im Urin ausgeht.

## **8. Potentielle Belastungen über Kosmetika, Haarfärbemittel und Bedarfsgegenstände**

### **8.1 KOSMETIKA UND HAARFÄRBEMITTEL**

Auch in neueren Arbeiten wird nach wie vor auf einen möglichen Zusammenhang zwischen einer Exposition gegenüber Haarfärbemittel und einem, wenn auch nur leicht erhöhten Blasenkrebsrisiko hingewiesen (Gago-Dominguez et al. 2001; 2003; Andrew et al. 2004).

Aromatische Amine werden auch heute noch als Komponenten von Azofarbstoffen in Kosmetika und Haarfärbemitteln eingesetzt. Im Colour-Index sind etwa 2.000 Azofarbstoffe gelistet, von denen etwa 500 als Strukturkomponente krebserzeugende aromatische Amine enthalten. So sind derzeit z.B. Sudanrot G, Sudan III, Crocein Scharlach und Acid Orange 24 als Farbstoffe zugelassen, die metabolisch o-Anisidin, 4-Aminoazobenzol, 4-Aminoazobenzol bzw. 2,4-Xylidin freisetzen können (Platzek, 2004) Als freie aromatische Amine, insbesondere alkylierte Aniline sind derzeit nach Herstellerangaben auf den Produktverpackungen in den Produkten noch mehrfach substituierte monocyclische Verbindungen in Haarfärbemitteln zu finden.

Im Gegensatz zu Farbstoffen in allen anderen kosmetischen Mitteln ist die Verwendung von Farbstoffen als Haarfärbe- und Haartönungsmittel weder in Deutschland noch auf der Ebene der Europäischen Union reguliert. Die Verantwortung für die Prüfung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit der verwendeten Farbstoffe in Mitteln zum Färben und Tönen von Haaren liegt derzeit allein beim Hersteller und Vertreiber (siehe Stellungnahme des BfR vom 12. Sept. 2004).

Überraschenderweise wurde kürzlich in einer Studie aus USA über den Nachweis von 4-Aminobiphenyl in aktuell untersuchten Haarfärbemitteln berichtet (Turesky et al. 2003). In 8 von 11 untersuchten Proben wurden Gehalte von 4-Aminobiphenyl bis zu 12,8 ng/kg gefunden. Positive Befunde wurden jedoch nur in schwarzen, roten und blonden Haarfärbemitteln, jedoch nicht in braunen Farbtönungen erhoben.

Diese Studie hat uns veranlasst im Rahmen dieses Projektes eine deutsche Stichprobe kommerzieller Produkte zu untersuchen. Es wurden von drei Marktführern

jeweils ein Haarfärbemittel in braunem, rotem und schwarzem sowie blondem Farbton auf den möglichen Gehalt an aromatischen Aminen analysiert, wobei ein reduktiver Aufschluss zur Freisetzung der Analyten aus Farbstoffen vorgenommen wurde. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 8.1-1 und 8.2-2 zusammengefasst.

**Tab. 8.1-1: Gehalte von deutschen Haarfärbemitteln (braune und schwarze Farbtöne) an Anilin, isomeren Toluidinen, Aminonaphthalinen und Aminobiphenylen in µg/kg.**

	Braune Farbtöne			Schwarze Farbtöne		
Anilin	8.554	1.380	238	541	1.675	10.112
o-Toluidin	<0,25	967,0	2.313	<0,25	<0,25	<0,25
m-Toluidin	<0,25	2.930	4.592	<0,25	<0,25	<0,25
p-Toluidin	<0,25	<0,25	98,2	<0,25	<0,25	<0,25
1-Aminonaphthalin	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
2-Aminonaphthalin	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
2-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
3-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
4-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

**Tab. 8.1-2: Gehalte von deutschen Haarfärbemitteln (rote und blonde Farbtöne) an Anilin, isomeren Toluidinen, Aminonaphthalinen und Aminobiphenylen in µg/kg.**

	Rote Farbtöne			Blonde Farbtöne		
Anilin	117	17,2	74,6	693	1.351	2.779
o-Toluidin	483	332	368	<0,25	155	<0,25
m-Toluidin	657	774	309	<0,25	154	<0,25
p-Toluidin	138	233	24,2	<0,25	9,9	<0,25
1-Aminonaphthalin	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
2-Aminonaphthalin	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
2-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
3-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
4-Aminobiphenyl	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25

Die Gehalte an Aminonaphthalinen und Aminobiphenylen lagen unter der Bestimmungsgrenze (0,25 µg/kg). In 6 von 12 Haarfärbemitteln wurden Toluidine gefunden. Ihre Gehalte lagen zwischen 10 und 4.590 µg/kg, wobei relativ hohe Werte in 2 von 3 untersuchten braunen Farbtönen auftraten. Insbesondere o-Toluidin wurde hier in Konzentrationen von 960 und 2.300 µg/kg gefunden.



## **8.2 AZOFARBSTOFFE ALS QUELLE AROMATISCHER AMINE**

Nach reduktiver Spaltung von Azofarbstoffen auf der Haut durch Bakterien und durch anschließende dermale Resorption (Platzek et al., 1999) sowie durch bakterielle Spaltung oral aufgenommener Azofarbstoffe im Darm kann es prinzipiell durch diese Stoffklasse zu einer endogenen humanen Belastung mit biologisch aktiven Arylaminen kommen.

### **8.2.1 Azofarbstoffe in Lebensmitteln**

Die heute für Lebensmittel zugelassenen Azofarbstoffe, z.B. Tartrazin E 102, Azorubin E 122, Amarant E 123 oder Erythrosin E 127 sind alle wasserlöslich und damit gut ausscheidbar, da jede aromatische Komponente der Azofarbstoffe eine Sulfongruppe besitzt. Darüber hinaus spalten sie keine krebserregenden aromatische Amine ab. Allerdings wird über bestimmte allergische Reaktionen ausgelöst durch solche Farbstoffe berichtet.

### **8.2.2 Azofarbstoffe in Textilien, Lederwaren und anderen Bedarfsgegenständen**

In Textilien, Lederwaren, Spielzeug für Kinder, Mineralölprodukten, Schreibutensilien und Tinten etc. werden Farbstoffe verwendet. Seit dem 1. April 1996 ist in Deutschland ein Verbot innerhalb der Bedarfsgegenständeverordnung in Kraft getreten. Demnach ist die Herstellung und das Inverkehrbringen bestimmter Bedarfsgegenstände, unter die auch Textilien fallen, verboten, wenn sie mit Azofarbstoffen behandelt wurden, die durch Aufspaltung bestimmte krebserregende aromatische Amine bilden können. Auch der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat dies in der TRGS 614 unter Festlegung von Verwendungsbeschränkungen für Azofarbstoffe umgesetzt. Die EU sieht ein striktes Verbot auch für Importwaren ab dem 11. September 2003 vor (siehe Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften vom 11. September 2002 L243/15; Richtlinie 2002/61/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Juli 2002 zur 19. Änderung der Richtlinie 76/769/EWG des Rates betreffend Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Verwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (Azofarbstoffe)). Hier wird auch die aktuelle Liste der 22 aromatischen Amine genannt, die nicht aus Azofarbstoffen freigesetzt werden dürfen, unter anderen auch o-Toluidin, 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl.

Etwa 70% der gegenwärtig auf dem Markt befindlichen organischen Farbstoffe sind Azofarbstoffe und werden hauptsächlich in Ländern wie China, Indien, Korea, Taiwan und Argentinien hergestellt.

Der Gebrauch von verbotenen Azofarbstoffen zur Färbung von Textilien gilt derzeit als nachgewiesen, wenn aus dem gefärbten Produkt eines der gelisteten karzinogenen aromatischen Amine in einer Konzentration oberhalb des derzeit in Deutschland festgesetzten Grenzwertes von 30 mg/kg freigesetzt wird. Eine vom österreichischen Umweltbundesamt durchgeführte Studie aus dem Jahr 1999 ergab, dass etwa 6 % der untersuchten Gegenstände diesen Wert überschritten (Umweltbundesamt-Österreich, 1999)

Stichproben handelsüblicher, überwiegend aus dem fernöstlichen Raum importierter Lederarbeitshandschuhe wurden im Jahr 2003 im Biochemischen Institut für Umweltcarcinogene auf verbotene Azofarbstoffe hin untersucht (Seidel, Dettbarn, und Behnke unveröffentlicht). Die Ergebnisse belegen die Freisetzung von *o*-Toluidin, Benzidin, 2-Naphthylamin und 4-Aminobiphenyl aus dem Lederanteil gefärbter Arbeitshandschuhe. Diese karzinogenen aromatischen Amine werden nach Hautresorption systemisch verfügbar. Anhand der vorhandenen Datenlage hat die Arbeitsgruppe "Textilien" des ehemaligen BgVV eine durchschnittliche Freisetzung des Farbstoffgehaltes in Textilien auf 0,1 % pro Tag abgeschätzt (zitiert in: Umweltbundesamt-Österreich, 1999).

## **9. Potentielle Belastungen über Dieselabgase und Autoreifenabrieb**

### **9.1 DIESELABGASE ALS QUELLE AROMATISCHER AMINE**

Nitroaromaten aus Dieselaggregaten sind potentielle Quellen für die innere humane Belastung mit aromatischen Aminen, da sie infolge metabolischer Reduktion in diese umgewandelt werden. Nitrierte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe selbst entstehen durch unvollständige Verbrennung organischen Materials. Insbesondere sind sie als Inhaltsstoffe von Benzin- und Dieselabgas, Flugasche, Druckerschwärze sowie in der Stadtluft nachgewiesen worden. Sie lagern sich bevorzugt an kleine

Staubpartikel an, auf denen sie auch aus polycyclischen Aromaten und Stickoxiden durch photochemische Prozesse entstehen können. Staubpartikeln wiederum können entweder direkt vom Menschen eingeatmet werden oder lagern sich durch Auswaschprozesse aus der Luft auf Pflanzen ab, die als Bestandteil der Nahrungskette in den Menschen gelangen können.

Die im Tagesharn festgestellte Ausscheidung aromatischer Amine bei Nichtrauchern reflektiert eher eine kurzfristig zurückliegende Exposition gegenüber dieser Substanzen bzw. entsprechender chemischer Vorläufer. Um der Frage nachzugehen, in wieweit Dieselabgase als Quelle für die ausgeschiedenen aromatische Amine in Frage kommen, wurde in den 24 h Harnen des Nichtraucherkollektivs nach 1-Aminopyren gesucht, welches als Stoffwechselprodukt der bekannten Leitkomponente 1-Nitropyren im Dieselabgas über diese Expositionsquelle Aufschluss geben könnte (Seidel et al. 2002). Da mit nur einer Ausnahme bei keinem der hier untersuchten 81 Probanden in der Basisuntersuchung 1-Aminopyren als Ausscheidungsprodukt im Urin identifiziert werden konnte, ist eher davon auszugehen, dass Dieselabgasbelastungen nicht ursächlich für hohe Ausscheidungen an aromatischen Aminen bei Nichtrauchern verantwortlich sind. Die Identifizierung entsprechender Hämoglobin-Addukte bei Nichtrauchern deutet vielmehr auf eine niedrige Hintergrundbelastung mit Dieselabgasen hin, die durch diesen kumulativen Belastungsparameter erfasst wird (Richter et al., 2001; 2002; Zwirner-Beier und Neumann, 1999).

## **9.2 AUTOREIFENABRIEB**

Ogleich Beschäftigte in der Gummiindustrie ein erhöhtes Risiko tragen, an Blasenkrebs zu erkranken (Straif et al. 1998), ist derzeit ein kausaler Zusammenhang mit einer Exposition gegenüber aromatischen Aminen fraglich, da die Verwendung karzinogener Vertreter dieser Stoffklasse 2-Aminonaphthalin, 4-Aminobiphenyl und Benzidin untersagt ist und auch andere Chemikalien als auslösende Faktoren im Verdacht stehen. In einer jüngeren holländischen Querschnittstudie wurden allerdings bei nichtrauchenden Beschäftigten 4 verschiedene DNA-Addukte in Epithelzellen der Blase nachgewiesen, wobei die höchste Anzahl der positiven DNA-Proben (79%) bei Beschäftigten im Bereich Mischen und Vulkanisation gefunden wurden (Vermeulen et al., 2002). Die Studie belegte somit, dass Beschäftigte in der

Gummiindustrie bestimmten Substanzen gegenüber exponiert sind, welche DNA-Addukte verursachen.

Auf der Suche nach möglichen Quellen für einen Umwelteintrag aromatischer Amine sind wir der Hypothese nachgegangen, dass möglicherweise bestimmte aromatische Amine in der Gummiproduktion bzw. Reifenproduktion als Hilfsstoffe eingesetzt werden oder durch bestimmte Komponenten wie z.B. Weichmacheröle in den Reifen gelangen könnten. Eine potenzielle Möglichkeit eines Umwelteintrages wäre durch den Gummiabrieb von Autoreifen gegeben, der nach aktuellen Berechnungen des Umweltbundesamtes in der Bundesrepublik in einer Größenordnung von 60 Jahrestonnen liegt.

Diese Studie hat uns veranlasst, im Rahmen dieses Projektes eine deutsche Stichprobe kommerzieller Reifen zu untersuchen. Es wurden fünf gebrauchte Altreifen untersucht, wobei eine Extraktion einer gemahlenen Gummiprobe mit Toluol vorgenommen wurde und der erhaltene Extrakt nach dem Standardverfahren mittels Derivatisierung auf aromatische Amine geprüft wurde. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9.2-1 zusammengefasst.

**Tabelle 9.2-1: Gehalte aromatischer Amine in Altreifen in µg/kg**

Nr.	1	2	3	4	5	AM	VK[%]
Anilin	280.000	173.000	936.000	724.000	903.000	603.000	58,9
o-Toluidin	70,7	6.770	96.900	57.100	130.000	58.200	96,8
m-Toluidin	32,7	<1,00	<1,0	<1,0	990	512	132
p-Toluidin	60,8	<1,00	<1,0	<1,0	<1,0	60,8	
1-Aminonaphthalin	<2,00	<1,00	137	32,4	72,6	80,8	
2-Aminonaphthalin	<2,00	<1,00	131	33,3	76,3	80,0	
2-Aminobiphenyl	87,4	<1,00	17,2	8,0	20,1	33,2	
3-Aminobiphenyl	9,3	<1,00	<1,0	<1,0	<1,0	9,3	
4-Aminobiphenyl	12,4	<1,00	<1,0	<1,0	4,5	8,4	
1-Aminopyren	<2,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		

Anilin und o-Toluidin wird in allen 5 Autoreifenproben nachgewiesen, wobei die Gehalte für Anilin im Bereich von 0,17 bis 0,94 g/kg und für o-Toluidin im Bereich von 71 µg/kg bis 0,13 g/kg lagen. In zwei Reifenproben wurde m-Toluidin (33 und 990 µg/kg) gefunden, während p-Toluidin nur in einer Probe mit 61 µg/kg nachweisbar war. Die beiden isomeren 1- und 2-Aminonaphthaline wurden in drei Proben in sehr ähnlichen Konzentrationen gefunden (Bereich von 32 bis 137 µg/kg). In einer

Reifenprobe ließen sich alle drei isomeren Aminobiphenyle nachweisen (Bereich 9 bis 90 µg/kg). In drei weiteren Proben wurde 2-Aminobiphenyl gefunden im Bereich von 8 bis 20 µg/kg, während 4-Aminobiphenyl nur noch in einer weiteren Probe zu finden war (4,5 µg/kg).

## 10. Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung basiert auf einer Basisstudie (Querschnittstudie mit N = 81 nichtrauchenden Probanden) mit Doppelbestimmungen an ausgewählten Personen mit höheren Werten (Wiederholungsstudie mit N = 20), einer eintägigen Verlaufsstudie mit kontrollierter Nahrungsaufnahme für alle Probanden mit Vorher/Nachher-Bestimmungen (N = 10) sowie einer 3-tägigen Längsschnittstudie mit Vorlaufftag (N = 10). Die Querschnittstudie mit 81 Probanden wurde im Oktober des Jahres 2002 durchgeführt und die Wiederholungsstudie mit 20 Probanden, die aus der ersten Studie aufgrund hoher Aminausscheidung ausgewählt wurden, im Dezember des Jahres 2002. Die eintägige Verlaufsstudie fand hingegen erst im Juli des Jahres 2003 statt und die 3-tägigen Längsschnittstudie im November 2003.

Die mittleren Ausscheidungen (Mediane) der 82 Probanden der Basisstudie betrugen 0,66 ng/24h für 1-Aminonaphthalin, 1,08 ng/24h und für 2-Aminonaphthalin. Die Ausscheidungsraten betrugen für 2-Aminobiphenyl 11,6 ng/24h und für 4-Aminobiphenyl 11,6 ng/24h. 3-Aminobiphenyl war nur im Urin von zwei Probanden nachweisbar. Für die untersuchten Toluidine wurden mittlere Ausscheidungsraten von 61,8 ng/24h (o-Toluidin), 44,6 ng/24h (m-Toluidin) und 50,8 ng/24h (p-Toluidin) bestimmt.

Im Rahmen der Querschnittstudie wurde versucht mittels Regressionsanalysen Eintragspfade für aromatische Amine zu identifizieren. Hierzu wurden in einem gestuften Verfahren Variablen der Wohnumgebung, des Verhaltens sowie mögliche physiologische Störgrößen, VerzehrsvARIABLEN der letzten 48h vor Abgabe der Urinprobe, in unterschiedlicher Ausdifferenzierung die wöchentlichen Verzehrsgewohnheiten nach Lebensmittelgruppen und einige Angaben zur Nutzung von Kosmetika einbezogen.

Bei den Aminonaphthalinen zeigte sich, deutlicher als bei den Aminobiphenylen, dass der Ernährungspfad zu berücksichtigen sein dürfte. Die Häufigkeiten des Konsums von frischem Obst und Gemüse, gebratenen Eiern und Wein/Sekt (NA1) scheinen relevant für die Ausscheidung mit dem Urin zu sein.

Das Schminken der Augen war ein deutlicher Prädiktor (NA2). Weniger deutlich zeigte sich ein Einfluss des Wohngebietes (geringere Ausscheidung in städtischem Gebiet) und das Passivrauchen (selbsteingeschätzte Exposition).

Bei den Aminobiphenylen trat der Nahrungspfad weniger deutlich hervor. Es ergab sich lediglich ein Hinweis auf den Konsum von Fast Food. Von deutlicherem Einfluss war dagegen Faktoren wie die Teilnahme am Straßenverkehr und das Passivrauchen (BI4), weniger deutlich auch die Anwendung von Bioziden im Haushalt, das Vorhandensein eines Kfz-Betriebes in der Wohnumgebung, das Lebensalter und die sportliche Betätigung (allerdings mit uneinheitlicher Richtung).

Mit der Querschnitterhebung konnten somit Hinweise auf bestimmte Nahrungsmittel gewonnen werden (etwa gebratene Eier, Wein und frisches Obst und Gemüse, einschließlich Salat). Da die Befunde mit verschiedenen Variablenkombinationen häufig nicht reproduzierbar und die Parameterschätzer relativ instabil waren, wurden diese Ergebnisse als erste Hinweise auf einen Beitrag des Ernährungspfades gewertet.

Aus der Wiederholungsuntersuchung von 20 Probanden mit höheren Konzentrationen von aromatischen Aminen und o-Toluidin wurde ersichtlich, dass die aromatischen Amine intraindividuell stark variieren. Die doppelt untersuchten Teilnehmenden hatten in den letzten 48h vor der ersten Bestimmung (Querschnitt) mehr Eier-, Gemüse- und Obst verzehrt als vor der zweiten Bestimmung. Innerhalb dieser Teilstichprobe zeigten die detaillierten Ernährungsprotokolle auch, dass Personen mit durchschnittlich höherem Konsum an Fleisch, Wurst und Schinken in den letzten 48h vor Probennahme bei der Zweituntersuchung signifikant häufiger höhere Werte an 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl aufwiesen.

Durch das kontrollierte Nahrungsexperiment mit hypothetisch höher belasteten Nahrungsmitteln wurde eine statistisch signifikante bzw. tendenzielle Zunahme der

Gehalte an 1-Aminonaphthalin, 2-Aminonaphthalin (weniger deutlich), 2- und 3-Aminobiphenyl beobachtet. Es erscheint plausibel, diese Erhöhungen als direkte Folge des Nahrungsexperimentes zu betrachten. Die Cotininwerte der 10 Probanden lagen mit  $< 10 \mu\text{g/L}$  in einem Bereich, der eindeutig eine passive Tabakrauchbelastung ausschließen lässt.

Aus der Längsschnittuntersuchung ergaben sich keine eindeutigen Hinweise auf mögliche Ursachen von intraindividuellen Schwankungen in den Konzentrationen der aromatischen Amine.

Die Ergebnisse der vorliegende Untersuchung belegen die Ausscheidung aromatischer Amine bei Nichtrauchern und lassen erstmals einen Zusammenhang zwischen dieser Ausscheidung und dem Konsum von mit dieser Stoffklasse kontaminierten Nahrungsmitteln erkennen. Erstmals wurden durch die Untersuchung von Lebensmittelduplikaten im Rahmen eines Nahrungsexperimentes bestimmte Nahrungsgruppen identifiziert, welche mit aromatischen Aminen belastet sind. Neben bestimmten Salaten und Gemüsen, konnten insbesondere bei pflanzlichen Fetten und bei gegrilltem Schweinefleisch eine Kontamination mit blasenkrebserrregenden 2-Aminonaphthalin und 4-Aminobiphenyl festgestellt werden. Die Konzentrationen liegen im Bereich von 10 bis 2000 ng/kg. Der Gehalt in den positiv identifizierten Nahrungsmitteln lässt auf einen erheblichen Anteil an der Belastung von Nichtrauchern durch den Nahrungspfad schließen.

Eine Risikobewertung der gemessenen Urinkonzentrationen scheint dringend geboten. Da für krebserregende Stoffe prinzipiell ein Minimierungsprinzip gilt, sind Maßnahmen zur Verringerung der Belastung von Nichtrauchern angezeigt. Dies setzt jedoch voraus, dass zunächst die Ursachen für die Belastung der identifizierten Lebensmittel mit aromatischen Aminen weiter untersucht werden.

## 11. Literatur

- Agundez JA. (2004) Cytochrome p450 gene polymorphism and cancer. *Curr. Drug Metab.* 5, 211-224.
- Andrew A.S., Schned A.R., Heaney J.A. and Karagas M.R. (2004) Bladder cancer risk and personal hair dye use. *Int. J. Cancer* 109, 581-586.
- Bartsch H, Corporaso N, Coda M, Kadlubar F, Malaveille C, Skipper P, Talaska G, Tannenbaum SR, Vineis P (1990) Carcinogen haemoglobin adducts, urinary mutagenicity, and metabolic phenotype in active and passive cigarette smokers. *J. Natl. Cancer Inst.* 82, 1826-1831.
- Branner B., Kutzer C., Zwickenpfug W., Scherer G., Heller W.-D. und Richter E. (1998) Haemoglobin adducts from aromatic amines and tobacco-specific nitrosamines in pregnant smoking and non-smoking women. *Biomarkers* 3, 35-47.
- Chiang T.-A., Pei-fen W., Ying L.S., Wang L.-F. und Ko Y.C. (1999) Mutagenicity and aromatic amine content of fumes from heated cooking oils produced in Taiwan. *Food Chem. Toxicol.* 37, 125-134.
- de Bruin L.S., Pawliszyn J.B. und Josephy P.D. (1999) Detection of monocyclic aromatic amines, possible mammary carcinogens, in human milk. *Chem. Res. Toxicol.* 12, 78-82.
- el-Bayoumy K., Donahue J.M., Hecht S.S. und Hoffmann D. (1986) Identification and quantitative determination of aniline and toluidines in human urine. *Cancer Res.* 46, 6064-6067.
- Fertmann R., Schümann M, Köchel A. (2003) Explorative Auswertung „Aromatische Amine und Lebensstil“, unveröffentlicht; (Auswertung von Fragebögen und Urindaten aus der Umweltprobenbank).
- Gago-Dominguez M., Castela J.E., Yuan J.M., Yu M.C. und Ross R.K. (2001) Use of permanent hair dyes and bladder-cancer risk. *Int J Cancer* 91, 575-579.
- Gago-Dominguez M., Bell D.A., Watson M.A., Yuan J.M., Castela J.E., Hein D.W., Chan K.K., Coetzee G.A., Ross R.K. und Yu M.C. (2003) Permanent hair dyes and bladder cancer: risk modification by cytochrome P4501A2 and N-acetyltransferases 1 and 2. *Carcinogenesis* 24, 483-489.



- Gan J., Skipper P.L., Gago-Dominguez M., Arakawa K., Ross R.K., Yu M.C. and Tannenbaum S.R. (2004) Alkylaniline-hemoglobin adducts and risk of non-smoking-related bladder cancer. *J. Natl. Cancer Inst.* 96, 1425-1431.
- Grimmer G., Schneider, D., Naujack K.-W., Dettbarn G. und Jacob J. (1995) Intercept-reactant method for the determination of aromatic amines in mainstream tobacco smoke. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 16, 131-146.
- Grimmer G., G. Dettbarn, A. Seidel, J. Jacob (2000) Determination of carcinogenic aromatic amines in the urine of non-smokers. *The Science Total Environ.* 247, 81-90.
- Hammond SK, Coghlin J, Gann PH, Paul M, Taghizadeh K, Skipper PL, und Tannenbaum SR (1993) Relationship between environmental tobacco smoke exposure and carcinogen-hemoglobin adduct levels in nonsmokers. *J. Natl. Cancer Inst.* 85, 474-478.
- Haufroid V. und Lison D. (1998) Urinary cotinine as a tobacco-smoke exposure index: a minireview. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 71, 162-168.
- Jaffé M. (1986) Über den Niederschlag, welchen Pikrinsäure in normalem Harn erzeugt, und über eine neue Reaktion des Kreatinins. *Z. Physiol. Chem.* 10, 391-400.
- Landi MT, Zocchetti C, Bernucci I, Kadlubar FF, Tannenbaum S, Skipper P, Bartsch H, Malaveille C, Shields P, Caporaso NE und Vineis P (1996) Cytochrome P4501A2: enzyme induction and genetic control in determining 4-amino-biphenyl-hemoglobin adduct levels. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 5, 693-698.
- Lee, P.N. (1999) Uses and abuses of cotinine as a marker of tobacco smoke exposure. In: "Analytical determination of nicotine and related compounds and their metabolites" (Gorrod, J.W. und Jacob, P. III, ed's) Elsevier, Amsterdam, p. 669-719.
- Lewalter J, und Korallus U (1985) Blood protein conjugates and acetylation of aromatic amines. New findings on biological monitoring. *Int Arch Occup Environ Health* 56, 179-196.

- Neurath G.B., Dünger M., Pein F.G., Ambrosius D. und Schreiber O. (1977) Primary and secondary amines in the human environment. *Cosmet. Toxicol.* 15, 275-282.
- Platzek T., Lang C., Grohmann G., Gi U.S. und Baltes W. (1999) Formation of a carcinogenic aromatic amine from an azo dye by human skin bacteria in vitro. *Hum. Exp. Toxicol.* 18, 552-559.
- Platzek, T. (2004) Farben in der Kosmetik - Toxikologie und Regulation. Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung für den ÖGD. Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin 24. bis 26. März 2004, [http://www.bgvv.de/cd/3862?index=65&index\\_id=4779](http://www.bgvv.de/cd/3862?index=65&index_id=4779) (März 2005).
- Riboli E., Preston-Martin S., Saracci R., Haley N.J., Trichopoulos D., Becher H., Burch J.D., Fontham E.T.H., Gao Y.-T., Jindal S.K., Koo L.C., Le Marchand L., Segnan N., Shimizu H., Stanta G., Wu-Williams A.H., und Zatonski W. (1990) Exposure of nonsmoking women to environmental tobacco smoke: a 10-country collaborative study. *Cancer Causes and Control* 1, 243-252.
- Richter, E., Rösler S., Scherer G., Gostomzyk J.G., Grubl A., Kramer U. und Behrendt H. (2001) Haemoglobin adducts from aromatic amines in children in relation to area of residence and exposure to environmental tobacco smoke. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 74, 421-428.
- Richter, E. und Branner B. (2002) Biomonitoring of exposure to aromatic amines: haemoglobin adducts in humans. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 778, 49-62.
- Riffelmann M., Müller G., Schmieding W., Popp W. and Norpoth K. (1995) Biomonitoring of urinary aromatic amines and arylamine hemoglobin adducts in exposed workers and nonexposed control persons. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 68, 36-43.
- Scherer G., und Meger-Kossien I. (1999) Cotinine. In: "Analyses of hazardous substances in biological materials" (Angerer, J. und Schaller, K.-H., ed's) Deutsche Forschungsgemeinschaft, Wiley-VCH.
- Schlemitz S., und Pfannhauser W (1996a) Analysis of nitro-PAHs in food matrices by on-line reduction and high performance liquid chromatography. *Food Addit. Contam.* 13, 969-977.

- Schlemitz S., und Pfannhauser W (1996b) Monitoring of nitropolycyclic aromatic hydro-carbons in food using gas chromatography. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 203, 61-64.
- Schütze D, Sepai O, Lewalter J, Miksche L, Henschler D. und Sabbioni G (1995) Biomonitoring of workers exposed to 4,4'-methylenedianiline or 4,4'-methylenediphenyl diisocyanate. Carcinogenesis, 16, 573-582.
- Seidel A., Grimmer G., Dettbarn G., und Jacob J. (2001) Nachweis von kanzerogenen aromatischen Aminen im Harn von Nichtraucher. Umweltmed Forsch Prax 6, 213-220.
- Seidel A, Dahmann D, Krekeler H, Jacob J. (2002) Biomonitoring of polycyclic aromatic compounds in the urine of mining workers occupationally exposed to diesel exhaust. Int J Hyg Environ Health, 204, 333-338.
- Skipper P.L., Tannenbaum S.R., Ross R.K. and Yu M.C. (2003) Nonsmoking-related arylamine exposure and bladder cancer risk. Cancer Epidemiol. Biomarkers & Prev. 12, 503-507.
- Stillwell W.G., Bryant M.S. und Wishnok J.S. (1987) GC/MS analysis of biologically important aromatic amines. Application to human dosimetry. Biomed. Environ. Mass Spectrom. 14, 221-227.
- Straif K., Weiland S.K., Werner B., Chambless L., Mundt K.A. and Keil U. (1998) Workplace risk factors for cancer in the German rubber industry: Part 2. Mortality from non-respiratory cancers. Occup Environ Med, 55, 325-332.
- Tiemersma EW, Bunschoten A, Kok FJ, Glatt HR, de Buer SY, Kampman E. (2004) Effect of SULT1A1 and NAT2 genetic polymorphism on the association between cigarette smoking and colorectal adenomas. Int. J. Cancer, 108, 97-103.
- Turesky R.J., Freeman J.P., Holland R.D., Nestorick D.M., Miller D.W., Ratnasinghe D.L., und Kadlubar F.F. (2003) Identifikation of aminobiphenyl derivatives in commercial hair dyes. Chem. Res. Toxicol. 16, 1162-1173.
- Umweltbundesamt-Österreich, Azofarbstoffe in Leder und Textilien, Report R-159, (1999)
- van Bekkum Y.M., van den Broek P.H., Scheepers P.T. und Bos R.P. (1998) Sensitive and selective detection of urinary 1-nitropyrene metabolites following administration of a single intragastric dose of diesel exhaust particles (SRM 2975) to rats. Chem. Res. Toxicol. 11, 1382-1390.

- Vermeulen R., Talaska G., Schumann B., Bos R.P., Rothman N., und Kromhout H. (2002) Urothelial cell DNA adducts in rubber workers. *Environ. Mol. Mutagen.* 39, 306-313.
- Voncken P., Schepers G., und Schäfer K.-H. (1989) Capillary gaschromatographic determination of *trans*-3'-hydroxy-cotinine simultaneously with nicotine and cotinine in urine and blood. *J. Chromatogr.* 479, 410-418.
- Weiss, R. (2001) Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und nitrierte Derivate in Lebensmitteln – Analytik und Vorkommen. Dissertation TU-Graz (Österreich).
- Weiss, T., Ewers, U., Fliegner, A., und Angerer, J. (2000) Innere Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Amino- und Nitroaromatischen Verbindungen. *Umweltmed. Forsch. Prax.* 5, 2, 101-106.
- Weiss T. und Angerer J. (2002) Simultaneous determination of various aromatic amines and metabolites of aromatic nitro compounds in urine for low level exposure using gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 778, 179-192.
- Wu P.F., Chiang T.A., Wang L.F., Chang C.S. und Ko Y.C. (1998) Nitro-polycyclic aromatic hydrocarbon contents of fumes from heated cooking oils and prevention of mutagenicity by catechin. *Mutat. Res.* 403, 29-34.
- Zwirner-Baier I. und Neumann H.G. (1999) Polycyclic nitroarenes (nitro-PAHs) as biomarkers of exposure to diesel exhaust. *Mutat. Res.* 441, 135-144.

## 12. Anhang

	SEITE
12.1 Fragebogen 1 (Nichtraucherstudie mit 81 Probanden)	114
12.2 Fragebogen 2 (Ernährungstag mit 10 Probanden, kontrollierte Nahrung)	134
12.3 Fragebogen 3 (Längsschnittstudie mit 10 Probanden)	137
12.4 Stichprobenbeschreibung	145
12.5 Einzelwerte der Profilanalysen aromatische Amine	161
12.5.1 Aromatische Amine und Cotininwerte im 24 h Tagesharn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München	161
12.5.2 Aromatische Amine und Kreatininwerte im 24 h Tagesharn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München	166
12.6. Verteilungen (Histogramme)	171
12.7 Codierung der Variablen	174
12.8 Zusätzliche Tabellen zu den Regressionsanalysen	178
12.8.1 1-Aminonaphthalin	178
12.8.2 2-Aminonaphthalin	179
12.8.3 Summe Aminonaphthaline	179
12.8.4 2-Aminobiphenyl	180
12.8.5 4-Aminobiphenyl	181
12.8.6 Summe Aminobiphenyle	182
12.9 Ausgewählte Ernährungsprotokolle	184

**12.1 Fragebogen 1**

<b>FRAGEBOGEN</b>
-------------------

- |              |  |
|--------------|--|
| <b>I.</b>    | <b>Allgemeine Angaben</b>                  |
| <b>II.</b>   | <b>Wohnung/Wohnumgebung</b>                |
| <b>III.</b>  | <b>Berufstätigkeiten</b>                   |
| <b>IV.</b>   | <b>Fremdstoffexposition</b>                |
| <b>V.</b>    | <b>Ernährung</b>                           |
| <b>VI.</b>   | <b>Rauchen</b>                             |
| <b>VII.</b>  | <b>Medizin</b>                             |
| <b>VIII.</b> | <b>Freizeit</b>                            |
| <b>IX.</b>   | <b>Kosmetika</b>                           |
| <b>X.</b>    | <b>Ernährung in den letzten 48 Stunden</b> |
- 

STUDIE: UBA F&E VORHABEN 202 61 218/01

**Probanden-Nr.:** .....

**Datum**  
**(Abgabe der Sammelurinprobe im Labor):** .....

**Probenahme (24 Std. Sammelharn):**

**Beginn (Datum / Uhrzeit) .....**

**Ende (Datum / Uhrzeit) .....**

**Ist die Probe vollständig ?**                      ☐ ja                      ☐ nein

## Probleme bei der Probenahme ?

## I. Allgemeine Angaben

**1. Geschlecht** **Mann** ☐

Mann □Frau ☐

## 2. Geburtsdatum

### 3. Welchen Schulabschluss haben Sie?

**Wenn Sie mehrere Abschlüsse haben, nennen Sie nur den höchsten!**

**Hauptschulabschluss / Volksschulabschluss** ..... ☐

**Realschulabschluss (Mittlere Reife) .....** ☐

## Abschluss Polytechnische Oberschule 10. Klasse

(vor 1965: 8. Klasse) ..... ☐

**Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule) ..... ☐**

**Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife**

(Gymnasium bzw. EOS) ..... ☐

**anderen Schulabschluss** ..... ☐

**noch keinen Schulabschluss** ..... ☐

**keinen Schulabschluss** ..... ☐

4. Haben Sie eine abgeschlossene Berufsausbildung oder Hochschulbildung?

☐ nein      ☐ ja falls ja, welche (wenn Sie mehrere Abschlüsse haben, nennen Sie nur den höchsten!):

**Lehre (beruflich-betriebliche Ausbildung) .....** ☐

**Berufsfachschule, Handelsschule**

**(beruflich-schulische Ausbildung) ..... ☐**

**Fachschule (z.B. Meister-, Technikerschule, Berufs- oder**

**Fachakademie) ..... ☐**

**Fachhochschule, Ingenieurschule ..... ☐**

**Universität, Hochschule ..... ☐**

**anderen Ausbildungsabschluss ..... ☐**

**noch in beruflicher Ausbildung (Auszubildende/r, Student/in) ..... ☐**

**5. Welche der folgenden Angaben zur Berufstätigkeit trifft auf Sie zu?**

**zur Zeit nicht berufstätig..... ☐**

**Teilzeit- oder stundenweise berufstätig (mit einer wöchentlichen  
Arbeitszeit von unter 15 Stunden) ..... ☐**

**Teilzeit-berufstätig (mit einer wöchentlichen Arbeitszeit  
von 15 bis 34 Stunden) ..... ☐**

**voll berufstätig (mit einer wöchentlichen Arbeitszeit von  
35 Stunden und mehr) ..... ☐**

**vorübergehende Freistellung (z.B. öffentlicher Dienst,  
Erziehungsurlaub) ..... ☐**

**Auszubildender (Lehrling)..... ☐**



**6. Trifft eine der folgenden Angaben auf Ihre derzeitige Situation zu?**

- in Schulausbildung..... ☐
- in Hochschulausbildung ..... ☐
- altershalber in Rente / pensioniert ..... ☐
- vorzeitig in Rente / pensioniert ..... ☐
- arbeitslos gemeldet ..... ☐
- ausschließlich Hausfrau / Hausmann ..... ☐
- Wehr- / Zivildienst, freiwilliges soziales Jahr leistend ..... ☐
- Umschulung / Arbeitsförderungsmaßnahme ..... ☐
- nichts davon trifft zu ..... ☐

**II. Wohnung/Wohnumgebung**

**7. Jetzige Wohnung:**

<u>PLZ:</u>	<u>Ort:</u>	<u>seit:</u>	<u>Wohnlage (bitte ankreuzen):</u>
a) _____	_____	_____	<input type="checkbox"/> 1 – städtisch <input type="checkbox"/> 2 – ländlich <input type="checkbox"/> 3 – Industriegebiet <input type="checkbox"/> 4 – vorstädtisch (mehrere Angaben sind möglich)

**8. Andere Wohnung der letzten 5 Jahre:**

<u>PLZ:</u>	<u>Ort:</u>	<u>von - bis:</u>	<u>Wohnlage (1-4, siehe oben):</u>
b) _____	_____	_____	
c) _____	_____	_____	
d) _____	_____	_____	
e) _____	_____	_____	

9. Wohnen Sie in der Nähe (bis 500 m entfernt) einer oder mehrer stark befahrener Straßen / Autobahnen und wie weit sind diese genau von Ihrem Haus/Ihrer Wohnung entfernt?

nein ☐ ja ☐

falls ja, handelt es sich um eine

- ☐ Bundesautobahn \_\_\_\_\_ m entfernt  
☐ Bundesstraße \_\_\_\_\_ m entfernt  
☐ Landstraße \_\_\_\_\_ m entfernt  
☐ innerstädtische Hauptverkehrsstraße \_\_\_\_\_ m entfernt  
☐ innerstädtische Nebenstraße \_\_\_\_\_ m entfernt

10. Wieviele Stunden nehmen Sie an einem Arbeitstag am Straßenverkehr teil (im Auto, im Bus, als Fußgänger etc.)?

Stunden pro Tag:

- < 0,5 ☐  
0,5 - < 1 ☐  
1 - < 2 ☐  
2 - < 3 ☐  
3 - < 4 ☐  
ab 4 ☐

11. Befinden bzw. befanden sich (innerhalb der letzten 5 Jahre) Industrie- / Gewerbebetriebe in der Umgebung bis ca. 5km Entfernung Ihrer heutigen und früheren Wohnung/en (mehrere Nennungen möglich):

- ☐ nein  
☐ keine Angabe möglich (weiß nicht)  
☐ ja, folgende:

	jetzige Wohnung		frühere Wohnungen			
	a)*	Entfernung (km)	b)*	c)*	d)*	e)*
Tankstellen						
Kfz-Betriebe						
Druckerei						
Leder- / Textilverarbeitung						

Mülldeponien						
Müllverbrennungsanlage						
Krematorium						
Öl-/Kohlekraftwerke						
Chemische Industrie						
Eisenhütte/Stahlwerk						
Bleihütte/Bleiverarbeitung						
Kupferhütte/-recycling						
Aluminiumhütte						
Farben- und Lackwerke						
Bergwerksanlagen						
Raffinerien						
Zellstoff-/Papierindustrie						
andere:						

*\*die Angaben beziehen sich auf die von a) bis e) nummerierten Wohnorte der Fragen 7 und 8*

**12. Wie wird die Wohnung / das Haus hauptsächlich beheizt? (bitte nur 1 Kreuz)**

- einzeln zu bedienende Einzelöfen in den Zimmern  
(mehrere Brennstellen in der Wohnung) ☐
- Etagenheizung (eine Brennstelle in der Wohnung) ☐
- Zentralheizung (eine Brennstelle im Haus / Keller) ☐
- Fern- / Zentralheizung (keine Brennstelle im Haus) ☐

**13. Welche Brennstoffe oder Energieträger werden in dieser Wohnung / in diesem Haus hauptsächlich zum Heizen, Kochen und zur Warmwasserbereitung verwendet?**

	Heizen:	Warm- wasser- bereitung	Kochen
Öl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kohle / Holz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Solarenergie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fernwärme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erdwärme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiges und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
weiß nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**14. In welchen Räumen werden zusätzliche Einzelöfen benutzt und mit welchem Brennmaterial?**

	nein	ja	Holz / Kohle	Elektro	Öl	Gas
Küche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wohnzimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlafzimmer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstige Räume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**15. Ist eine offene Feuerstelle (Ofen, Kamin) in dieser Wohnung / diesem Haus (Haushalt) vorhanden?**

nein ☐

weiß nicht ☐

ja ☐

**III. Berufstätigkeit**

**16. Bitte geben Sie im Folgenden Ihre Berufstätigkeit in den letzten 5 Jahren und den Zeitraum für Tätigkeiten, die Sie länger als 6 Monate ausgeführt haben, an (auch unentgeltliche Arbeitstätigkeiten, z.B. im Familienbetrieb):**

Berufsbezeichnung	<u>ART DER TÄTIGKEIT</u>	Zeitraum


#### IV. Fremdstoffexposition

#### 17. Haben Sie jemals Schädlingsbekämpfungs- oder Holzschutzmittel verwendet oder sind damit in Berührung gekommen?

	nein	ja	vor Jahren	vor Monaten	vor Tagen
<b>zur Tierpflege</b> (z.B. gegen Flöhe / Zecken wie <i>Jacutin</i> , Flohband)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
<b>zum Pflanzenschutz</b> (z.B. gegen Blattläuse wie <i>Paral</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
<b>zum Vorratsschutz gegen Ratten und Mäuse</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
<b>zum Vorratsschutz</b> (z.B. vor Ameisen, Schaben wie <i>Blattanex</i> , <i>Killgerm</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
<b>zum Textilschutz</b> (z.B. Mottenkugeln, -streifen, -tüten wie <i>Nexalotte</i> , <i>Vaporin</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____
<b>als Insektenvernichtungsmittel in der Wohnung</b> (z.B. Elektroverdampfer mit Verdampfungsplättchen oder Insektenspray, wie <i>PSY9</i> , <i>Paral</i> )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	_____

**zum Körperschutz**

(z.B. gegen Kopfläuse wie  
*Jacutin* oder gegen Mücken wie  
*No bite*)

☐ ☐ \_\_\_\_\_

**zum Bautenschutz**

(z.B. gegen Schimmel oder als  
Holzschutz wie *Xylamon*,  
*Carbolineum*)

☐ ☐ \_\_\_\_\_

**18. Wohnen / arbeiten Sie in Räumen mit Holzvertäfelung,  
Holzverkleidung oder Parkett?**

nein ☐ ja ☐ falls ja, Fläche angeben: \_\_\_\_\_m<sup>2</sup>

**19. Wohnen / arbeiten Sie in Räumen mit Holzschränken?**

nein ☐ ja ☐

**20. Wohnen / arbeiten Sie in Räumen mit Teppichböden?**

nein ☐ ja ☐ falls ja, Fläche angeben: \_\_\_\_\_m<sup>2</sup>

**21. Waschen Sie neue Kleidung vor dem ersten Tragen (z.B.  
Unterwäsche, T-Shirts, Jeans etc.)?**

nein ☐ ja ☐

**22. Auf welcher Art Matratze schlafen Sie?**

Federkern ☐

Latex ☐

Schaumstoff ☐

**23. Tragen Sie Lederbekleidung außer Schuhe, Gürtel (z.B. Hosen,  
Röcke, Jacken)?**

häufig ☐

gelegentlich ☐

nie ☐

**24. Tragen Sie im Sommer Lederschuhe (Halbschuhe, Sandalen) ohne Strümpfe?**

- häufig ☐
- gelegentlich ☐
- nie ☐

**V. Ernährung**

**25. WIE OFT NEHMEN SIE EINE WARME MAHLZEIT ZU SICH?**

- Mehrmals täglich ☐
- täglich / fast täglich ☐
- selten / nie ☐

**26. Welche Nahrungsmittel nehmen Sie zu sich?**

**Beispiel:** jeden Tag ein helles Brötchen mit Nuß-Nougat-Creme,  
einmal pro Woche ein Schnitzel,  
einmal wöchentlich Müsli mit Milch

**...und so wird notiert (Beispiel):**

Lebensmittel	Einheit	täglich h	wöchentlich h	monatlich h
<b>Getreide:</b>				
Weißbrot, Toast, helle Brötchen	Scheiben/Stück	1		
Müsli (inkl. Milch o.ä.)	Portionen (100g)		1	
<b>Süßigkeiten:</b>				
Nuss-Nougat- Creme	Teelöffel	2		
<b>Fleisch. Wurst:</b>				

Lebensmittel	Einheit	täglich	wöchentlich	monatlich
<b>Fleisch, Wurst:</b>				
Aufschnitt, Salami, Wurst als Belag	Scheiben			
Schinken	Scheiben			
Rind-, Schweine-, Lamm-, Kalbfleisch	Portion (100g)			
Brat-, Currywurst	Stück			

Brühwurst	Stück			
Innereien	Portion (100g)			
Geflügel	Portion (100g)			
Wild	Portion (100g)			
Fleischsalat	Portion (100g)			

Lebensmittel	Einheit	täglich	wöchentlich	monatlich
<b>Fisch, Krustentiere:</b>				
Fisch, Fischkonserve	Portion (100g)			
Krustentiere, Muscheln	Portion (100g)			
<b>Fette:</b>				
Butter auf Brot	Portion/Scheibe			
Butter, Schmalz zum Braten	Esslöffel			
Margarine auf Brot	Portion/Scheibe			
Margarine, Öl zum Braten	Esslöffel			
Salatöl	Esslöffel			
<b>Eier:</b>				
Eier, gekocht (Frühstücksei)	Anzahl Eier			
Eier, gebraten (Spiegelei)	Anzahl Eier			
Eier, gerührt (Rührei)	Anzahl Eier			
Eiersalat	Anzahl Eier			
Eieromlette	Anzahl Eier			
<b>Milch und Milcherzeugnisse (nicht als Getränk):</b>				
Kefir	Becher 200 ml			
Joghurt	150 g Becher			
Quark	Portion (100g)			
Pudding, Milchspeisen	Portion (100g)			
Eiscreme	Portion (100g)			
Kaffee-Sahne	Esslöffel			
Schlagsahne auf Kuchen, Eis etc.	Portion			
Schnittkäse	Scheiben			
Weichkäse, Camembert	Portion (100g)			
Frischkäse	Portion (100g)			
<b>Getreide:</b>				
Weißbrot, Toast, helle Brötchen	Scheiben/Stück			
Grau-, Mischbrot, Roggenbrötchen	Scheiben/Stück			
Mehrkorn-, Vollkornbrot, -brötchen	Scheiben/Stück			
Knäckebrot, Zwieback	Scheiben/Stück			
Croissant	Stück			
Müsli (inkl. Milch o.ä.)	Portion (100g)			
Cornflakes (inkl. Milch o.ä.)	Portion (100g)			
Nudeln, Spätzle, Nudelgerichte	Portion (100g)			
Reis, Reisgerichte	Portion (100g)			
Salzgebäck	Portion (100g)			
<b>Kartoffeln:</b>				
Salz- und Pellkartoffeln, Kartoffelbrei und -klöße	Portion (100g)			
Bratkartoffeln	Portion (100g)			
Kartoffelsalat	Portion (100g)			
Pommes Frites, Kroketten	Portion (100g)			
Chips	Handvoll			



Lebensmittel	Einheit	täglich	wöchentlich	monatlich
<b>Gemüse:</b>				
Gemüse, gekocht	Portion (100g)			
Salat, Rohkost	Portion (100g)			
<b>Obst:</b>				
Frisches Obst	Portion (100g)			
Konservenobst, Kompott	Portion (100g)			
Marmelade	Teelöffel			
Nüsse	Portion (100g)			
Trockenfrüchte	Portion (100g)			
<b>Süßigkeiten:</b>				
Nuss-Nougat-Creme	Teelöffel			
Honig	Teelöffel			
Schokoriegel (Twix, Mars etc.)	Stück			
Schokolade	Riegel			
Pralinen	Portion (100g)			
Gummibärchen, Lakritz	Portion (100g)			
Bonbons	Stück			
Kekse, Gebäck	Stück			
Kuchen, Teilchen	Stück			
Torte	Stück			
<b>Fast Food:</b>				
(Ham)Burger, Döner	Stück			
Pizza	Stück			
<b>Getränke:</b>				
Kaffee	Tassen 0,2 l			
schwarzer Tee	Tassen 0,2 l			
grüner Tee	Tassen 0,2 l			
Früchtetee	Tassen 0,2 l			
Kräutertee, Pfefferminztee, etc.	Tassen 0,2 l			
Milch, Milchgetränke (ohne Müsli, Cerealien)	Gläser 0,2 l			
Kakao	Gläser 0,2 l			
Buttermilch	Gläser 0,2 l			
Wasser, Mineralwasser	Gläser 0,2 l			
Obst- und Gemüsesäfte	Gläser 0,2 l			
Cola, Limonade	Gläser 0,2 l			
Cola, Limonade light	Gläser 0,2 l			
Bier	Gläser 0,2 l			
Wein (rot)	Gläser 0,2 l			
Wein (rosé)	Gläser 0,2 l			
Wein (weiß)	Gläser 0,2 l			
Obstwein, Apfelwein	Gläser 0,2 l			
Sekt	Gläser 0,1 l			
Spirituosen, Likör	Gläser 0,02 l			

**27. Bei regelmäßigem (mindestens 3x wöchentlichem) Teeenuss beantworten Sie bitte auch folgende Frage:**

**Welche Teearten bevorzugen Sie (Grün, Früchte etc.): wie abgepackt (1-3, s.u.):**



**Falls Sie innerhalb der letzten 12 Monate aufgehört haben: wann war das genau und was haben Sie früher geraucht ?**

	<b>Zigaretten</b>	<b>Zigarren/Zigarillos</b>	<b>Pfeife</b>
<b>Vor weniger als 1 Monat</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vor 1 – 3 Monaten</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vor 4 – 6 Monaten</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vor 7 – 12 Monaten</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wieviel haben Sie früher durchschnittlich geraucht?**

\_\_\_\_\_ **Zigaretten**  
 \_\_\_\_\_ **Zigarren, Zigarillos**  
 \_\_\_\_\_ **Pfeifen**

**Was war die größte Anzahl, die Sie täglich über einen längeren Zeitraum hinweg geraucht haben?**

\_\_\_\_\_ **Zigaretten**  
 \_\_\_\_\_ **Zigarren, Zigarillos**  
 \_\_\_\_\_ **Pfeifen**

- 31. Wie alt waren Sie, als Sie angefangen haben, regelmäßig zu rauchen, wenn auch nur in kleineren Mengen?**

Habe im Alter von \_\_\_\_\_ Jahren angefangen zu rauchen!

- 32. Wie viele Personen rauchen in Ihrem Haushalt (Sie selbst eingerechnet)?**

\_\_\_\_\_ **Personen**

- 33. Halten Sie sich tagsüber oder abends häufiger in Räumen auf, in denen geraucht wird?  
 (Mehrfach Nennung möglich)**

bei der Arbeit ☐  
 zu Hause ☐  
 an anderen Orten ☐  
 gar nicht ☐

**34. Wieviel wird von anderen Personen an Ihrem Arbeitsplatz bzw. Arbeitsraum geraucht?**

- |           |                          |
|-----------|--------------------------|
| sehr viel | <input type="checkbox"/> |
| viel      | <input type="checkbox"/> |
| kaum      | <input type="checkbox"/> |
| gar nicht | <input type="checkbox"/> |

**35. Wieviel wird in ihrem Haushalt von anderen geraucht?**

- |           |                          |
|-----------|--------------------------|
| sehr viel | <input type="checkbox"/> |
| viel      | <input type="checkbox"/> |
| kaum      | <input type="checkbox"/> |
| gar nicht | <input type="checkbox"/> |

**36. Halten Sie sich in Ihrer Freizeit oft in verrauchten Räumen auf ? Damit sind Gastwirtschaften, Vereinsheime etc. gemeint.**

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Täglich/mehrmals pro Woche | <input type="checkbox"/> |
| Einige Male pro Monat      | <input type="checkbox"/> |
| Einige Male pro Jahr       | <input type="checkbox"/> |
| Nie                        | <input type="checkbox"/> |

## **VII. MEDIZIN**

**37. Hatten Sie im Laufe Ihres Lebens eine der folgenden Erkrankungen?**

- |                    |                          |                |                          |
|--------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| Magengeschwür      | <input type="checkbox"/> | Herzinfarkt    | <input type="checkbox"/> |
| Tuberkulose        | <input type="checkbox"/> | Asthma         | <input type="checkbox"/> |
| Chronische         |                          | Lange          |                          |
| Bronchitis         | <input type="checkbox"/> | Hustenperioden | <input type="checkbox"/> |
| Lungenerkrankungen | <input type="checkbox"/> | Krebs          | <input type="checkbox"/> |
| Diabetes           | <input type="checkbox"/> | Rheuma         | <input type="checkbox"/> |
| Lebererkrankungen  | <input type="checkbox"/> |                |                          |

Andere schwere oder langwierige (welche?) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**38. Haben Sie (1) heute, (2) gestern oder (3) in den letzten 7 Tagen Arzneimittel eingenommen?**

nein ☐ ja ☐

**falls ja, bitte angeben:**

**Präparat: Menge pro Tag: wann (1, 2, oder 3)?**

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

4) \_\_\_\_\_

5) \_\_\_\_\_

**39. Welche Arzneimittel nehmen Sie regelmäßig?**

**Präparat: Menge pro Tag:**

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

4) \_\_\_\_\_

5) \_\_\_\_\_

## **VIII. FREIZEIT**

**40. Haben Sie in Ihrer Freizeit eine der folgenden Tätigkeiten über mindestens 1 Jahr mehr als 4 Stunden pro Woche ausgeübt?**

		<b>Stunden pro Woche</b>	<b>Mit welchen Arbeitsstoffen kamen Sie dabei in Berührung?</b>
<b>Heimwerken</b>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>Kfz-Arbeiten</b>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>Gartenarbeit</b>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>Andere</b>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
<b>Welche ?</b>		_____	

**41. Haben Sie innerhalb der letzten Woche eine der folgenden Tätigkeiten ausgeübt?**

- |   |                             |                               |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
| Färben von Textilien oder Leder                     | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Verarbeiten von Leder                               | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Reparatur eines Kfz                                 | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Sonstige, für Sie außer-<br>gewöhnliche Aktivitäten | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Welche ? _____                                      |                             |                               |

**IX. KOSMETIKA**

**42. WELCHE KOSMETISCHEN PRÄPARATE BENUTZEN SIE UND WIE HÄUFIG?**

	Präparatenamen, Firmennamen, Duft- oder Farbbezeichnung (bei mehreren Präparaten das <u>am häufigsten</u> benutzte angeben)	Häufigkeit	
		Tag	Woche
Haarwaschmittel			
Haarspray/-gel			
Haarfestiger u. ä.			
Seife			
Bade-/Duschezusatz			
Deospray/-roller			
Intimspray			
Zahncreme			
Mundwasser			
Make-up			
Puder			
Rouge			
Wimperntusche			
Lidschatten			
Augenbrauenfarbe			
Eye-Liner/Kajal			
Lippenstift			
Lip-Gloss			
Konturenstift			
Nagellack			
Parfüm			

<b>Körperlotion</b>			
<b>Cremes (Hand-, Gesichts-)</b>			

**Dauerwelle:**            wann zuletzt: \_\_\_\_\_ (Monat/Jahr)

**Haarfärbemittel:**    wann zuletzt \_\_\_\_\_ (Monat/Jahr)

**Präparat:** \_\_\_\_\_ (Markenname/Firma)

**Haartönung:**            wann zuletzt \_\_\_\_\_ (Monat/Jahr)

**Präparat:** \_\_\_\_\_ (Markenname/Firma)

## X. Ernährung in den letzten 48 Stunden

- Bitte geben Sie an, wieviel der folgenden Speisen und Genussmittel Sie innerhalb der letzten 48 Stunden zu sich genommen haben:

		Einheit	Anzahl
<b>Fleisch:</b>	gebraten	Portionen (100g)	
	gegrillt	Portionen (100g)	
	geräuchert	Portionen (100g)	
<b>Fisch:</b>	gebraten	Portionen (100g)	
	gegrillt	Portionen (100g)	
	geräuchert	Portionen (100g)	
<b>Ei:</b>	gekochtes Ei	Portionen (100g)	
	gebraten (Spiegelei)	Portionen (100g)	
	gerührt (Rührei, Omlette)	Portionen (100g)	
	Eiersalat	Portionen (100g)	
<b>Getränke:</b>	Milch, Milchgetränk	Gläser 0,2 l	
	Kaffee	Tassen 0,2 l	
	schwarzer Tee	Tassen 0,2 l	
	grüner Tee	Tassen 0,2 l	
	Früchtetee	Tassen 0,2 l	
	Kräutertee, Pfefferminztee etc.	Tassen 0,2 l	
	Mineral-, Wasser	Gläser 0,2 l	
	Obst- / Gemüsesäfte	Gläser 0,2 l	
	Cola, Limonade	Gläser 0,2 l	
	Cola, Limonade light	Gläser 0,2 l	
	Bier	Gläser 0,2 l	
	Wein (rot)	Gläser 0,2 l	
	Wein (rosé)	Gläser 0,2 l	
	Wein (weiß)	Gläser 0,2 l	
	Apfel- / Obstwein	Gläser 0,2 l	
	Sekt	Gläser 0,2 l	
	Spirituosen, Likör	Gläser 0,02 l	
<b>Rauchen:</b>	Zigarette	Stück	
	Zigarren	Stück	
	Pfeife	Stück	



**Ergänzungsfrage(n)**

Studie: AA02, UBA F&E Vorhaben 202 61 218/01

**Probanden-Nummer:** .....

**Datum:** .....

---

Wie oft treiben Sie Sport?

- ☐ Regelmäßig, mehr als 4 Stunden pro Woche
- ☐ Regelmäßig, 2 – 4 Stunden pro Woche
- ☐ Regelmäßig, 1 – 2 Stunden pro Woche
- ☐ Weniger als 1 Stunde pro Woche
- ☐ Keine sportliche Betätigung

## 12.2 Fragebogen 2

**1. Protokolltag**

**Probanden-Nr. : .....**

**Datum: .....**

### Ernährungsprotokoll

Name: \_\_\_\_\_

Alter (Jahre): \_\_\_\_\_

Größe (cm): \_\_\_\_\_

Gewicht zu Beginn: \_\_\_\_\_ kg

Gewicht am Ende: \_\_\_\_\_ kg

---

#### ***Beachten Sie bitte beim Ausfüllen:***

1. Nehmen Sie Ihr Ernährungsprotokoll überall mit hin. Notieren Sie bitte alles. Auch z. B. Nüsse, Bonbons und Snacks beim Fernsehen. Versuchen Sie während dieser Woche nicht abzunehmen, aber auch nicht zuzunehmen.
2. Machen Sie jeweils einen Strich für die angegebene Portionsmenge.
3. Die Bezeichnung „Tasse“ ist ein Maß für die Menge, die in eine normale Kaffeetasse paßt.
4. Ändern Sie die Mengenbezeichnungen nicht.
5. Geben Sie Ihr Gewicht vor und nach der Woche an.
6. Nach einem Tag zählen Sie bitte Ihre Strichlisten zusammen und tragen in die entsprechenden Kästchen die Summe ein.



Brot, Semmel			
Lebensmittel	Anzahl	Sum	Kücheneinheit
Graubrot			Scheibe 40,0 g
Weißbrot, Toast			Scheibe 25,0 g
1/2 Brötchen			Stück 25,0 g
1/2 Vollkornbrötchen			Stück 30,0 g
Vollkornbrot			Scheibe 45,0 g
Haferflocken, trocken			Esslöffel 10,0 g
Müsli, trocken			Esslöffel 15,0 g
Frischkornbrei			Tasse 125,0 g
Cornflakes, trocken			Tasse 20,0 g
Croissant aus Blätterteig			Portion 70,0 g
Laugengebäck			Portion 50,0 g
Milchprodukte			
Butter			Teelöffel 5,0 g
Margarine			Teelöffel 5,0 g
Margarine halbfett			Teelöffel 5,0 g
Käse unter 20% Fett			Portion 30,0 g
Käse 20-40% Fett			Portion 30,0 g
Käse über 40% Fett			Portion 30,0 g
Magerquark			Esslöffel 30,0 g
Trinkmilch 3,5% Fett			Glas 200,0 g
Trinkmilch 1,5% Fett			Glas 200,0 g
Buttermilch			Tasse 150,0 g
Joghurt mit Früchten 3,5 % Fett			Becher 150,0 g
Joghurt fettarm mit Früchten 1,5 % Fett			Becher 150,0 g
Naturjoghurt			Becher 150,0 g
Schlagsahne			Esslöffel 20,0 g
Speisequark			Esslöffel 30,0 g
Camembert			Portion 30,0 g
Ei			
Eier			Stück 60,0 g
Spiegelei			1 Stück

Fleisch, Wurst			
Wurst			Portion 25,0 g
Wurst fettreduziert			Portion 25,0 g
Kotelett, Schnitzel			Portion 125,0 g
Steak, Schnitzel natur			Portion 125,0 g
Putenschnitzel			Stück 125,0 g
Braten			Portion 125,0 g
Gulasch, Ragout			Portion 125,0 g
Bratwurst			Stück 150,0 g
Würstchen, Bockwurst, Wiener Würstchen			Stück 125,0 g
Fleisch-, Kochwurst			Portion 100,0 g
Frikadelle, Klops			Stück 100,0 g
Eisbein, Haxe			Portion 130,0 g
1/2 Hähnchen			Stück 300,0 g
Leber, Herz, Niere			Portion 125,0 g
Mett, Gehacktes			Portion 125,0 g
Weißwurst Münchener			Portion 125,0 g
Leberkäse			Scheibe 30,0 g
Tatar, Schabefleisch			Portion 70,0 g
Fleischsalat			Portion 50,0 g
Speck, Bauchfleisch			Scheibe 50,0 g
Gemüse, Salat			
Gemüse, gebunden			Portion 200,0 g
Gemüse, gedünstet			Portion 200,0 g
Tomaten			Stück 60,0 g
Gurke			Stück 100,0 g
Rohkostsalat			Portion 150,0 g
Salat, angemacht			Portion 120,0 g
Kartoffelsalat			Portion 150,0 g
Fisch			
Heringssalat			Portion 50,0 g
Fisch, gekocht			Portion 150,0 g
Fisch, gebraten			Portion 150,0 g

Fischstäbchen			Stück 30,0 g
Fischkonserve			Dose 180,0 g
Fisch, geräuchert			Stück 70,0 g
Rollmops, Matjes			Stück 90,0 g
Krustentiere			Portion 100,0 g
Beilagen			
Kartoffeln			Stück 80,0 g
Kartoffelpüree			Portion 150,0 g
Klöße, Knödel			Stück 80,0 g
Bratkartoffeln			Portion 150,0 g
Pommes frites			Portion 100,0 g
Kartoffelpuffer			Stück 70,0 g
Reis, gekocht			Tasse 100,0 g
Nudeln, gekocht			Tasse 100,0 g
Obst			
Apfel			Stück 125,0 g
Apfelsine			Stück 150,0 g
Birne, Pfirsich			Stück 120,0 g
Banane			Stück 140,0 g
Erdbeeren, Himbeeren, Stachelbeeren			Portion 100,0 g
Mandarine, Clementine			Stück 40,0 g
Zutaten			
Kondensmilch			Teelöffel 5,0 g
Zucker			Teelöffel 5,0 g
Jodiertes Salz			Teelöffel 5,0 g
Senf			Portion 5,0 g
Senf süß			Portion 5,0 g
Mayonnaise			Portion 25,0 g
Tomatenketchup			Portion 20,0 g
Oliven			Portion 20,0 g
Vitamine			Portion 0,5 g
Mineralstoff-Tabletten			Portion 0,5 g
Pizza			Stück 300,0 g

Pfannkuchen		Stück 180,0 g
Baguette mit Mozzarella und Tomaten (6)		Portion 200,0 g
Möhrensalat mit Salatöl (5)		Portion 130,0 g
Klare Suppe		Teller 250,0 g
Gebundene Suppe		Teller 250,0 g
Suppen-Eintopf		Teller 250,0 g
Spaghetti mit Tomatensoße "neapolitanische Art" (3)		Portion 250,0 g
Spaghetti Bolognese (3)		Portion 250,0 g
Schweinebraten mit Soße (2)		Portion 250,0 g
Huhn gekocht, mit Rahmsauce (2)		Portion 250,0 g
Spaghetti alla carbonara "Köhlerart" (3)		Portion 250,0 g
Ente Fleisch mit Haut		Portion 150,0 g
Gans Fleisch mit Haut frisch gegart		Portion 150,0 g
<b>Süßwaren, Snaks</b>		
Pralinen		Stück 13,0 g
Nüsse		Esslöffel 25,0 g
Salzige Knabbereien		Tasse 25,0 g
Marmelade, Gelee		Teelöffel 10,0 g

## Für Lebensmittel, die nicht in dieser Liste aufgeführt sind

Lebensmittel	Anzahl	Sum	Kücheneinheit

Honig		Teelöffel 10,0 g
Nußnougatcreme		Portion 20,0 g
Nußnougatcreme		Portion 20,0 g
Obstkuchen		Stück 100,0 g
Trockenkuchen		Stück 70,0 g
Stückchen, Teilchen		Stück 100,0 g
Sahne-, Cremetorte		Stück 120,0 g
Eis		Portion 75,0 g
Pudding		Schälchen 150,0 g
Kompott, Apfelmus		Portion 125,0 g
Bonbon		Stück 5,0 g
Kekse		Stück 5,0 g
Schokolade		Stückchen 6,0 g
Schokoriegel (z. B. Mars, Nuts)		Stück 60,0 g
Krapfen (Beignets) (6)		Portion 200,0 g
Plätzchen aus Rührmasse		Portion 50,0 g
Elisenlebkuchen		Portion 25,0 g
Dresdner Stollen aus Hefeteig		Portion 100,0 g
Äpfel gedünstet mit Rosinen und Mandeln (5)		Portion 250,0 g

## Alkoholfreie Getränke

Kaffee		Tasse 150,0 g
Tee		Tasse 150,0 g
Diätgetränke		Glas 200,0 g
Mineralwasser		Glas 200,0 g
Apfel Fruchtsaft		Glas 200,0 g
Orange Fruchtsaft		Glas 200,0 g
Limonade m. Kohlensäure		Glas 200,0 g
Coca Cola (coffeinhaltig)		Glas 200,0 g
Gemüsesaft		Glas 200,0 g
Bier alkoholfrei		Glas 300,0 g

## Alkoholhaltige Getränke

Bier		Glas 300,0 g
Weizenbier (Weißbier) obergärig hell		1 Glas 500,0 g
Wein, Sekt		Glas 125,0 g
Spirituosen		Schnapsglas 20,0 g
Liköre		Schnapsglas 20,0 g
Glühwein		Portion 200,0 g

### 12.3 Fragebogen 3

# Ernährungsprotokoll

## Tag 0

**Datum: So, 02. Nov. 2003**

**Probanden-Nr.: .....**[illegible]

<b>3 Fisch</b>			
<b>Lebensmitte l</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>
<b>4 Tierisches Fett</b>			
<b>Lebensmitte l</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>
<b>5 Pflanzliches Fett</b>			
<b>Lebensmitte l</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>

<b>6 Süßwaren</b>			
Lebensmitte l	Marke	Menge	→ Gefäß
<b>7 Milchprodukte, fest</b>			
Lebensmitte l	Marke	Menge	→ Gefäß
<b>8 Milchprodukte, flüssig</b>			
Lebensmittel	Marke	Menge	→ Gefäß

[illegible]

# Ernährungsprotokoll

**Tag 1 Datum: Mo, 03. Nov. 2003**

**Probanden-Nr.:** .....[illegible][illegible]

<b>6 Süßwaren</b>			
<b>Lebensmittel</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>
<b>7 Milchprodukte, fest</b>			
<b>Lebensmittel</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>
<b>8 Milchprodukte, flüssig</b>			
<b>Lebensmittel</b>	<b>Marke</b>	<b>Menge</b>	<b>→ Gefäß</b>

[illegible][illegible]



[illegible]

[illegible][illegible]



[illegible][illegible]

## 12.4 Stichprobenbeschreibung (Basisstudie N=81)

### Rauchen und Passivrauchen

Aus den Angaben der Fragen 34-36 zum Passivrauchen wurde ein Summenindikator gebildet mit einem maximalen Score von 9:

Passivrauch am Arbeitsplatz (gar nicht, kaum, viel, sehr viel: 0-3), Passivrauch im Haushalt (0-3), Passivrauch in der Freizeit (nie, einige mal/Jahr, einige mal/Monat, mehrmals/Woche: 0-3). In den Analysen wird später meist ein fünfstufiger Indikator verwendet, zur weiteren Überprüfung auch ein dreistufiger (Tabelle 6.2-2, Passivrauch).

**Tabelle 12.4-1: Passivrauchen: Zuhause, am Arbeitsplatz, in der Freizeit**

Summe Passivrauchen	Häufigkeit	Prozent
1	24	29,6
2	21	25,9
3	15	18,5
4	11	13,6
5	8	9,9
6	1	1,2
7	1	1,2
Gesamt	81	100

### Ernährung: Verzehr in den letzten 48h vor der Probennahme

#### Fleisch und Fisch

Mehr als die Hälfte (54%) der Personen hat gebratenes Fleisch und ein Fünftel (20%) hat geräuchertes Fleisch gegessen. Gebratenen Fisch aßen 8 Personen (10%). Gegrilltes/r Fleisch/Fisch und geräucherter Fisch wurden kaum konsumiert.

**Tabelle 12.4-2: Fleisch und Fisch in den letzten 48h**

n	Fleisch			Fisch		
	gebraten	gegrillt	geräuchert	gebraten	gegrillt	geräuchert
ja	44	3	16	8	1	4
nein	37	78	65	73	80	77

Die meisten Personen (50,6%) haben 1–2 Portionen Fleisch gegessen. Nur wenige hatten einen höheren Konsum bis maximal 7 Portionen. 26 Personen haben kein Fleisch gegessen.

**Tabelle 12.4-3: Fleisch gebraten (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	37	45,7
1	14	17,3
2	19	23,5
3	7	8,6
4	4	4,9
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-4: Fleisch geräuchert (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	65	80,2
1	12	14,8
2	3	3,7
4	1	1,2

**Tabelle 12.4-5: Fleisch gegrillt (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	78	96,3
2	2	2,5
3	1	1,2

**Tabelle 12.4-6: Summe Fleisch/48h**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	26	32,1
1	18	22,2
2	23	28,4
3	7	8,6
4	5	6,2
6	1	1,2
7	1	1,2
Gesamt	81	100

68 Personen (84%) haben keinen Fisch gegessen. Die Mehrheit der restlichen Teilnehmer (N=12) hat eine Portion Fisch gegessen.

**Tabelle 12.4-7: Fisch gebraten (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	73	90,1
1	7	8,6
2	1	1,2

**Tabelle 12.4-8: Fisch geräuchert (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	77	95,1
1	4	4,9

**Tabelle 12.4-9: Fisch gegrillt (100g)**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	80	98,8
1	1	1,2

**Tabelle 12.4-10: Summe Fisch/48h**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	68	84,0
1	12	14,8
2	1	1,2
Gesamt	81	100

Knapp ein Viertel der Befragten hat geräucherten Fisch bzw. geräuchertes Fleisch verzehrt, davon 14 Personen eine Portion und 5 Personen 2-4 Portionen. In den letzten 48h vor der Untersuchung haben 4 Personen 1-3 Portionen Gegrilltes konsumiert.

**Tabelle 12.4-11: Summe Geräuchertes/48h**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	62	76,5
1	14	17,3
2	4	4,9
4	1	1,2
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-12: Summe Gegrilltes/48h**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	77	95,1
1	1	1,2
2	2	2,5
3	1	1,2
Gesamt	81	100

### **Gebratenes**

In den letzten 48h haben 22 Personen keinerlei Gebratenes konsumiert, 59 Personen haben 1-6 Portionen Gebratenes konsumiert.

**Tabelle 12.4-13: Summe Gebratenes/48h**

Portionen	Häufigkeit	Prozent
0	22	27,2
1	25	30,9
2	20	24,7
3	6	7,4
4	7	8,6
6	1	1,2
Gesamt	81	100

### **Eier**

Gekochte Eier aßen 16 Personen (20%), gebratene Eier 7 Personen (9%), Rühreier 5 Personen (6%) und 1 Person hat Eiersalat verzehrt. Insgesamt haben 55 Personen überhaupt keine Eier konsumiert, 26 Personen (62%) haben 1-5 Eier in den letzten 48h konsumiert.

**Tabelle 12.4-14: Ei: gekochtes (100g)**

Stück	Häufigkeit	Prozent
0	65	80,2
1	13	16,0
2	2	2,5
3	1	1,2
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-15: gebraten (Spiegelei)**

Stück	Häufigkeit	Prozent
0	74	91,4
1	4	4,9
2	3	3,7
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-16: gerührt (Rührei, Omelette)**

Stück	Häufigkeit	Prozent
0	76	93,8
1	3	3,7
3	2	2,5

**Tabelle 12.4-17: Eier gebraten oder Rührei**

Stück	Häufigkeit	Prozent
0	69	85,2
1	7	8,6
2	3	3,7
3	2	2,5
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-18: Summe Eier/48h**

Stück	Häufigkeit	Prozent
0	55	67,9
1	19	23,5
2	2	2,5
3	3	3,7
4	1	1,2
5	1	1,2
Gesamt	81	100

## Getränke

Die meisten Personen tranken in den 48h vor Probennahme Mineralwasser, Kaffee, Saft und Milch. Alle anderen Getränke wurden von weniger als der Hälfte der Befragten konsumiert.

**Tabelle 12.4-19: Getränke in den letzten 48h vor Probennahme**

N	Was-ser	Saft	Cola	Cola Light	Milch	Kaf-fee	Tee				Bier	Wein				Sekt	Li-kör
							schw.	grün	Frucht	Minze		Rot	Rose	Weiß	Obst		
ja	73	50	17	5	47	61	24	17	16	34	18	11	1	11	1	8	8
nein	8	31	64	76	34	20	57	64	65	47	63	70	80	70	80	73	73

Tee wurde vorab als mögliche Quelle für aromatische Amine eingeschätzt, daher wird der Konsum sowohl von schwarzem als auch von grünem Tee getrennt betrachtet.

Schwarzen Tee haben 24 Personen (30%) getrunken. Die meisten von ihnen tranken 1–5 Tassen in den letzten 48 h.



**Tabelle 12.4-20: Schwarzer Tee**

Tassen 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	57	70,4
1	4	4,9
2	5	6,2
3	3	3,7
4	5	6,2
5	4	4,9
6	1	1,2
9	1	1,2
11	1	1,2
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-21: Grüner Tee**

Tassen 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	64	79,0
1	2	2,5
2	5	6,2
3	3	3,7
4	2	2,5
5	1	1,2
10	2	2,5
18	1	1,2
20	1	1,2
Gesamt	81	100

Grüner Tee wird seltener getrunken (N=17, 21%), wobei einige Personen in den letzten 48h zehn und mehr Tassen konsumiert haben.

In den letzten 48h haben 75% Kaffee getrunken. Davon haben 32 Personen 1–3 Tassen getrunken. 26 Personen tranken 4–8 Tassen Kaffee und 3 Personen tranken 9–12 Tassen Kaffee.

Etwa die Hälfte der Personen (58%) hat in den letzten 48h Milch getrunken. Knapp 40% haben 1–2 Gläser, 13,6% 3-4 Gläser und wenige (5%) bis zu 9 Gläser getrunken.

**Tabelle 12.4-22: Kaffee**

Tassen 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	20	24,7
1	10	12,3
2	12	14,8
3	10	12,3
4	9	11,1
5	6	7,4
6	5	6,2
7	2	2,5
8	4	4,9
9	1	1,2
11	1	1,2
12	1	1,2
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-23: Milch,  
Milchgetränke/Kakao/Buttermilch**

Gläser 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	34	42,0
1	12	14,8
2	20	24,7
3	6	7,4
4	5	6,2
6	1	1,2
7	2	2,5
9	1	1,2
Gesamt	81	100

Alkohol wurde von 44% der Befragten getrunken. Dabei reichen die Mengen von 1 bis 22 Gläser. Wein und Sekt gaben 30% an. Die Mehrheit der Personen trank 1 bis 2 Gläser.

**Tabelle 12.4-24: Alkohol/48h**

Gläser 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	45	55,6
1	8	9,9
2	5	6,2
3	4	4,9
4	4	4,9
5	3	3,7
6	1	1,2
7	2	2,5
8	2	2,5
9	1	1,2
10	3	3,7
12	2	2,5
22	1	1,2
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-25: Wein/48h**

Gläser 0,2 l	Häufigkeit	Prozent
0	56	69,1
1	8	9,9
2	9	11,1
3	4	4,9
4	1	1,2
5	1	1,2
6	1	1,2
8	1	1,2
Gesamt	81	100

### Langfristige Ernährungsangaben

Die langfristigen Ernährungsangaben wurden auf Portionen pro Woche umgerechnet und nach Lebensmittelart summiert. Dargestellt sind jeweils die Häufigkeiten und Verteilungskennzahlen für die einzelnen Lebensmittel und deren Summe. Nicht alle der beschriebenen Größen finden auch Eingang in die Analysen. Für die Regressionsanalysen wurden Summenvariablen unterteilt (Quartile), um möglichst gleichmäßige Zellenbesetzungen zu erreichen.

Mindestens eine warme Mahlzeit pro Tag wird von 78% der Befragten eingenommen.

**Tabelle 12.4-26: Anzahl warmer Mahlzeiten/Tag**

warme Mahlzeiten	Häufigkeit	Prozent
fehlende Angabe	1	1,2
mehrmals/Tag	15	18,5
selten	2	2,5
täglich	63	77,8
Gesamt	81	100

### Mensa und Kantine

Einen regelmäßige Gemeinschaftsverpflegung nehmen 43 Personen in Anspruch, 25 davon nur gelegentlich, 18 an jedem/fast jedem Arbeitstag.

### Fleisch, Wurst

Die Hälfte der Personen isst wöchentlich mind. 6 Portionen Aufschnitt, Salami und Wurst als Belag. Weniger häufig wird Schinken, Fleisch, Currywurst und Brühwurst verzehrt. Innereien, Wild und Fleischsalat stehen bei den teilnehmenden Personen eher nicht auf dem wöchentlichen Speiseplan. Der Median der wöchentlichen Aufnahme an Portionen von Fleischprodukten ist 15,5 Portionen, der dazugehörige Range ist 0 bis 22,9.

**Tabelle 12.4-27: Fleisch und Wurst (Portionen pro Woche)**

N=8 1	Belag/ Aufschnitt	Schinken	Fleisch	Curry- wurst	Brüh- wurst	Innerei- en	Geflügel	Wild	Fleisch- salat	Summe Fleisch
AM	8,97	3,67	2,46	,48	,84	,06	1,40	,06	,27	18,2
SD	9,71	5,20	2,49	,98	2,00	,15	1,66	,13	,48	14,4
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	42	28	14	7	14	1	10	,5	2	66,5
P25	1	,63	1	0	0	0	,25	0	0	7,63
P50	6	2	2	,25	0	0	1	0	0	15,5
P75	14	4	3	,5	,75	0	2	0	,25	22,9

### Fischverzehr

15 Personen essen nie Fisch, jeweils 33 Personen (je 41%) konsumieren weniger als einmal/Woche bzw. mindestens einmal/Woche Fisch. 28 Personen geben an 1-3mal/ Monat Muscheln/Krustentiere zu konsumieren. 14% der Teilnehmenden essen weder Fisch noch Meeresfrüchte. Über 40% konsumieren weniger als eine Portion Fisch/ Muscheln pro Woche. Das Maximum liegt bei 3,5 Portionen Fisch/Meeresfrüchte pro Woche.

**Tabelle 12.4-28: Fischverzehr**

Portionen/Woche	Häufigkeit	Prozent
0	15	18,5
,25	12	14,8
,50	16	19,8
,75	5	6,2
1	27	33,3
2	3	3,7
3	3	3,7
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-29: Summe Fisch/Muscheln/Krustentiere**

Portionen/Woche	Häufigkeit	Prozent
0	11	13,6
,25	12	14,8
,50	9	11,1
,75	14	17,3
1	19	23,5
1,25	9	11,1
1,50	1	1,2
2	2	2,5
2,50	1	1,2
3	1	1,2
3,25	1	1,2
3,50	1	1,2
Gesamt	81	100

### Summe der Fette, Differenzierung in tierisches und pflanzliches Fett

Im Median werden von den Befragten wöchentlich 7 Portionen Butter auf Brot, 3 Portionen Margarine zum Braten und 3 Portionen Salatöl benutzt. Butter zum Braten oder Margarine auf Brot werden weniger verwendet.

**Tabelle 12.4-30: tierische und pflanzliche Fette (Portionen pro Woche)**

n=81	Butter		Margarine		Salatöl
	Auf Brot	Zum Braten	Auf Brot	Zum Braten	
AM	10,65	1,69	2,08	4,50	4,57
SD	10,47	2,80	4,74	5,58	4,35
Min	0	0	0	0	0
Max	35	14	21	35	21
P25	1	0	0	,375	1,75
P50	7	0	0	3	3
P75	17,5	2,5	,375	7	7

Im Median werden 22 Portionen Fett/Woche konsumiert, der Range beträgt 2,25–61. In den Teilsummen tierisches bzw. pflanzliches Fett liegt der Median jeweils bei 8 Portionen, der Range beträgt 0–40. Der Fettkonsum/Woche ist bestimmt durch die Portionen an tierischem Fett (Butter und Schmalz).

**Tabelle 12.4-31: Summe Fett, Differenzierung tierisches/pflanzliches Fett (Portionen pro Woche)**

n=81	Gesamtsumme Fett	Summe tierisches Fett	Summe pflanzliches Fett
AM	23,5	12,4	11,2
SD	12,4	11,4	8,08
Min	2,25	0	0
Max	61	40	40
P25	14	2	6
P50	22	8	8,25
P75	32	21	14

Der Konsum von tierischen und pflanzlichen Fetten ist umgekehrt proportional, d.h. entweder das eine oder das andere wird vorgezogen.

**Tabelle 12.4-32: Korrelationen zwischen Indikatoren für die Fettaufnahme**

Spearman-Rho	Summe tierisches Fett	Summe pflanzliches Fett
Gesamtsumme Fett	,737	,318
Summe tierisches Fett		-,300

(signifikant auf dem Niveau von 0,01)

## Eier

Die Befragten konsumieren zwischen 0–5 Eier/Woche als Rührei, 0-3 Eier als Spiegelei und 0-4 Eier gekocht. Eiersalat und Omelettes werden nicht angegeben. In der Summe wird im Median ein Ei/Woche konsumiert, der Range liegt bei 0-5.

**Tabelle 12.4-33: Eier pro Woche**

n=81	gekochte Eier	Spiegelei	Rührei	Eiersalat	Omelette	Summe Eier
AM	,86	,31	,25	0	0	1,42
SD	,83	,75	,80	0	0	1,27
Min	0	0	0	0	0	0
Max	4	3	5	0	0	5
25P	,25	0	0	0	0	,5
50P	,75	0	0	0	0	1
75P	1	0	0	0	0	2,13

**Tabelle 12.4-34: Summe Eier**

Stück/Woche	Häufigkeit	Prozent
0-0,5	27	33,3
0,75-1,75	26	32,1
2-5	28	34,6
Gesamt	81	100

**Tabelle 12.4-35: Eier in der Pfanne gebraten (Rühr- und Spiegelei)**

Stück/Woche	Häufigkeit	Prozent
0	60	74,1
1	8	9,9
2	4	4,9
3	8	9,9
5	1	1,2
Gesamt	81	100

Knapp 75% essen seltener als einmal pro Woche gebratene Eier (Mittelwert 0,55).

**Tabelle 12.4-36: Eier in der Pfanne gebraten (dichotom)**

Stück/Woche	Häufigkeit	Prozent
0	60	74,1
1-5	21	25,9
Gesamt	81	100,0

### Milchprodukte

Kefir wurde selten, Schlag- und Kaffeesahne von mindestens der Hälfte der Stichprobe nicht konsumiert. Offensichtliche Ausreißer bzw. Maxima zeigen sich beim Joghurt, Schnitt- und Frischkäsekonsum mit 28 Portionen/Woche (= 4 pro Tag) und bei Kaffeesahne mit 42 Portionen pro Woche. (Es liegt kein Eingabefehler vor. Die Person macht detaillierte Angaben zum Getränkeverzehr und auch alle anderen Angaben sind ernsthaft ausgefüllt worden. Die Angabe zum Kaffeesahneverzehr wird als plausibel anerkannt.)

**Tabelle 12.4-37: Milchprodukte Joghurt, Pudding, Eis und Käse (Portionen pro Woche)**

N=8	Kefir	Joghurt	Quark	Pudding	Eiscreme	Kaffee- sahne	Schlag- sahne	Schnitt- käse	Weich- käse	Frisch- käse
1										
AM	,15	2,94	1,13	,61	,65	4,00	,32	6,48	1,38	2,13
SD	,67	3,76	2,69	,80	,85	8,50	,63	6,12	1,56	4,06
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	5	28	21	3	4	42	3	28	7	28
P25	0	1	0	0	0	0	0	2	,5	,25
P50	0	2	,25	,25	,25	0	0	5	1	1
P75	0	4	1	1	,75	3,5	,25	7,5	2	2

Im Median werden 15 Portionen Milchprodukte (ohne Milch) in der Woche konsumiert, der Bereich liegt zwischen 1,25–81,5 Portionen, der Mittelwert bei 19,8 Portionen. Kakao und Buttermilch werden kaum konsumiert. Die Hälfte der Personen trinkt mindestens 1¼ Gläser Milch in der Woche. Der Median für alle Milchprodukte einschließlich Milch, Kakao und Buttermilch liegt bei 21,3 Portionen pro Woche, der Mittelwert bei 25,6 mit einem Range von 1,75–92.

**Tabelle 12.4-38: Summe Milchprodukte, Milch als Getränk und Summe der Milchprodukte einschl. Milch (Portionen/Gläser/Woche)**

	N=81	Milchprodukte	Milch	Kakao	Buttermilch	Σ Milch/Milchprodukte
AM		19,8	4,50	,60	,70	25,6
SD		14,3	7,84	1,27	2,51	17,4
Min		1,25	0	0	0	1,75
Max		81,5	49	7	21	92
P25		9,87	0	0	0	12,9
P50		15	1,25	0	0	21,3
P75		27,9	7	1	,5	32,3

### Getreideprodukte

Insgesamt werden in dieser Stichprobe zwischen 5 und 64 Portionen Getreideprodukte pro Woche konsumiert, der Median liegt bei 21. Die Spannen bei den einzelnen Produkten sind sehr unterschiedlich. Graubrot, Knäckebrötchen, Croissants, Cornflakes wird von der Hälfte der Stichprobe gar nicht konsumiert. Jeweils durch den Median ist der folgende Konsum als typisch festzuhalten: 4 Portionen Weißbrot, 5 Portionen Mehrkornbrot, 3 Portionen Nudeln und 1 Portion Reis pro Woche sowie jeweils ¼ Portion Müsli und Salzgebäck.

**Tabelle 12.4-39: Getreideprodukte (Portionen pro Woche)**

N=81	Weißbrot	Graubrot	Mehrkornbrot	Knäckebrötchen	Croissant	Müsli	Cornflakes	Nudeln	Reis	Salzgebäck	Summe Getreide
AM	6,35	,91	7,02	1,58	,40	1,30	,72	3,08	1,33	,81	23,5
SD	7,32	1,60	8,33	3,51	,90	2,60	2,02	2,69	1,06	1,37	12,4
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Max	35	7	42	21	7	14	14	21	5	7	64,3
P25	1,13	0	1	0	0	0	0	2	,63	0	15
P50	4	0	5	0	0	,25	0	3	1	,25	21,5
P75	7	1,63	14	1,75	,5	1,13	,5	4	2	1	30,9

### Kartoffeln

Im Median werden 1¼ Portionen gekochte Kartoffeln pro Woche, ½ Portion Bratkartoffeln und jeweils ¼ Portion Kartoffelsalat, Pommes und Chips konsumiert. Für den Verzehr von Chips gibt es einen breiten Range von 0 – 20. Bratkartoffeln, Pommes und/oder Chips konsumiert werden von der Hälfte der Personen mindestens einmal in der Woche konsumiert. Insgesamt liegt der Konsum von Kartoffelprodukten im Median bei 3,5 Portionen/Woche.

**Tabelle 12.4-40: Kartoffeln und Kartoffelprodukte (Portionen pro Woche)**

n=81	Kartoffeln	Kartoffelsalat	Bratkartoffeln	Pommes frites	Chips	Summe Kartoffeln mit Fett	Summe Kartoffeln
AM	1,60	,54	,56	,59	,92	2,08	4,22
SD	1,11	,71	,63	,82	2,76	3,26	3,26
Min	0	0	0	0	0	0	0
Max	5	4	3	4	20	23	23
P25	1	0	0	0	0	,5	2,5
P50	1,25	,25	,50	,25	,25	1	3,5
P75	2	1	,75	,75	,5	2,25	4,88

### Obst und Gemüse

Im Median werden 3 Portionen gekochtes Gemüse, 4 Portionen Rohkost, 7 Portionen frisches Obst, ¼ Portion konserviertes Obst und 3 Portionen Marmelade konsumiert. Nüsse und Trockenfrüchte spielen bei mindestens der Hälfte der Stichprobe keine Rolle.

**Tabelle 12.4-41: Obst und Gemüse (Portionen pro Woche)**

N=81	Gemüse gekocht	Rohkost/ Salat	Frisches Obst	Obst konserviert	Marmelade	Nüsse	Trockenfrüchte
AM	3,87	4,62	7,31	,52	4,77	,63	,28
SD	3,59	3,74	6,93	,99	5,90	1,35	,86
Min	0	0	0	0	0	0	0
Max	21	21	35	7	35	7	7
P25	2	2	2	0	,88	0	0
P50	3	4	7	,25	3	,25	0
P75	4	7	8	,50	7	,50	,25

Zusammengefasst werden im Median 7 Portionen Gemüse und 11 Portionen Obst pro Woche konsumiert. Differenziert nach Frische bzw. Konservierung sind es 10 Portionen frisches Obst und Gemüse und 7,5 Portionen konserviertes Obst und Gemüse.

**Tabelle 12.4-42: Summen Gemüse, Obst, frisches Obst und Gemüse, konserviertes Obst/Gemüse (Portionen pro Woche)**

N=81	Gemüse	Obst	Obst/Gemüse	frisches Obst/Gemüse	konserviertes Obst/Gemüse
AM	8,49	13,5	22,0	12,6	9,44
SD	5,86	9,60	13,1	9,42	7,21
Min	,50	,50	1,50	,75	0
Max	28	40	55	42,3	39
P25	5	7	12,8	6	4,13
P50	7	11,8	19,3	10,3	7,50
P75	10	18,4	30	14,6	14

### Süßigkeiten

Im Median werden 16,3 Portionen Süßes pro Woche verzehrt, die Spanne liegt zwischen 0 und 97,3. Das Maximum ist bei einem hohen Konsum von 6 Portionen Honig/Tag und 1 Schokolade/Tag plausibel.

**Tabelle 12.4-43: Süßigkeiten (Portionen pro Woche)**

N=81	Nuss-nougatcr.	Honig	Schoko-riegel	Schoko-lade	Pra-linen	Gummi-bärchen	Bon-bons	Kekse	Kuchen	Torten	Summe Süßes
AM	,93	3,27	1,59	3,74	,23	,61	2,71	4,65	2,15	,31	20,2
SD	1,90	5,83	2,76	6,62	,57	1,12	7,38	8,13	2,36	,61	19,4
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	7	42	14	42	4	7	35	56	14	4	97,3
P25	0	,13	0	,25	0	0	0	,25	,5	0	7
P50	0	1	,25	1,25	0	,25	0	2	1,5	0	16,3
P75	,5	4	2	4	,25	,5	2,25	5	3	,38	25,9

### Fast Food

Im Median werden  $\frac{3}{4}$  Portionen Fast Food pro Woche konsumiert, die Spanne liegt für Burger zwischen 0 und 4, für Pizza zwischen 0 und 10,5.

**Tabelle 12.4-44: Burger, Pizza und Summe Fast-Food (Portionen pro Woche)**

N=81	Burger	Pizza	Σ Fast Food
AM	,47	,76	1,23
SD	,70	1,24	1,60
Min	0	0	0
Max	4	10	10,5
P25	0	,25	,25
P50	,25	,5	,75
P75	,63	1	1,5

## Getränke

Die Getränke werden in Einheiten von 0,1 - 0,2l bzw. als Tassen angegeben. Im Median werden insgesamt pro Woche knapp 85 Getränkeeinheiten konsumiert (Spanne 15,75–225,25). Der Anteil durch den wöchentlichen Milchkonsum beträgt im Median 2,5 Einheiten, der Anteil an alkoholischen Getränken beträgt im Median 4,75 Einheiten pro Woche.

**Tabelle 12.4-45: Kaffee, Tee, Wein, alkoholische Getränke und Summe der Getränke**

N=81 (Tassen, Gläser/Woche)	Kaffee	schwarzer Tee	anderer Tee	Wein/Sekt	Alkoholika	Summe Getränke
AM	11,2	5,25	13,1	2,56	7,43	90,4
SD	10,8	9,42	18,1	3,73	8,84	32,6
Min	0	0	0	0	0	35,8
Max	42	49	98	28	38,25	225
P25	1,75	0	1,63	,50	1,25	70,4
P50	7	1	6,25	1,75	4,75	84,8
P75	19,5	7	15,5	3,25	9,5	102

Als mögliche Prädiktoren werden der Alkohol- und Weinkonsum in vier Gruppen (Quartile) in die Analysen aufgenommen.

**Tabelle 12.4-46: Teesorten**

	Häufigkeit	Prozent
Schwarztee	19	23,5
Grüner Tee	14	17,3
Kräutertee	14	17,3
Aromatisierter Tee	3	3,7
Früchtetee	10	12,3
Roibuschtee	4	4,9
Nicht zutreffend	17	21,0
Gesamt	81	100

Bei mind. 3x wöchentlichem Teegenuss sind folgende Teesorten bevorzugt (Tab. 6.2-47):

## Functional Food und Zusatzstoffe:

Die Einnahme von Vitaminen ist recht häufig. Knapp

15% nehmen regelmäßig oder immer Vitaminpräparate, 26% nehmen diese nie.

**Tabelle 12.4-47: Vitaminpräparate**

Einnahme	Häufigkeit	Prozent
nie	21	25,9
selten	22	27,2
manchmal	26	32,1
regelmäßig	8	9,9
Immer	4	4,9
Gesamt	81	100

## Schulausbildung:

Knapp 69% haben entweder das Abitur oder die Fachhochschulreife. Keine der teilnehmenden Personen befindet sich noch in der Schulausbildung (Anhang 12.4, Tab. 12.4-1).

**Tabelle 12.4-48: Schulabschluss**

	Häufigkeit	Prozent
Abitur	50	61,7
Fachhochschulreife	6	7,4
Polytechnische Oberschule	1	1,2
Realschulabschluss	17	21,0
Hauptschulabschluss	5	6,2
anderer Schulabschluss	1	1,2
kein Schulabschluss	1	1,2
Gesamt	81	100



### Berufstätigkeit

38% der Teilnehmenden sind in Vollzeit-, weitere 36% in Teilzeitbeschäftigung und 25% sind nicht berufstätig, davon sind 5% (N=4) arbeitslos.

### Beruf:

Unter den Befragten befinden sich 12 Personen, die während ihrer Arbeit möglicherweise mit verschiedenen Chemikalien in Kontakt kommen (ChemikerInnen, LabormitarbeiterInnen, Schwimmmeister u.a.). Medizinische Berufe oder das Medizinstudium werden von insgesamt 16 Personen ausgeübt. Es gibt 6 weitere Studierende und 16 Personen üben ihre Arbeit hauptsächlich am PC sowie im Büro durch. Unter sonstige Berufe fallen 18 Personen (Bankangestellter, Damenschneiderin, Verkäuferin, Kellner u.a.). Die übrigen Teilnehmenden sind zurzeit nicht berufstätig.

### Wohnort

Die Mehrheit der Personen wohnt im Münchner Stadtgebiet. Nur 6% (N=5) der Stichprobe wohnen in ländlichem Wohngebiet. Niemand wohnt in einem Industriegebiet.

**Tabelle 12.4-49: Wohnlage**

	Häufigkeit	Prozent
städtisch	46	56,8
ländlich	5	6,2
vorstädtisch	30	37,0
Gesamt	81	100

Die **Wohndauer** an der aktuell genannten Adresse reicht von maximal 32 Jahre (seit 1969) bis minimal „gerade umgezogen“.

### Verkehrsreiche Straße

86% der Befragten geben an, in der Nähe einer stark befahrenen Straße zu wohnen. Überwiegend handelt es sich um eine innerstädtische Hauptverkehrsstraße (56%). Gleichzeitig an drei Straßen wohnen 5%, an zwei Straßen 24%.

**Tabelle 12.4-50: Wohnen an Straßen**

Mehrfachnennungen	n	Prozent	in Analysen	n	Prozent
keine Hauptstraße	11	13,6	0 nein	11	13,6
innerstädtische Hauptverkehrsstraße	45	55,6	1 Einfachnennung	47	58,0
innerstädtische Nebenstraße	32	39,5	2 Doppelnennung	19	23,5
Bundesautobahn	14	17,3	3 Dreifachnennung	4	4,9
			Gesamt	81	100

### Verkehrsteilnahme:

Etwa 17% der Befragten nehmen täglich mehr als 2 Stunden am Straßenverkehr teil.

**Tabelle 12.4-51: Verkehrsteilnahme**

(Stunden pro Tag)	Häufigkeit	Prozent
<0.5	11	13,6
0.5 - <1	29	35,8
1 - <2	27	33,3
2 - <3	10	12,3
3 - <4	3	3,7
4 <	1	1,2
Gesamt	81	100

### Industrie- und Gewerbebetriebe:

Zu den am jetzigen Wohnort vorhandenen häufigsten Betrieben gehören Tankstellen (83%) und Kfz-Betriebe (61%). Raffinerien, Bergwerke, Eisen-, Blei-, Kupfer- und Aluminiumhütten werden nicht angegeben. Keine der genannten Betriebe werden von neun Personen angegeben und 3 Probanden machen keine Angabe.

**Tabelle 12.4-52: Betriebe in Wohnungsnähe**

Industrie und Gewerbe (n=69)	n	%
Tankstellen	67	82,7%
Kfz-Betriebe	50	60,5%
Druckereien	14	17,3%
andere	12	14,8%
Müllverbrennungsanlagen	11	13,6%
Mülldeponien	9	11,1%
Öl-/Kohlekraftwerke	8	9,9%
Krematorien	6	7,4%
Zellstoff/Papierindustrien	3	3,7%
Chemische Industrien	3	3,7%
Leder-/Textilverarbeitung	1	1,2%
Farben- und Lackwerke	1	1,2%

### Heizung

90% der Teilnehmenden verfügen über Zentralheizung bzw. Fernwärme. 9% benutzen einzeln zu bedienende Öfen. 40% haben eine Gasheizung und nur eine Person heizt mit Holz oder Kohle. Dagegen kochen 2 Befragte mit Holz/Kohle. Weitere 7% besitzen im Wohnzimmer eine zusätzliche Brennstelle mit Holz/Kohle. Eine offene Brennstelle befindet sich bei 12% im Haus.

### Biozidanwendungen

Biozide zum Pflanzenschutz wurden am häufigsten angewendet, gefolgt von Bioziden zum Textil- und Körperschutz. Die Anwendungen liegen jedoch überwiegend Monate und Jahre zurück. Da die aromatischen Amine kurze Halbwertszeiten haben und mit dem Urin schnell ausgeschieden werden, sind vor allem die Biozidanwendungen interessant, die vor Tagen statt gefunden haben. Dies betrifft vergleichsweise wenige Personen. Für die analytischen Auswertungen werden daher Anwendungen vor Tagen für die verschiedenen Zwecke zusammengefasst und dichotomisiert (n=15 mit Biozidanwendungen vor Tagen).

**Tabelle 12.4-53: Biozidanwendungen**

	ja		vor Jahren			ja, davon vor Monaten			vor Tagen		
	%	(n)	%	(n)	Range	%	(n)	Range	%	(n)	Range
Tierpflege	25,9	(21)	12,3	(10)	1-10	8,6	(7)	1-13	2,5	(2)	1, 3
Rattenbekämpfung	9,9	(8)	3,7	(3)	1, 8	3,7	(3)	1, 2	1,2	(1)	5
Vorratsschutz	21,0	(17)	8,6	(7)	1-10	11,1	(9)	1-6	0		
Pflanzenschutz	49,4	(40)	18,5	(15)	1-8	24,7	(20)	1-9	2,5	(2)	1, 30
Textilschutz	39,5	(32)	18,5	(15)	1-30	11,1	(9)	1-6	7,4	(6)	1-30
Insektenvernichtung	35,8	(29)	19,8	(16)	1-13	12,3	(10)	1-6	1,2	(1)	20
Körperschutz	38,3	(31)	19,8	(16)	1-25	16,0	(13)	1-6	3,7	(3)	20, 25
Bautenschutz	34,6	(28)	18,5	(15)	1-25	13,6	(11)	1-8	1,2	(1)	21

**Wohn-/Arbeitsräume:**

Holzvertäfelung, Holzverkleidung und Parkettböden befinden sich bei 74% (n=60) der Stichprobe in Arbeits- bzw. Wohnräumen. Es werden Flächen von 10-200 m<sup>2</sup> angegeben. Fast überall sind Holzschränke vorhanden (98%). Räume mit Teppichböden sind die Regel (79%) mit einer Fläche von 2-350 m<sup>2</sup>.

**Waschen neuer Kleidung:**

Vor dem ersten Tragen waschen 44% der Befragten ihre neue Kleidung nicht.

**Matratze**

Eine Latexmatratze wird von 27% benutzt. Auf Schaumstoffmatratzen schlafen 24%. Knapp die Hälfte der Befragten schläft auf einer Federkernmatratze (48%).

**Lederbekleidung und Schuhe:**

Lederbekleidung wird von 10 Personen (12%) häufig getragen. Lederhalbschuhe und Ledersandalen ohne Strümpfe werden im Sommer von 31% häufig getragen.

**Freizeit und Heimwerken:**

Regelmäßiges Heimwerken mit z.B. Farben, Holz, Leim, Kleber, Schmieröl, Terpentin und Reinigungsmitteln führen 7% (N=6) aus. Eine Person beschäftigt sich in ihrer Freizeit mit Kfz-Arbeiten (Öl, Benzin, Lack).

Häufige Gartenarbeit kommt bei 19% der Personen vor, wobei einige Kontakt mit Benzin, Dünger und Schädlingsbekämpfungsmitteln (jeweils N=2) angeben.

In der letzten Woche haben drei Personen Kfz-Reparaturen durchgeführt und weitere drei Befragte die Wohnung renoviert. Leder oder Textilien wurden nicht verarbeitet.

**Kosmetika**

Es werden überwiegend gängige Haarwaschmittel benutzt, dabei von 33% täglich und 50% 2-4mal/Woche. Haargel/Haarspray wird von 48% der Befragten benutzt, davon 25% täglich. 32% verwenden außerdem Haarfestiger.

80% der Befragten benutzen Seife. Über 70% gebrauchen Seife mehrmals täglich. Duschgel und Badeschaum werden ebenfalls von 75% benutzt. Die Anwendung von Deodorant ist bei 89% üblich, meist 1-2 mal pro Tag mit üblicher Handelsware.

Mundwasser wird selten angegeben, z.B. nehmen 5% Meridol und 10% Odol. Intimspray wird nicht verwendet, Zahncreme dagegen von 97,5%.

Make-up und Selbstbräunungscremes werden von 22% (n=18) eingesetzt, Puder von etwas weniger Befragten (19%). Rouge wird selten benutzt (9%). Dagegen verwenden über 30% Wimperntusche und 22% Lidschatten. Nur 5 Personen geben Augenbrauenfarbe an, Eyeliner/Kajal wird von 25% benutzt. Lippenstift und Lippenpflege gebrauchen 37% der Befragten. Weitere 16% nehmen Lipgloss bzw. Lippenpflege und 13% benutzen einen Konturenstift.

Zusammengefasst zeigt die Tabelle den Gebrauch von Schminke nach Geschlecht differenziert. Schminke wird ausschließlich von Frauen benutzt (zwischen 50 und 70%). Männer benutzen vereinzelt Lippenpflege.

Die Haare gefärbt haben sich 27%, darunter sechs Personen im letzten Monat vor Probennahme (September/Okttober). Eine Haartönung geben 23% an, davon 5 Personen im letzten Monat. Mit einer Ausnahme färben oder tönen sich nur weibliche Teilnehmer die Haare.

Jemals eine Dauerwelle hatten 17%, davon 4 Personen zuletzt im Jahr 2002.

**Tabelle 12.4-54: Kosmetikartikel**

Schminke		männlich		weiblich		Gesamt	
		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Make-up/Puder/Rouge	nein	33	100	24	50,0	57	70,4
	ja	0		24	50,0	24	29,6
Augen-Make-up	nein	33	100	13	27,1	46	56,8
	ja	0		35	72,9	35	43,2
Lippenstift/Lippenpflege	nein	30	90,9	14	29,2	44	54,3
	ja	3	9,1	34	70,8	37	45,7
Haarfärbung-/Tönung	nein	32	97,0	22	45,8	54	66,7
	ja	1	3,0	26	54,2	27	33,3

Nagellack verwenden 23% der befragten Frauen. Die Mehrzahl der Befragten benutzt Parfüm, Rasierwasser bzw. Aftershave (68%) und eine Gesichts- oder Handcreme (71%). 55% tragen eine Körperlotion auf.

### Sport

Wenig oder keinen Sport betreiben 44% der Teilnehmenden. Sehr viel Sport wird von 6% ausgeübt.

**Tabelle 12.4-55: Sport**

(Stunden pro Woche)	Häufigkeit	Prozent
fehlende Angaben	2	2,5
kein Sport	18	22,2
<1 Std.	18	22,2
1-2 Std.	24	29,6
2-4 Std.	14	17,3
>4 Std.	5	6,2
Gesamt	81	100

### Vorerkrankungen

Als häufigste Erkrankungen werden „lange Hustenperioden“ (15%), Magengeschwüre 10% sowie Asthma, chronische Bronchitis und Lungenerkrankungen (je 9%) angegeben. Keine Person hatte einen Herzinfarkt, Diabetes und Tuberkulose. Vereinzelt werden Gallen- und Nierenerkrankungen genannt.

### Arzneimittleinnahme:

Die Hälfte der Stichprobe (48%) hat innerhalb der letzten 7 Tage Medikamente eingenommen, darunter häufig Schmerzmittel wie Aspirin, Paracetamol und Ibuprofen. Außerdem werden die Einnahme von Schilddrüsenhormonen, Jod, Antiallergika bzw. Asthmamedikamenten und der Anti-Baby-Pille mehrfach genannt. Diese Medikamente werden meistens regelmäßig eingenommen.

## 12.5. Einzelwerte der Profilanalysen aromatische Amine

Tab.: 12.5-1 Aromatische Amine und Cotininwerte im 24 h Harn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München

ng/L Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Anilin	11000	1340	2760	3920	12200	1650	6520	3050	1110	8220	2460	2880	2440	2620	2660	700	2230
o-Toluidin	57,8	64,8	0,4	167	33,7	65,1	110	47,4	31,5	35,3	128	147	63,3	0,4	93,2	32,6	43,5
m-Toluidin	30,7	34,9	5,4	17,3	33,7	50,6	29,4	5,4	48,9	19,6	45,3	14,3	16,2	5,4	18,7	12,0	5,4
p-Toluidin	91,9	138	0,6	27,5	340	148	291	198	76,3	63,6	125	4,6	9,8	192	20,9	49,2	87,7
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2,1	0,3	0,3	0,3	3,6	0,3	0,3	3,3	0,3	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	5,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	4,1	2,6	0,2
2-Aminobiphenyl	37,0	6,5	0,2	7,4	84,8	0,2	10,8	5,3	2,9	0,2	15,3	5,7	8,9	0,2	5,1	5,4	8,5
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	5,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,6	6,0	0,1	0,1	0,1	4,1	0,5	0,1	0,9	0,1	12,7	1,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
HarnvolumenL/24h	2,6	2,0	1,9	2,4	1,4	1,3	1,5	3,2	2,5	1,4	1,2	2,6	1,3	2,1	2,9	3,8	4,4
ng/24 h																	
Anilin	28600	2670	5100	9410	17100	2060	9450	9760	2770	11100	2950	7350	3170	5490	7710	2660	9830
o-Toluidin	150	130	0,7	401	47,2	81,4	160	152	78,8	47,7	154	374	82,3	0,7	270	124	191
m-Toluidin	79,8	69,8	9,9	41,5	47,2	63,3	42,6	17,2	122	26,5	54,4	36,5	21,1	11,3	54,2	45,6	23,6
p-Toluidin	239	277	1,0	66,0	475	185	422	634	191	85,9	150	11,7	12,7	404	60,6	187	386
1-Aminonaphthalin	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	0,3	0,4	6,7	0,7	0,4	0,3	9,2	0,4	0,6	9,6	1,0	1,2
2-Aminonaphthalin	0,6	10,8	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,6	0,3	0,5	11,9	9,9	1,0
2-Aminobiphenyl	96,2	13,0	0,3	17,8	119	0,2	15,7	17,0	7,3	0,2	18,4	14,5	11,6	0,3	14,8	20,5	37,4
3-Aminobiphenyl	0,9	0,7	0,6	0,8	0,5	6,6	0,5	1,1	0,9	0,5	0,4	0,9	0,4	0,7	1,0	1,3	1,5
4-Aminobiphenyl	1,6	12,0	0,2	0,3	0,2	5,1	0,7	0,4	2,3	0,2	15,2	2,8	0,2	0,3	2,3	0,5	0,5
1-Aminopyren	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7
Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
µg/L																	
Cotinin	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	0,1	0,1	1,4	0,1	1,7	19,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nikotin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
µg/24 h																	
Cotinin	0,3	0,2	0,2	0,2	2,2	0,1	0,1	4,5	0,3	2,3	23,6	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4
Nikotin	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	2,0	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4

[illegible]

Tab.: 12.5-1 Fortsetzung

ng/L Proband	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Anilin	6840	7410	2740	2250	5840	2230	2480	1910	1570	12700	1570	870	1770	1720	1870	1240	929
o-Toluidin	63,2	29,2	87,8	0,4	20,2	0,4	70,4	31,9	82,4	0,4	0,4	25,5	42,6	61,9	38,4	47,8	32,3
m-Toluidin	42,1	44,3	49,3	5,4	26,7	5,4	21,4	49,2	29,3	5,4	5,4	15,4	23,9	19,3	25,7	13,1	34,6
p-Toluidin	52,1	226	256	0,6	18,6	0,6	0,6	38,1	177	0,6	0,6	5,6	72,6	0,6	27,2	0,6	243
1-Aminonaphthalin	0,3	4,0	0,3	0,3	1,3	0,3	7,0	2,4	0,3	0,3	29,1	0,3	0,3	18,4	0,3	0,6	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	17,4	0,2	2,5	3,0	0,2	43,6	1,8	5,4	0,2	2,1	1,5	2,2
2-Aminobiphenyl	6,2	5,2	1,3	21,5	4,6	6,3	7,3	4,6	5,8	0,2	9,8	3,8	4,7	7,3	13,7	8,3	12,7
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	1,2	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	1,8	0,1	0,1	0,1	1,8	0,1	0,1	1,1	0,7	1,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	2,3	3,2	1,4	3,0	4,6	2,1	1,3	2,2	2,1	2,0	1,3	3,5	2,5	1,0	1,3	1,3	1,1
ng/24 h																	
Anilin	15700	23400	3830	6620	26600	4680	3100	4210	3310	25300	2040	3040	4420	1720	2340	1610	1020
o-Toluidin	145	92,0	123	1,0	91,9	0,7	88,0	70,2	173,0	0,7	0,5	89,3	107	61,9	48,0	62,1	35,5
m-Toluidin	96,8	140	69,0	15,8	122	11,3	26,8	108	61,5	10,7	7,0	53,9	59,8	19,3	32,1	17,0	38,1
p-Toluidin	120	713	359	1,7	84,6	1,2	0,7	83,8	372	1,1	0,7	19,6	182	0,6	34,0	0,7	267
1-Aminonaphthalin	0,6	12,6	0,4	0,8	5,9	0,6	8,8	5,3	0,6	0,5	37,8	1,0	0,7	18,4	0,3	0,8	0,3
2-Aminonaphthalin	0,5	0,7	0,3	0,6	1,0	36,5	0,3	5,5	6,3	0,4	56,7	6,3	13,5	0,2	2,6	2,0	2,4
2-Aminobiphenyl	14,3	16,4	1,8	63,4	20,9	13,2	9,1	10,1	12,2	0,3	12,7	13,3	11,8	7,3	17,1	10,8	14,0
3-Aminobiphenyl	0,8	1,1	0,5	1,0	1,5	0,7	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	1,2	0,9	0,3	0,4	0,4	0,4
4-Aminobiphenyl	2,8	5,4	0,2	0,4	0,6	0,3	2,0	4,0	0,3	0,2	0,2	6,3	0,3	0,1	1,4	0,9	1,2
1-Aminopyren	0,4	0,5	0,2	0,5	0,7	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Nr.	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
µg/L																	
Cotinin	1,4	0,1	6,8	0,1	0,1	1,7	0,1	2,0	0,1	12,4	8,5	0,1	0,1	19,8	3,4	0,1	54,0
Nikotin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	13,1	14,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
µg/24 h																	
Cotinin	3,2	0,3	9,5	0,3	0,5	3,6	0,1	4,4	0,2	24,8	11,1	0,4	0,3	19,8	4,3	0,1	59,4
Nikotin	0,2	0,3	0,1	0,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2	26,2	19,0	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

**Tab.: 12.5-1 Fortsetzung**

ng/L Proband	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Anilin	1530	1030	650	1420	839	518	2960	705	1190	1120	377	1740	1240	1630	1880	3060	7490
o-Toluidin	58,7	43,5	20,2	10,4	0,4	0,4	0,4	0,4	100	34,2	21,4	0,4	33,3	84,6	49,4	0,4	0,4
m-Toluidin	33,7	25,9	17,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	12,7	38,2	11,0	5,4	31,2	70,8	54,9	5,4	35,2
p-Toluidin	49,3	143	86,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	14,8	0,6	0,6	86,4	199	116	0,6	0,6
1-Aminonaphthalin	2,0	0,3	1,5	0,3	250	0,3	203	6,1	0,3	0,3	1,1	102	7,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2-Aminonaphthalin	0,3	0,3	1,8	11,3	4,6	0,3	51,4	0,3	3,9	4,6	1,7	32,5	3,8	0,2	2,7	0,2	105
2-Aminobiphenyl	20,3	1,7	0,2	7,5	58,6	6,2	19,3	7,7	7,2	2,8	2,0	140	4,0	6,5	7,7	0,2	176
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,1	1,0	0,7	2,0	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	2,3	0,1	0,1	1,2	0,5	1,2	0,1	0,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	1,2	4,0	4,1	4,0	1,3	1,7	2,1	3,0	1,5	2,8	1,3	1,2	2,3	1,8	1,3	3,3	2,2
ng/24 h																	
Anilin	1760	4050	2670	5680	1050	855	6220	2120	1780	3150	491	2090	2850	2860	2350	10100	16500
o-Toluidin	67,5	172	82,8	41,6	0,4	0,6	0,7	1,1	151	95,8	27,8	0,4	76,6	148	61,8	1,2	0,8
m-Toluidin	38,8	102	72,2	21,5	6,7	8,8	11,3	16,1	19,1	107	14,3	6,4	71,8	124	68,6	17,7	77,4
p-Toluidin	56,7	566	355	2,2	0,7	0,9	1,2	1,7	0,8	41,4	0,7	0,7	199	348	145	1,8	1,2
1-Aminonaphthalin	2,3	1,1	6,2	1,1	313	0,5	427	18,3	0,6	0,8	1,4	123	16,8	0,5	0,3	0,9	0,6
2-Aminonaphthalin	0,3	1,1	7,4	45,2	5,8	0,5	108	0,8	5,9	12,9	2,2	39,0	8,7	0,4	3,4	0,7	232
2-Aminobiphenyl	23,3	6,7	0,7	30,0	73,3	10,2	40,5	23,1	10,8	7,8	2,6	168	9,2	11,4	9,6	0,5	387
3-Aminobiphenyl	0,4	1,3	1,4	1,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,5	1,0	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4	1,1	0,7
4-Aminobiphenyl	0,1	4,0	2,9	8,0	0,2	0,2	0,3	0,4	2,4	6,4	0,2	0,1	2,8	0,9	1,5	0,4	0,3
1-Aminopyren	0,2	0,6	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3
Nr.	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
µg/L																	
Cotinin	8,1	5,7	0,1	12,1	0,1	1,4	41,3	20,5	38,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nikotin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
µg/Tagesharn																	
Cotinin	9,3	22,5	0,4	48,4	0,1	2,3	86,7	61,5	57,8	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2
Nikotin	0,1	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2



Tab.: 12.5-1 Fortsetzung

ng/L Proband	69	70	71	72	73	75	76	77	78	80	81	82	83	AM N = 81	GM N=81
Anilin	1610	1300	1360	2780	890	1340	1610	1120	1690	1040	1530,0	1190	999	4580	2290
o-Toluidin	0,4	0,4	41,6	82,2	21,1	0,4	6,9	38,0	24,9	26,5	0,4	29,6	27,9	39,6	14,0
m-Toluidin	41,4	100	37,3	37,5	26,7	5,4	23,1	22,3	17,6	34,0	5,4	34,7	15,7	28,0	20,1
p-Toluidin	21,5	0,6	9,9	0,6	9,4	0,6	0,6	0,6	0,6	17,4	0,6	10,5	27,4	66,7	11,9
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	19,8	0,3	0,3	0,3	4,00	8,80	0,72
2-Aminonaphthalin	0,2	0,2	1,7	19,3	2,6	0,2	2,4	3,8	2,9	2,0	19,6	3,2	6,30	5,11	1,01
2-Aminobiphenyl	0,2	12,2	5,4	0,2	2,1	0,2	2,9	6,9	3,0	2,3	7,1	3,2	4,50	12,4	4,46
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,90	0,42	0,36
4-Aminobiphenyl	0,1	0,8	2,5	0,1	0,1	0,1	2,9	1,0	0,1	3,1	9,0	1,7	12,4	1,32	0,46
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,16	0,17	0,16
Harnvolumen L/24h	2,0	1,5	0,9	2,3	2,5	1,6	1,6	2,0	1,3	2,1	1,8	1,8	2,80	2,05	1,88
ng/24 h															
Anilin	3150	1950	1220	6390	2229,0	2140	2500	2230	2190	2140	2800	2080	2800	8150	4310
o-Toluidin	0,7	0,5	37,4	189	52,8	0,6	10,7	76,0	32,4	54,3	0,6	51,8	78,1	77,8	26,3
m-Toluidin	80,7	151	33,6	86,3	66,8	8,6	35,8	44,6	22,9	69,7	9,8	60,7	44,0	52,5	37,8
p-Toluidin	41,9	0,8	8,9	1,3	23,5	0,9	0,9	1,1	0,7	35,7	1,0	18,4	76,7	130	22,5
1-Aminonaphthalin	0,5	0,4	0,2	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	25,7	0,6	0,5	0,5	11,2	13,9	1,35
2-Aminonaphthalin	0,4	0,3	1,5	44,4	6,5	0,3	3,7	7,6	3,8	4,1	35,9	5,6	17,6	10,2	1,89
2-Aminobiphenyl	0,3	18,3	4,9	0,4	5,3	0,3	4,5	13,8	3,9	4,7	13,0	5,6	12,6	22,3	8,38
3-Aminobiphenyl	0,7	0,5	0,3	0,8	0,9	0,5	0,5	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	5,32	0,83	0,68
4-Aminobiphenyl	0,2	1,2	2,3	0,3	0,3	0,2	4,5	2,0	0,2	6,4	16,5	3,0	34,7	2,46	0,87
1-Aminopyren	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	2,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,44	0,34	0,30
Nr.	69	70	71	72	73	75	76	77	78	80	81	82	83		
µg/L															
Cotinin	0,1	0,1	0,1	4,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	12,9	0,53
Nikotin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	4,56	0,15
µg/Tagesharn															
Cotinin	0,2	0,2	0,1	9,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	21,2	1,00
Nikotin	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	8,65	0,27

**Tab.: 12.5-2 Einzelwerte der Profilanalysen aromatische Amine und Kreatininwerte im 24 h Harn einer Nichtraucher-Probandengruppe (N = 81) aus München**

ng/L Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17
Anilin	11000	1340	2760	3920	12200	1650	6520	3050	1110	2460	2880	2440	2620	2660	700	2230
o-Toluidin	57,8	64,8	0,4	167	33,7	65,1	110	47,4	31,5	128	147	63,3	0,0	93,2	32,6	43,5
m-Toluidin	30,7	34,9	5,4	17,3	33,7	50,6	29,4	0,0	48,9	45,3	14,3	16,2	0,0	18,7	12,0	0,0
p-Toluidin	91,9	138	0,6	27,5	340	148	291	198	76,3	125	4,6	9,8	192	20,9	49,2	87,7
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	2,1	0,3	0,3	3,6	0,3	0,3	3,3	0,3	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	5,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	4,1	2,6	0,2
2-Aminobiphenyl	37,0	6,5	0,2	7,4	84,8	0,2	10,8	5,3	2,9	15,3	5,7	8,9	0,2	5,1	5,4	8,5
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	5,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,6	6,0	0,1	0,1	0,1	4,1	0,5	0,1	0,9	12,7	1,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	2,6	2,0	1,9	2,4	1,4	1,3	1,5	3,2	2,5	1,2	2,6	1,3	2,1	2,9	3,8	4,4
Kreatinin [mg/L]	440	520	860	850	860	1310	960	450	500	730	670	1010	730	410	500	370
ng/g Kreatinin																
Anilin	25000	2570	3210	4620	14200	1260	6790	6780	2220	3370	4300	2420	3580	6490	1400	6040
o-Toluidin	131	125	0,4	197	39,2	49,7	115	105	63,0	175	219	62,7	0,0	227	65,2	118
m-Toluidin	69,8	67,1	6,2	20,4	39,2	38,6	30,6	0,0	97,8	62,1	21,3	16,0	0,0	45,6	24,0	0,0
p-Toluidin	209	266	0,6	32,4	395	113	303	440	153	171	6,9	9,7	263	51,0	98,4	237
1-Aminonaphthalin	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	4,7	0,5	0,4	5,4	0,3	0,4	8,0	0,5	0,7
2-Aminonaphthalin	0,5	10,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	10,0	5,2	0,6
2-Aminobiphenyl	84,1	12,5	0,2	8,7	98,6	0,1	11,3	11,8	5,8	21,0	8,5	8,8	0,2	12,4	10,8	23,0
3-Aminobiphenyl	0,8	0,7	0,4	0,4	0,4	4,0	0,4	0,8	0,7	0,5	0,5	0,3	0,5	0,8	0,7	0,9
4-Aminobiphenyl	1,4	11,5	0,1	0,1	0,1	3,1	0,5	0,3	1,8	17,4	1,6	0,1	0,2	2,0	0,2	0,3
1-Aminopyren	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4

Tab.: 12.5-2: Fortsetzung

ng/L Proband	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Anilin	1770	4540	4670	4550	5620	8720	3990	2640	10000	2070	2740	130000	1070	1140	9130	3330
o-Toluidin	30,9	53,5	37,7	0,4	28,0	70,5	52,8	36,5	109	0,4	30,9	20,5	34,9	33,4	87,8	47,4
m-Toluidin	22,1	67,2	87,5	33,3	61,4	71,4	44,7	43,2	46,9	5,4	5,4	23,8	31,6	23,5	84,1	32,5
p-Toluidin	165	39,2	160	274	88,7	43,2	44,1	40,6	133	0,6	0,6	26,3	21,0	150	407	25,9
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	2,4	0,3	2,3	0,3	0,3	9,2	2,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	11,6	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	0,2	0,2	0,2	1,6	2,0	0,2	0,2	3,6	0,2	4,9	9,0	0,9	1,0	0,2	3,0
2-Aminobiphenyl	5,2	4,6	6,9	0,2	3,3	4,3	3,3	3,7	6,9	9,4	10,7	38,9	24,2	4,9	7,2	6,9
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,1	2,5	2,0	0,1	1,8	1,6	0,1	0,9	0,1	0,1	3,2	0,1	0,1	0,7	5,9	1,4
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	2,3	1,6	1,0	2,6	1,7	1,9	2,4	1,3	2,3	1,5	0,8	1,3	1,2	1,4	0,7	2,6
Kreatinin [mg/L]	530	1100	980	500	680		460	1280	950	1470	2670	960	880	960	2370	550
ng/g Kreatinin																
Anilin	3330	4130	4770	9100	8270	-	8670	2060	10500	1410	1030	136000	1220	1180	3850	6060
o-Toluidin	58,3	48,6	38,5	0,7	41,2	-	115	28,5	115	0,2	11,6	21,4	39,7	34,8	37,0	86,2
m-Toluidin	41,7	61,1	89,3	66,6	90,3	-	97,2	33,8	49,4	3,6	2,0	24,8	35,9	24,5	35,5	59,1
p-Toluidin	311	35,6	163	548	130	-	95,9	31,7	140	0,4	0,2	27,4	23,9	156	172	47,1
1-Aminonaphthalin	0,5	0,2	2,4	0,5	3,4	-	0,6	7,2	2,6	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	4,9	0,5
2-Aminonaphthalin	0,4	0,2	0,2	0,4	2,4	-	0,5	0,2	3,8	0,1	1,8	9,4	1,0	1,0	0,1	5,5
2-Aminobiphenyl	9,8	4,2	7,0	0,3	4,9	-	7,2	2,9	7,3	6,4	4,0	40,5	27,5	5,1	3,0	12,5
3-Aminobiphenyl	0,6	0,3	0,3	0,7	0,5	-	0,7	0,3	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,1	0,6
4-Aminobiphenyl	0,2	2,3	2,0	0,2	2,6	-	0,3	0,7	0,1	0,1	1,2	0,1	0,1	0,7	2,5	2,5
1-Aminopyren	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	-	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3

**Tab.: 12.5-2: Fortsetzung**

ng/L Proband	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	49	50	51
Anilin	2940	6840	7410	2740	2250	5840	2230	2480	1910	1570	12700	1570	870	1870	1240	929
o-Toluidin	16,8	63,2	29,2	87,8	0,4	20,2	0,4	70,4	31,9	82,4	0,4	0,4	25,5	38,4	47,8	32,3
m-Toluidin	5,4	42,1	44,3	49,3	5,4	26,7	5,4	21,4	49,2	29,3	5,4	5,4	15,4	25,7	13,1	34,6
p-Toluidin	0,6	52,1	226	256	0,6	18,6	0,6	0,6	38,1	177	0,6	0,6	5,6	27,2	0,6	243
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	4,0	0,3	0,3	1,3	0,3	7,0	2,4	0,3	0,3	29,1	0,3	0,3	0,6	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	17,4	0,2	2,5	3,0	0,2	43,6	1,8	2,1	1,5	2,2
2-Aminobiphenyl	17,5	6,2	5,2	1,3	21,5	4,6	6,3	7,3	4,6	5,8	0,2	9,8	3,8	13,7	8,3	12,7
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,1	1,2	1,7	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	1,8	0,1	0,1	0,1	1,8	1,1	0,7	1,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	3,1	2,3	3,2	1,4	3,0	4,6	2,1	1,3	2,2	2,1	2,0	1,3	3,5	1,3	1,3	1,1
Kreatinin [mg/L]	560	500	500	360	640	220	700	1170	840	910	1290	1070	590	1240	900	940
ng/g Kreatinin																
Anilin	5250	13700	14800	7600	3510	26600	3190	2120	2280	1730	9820	1470	1470	1510	1370	989
o-Toluidin	30,0	126	58,4	244	0,6	91,8	0,5	60,2	38,0	90,5	0,3	0,3	43,2	31,0	53,1	34,4
m-Toluidin	9,6	84,2	88,6	137	8,4	121	7,7	18,3	58,6	32,2	4,2	5,0	26,1	20,7	14,6	36,8
p-Toluidin	1,0	104	453	712	0,9	84,5	0,8	0,5	45,4	195	0,4	0,5	9,5	21,9	0,6	258
1-Aminonaphthalin	0,5	0,5	8,0	0,8	0,4	5,9	0,4	6,0	2,9	0,3	0,2	27,2	0,5	0,2	0,7	0,3
2-Aminonaphthalin	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	1,0	24,9	0,2	3,0	3,3	0,2	40,7	3,1	1,7	1,7	2,3
2-Aminobiphenyl	31,3	12,4	10,4	3,6	33,6	20,9	9,0	6,2	5,5	6,4	0,1	9,2	6,4	11,0	9,2	13,5
3-Aminobiphenyl	0,6	0,7	0,7	0,9	0,5	1,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,4
4-Aminobiphenyl	0,2	2,4	3,4	0,3	0,2	0,6	0,2	1,4	2,1	0,1	0,1	0,1	3,1	0,9	0,8	1,2
1-Aminopyren	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,7	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2

**Tab.: 12.5-2: Fortsetzung**

ng/L Proband	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
Anilin	1530	1030	650	1420	839	518	2960	705	1190	1120	377	1740	1240	1630	1880	3060
o-Toluidin	58,7	43,5	20,2	10,4	0,4	0,4	0,4	0,4	100	34,2	21,4	0,4	33,3	84,6	49,4	0,4
m-Toluidin	33,7	25,9	17,6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	12,7	38,2	11,0	5,4	31,2	70,8	54,9	5,4
p-Toluidin	49,3	143	86,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	14,8	0,6	0,6	86,4	199	116	0,6
1-Aminonaphthalin	2,0	0,3	1,5	0,0	250	0,3	203	6,1	0,3	0,3	1,1	102	7,3	0,3	0,3	0,3
2-Aminonaphthalin	0,2	0,2	1,8	11,3	4,6	0,2	51,4	0,2	3,9	4,6	1,7	32,5	3,8	0,2	2,7	0,2
2-Aminobiphenyl	20,3	1,7	0,2	7,5	58,6	6,2	19,3	7,7	7,2	2,8	2,0	140	4,0	6,5	7,7	0,2
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4-Aminobiphenyl	0,1	1,0	0,7	2,0	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6	2,3	0,1	0,1	1,2	0,5	1,2	0,1
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Harnvolumen L/24h	1,2	4,0	4,1	4,0	1,3	1,7	2,1	3,0	1,5	2,8	1,3	1,2	2,3	1,8	1,3	3,3
Kreatinin [mg/L]	1690	450	370	640	610	1110	710	460	970	490	250	900	480	1450	1190	560
ng/g Kreatinin																
Anilin	903	2280	1760	2220	1380	467	4170	1530	1220	2290	1510	1930	2580	1130	1580	5460
o-Toluidin	34,7	96,7	54,6	16,3	0,6	0,3	0,5	0,8	103	69,8	85,6	0,4	69,4	58,3	41,5	0,6
m-Toluidin	19,9	57,6	47,6	8,4	8,8	4,8	7,6	11,7	13,1	78,0	44,0	6,0	65,0	48,8	46,1	9,6
p-Toluidin	29,2	318	234	0,9	0,9	0,5	0,8	1,2	0,6	30,2	2,2	0,6	180	137	97,4	1,0
1-Aminonaphthalin	1,2	0,6	4,1	0,0	410	0,2	286	13,3	0,3	0,6	4,4	114	15,2	0,2	0,2	0,5
2-Aminonaphthalin	0,1	0,5	4,9	17,7	7,5	0,2	72,4	0,5	4,0	9,4	6,8	36,1	7,9	0,1	2,3	0,4
2-Aminobiphenyl	12,0	3,8	0,4	11,7	96,1	5,6	27,2	16,7	7,4	5,7	8,0	156	8,3	4,5	6,5	0,3
3-Aminobiphenyl	0,2	0,8	0,9	0,5	0,6	0,3	0,5	0,7	0,4	0,7	1,4	0,4	0,7	0,2	0,3	0,6
4-Aminobiphenyl	0,1	2,2	1,9	3,1	0,2	0,1	0,2	0,3	1,6	4,7	0,5	0,1	2,5	0,3	1,0	0,2
1-Aminopyren	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3

**Tab.: 12.5-2: Fortsetzung**

ng/L Proband	68	69	70	71	72	73	75	76	77	78	80	81	82	83	AM N=81	GM N=81
Anilin	7490	1610	1300	1360	2780	892	1340	1610	1120	1690	1040	1530	1190	999	4580	2290
o-Toluidin	0,4	0,4	0,4	41,6	82,2	21,1	0,4	6,9	38,0	24,9	26,5	0,4	29,6	27,9	39,6	14,0
m-Toluidin	35,2	41,4	100	37,3	37,5	26,7	5,4	23,1	22,3	17,6	34,0	5,4	34,7	15,7	28,0	20,1
p-Toluidin	0,6	21,5	0,6	9,9	0,6	9,4	0,6	0,6	0,6	0,6	17,4	0,6	10,5	27,4	66,7	11,9
1-Aminonaphthalin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	19,8	0,3	0,3	0,3	4,0	8,80	0,72
2-Aminonaphthalin	105	0,2	0,2	1,7	19,3	2,6	0,2	2,4	3,8	2,9	2,0	19,6	3,2	6,3	5,11	1,01
2-Aminobiphenyl	176	0,2	12,2	5,4	0,2	2,1	0,2	2,9	6,9	3,0	2,3	7,1	3,2	4,5	12,4	4,46
3-Aminobiphenyl	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,9	0,42	0,36
4-Aminobiphenyl	0,1	0,1	0,8	2,5	0,1	0,1	0,1	2,9	1,0	0,1	3,1	9,0	1,7	12,4	1,32	0,46
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,17	0,16
Harnvolumen L/24h	2,2	2,0	1,5	0,9	2,3	2,5	1,6	1,6	2,0	1,3	2,1	1,8	1,8	2,8	2,05	1,88
Kreatinin [mg/L]	730	660	740	1410	630	400	580	740	340	730	590	810	1250	800	814	728
ng/g Kreatinin															AM N=77	GM N=77
Anilin	10300	2450	1760	961	4410	2230	2300	2180	3280	2310	1770	1890	951	1250	6020	3060
o-Toluidin	0,5	0,5	0,5	29,5	131	52,8	0,6	9,3	112	34,1	44,9	0,4	23,7	34,9	56,9	16,7
m-Toluidin	48,2	62,7	136	26,5	59,5	66,8	9,2	31,2	65,6	24,1	57,6	6,6	27,8	19,6	39,5	19,4
p-Toluidin	0,8	32,6	0,8	7,0	0,9	23,5	1,0	0,8	1,6	0,8	29,5	0,7	8,4	34,3	100	16,0
1-Aminonaphthalin	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,7	0,5	0,4	0,8	27,1	0,5	0,3	0,2	5,0	12,9	0,90
2-Aminonaphthalin	144	0,3	0,3	1,2	30,6	6,5	0,4	3,2	11,2	4,0	3,4	24,2	2,6	7,9	7,2	1,38
2-Aminobiphenyl	241	0,2	16,5	3,8	0,3	5,3	0,3	3,9	20,3	4,1	3,9	8,8	2,6	5,6	17,3	6,35
3-Aminobiphenyl	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,9	0,6	0,5	1,0	0,5	0,6	0,4	0,3	2,4	0,6	0,49
4-Aminobiphenyl	0,2	0,2	1,1	1,8	0,2	0,3	0,2	3,9	2,9	0,2	5,3	11,1	1,4	15,5	1,8	0,66
1-Aminopyren	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,21

## 12.6 Verteilungen (Histogramme)

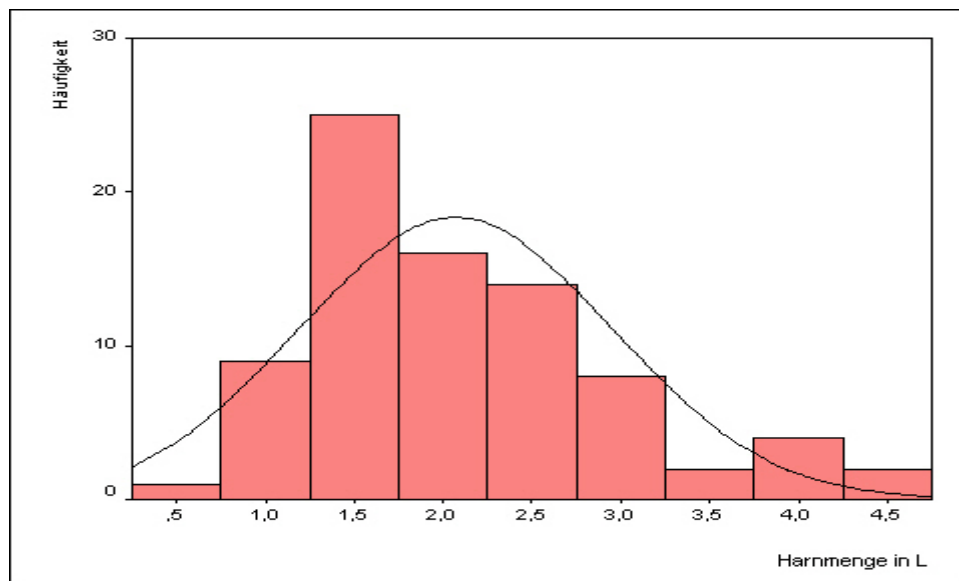


Abb. 12.6-1: Verteilung des Harnvolumens in 24h

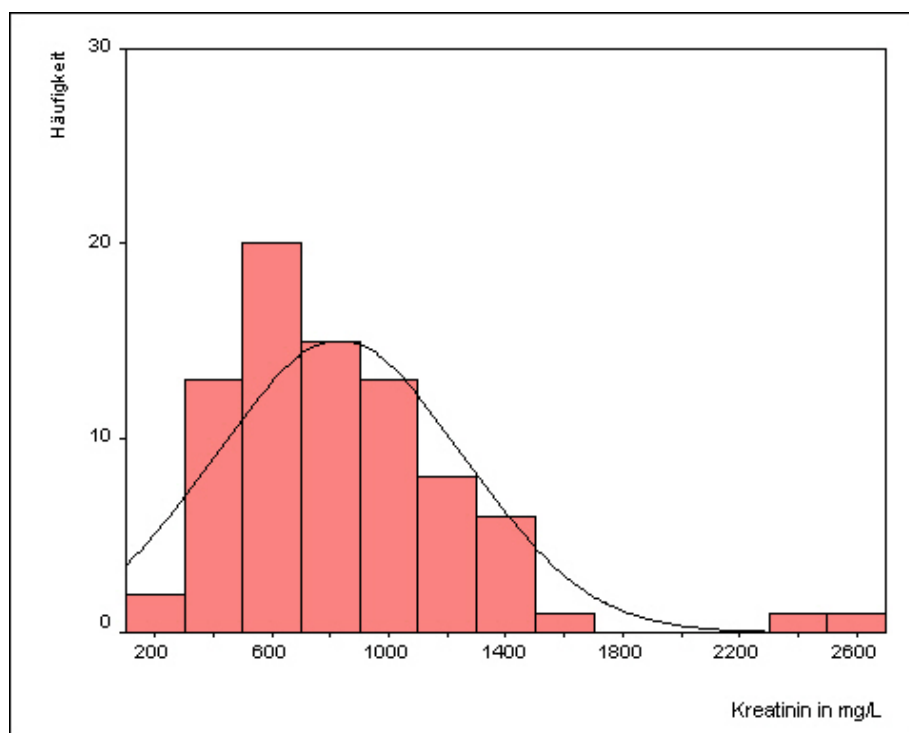
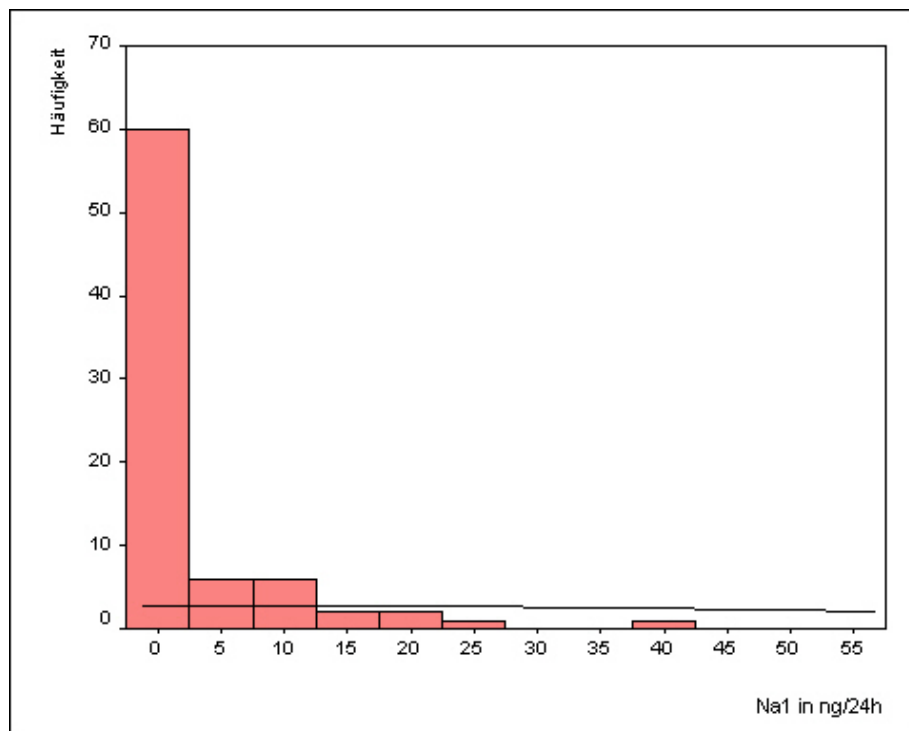
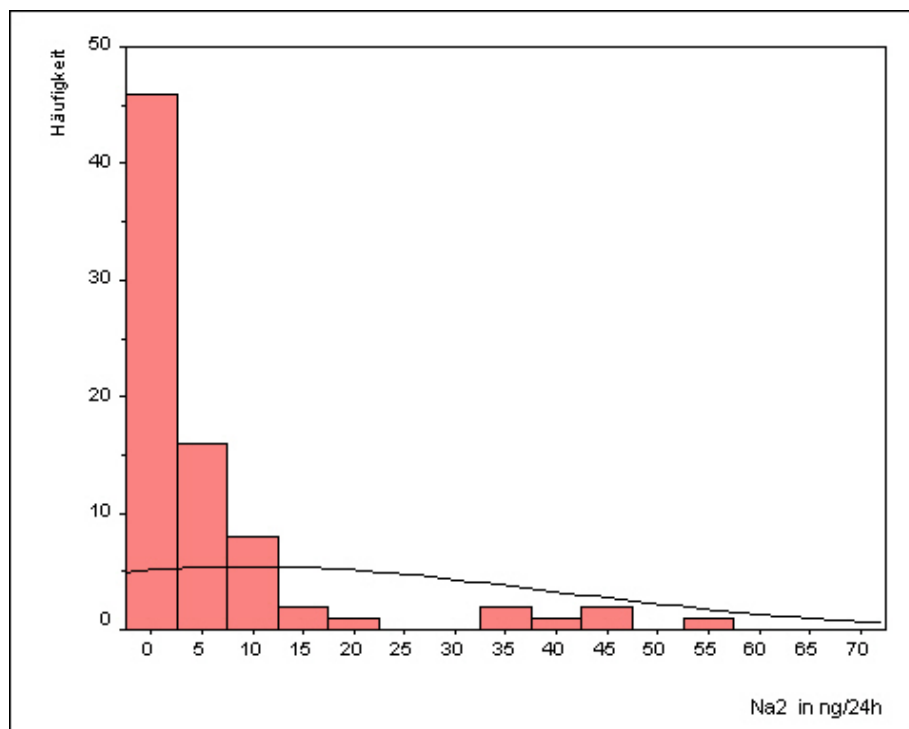


Abb. 12.6-2: Verteilung der Kreatininkonzentration im 24h-Urin

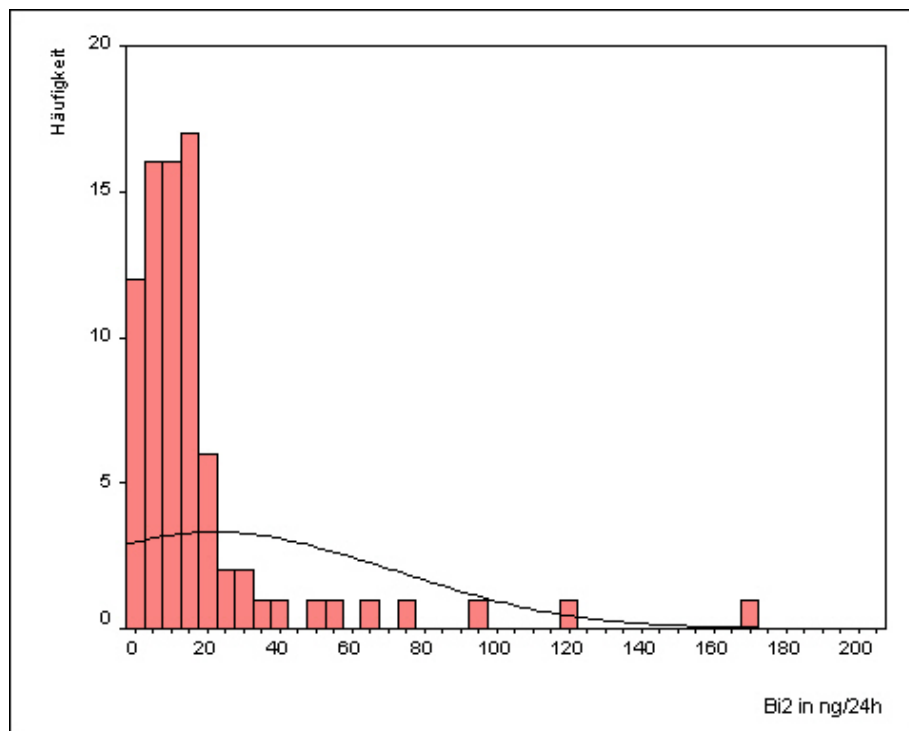


**Abb. 12.6-3: Verteilung von 1-Aminonaphthalin im 24h-Urin**

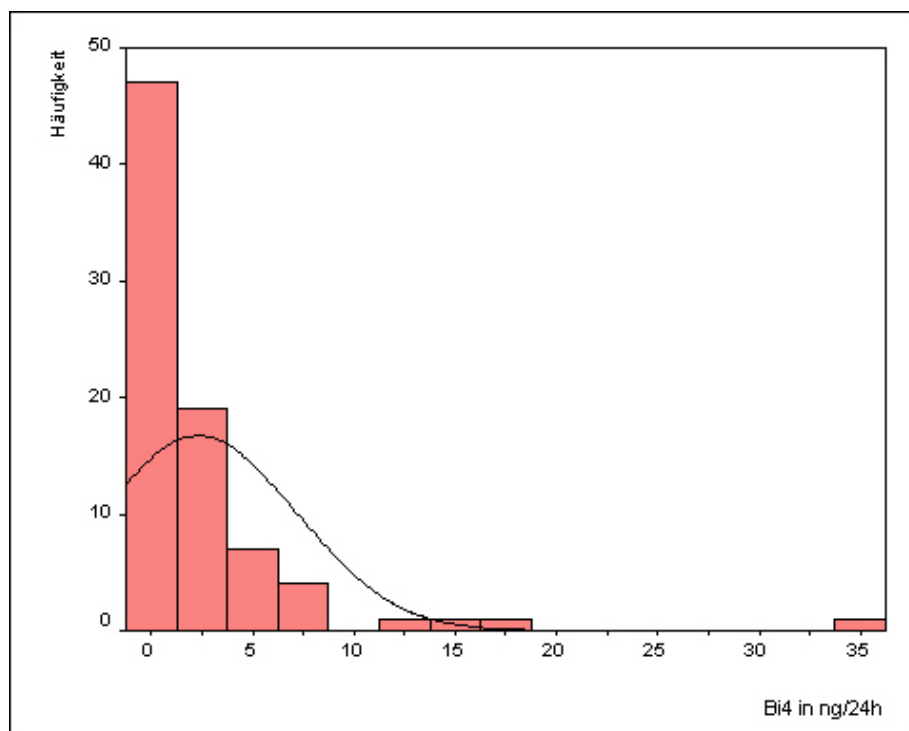


**Abb. 12.6-4: Verteilung von 2-Aminonaphthalin im 24h-Urin**





**Abb. 12.6-5: Verteilung von 2-Aminobiphenyl im 24h-Urin**



**Abb. 12.6-6: Verteilung von 4-Aminobiphenyl im 24h-Urin**

## 12.7 Codierung der Variablen

**Tabelle 12.7-1: Codierung der Einflussgrößen**

<b>Einflussgrößen</b>	<b>Verwendung in Analysen</b>	<b>Rang</b>	<b>Label</b>
<b>Set 1: Wohnumgebung, Verhalten, Physiologie</b>			
Wohngebiet	dichotom	0	vorstädtisch, ländlich
		1	städtisch
Tankstelle	dichotom	0	nein
		1	ja
Kfz-Betrieb	dichotom	0	nein
		1	ja
Straßenlage der Wohnung an verkehrsreicher Strasse	4 Stufen, rangskaliert	0	keine
		1	eine verkehrsreiche Straße
		2	zwei verkehrsreiche Straßen
		3	drei verkehrsreiche Straßen
Verkehrsteilnahme (Stunden pro Tag)	2 und 4 Stufen, rangskaliert oder dummy-codiert	1	< 0.5
		2	0.5 - < 1
		3	1 - < 2
		4	2 - 4<
Biozid-Anwendung (bis vor 30 Tagen)	dichotom	0	nein
		1	ja
Sport (Stunden pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	kein Sport
		2	< 1 Stunde
		3	1 – 2 Stunden
		4	2 – 4 < Stunden
Passivrauchen (ursprünglich 7-stufig, Tab. 1-7)	5 Stufen, rangskaliert	1	fast nie
		2	kaum
		3	gelegentlich
		4	häufig
		5	sehr häufig
	3 Stufen, rangskaliert	0	selten
		1	gelegentlich
Cotinin im Urin	3 Stufen, rangskaliert oder dichotom	2	sehr häufig
		0	0 µg pro Tag
		1	> 0 – 30
Kreatinin (mg/l)	kontinuierlich		
Harnvolumen (l/24h)	kontinuierlich		
Geschlecht	dichotom	0	männlich
		1	weiblich
Alter	5 Stufen, rangskaliert	0	< 25 Jahre
		1	25 - < 35 Jahre
		2	35 - < 45 Jahre
		3	45 - < 55 Jahre
		4	55 - < 65 Jahre

**Tabelle 12.7-1: Fortsetzung**

<b>Einflussgrößen</b>	<b>Verwendung in Analysen</b>	<b>Rang</b>	<b>Label</b>
<b>Set 2: Ernährung 48h vor der Probenahme</b>			
Fleisch	4 Stufen, rangskaliert	0	keine Portion
		1	eine Portion
		2	zwei Portionen
		3	3 – 7 Portionen
Fisch	dichotom	0	keine Portion
		1	1 – 2 Portionen
Eier	2- und 3-stufig, rangskaliert	0	keine Portion
		1	eine Portion
		2	2 – 5 Portionen
Eier gebraten	dichotom	0	keine Portion
		1	1 – 3 Portionen
Geräuchertes	3 Stufen, rangskaliert	0	keine Portion
		1	eine Portion
		2	2 - 4 Portionen
Gebratenes	4 Stufen, rangskaliert	0	keine Portion
		1	eine Portion
		2	zwei Portionen
		3	3 - 6 Portionen
Alkohol	3 Stufen, rangskaliert	1	kein Alkohol
		2	1 – 4 Gläser
		3	5 – 22 Gläser
Wein	3 Stufen, rangskaliert	1	kein Wein
		2	1 – 2 Gläser
		3	3 – 8 Gläser
schwarzer Tee (in Tassen 0, 2l)	3 Stufen, rangskaliert	0	kein schwarzer Tee
		1	1 – 3 Tassen
		2	4 – 11 Tassen
grüner Tee (in Tassen 0, 2l)	3 Stufen, rangskaliert	0	kein grüner Tee
		1	1 – 3 Tassen
		2	4 – 20 Tassen
	dichotom	0	kein grüner Tee
		1	1 – 20 Tassen
Passivrauchen (siehe SET 1)			
Lippenstift/Lippenpflege	dichotom	0	nein
		1	ja
Make-up/Puder/Rouge	dichotom	0	nein
		1	ja
Augen-Make-up	dichotom	0	nein
		1	ja
Haarfärbung/-tönung	dichotom	0	nein
		1	ja

**Tabelle 12.7-1: Fortsetzung**

<b>Einflussgrößen</b>	<b>Anwendung in Analysen</b>	<b>Rang</b>	<b>Label</b>
<b>Set 3: Langfristige Ernährung (wöchentlich)</b>			
Fleisch (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 7,25
		2	8 - 15
		3	15,5 – 22,75
		4	23 – 66,5
Fisch (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 0,25
		2	0,5 – 0,75
		3	1
		4	1,25 – 3,5
Eier (Portionen pro Woche)	3 Stufen, rangskaliert	1	0 – 0,5
		2	0,75 – 1,75
		3	2 - 5
Getreideprodukte (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	5 – 14,75
		2	15,25 – 21,25
		3	21,5 – 29,5
		4	32,25 – 64,25
Fast Food (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 0,25
		2	0,5
		3	0,75 – 1,5
		4	2 – 10,5
Kartoffeln (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 2,25
		2	2,5 – 3,5
		3	3,75 – 4,75
		4	5 - 23
Süßwaren (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 - 7
		2	8 - 16
		3	16,25 – 25,75
		4	26 – 97,25
Alkohol (Gläser pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 1,25
		2	1,5 – 4,75
		3	5 – 9,25
		4	9,75 – 38,25
Schwarzer Tee/Grüner Tee (Gläser pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	0 – 0,25
		2	1 – 3,5
		3	4 - 13
		4	14 - 48
Fette (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	2,25 – 13,25
		2	14 – 21,5
		3	22 - 31
		4	33 - 61
Obst und Gemüse (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	1,5 – 12,5
		2	12,75 - 19
		3	19,25 - 29
		4	31 - 55
Milchprodukte/Milch (Portionen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	1,75 – 12,5
		2	13,25 – 20,75
		3	21,25 – 31,5
		4	33 - 92
Kartoffeln mit Fett (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert oder dummy-codiert	1	0 – 0,25
		2	0,5 - 1
		3	1,25 - 2
		4	2,25 - 23

**Tabelle 12.7-1: Fortsetzung**

Eier in der Pfanne	dichotom	0	nein
		1	ja
frisches Obst und Gemüse (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert oder dummy-codiert	1	0,75 - 6
		2	6,25 - 10
		3	10,25 - 14,5
		4	14,75 - 42,25
frisches Obst und Gemüse (Portionen pro Woche)	2 Stufen	1	0,75 - 6
			6,25 - 10
		2	10,25 - 14,5
			14,75 - 42,25
Milchprodukte ohne Milch (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	1,25 - 9,75
		2	10 - 14,25
		3	15 - 27,25
		4	28,5 - 81,5
tierisches Fett (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	0 - 1,75
		2	2 - 8
		3	9 - 20
		4	21 - 40
pflanzliches Fett (Portionen pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	0 - 5,75
		2	6 - 8
		3	8,25 - 14
		4	15 - 40
Wein/Sekt (Gläser pro Woche)	2 und 4 Stufen, rangskaliert	1	0 - 0,25
		2	0,75 - 1,75
		3	2 - 3
		4	> 3
Schwarzer Tee (Tassen pro Woche)	4 Stufen, rangskaliert	1	keine
		2	0,25 - 1
		3	1,25 - 6
		4	7 - 49
Grüner Tee (Tassen pro Woche)	3 Stufen, rangskaliert	2	keine
		3	0,25 - 2
		4	3 - 42

**Anmerkung zur Tabelle:** Einige 4-stufige Variablen wurden nachträglich noch einmal dichotomisiert, um die Zellenbesetzung in den Regressionsmodellen zu verbessern. Die zusammengefassten Stufen sind in der Tabelle grau unterlegt.

## 12.8 Zusätzliche Tabellen zu den Regressionsanalysen

### 12.8.1 1-Aminonaphthalin

NA1	Wein und Sekt, Quartile				Gesamt
	1	2	3	4	
<BG	19	10	13	10	52
	36,5%	19,2%	25,0%	19,2%	100%
>BG	3	9	6	7	25
	12,0%	36,0%	24,0%	28,0%	100%
Gesamt	22	19	19	17	77
	28,6%	24,7%	24,7%	22,1%	100%

chi-square  $p=0,108$

NA1	Wein/Sekt dichotom		
	1. Quartil	2.-4. Quartil	
<BG	19	33	52
	36,5%	63,5%	100%
>BG	3	22	25
	12,0%	88,0%	100%
Gesamt	22	55	77
	28,6%	71,4%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p=,032$

NA1	Eier in Pfanne gebraten		Gesamt
	nein	ja	
<BG	43	9	52
	82,7%	17,3%	100%
>BG	16	9	25
	64,0%	36,0%	100%
Gesamt	59	18	77
	76,6%	23,4%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p=,088$

NA1	Fast Food am Median dichotomisiert		Gesamt
	0	1	
<BG	21	31	52
	40,4%	59,6%	100%
>BG	16	9	25
	64,0%	36,0%	100%
Gesamt	37	40	77
	48,1%	51,9%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p=0,067$

**Exkurs:** Alternativ zum Passivrauchindikator wurde mit dem gezeigten Modell noch die dichotomisierte Cotininmenge/24h überprüft. Sie zeigte keinen Zusammenhang zu NA1.

		NA1		Gesamt
		<BG	>BG	
Cotinin	<BG	34	14	48
		65,4%	56,0%	62,3%
	>BG	18	11	29
		34,6%	44,0%	37,7%
Gesamt		52	25	77
		100%	100%	100%

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p=0,460$

## 12.8.2 2-Aminonaphthalin

NA2	städtisches Wohngebiet		Gesamt
	nein	ja	
<BG	15	24	39
	38,5%	61,5%	100%
>BG	20	18	38
	52,6%	47,4%	100%
Gesamt	35	42	77
	45,5%	54,5%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig) nicht sign.

NA2	48h Eier dichotom		Gesamt
	nein	ja	
<BG	29	10	39
	74,4%	25,6%	100%
>BG	23	15	38
	60,5%	39,5%	100%
Gesamt	52	25	77
	67,5%	32,5%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig) nicht sign.

NA2	Augenschminke		Gesamt
	nein	ja	
<BG	27	12	39
	69,2%	30,8%	100%
>BG	16	22	38
	42,1%	57,9%	100%
Gesamt	43	34	77
	55,8%	44,2%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p = ,022$

NA2	Frisches Obst/Gemüse, Quartile				Gesamt
	1	2	3	4	
<BG	13	10	9	7	39
	33,3%	25,6%	23,1%	17,9%	100%
>BG	7	7	11	13	38
	18,4%	18,4%	28,9%	34,2%	100%
Gesamt	20	17	20	20	77
	26,0%	22,1%	26,0%	26,0%	100%

Chi-square-Test nicht signifikant

NA2	Frisches Obst/Gemüse am Median dichotomisiert		Gesamt
	0	1	
<BG	23	16	39
	59,0%	41,0%	100%
>BG	14	24	38
	36,8%	63,2%	100%
Gesamt	37	40	77
	48,1%	51,9%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p = ,069$

NA2	Eier in Pfanne gebraten		Gesamt
	nein	ja	
<BG	32	7	39
	82,1%	17,9%	100%
>BG	27	11	38
	71,1%	28,9%	100%
Gesamt	59	18	77
	76,6%	23,4%	100%

Exakter Test nach Fisher (2-seitig) nicht sign.

		NA2		Gesamt
		<BG	>BG	
Cotinin	<BG	21	27	48
		53,8%	71,1%	62,3%
	>BG	18	11	29
		46,2%	28,9%	37,7%
Gesamt		39	38	77
		100%	100%	100%

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p = 0,159$

## 12.8.3 Summe Aminonaphthaline

Summe NA	Passivrauchen			Gesamt
	0	1	2	
<BG	23	12	3	38
	60,5%	31,6%	7,9%	100%
>BG	21	13	5	39
	53,8%	33,3%	12,8%	100%
Gesamt	44	25	8	77
	57,1%	32,5%	10,4%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

Summe NA	Frisches Obst/Gemüse dichotom		Gesamt
	1. Quartil	2.-4.Quartil	
<BG	14	24	38
	36,8%	63,2%	100%
>BG	6	33	39
	15,4%	84,6%	100%
Gesamt	20	57	77
	26,0%	74,0%	100%

Exakter Test nach Fisher Exakte Signifikanz (2-seitig)  $p=0,04$

Summe NA	Eier in Pfanne gebraten		Gesamt
	0	1	
<BG	31	7	38
	81,6%	18,4%	100%
>BG	28	11	39
	71,8%	28,2%	100%
Gesamt	59	18	77
	76,6%	23,4%	100%

Exakter Test nach Fisher nicht signifikant

		Summe NA		Gesamt
		< Median	>Median	
Cotinin	<BG	23	25	48
		60,5%	64,1%	62,3%
	>BG	15	14	29
		39,5%	35,9%	37,7%
Gesamt		38	39	77

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p= 0,816$

#### 12.8.4 2-Aminobiphenyl

BI2	Teilnahme am Verkehr				Gesamt
	1 <0,5 h	2 0,5- <1h	3 1- <2h	4 >= 2h	
<Median	7	17	10	4	38
	18,4%	44,7%	26,3%	10,5%	100%
>Median	4	11	15	9	39
	10,3%	28,2%	38,5%	23,1%	100%
Gesamt	11	28	25	13	77
	14,3%	36,4%	32,5%	16,9%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

BI2	Verkehrsteilnahme am Median dichotomisiert		Gesamt
	0	1	
<Median	24	14	38
	63,2%	36,8%	100%
>Median	15	24	39
	38,5%	61,5%	100%
Gesamt	39	38	77
	50,6%	49,4%	100%

Exakter Test nach Fisher Exakte Signifikanz (2-seitig)  $p=0,041$



BI2	Sportstunden 4stufig				Gesamt
	0	1	2	3	
<Median	3	10	15	9	37
	8,1%	27,0%	40,5%	24,3%	100%
>Median	12	8	8	10	38
	31,6%	21,1%	21,1%	26,3%	100%
Gesamt	15	18	23	19	75
	20,0%	24,0%	30,7%	25,3%	100%

Chi-quadrat-Test (2-seitig)  $p=0,05$

		2-Aminobiphenyl		Gesamt
		< Median	>Median	
Cotinin	<BG	25	23	48
		65,8%	59,0%	62,3%
	>BG	13	16	29
		34,2%	41,0%	37,7%
Gesamt		38	39	77
		100%	100%	100%

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p= 0,640$

### 12.8.5 4-Aminobiphenyl

BI4	Passivrauchen (3-stufig)			Gesamt
	0	1	2	
<BG	25	13	0	38
	65,8%	34,2%		100%
>BG	19	12	8	39
	48,7%	30,8%	20,5%	100%
Gesamt	44	25	8	77
	57,1%	32,5%	10,4%	100%

Chi-Quadrat-Test  $p=0,012$

BI4	Sportstunden (4stufig)				Gesamt
	0	1	2	3	
<BG	10	11	9	7	37
	27,0%	29,7%	24,3%	18,9%	100%
>BG	5	7	14	12	38
	13,2%	18,4%	36,8%	31,6%	100%
Gesamt	15	18	23	19	75
	20,0%	24,0%	30,7%	25,3%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

BI4	Biozide vor Tagen (dichotom)		Gesamt
	nein	ja	
<BG	32	6	38
	84,2%	15,8%	100%
>BG	30	9	39
	76,9%	23,1%	100%
Gesamt	62	15	77
	80,5%	19,5%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

BI4	Kfz-Betrieb in Wohnumgebung		Gesamt
	nein	ja	
<BG	15	23	38
	39,5%	60,5%	100%
>BG	15	24	39
	38,5%	61,5%	100%
Gesamt	30	47	77
	39,0%	61,0%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

BI4	Fast-Food, Quartile				Gesamt
	1	2	3	4	
<BG	12	11	7	8	38
	31,6%	28,9%	18,4%	21,1%	100%
>BG	10	4	18	7	39
	25,6%	10,3%	46,2%	17,9%	100%
Gesamt	22	15	25	15	77
	28,6%	19,5%	32,5%	19,5%	100%

Chi-Quadrat-Test p = 0,039

## 12.8.6 Summe Aminobiphenyle

		4-Aminobiphenyl		Gesamt
		<BG	>BG	
Cotinin	<BG	20	28	48
		52,6%	71,8%	62,3%
	>BG	18	11	29
		47,4%	28,2%	37,7%
Gesamt		38	39	77
		100%	100%	100%

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig) p= 0,103

Summe Aminobiphenyle	Alter in Klassen					Gesamt
	1 <25	2 25-<35	3 35-<45	4 45-<55	5 55-<65	
<Median	6	8	8	4	10	36
	16,7%	22,2%	22,2%	11,1%	27,8%	100%
>Median	7	13	6	8	3	37
	18,9%	35,1%	16,2%	21,6%	8,1%	100%
Gesamt	13	21	14	12	13	73
	17,8%	28,8%	19,2%	16,4%	17,8%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

Summe Aminobiphenyle	Teilnahme am Verkehr (4-stufig)				Gesamt
	1 <0,5 h	2 0,5- <1h	3 1- <2h	4 >= 2h	
<Median	7	17	10	4	38
	18,4%	44,7%	26,3%	10,5%	100%
>Median	4	11	15	9	39
	10,3%	28,2%	38,5%	23,1%	100%
Gesamt	11	28	25	13	77
	14,3%	36,4%	32,5%	16,9%	100%

Chi-Quadrat-Test nicht signifikant

Summe Aminobiphenyle	Verkehrsteilnahme (dichotom)		Gesamt
	0	1	
<Median	24	14	38
	63,2%	36,8%	100%
>Median	15	24	39
	38,5%	61,5%	100%
Gesamt	39	38	77
	50,6%	49,4%	100%

Fisher's Exakt-Test  $p = 0,03$

Summe Aminobiphenyle	Kfz-Betrieb in Wohnumgebung		Gesamt
	0	1	
<Median	17	21	38
	44,7%	55,3%	100%
>Median	13	26	39
	33,3%	66,7%	100%
Gesamt	30	47	77
	39,0%	61,0%	100%

Fisher's Exakt-Test nicht signifikant

		Summe Aminobiphenyle		Gesamt
		<BG	>BG	
Cotinin	<BG	26	22	48
		68,4%	56,4%	62,3%
	>BG	12	17	29
		31,6%	43,6%	37,7%
Gesamt		38	39	77
		100%	100%	100%

Chi-Quadrat-Tests Exakter Test nach Fisher (2-seitig)  $p = 0,349$

## 12.9 Ausgewählte Ernährungsprotokolle

**Tabelle 12.9-1: Ernährungsprotokoll ID 15**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Vollkornbrot Knäckebrot Reis	Vollkornbrot Knäckebrot Reis	Vollkornbrot Knäckebrot Reis Mischbrot	Vollkornbrot Knäckebrot Reis Nudeln Brezel
2 Fleisch	Putenwurst Rindfleisch	Putenwurst Rindfleisch	Rindfleisch Leberwurst	Putenschnitzel Salami
3 Fisch				
4 tierisches Fett				
5 pflanzliches Fett	Olivenöl Pflanzenöl	Margarine Olivenöl	Margarine Olivenöl	Margarine Olivenöl
6 Süßwaren	Waffeln Lebkuchen Gummibärchen	Waffeln Gummibärchen Marmelade	Waffeln Gummibärchen Marmelade Butterkeks	Waffeln Lebkuchen Marmelade
7 Milchprodukte, fest		Frischkäse	Frischkäse	
8 Milchprodukte, flüssig	Milch 1,5% saurer Rahm	Milch 1,5%	Milch 1,5%	Joghurt Milch 1,5%
9 Kartoffeln	Knödel			Salzkartoffeln
10 Salat + Gemüse	Karotten Austernpilze Blaukraut Endiviensalat Tomaten	Sprossen Tomaten Endiviensalat Karotten Austernpilze	Tomaten Blaukraut Eisbergsalat	Karotten
11 Obst	Mandarinen Äpfel	Mandarinen Äpfel	Mandarinen Äpfel	Äpfel Orange
12 Eier				
13 Fast Food				
14 restliche Nahrungsmittel	Süßstoff Essig	Balsamico- Essig Jodsalz Lauchsuppe	Rotweinessig Kohlsuppe	Kohlsuppe
15 Getränke	Kaffee O-Saft Früchtetee Mineralwasser	Kaffee Früchtetee Mineralwasser	Kaffee Apfelsaft Früchtetee Mineralwasser	Kaffee Früchtetee Mineralwasser

**Tabelle 12.9-2: Ernährungsprotokoll ID 16**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Haferflocken Matzen	Haferflocken Brot	Haferflocken Brot Reiswaffel Matzen Dinkelküchlein	Dinkelküchlein Brot Reiswaffeln
2 Fleisch	Tafelspitz	Tafelspitz Leberwurst gebraten		
3 Fisch				
4 tierisches Fett			Butter	Butter
5 pflanzliches Fett			Olivenöl	
6 Süßwaren	Honig Muffin Lebkuchen	Honig Muffin	Honig Schokoriegel Lebkuchenherzen	Marmelade Pflaumenkompott Zimtucker
7 Milchprodukte, fest		Milchreis	Frischkäse Gouda	Schmelzkäse Milchreis
8 Milchprodukte, flüssig	Joghurt pur Milch	Vanille-Joghurt Milch	Joghurt pur Joghurt Milch	Sahne
9 Kartoffeln		Pellkartoffeln		
10 Salat und Gemüse		Sauerkraut	Tomaten gemischter Salat	Zucchini Salat
11 Obst	Apfel Datteln	Apfel Datteln	Banane Mandarine Zitrone	Trauben
12 Eier				
13 Fast Food				
14 restliche Nahrungsmittel	Rindssuppe mit Nudeln	Rindssuppe mit Nudeln	Salz	
15 Getränke	Wasser O-Saft	Tee Johannisbeersaft Wasser Kaffee	Balsamessig Kaffee Wasser Pfefferminztee Johannisbeersaft	Johannisbeersaft Pfefferminztee Wasser Kaffee

**Tabelle 12.9-3: Ernährungsprotokoll ID 53**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Brot	Butterbrezel Ciabatta- Semmel Brezel	Butterbrezel  Toast	Butterbrezel  Käsebrezel Spaghetti Toast Schweinelende
2 Fleisch	Paprika-Lyoner Gelbwurst Lamm	Bratwurst		
3 Fisch				Krabben
4 tierisches Fett	Butter	Kräuterbutter	Kräuterbutter	Butter
5 pflanzliches Fett	Olivenöl	Olivenöl	Distelöl	
6 Süßwaren	Nusszopf Schokolebkuchen	Apfeltasche Salbei-Bonbon	Apfeltasche Kirschtasche Schokokeks Camembert	
7 Milchprodukte, fest	Gorgonzola Hartkäse	Mozarella Emmentaler		Käse
8 Milchprodukte, flüssig	Joghurt mit Quark kaffeehaltiges Kakao-Milch- Getränk		Joghurt	Waldfruchtjoghurt
9 Kartoffeln	Rosmarinkartoffeln	Bratkartoffeln Pommes frites		Joghurtdressing Kroketten
10 Salat und Gemüse		Salat Rotkohl		Pilze Karotten Salat
11 Obst	Birne Mandarine Banane Apfelkompott	Äpfel	Kiwi	
12 Eier	weichgekochtes Ei		Spiegelei	weichgekochtes Ei
13 Fast Food			Pizza	
14 restliche Nahrungsmittel	Rotweinsoße Käsestangen Walnüsse	Soße		Bolognese-Soße
15 Getränke	O-Saft Apfelsaft Wasser Bier Rotwein	Kaffee Apfelschorle Wasser Apfelsaft Gin Fizz Bier	Wasser Apfelsaft Schnaps	Apfelsaft Leitungswasser Cappuccino Apfelschorle

**Tabelle 12.9-4: Ernährungsprotokoll ID 13**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Vollkorntoast	Vollkorntoast Mischbrot	Vollkornbrot Spätzle Brezel	Vollkornbrot Semmel Sonnenblumenbrot
2 Fleisch	Putenschnitzel natur	Gyros	Teewurst Weißwurst	Leberkäse Kalbfleischwurst Leberwurst
3 Fisch				
4 tierisches Fett				
5 pflanzliches Fett	Margarine leicht Olivenöl	Margarine leicht Olivenöl Johannisbeergelee	Margarine leicht Olivenöl	Margarine leicht Sonnenblumenöl
6 Süßwaren	Johannisbeergelee Schokoladen- lebkuchen	e Dominosteine	Johannisbeergelee Dominosteine Heidelbeer marmelade Donauwellen geriebener Emmentaler	Quittengelee Mandel-Schoko- Riegel
7 Milchprodukte, fest		eingelegter Schafskäse Frischkäse mit Schnittlauch		
8 Milchprodukte, flüssig		Tsaziki		
9 Kartoffeln				Salzkartoffeln
10 Salat und Gemüse	Eisbergsalat Buttergemüse	Eichblattsalat Tomaten	Endiviensalat Tomaten Zwiebeln gebraten	Rahmspinat Essiggurken
11 Obst	Apfel	Birne Apfel	Birne Clementine	Clementinen
12 Eier				Spiegeleier
13 Fast Food	Vierkäse Pizza			
14 restliche Nahrungsmittel			süßer Senf	
15 Getränke	Schwarzer Tee mit Zitrone Apfelschorle Leitungswasser	Schwarzer Tee mit Zitrone Apfelschorle Rotbuschtee	Schwarzer Tee mit Zitrone Apfelschorle Waldbeerentee	Schwarzer Tee mit Zitrone Apfelschorle Leitungswasser Waldbeerentee Orangensaft- schorle

**Tabelle 12.9-5: Ernährungsprotokoll ID 72**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Müsli Vollkornbrot	Müsli Brezel	Vollkornbrot	Vollkornbrot Brezel
2 Fleisch	Roulade	Wiener	Weißwürste	Salami Leberspätzle Kalbsleberwurst
3 Fisch		Heringsfilet mit Tomatensoße		
4 tierisches Fett				
5 pflanzliches Fett	Olivenöl			
6 Süßwaren	Apfelkuchen	Hanuta	Kekse Toblerone Brunch	Marmorkuchen Kekse
7 Milchprodukte, fest	Hüttenkäse		Brotaufstrich	
8 Milchprodukte, flüssig	Milch 1,5%	Diät-Joghurt Milch 1,5% Erdbeermilch Aktimel	Kondensmilch Bananenjoghurt	Kondensmilch Fruchtjoghurt Aktimel Milch 1,5%
9 Kartoffeln	Püree			
10 Salat und Gemüse	Rotkraut Tomate	rote Paprika gelbe Paprika Tomate		Suppengemüse
11 Obst	Aprikosen	Apfel		Äpfel
12 Eier				
13 Fast Food				
14 restliche Nahrungsmittel	Spargelsuppe	süßer Senf		Gemüsebrühe
15 Getränke	Kaffee Wasser Kefir roter Tee	Vitalgetränk Zitronensaft Magnesium-Brause	Kaffee Vitalgetränk Diätmolke Früchtetee Zitronensaft	Vitalgetränk Kaffee Wasser roter Tee



**Tabelle 12.9-6: Ernährungsprotokoll ID 10**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Roggenbrötchen	Roggenbrot	Brötchen	Maiskörner-Snacks
2 Fleisch	Salami, leicht	Mischbrot	Vollkornsemmel	Brot
3 Fisch				Schweinebraten
4 tierisches Fett	Butter			Blutwurst
5 pflanzliches Fett				Leberwurst
6 Süßwaren	Hefekuchen	Hefekuchen	Apfel-Streusel-Kuchen	Kalbswurst
7 Milchprodukte, fest	Frischkäse mit Schnittlauch	Topfenstrudel Frischkäse mit Schnittlauch	Käse 17%	Apfel-Zimt-Creme
8 Milchprodukte, flüssig		Gouda 48%	Frischkäse	
9 Kartoffeln		Pfirsich-Maracuja	Pfirsich-Maracuja	Milch 1,5%
10 Salat und Gemüse		Joghurt	Joghurt	Salzkartoffeln
11 Obst	Äpfel	Apfel	Gurke	
12 Eier	gekochtes Ei		Tomate	Apfelmus
13 Fast Food				
14 restliche Nahrungsmittel	Kartoffel-Kürbis-Auflauf			
15 Getränke	Schwarzer Tee	Schonkaffee	Kräutertee	Apfelschorle
	helles Bier	Cappuccino	Kaffee	Williamsbirne
		Espresso	Wasser	helles Bier
		Apfelsaft		

**Tabelle 12.9-7: Ernährungsprotokoll ID 34**

	Tag 0	Tag 1	Tag 2	Tag 3
1 Getreideprodukte	Toastbrot	Brot	Brot	Krustensemmel
2 Fleisch	Leberkäse Hackfleisch	Hackfleisch Steak	Spaghetti Leberkäse	Spaghetti
3 Fisch				Thunfischsalat
4 tierisches Fett	Butter		Butter	
5 pflanzliches Fett				
6 Süßwaren	Corny Schokoriegel	Cocos-Vanille- Trüffel Mignon-Waffeln Schoko-Muffins	Cocos-Vanille- Trüffel Snickers	
7 Milchprodukte, fest				
8 Milchprodukte, flüssig				Sahnejoghurt
9 Kartoffeln	Kartoffeln gekocht	Salzkartoffeln		
10 Salat + Gemüse	gemischter Salat Paprika	Rosenkohl Paprika Apfel	Essiggurke	
11 Obst				
12 Eier	Hühnerei Schinken- Champignon-Pizza			
13 Fast Food				
14 restliche Nahrungsmittel				
15 Getränke	O-Saft Powerade Mineralwasser Ramazotti Rotwein Espresso	Kaffee Wasser Leitungswasser Weißbier	Tomatensoße Kaffee Latte Macchiato Wasser Leitungswasser	Tomatensoße Latte Macchiato Kaffee Leitungswasser Cola Wasser