

## Entgiftung und Entschlackung

### 1. Allgemeines

Damit der menschliche Organismus einwandfrei funktioniert, laufen nahezu ununterbrochen biochemische Stoffwechselläufe im Körper ab. Das bedeutet, dass definierte Ausgangsprodukte in z.T. komplexen chemischen Prozessen in ebenso definierte Endprodukte umgewandelt werden. Als Ausgangsprodukte dienen Nahrungsmittel, Kosmetika, Arzneistoffe, Chemikalien oder Produkte aus der Umwelt, die in den menschlichen Körper gelangen. Ziel der Stoffwechselprozesse ist es, mit den zugeführten Produkten die Energie zu gewinnen, die für die Aufrechterhaltung lebenswichtiger Prozesse notwendig ist. Die Endprodukte dienen entweder als Intermediate für weitere Stoffwechselläufe bzw. zum Aufbau komplexer organischer Moleküle, z.B. Hormone, Enzyme, Proteine usw. Sind die Endprodukte verbraucht und nicht „wiederverwendbar“, so versucht der Körper, die Substanzen auszuscheiden. Dieser Vorgang wird als Entgiftung bzw. Entschlackung bezeichnet.

Hydrophile Substanzen lassen sich leicht über die Nieren oder die Galle eliminieren, lipophile hingegen nur schwer, da sie oft nach der glomerulären Filtration weitestgehend zurückresorbiert werden, d.h. eine renale Ausscheidung verläuft nur sehr langsam. Damit besteht die Gefahr, dass sich derartige Stoffe im Laufe der Zeit im Fettgewebe des Körpers akkumulieren. Zwar besitzt der Organismus Enzyme, die lipophile Substanzen in hydrophile umwandeln können – eine sogenannte Biotransformation – allerdings verlaufen derartige Reaktionen nur langsam.

Hauptort der Biotransformation ist die Leber, in untergeordnetem Maße auch Darm (Darmflora), Milz, Niere, Blut, Haut oder Lunge. Die beteiligten Enzyme liegen in zwei Kategorien vor: Strukturgebunden in den Membranen des endoplasmatischen Retikulums sind Glucuronyltransferasen oder Monooxygenasen, strukturungebunden (und damit löslich) sind Amidasen, Esterasen und Sulfotransferasen. Nahezu alle derartigen Enzyme sind substratspezifisch, können also Moleküle unterschiedlicher Struktur angreifen. Die wichtigsten Abläufe im Rahmen einer Entgiftung sind im folgenden Schema zusammengefasst. Zu beachten ist, dass die Akkumulation im Fettgewebe, die kovalente Bindung im Gewebe sowie die Reaktionen der Phase I und II intrazelluläre Prozesse darstellen.

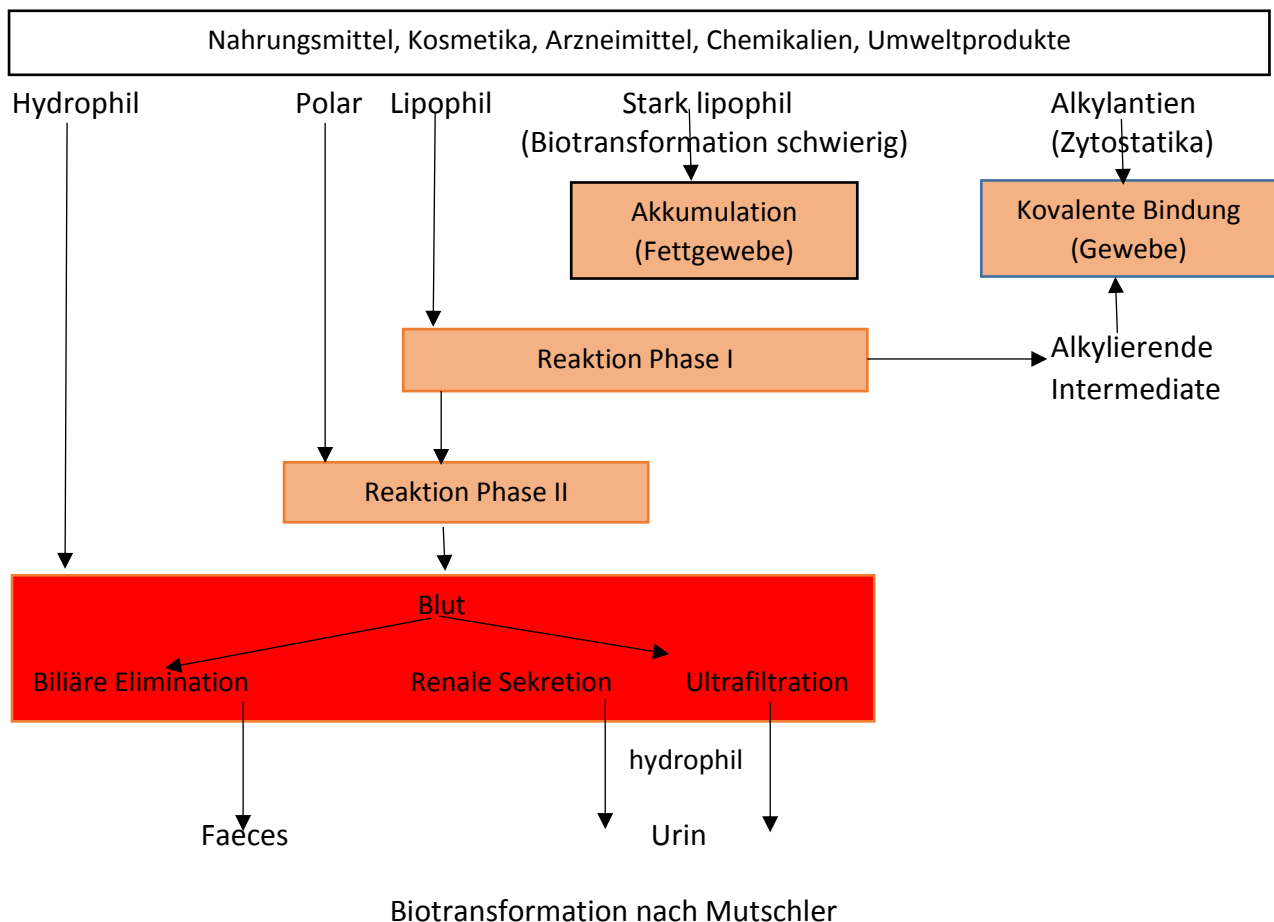
Ziel einer Entgiftung ist es demnach stets, aufgenommene Substanzen und Moleküle wasserlöslich zu machen, um sie anschließend leicht ausscheiden zu können.

Aufgenommene hydrophile Moleküle müssen nicht biotransformiert, sondern können direkt eliminiert werden.

Zu beachten sind noch zwei Besonderheiten:

**Enterohepatischer Kreislauf:** Biliär eliminierte Schadstoffe mit den Faeces können nach Bildung hydrolysierten Konjugate manchmal rückresorbiert werden, das ist z.B. bei dem Herzglycosid Digoxin der Fall, was dessen lange Wirkungsdauer von bis zu 20 Tagen erklärt. Zum Vergleich: Die chemisch ähnlichen Moleküle Digoxin und k-Strophanthin haben eine Wirkungsdauer von 6-8 Tagen bzw. 1-2 Tagen.

**Tubuläre Rückresorptionen** sind auch in der Niere aus dem Urin möglich, z.B. bei Aminosäuren, Elektrolyten und Glucose, die zu wertvoll sind, um ausgeschieden zu werden.



## 2. Reaktionen der Phase I

Wie im Schema zu erkennen, verläuft eine Biotransformation lipophiler Substanzen in zwei Phasen ab. Als Reaktionen der Phase I gelten dabei alle chemischen Prozesse, bei denen das lipophile Molekül einer Oxidation, Reduktion oder hydrolytischen Spaltung unterworfen wird. In Reaktionen der Phase II erfolgt eine Konjugation der Moleküle aus Phase I mit bestimmten körpereigenen Substanzen. Häufig stellen die Reaktionen aus Phase I eine zwingende Voraussetzung für Kopplungsreaktionen der Phase II dar.

### 1) Oxidation:

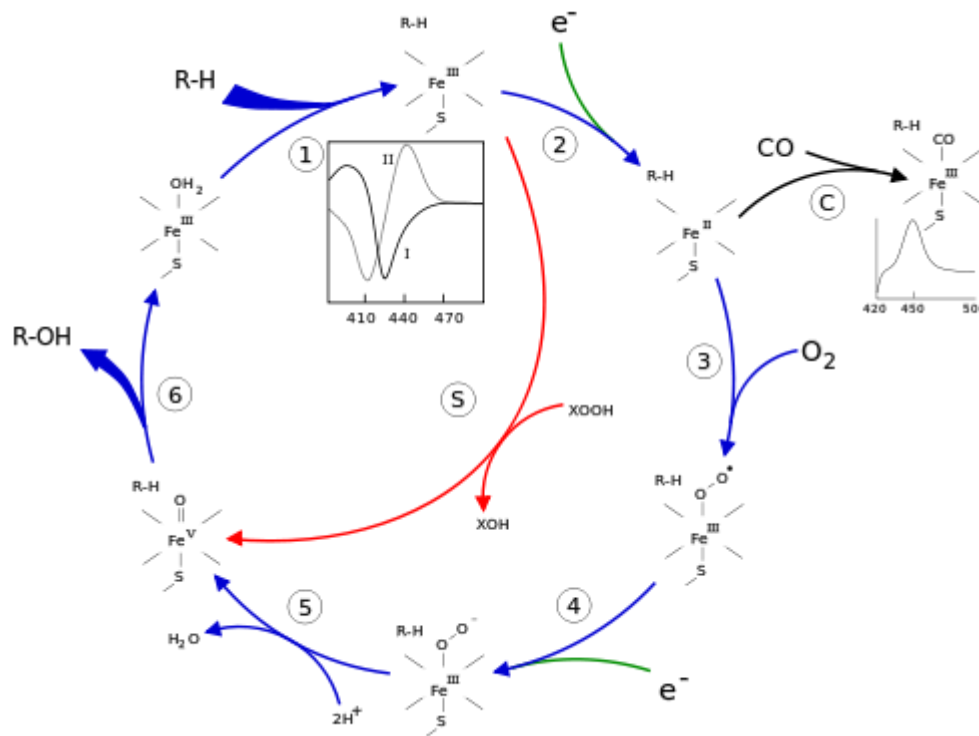
Oxidationsreaktionen werden im Körper entweder mit Oxidasen oder Monooxygenasen durchgeführt.

Bei Oxidasen erfolgt eine Oxidation des Substrats durch Entzug von Wasserstoff bzw. Elektronen, z.B. bei der Oxidation von Alkoholen mittels des Enzyms Alkoholdehydrogenase. Mikrosomale Monooxygenasen gehören zu den mischfunktionellen Oxygenasen, d.h. sie entziehen kein Wasserstoffatom, sondern fügen ein Sauerstoffmolekül in das zu oxidierende Substrat ein. Von besonderer Bedeutung sind dabei die beiden Hämproteine Cytochrom P-450 und Cytochrom P-448: Ein lipophiles Substrat (R-H) als zu oxidierendes Molekül wird an das Cytochrom mit dreiwertigem Eisen gebunden. Durch die NADPH-Cytochrom P-450-Reduktase wird das Zentralatom zu zweiwertigem Eisen reduziert. In diesem Zustand bindet der Komplex molekularen Sauerstoff (O<sub>2</sub>). (Im Falle einer Kohlenmonoxidvergiftung wird statt Sauerstoff CO irreversibel an Eisen gebunden. Der dabei entstehende Komplex hat ein UV-Maximum bei 450 nm und dem Cytochrom P-450 seinen Namen gegeben). Nach Bindung des Sauerstoffs wird ein weiteres Elektron auf das Eisen übertragen, welches dadurch wieder

zweiwertig wird. Unter Einwirkung von NADH plus  $H^+$  entsteht anschließend das oxidierte Substrat (R-OH), Wasser und das Ausgangsmolekül Cytochrom P-450, das wiederverwendet werden kann. Der Reaktionszyklus ist damit geschlossen.

Wird das Elektron nicht auf das dreiwertige Eisen übertragen, sondern auf den Sauerstoff, so kann es zur Abspaltung von Wasserstoffperoxid  $H_2O_2$  kommen (oxidativer Stress).

Die folgende Grafik möge das Prinzip der Oxidation mittels Monoxygenasen verdeutlichen:



Quelle: Richfield, David. "Medical gallery of David Richfield 2014". *Wikiversity Journal of Medicine* 1 (2). ISSN 2001-8762.

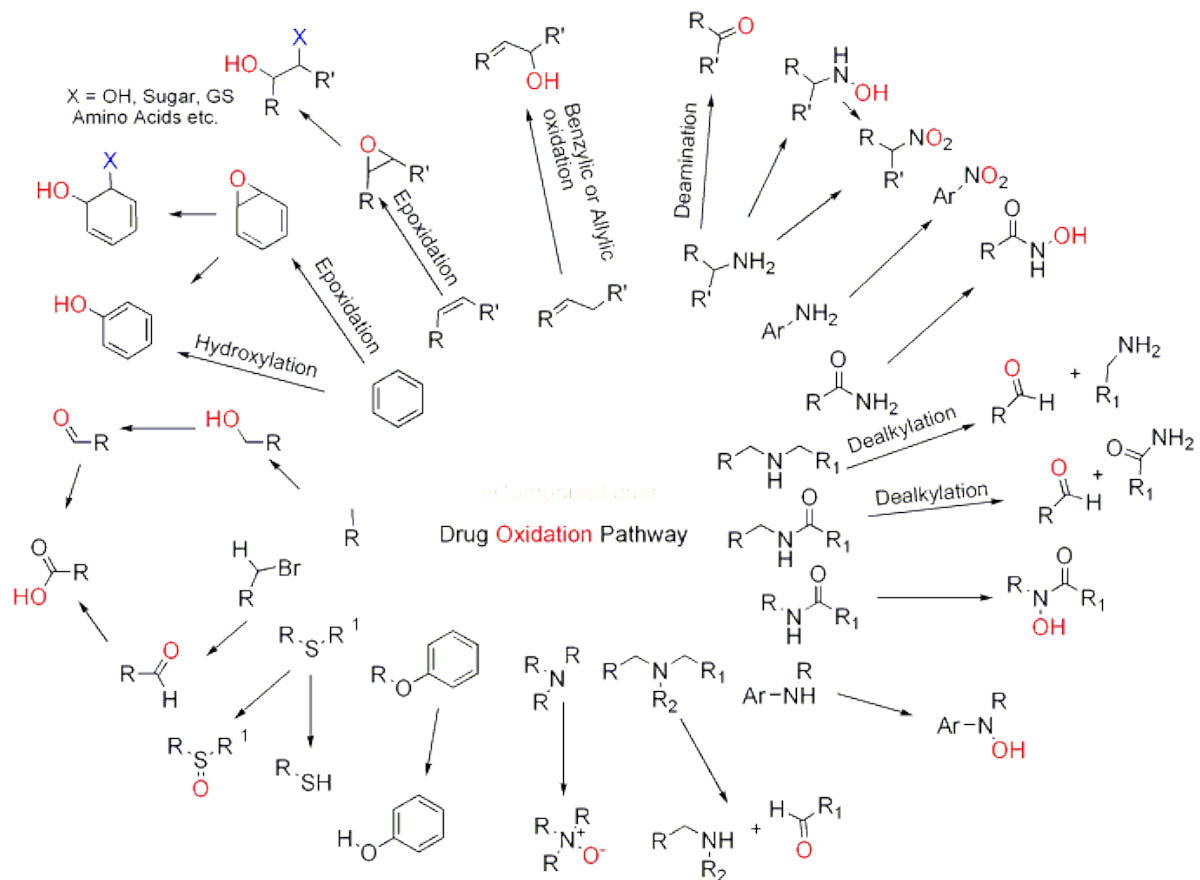
Der abgebildete Reaktionszyklus beschreibt eine „normale“ Oxidation ohne Nebenreaktionen. Es ist offensichtlich, dass bei Anwesenheit von Fremdstoffen, die ebenfalls eine Affinität zu den Cytochromen haben, Begleitreaktionen auftreten, die zur Entstehung schädlicher Moleküle führen können. Außerdem ist eine Enzyminduktion möglich. Bisher ist noch nicht einwandfrei geklärt, wie viele Monoxygenasen es gibt. Neben Cytochrom P-450 und Cytochrom P-448 sind noch mindestens 12 weitere Enzymkomplexe bekannt, die sich in ihrer Molmasse, der räumlichen Struktur und der Substratspezifität unterscheiden.

Cytochromhaltige Monoxygenasen katalysieren die aliphatische und aromatische Hydroxylierung, die oxidative Desalkylierung von S-, O- und N-Alkylverbindungen, die oxidative Desaminierung, die Oxidation von Thioethern zu Sulfoxiden und von Aminen zu Hydroxylaminen sowie die Epoxidierung von Doppelbindungen, sei es in Aromaten oder Olefinen.

Weitere oxidierende Enzyme sind:

- 1) Monoaminoxidase, die Catecholamine oxidiert
- 2) Alkoholdehydrogenase, die Alkohole in Aldehyde überführt
- 3) Aldehyd-Oxidase, die Aldehyde zu Carbonsäuren oxidiert
- 4) N-Oxidase, die sekundäre Amine in Hydroxylamine und tertiäre Amine in N-Oxide transferiert (ohne Cytochrom-Monoxygenase).

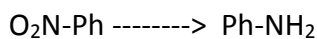
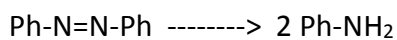
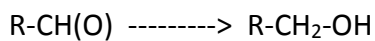
## Beispiele für typische Oxidationsreaktionen der Phase I



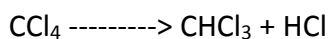
Quelle: <http://cenblog.org/terra-sigillata/2012/10/24/well-how-did-i-get-here-chemcoach-carnival/>

## 2) Reduktion:

Im Vergleich zu Oxidationen spielen Reduktionsreaktionen bei der Biotransformation nur eine untergeordnete Rolle.



Beispiele sind die Reduktion von Carbonylverbindungen zu Alkoholen, die reduktive Spaltung von Azoverbindungen zu Anilin und seinen Derivaten. Bedeutsam ist auch die Reduktion von Nitroverbindungen zu Aminen. Von toxikologischer Relevanz ist die reduktive Dehalogenierung von Tetrachlorkohlenstoff zu kancerogenem Chloroform.



## 3) Hydrolyse:

Wichtige Reaktionen sind insbesondere

1) Die Hydrolyse von Estern zu Carbonsäuren und Amiden zu Aminen. Die Spaltung beider Produktgruppen erfolgt durch die gleichen Enzyme Esterasen bzw. Amidasen, allerdings

werden Ester schneller gespalten.

2) Die Umwandlung von Epoxiden durch Epoxidhydrolasen in vicinale Dirole

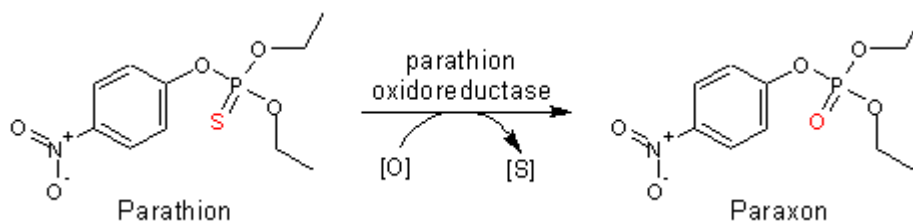
3) Die Hydrolyse von Acetalen durch Glycosidasen.

### Biotoxifizierung

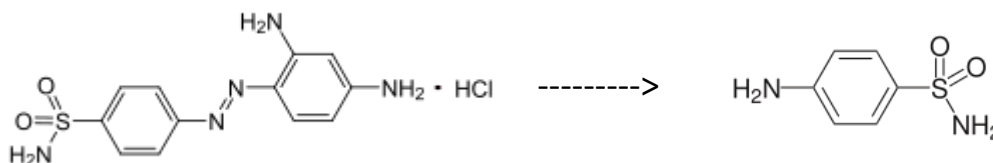
Alle Biotransformationen der Phase I führen zu deutlichen Veränderungen des Ausgangsmoleküls und zu einer Erhöhung der Hydrophilie, aber nicht zwangsläufig zu einer Verminderung der Toxizität. Es kann durchaus passieren, dass eine Ausgangsverbindung erst durch eine Reaktion der Phase I hochaktiv oder sogar toxisch wird.

Folgende Fälle mögen diese Problematik verdeutlichen:

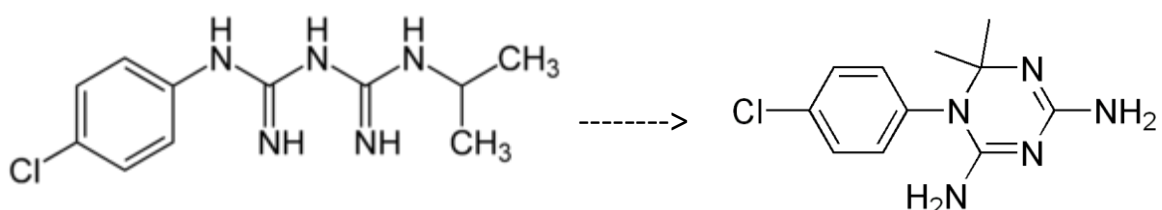
- Ein Beispiel ist Parathion, das als „Schwiegermuttergift“ E605 bekannt wurde. Die ungiftige Substanz wird oxidiert, d.h. der Schwefel wird gegen ein Sauerstoffatom ausgetauscht, und in Paraoxon umgewandelt. Diese Substanz heißt auch E600 und ist der eigentliche Giftstoff, der das Enzym Acetylcholinesterase im ZNS irreversibel hemmt. Das Insektizid Parathion wird durch diese Oxidation zum tödlichen Nervengift E600.



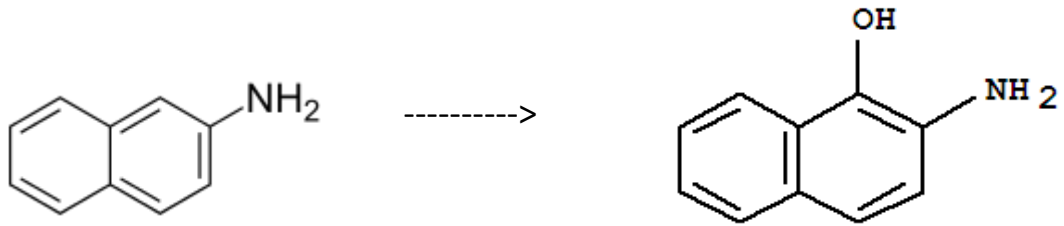
- Das nur in vivo antibakterielle Sulfachrysoidin (Prontosil®) wird durch Reduktionsprozesse in Sulfanilamid (Prontalbin®) umgewandelt, das in vivo und in vitro antibakterielle Aktivität zeigt.



- Proguanil (Paludrine®) wird als Mittel zur oralen Malariaprophylaxe eingesetzt. Erst nach einer Biotransformation der Phase I wird in der Leber daraus der aktive Metabolit Cycloguanil, der das Enzym Dihydrofolatreduktase des Erregers Plasmodium falciparum hemmt.



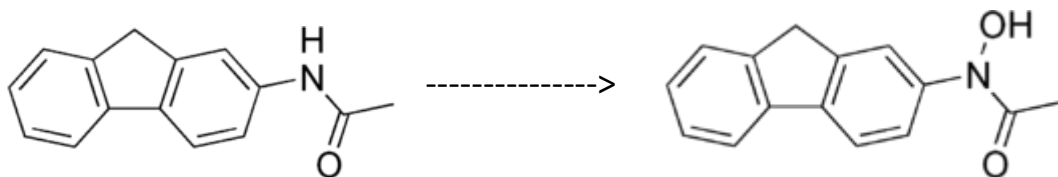
- Das präkanzerogene  $\beta$ -Naphthylamin wird durch Oxidation am Aromaten in  $\alpha$ -Hydroxy- $\beta$ -Naphthylamin, einem sehr starken Kanzerogen, umgewandelt.



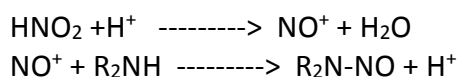
- Das nierenschädigende Phenacetin wird in einer Phase I-Reaktion in das Analgetikum Paracetamol transformiert



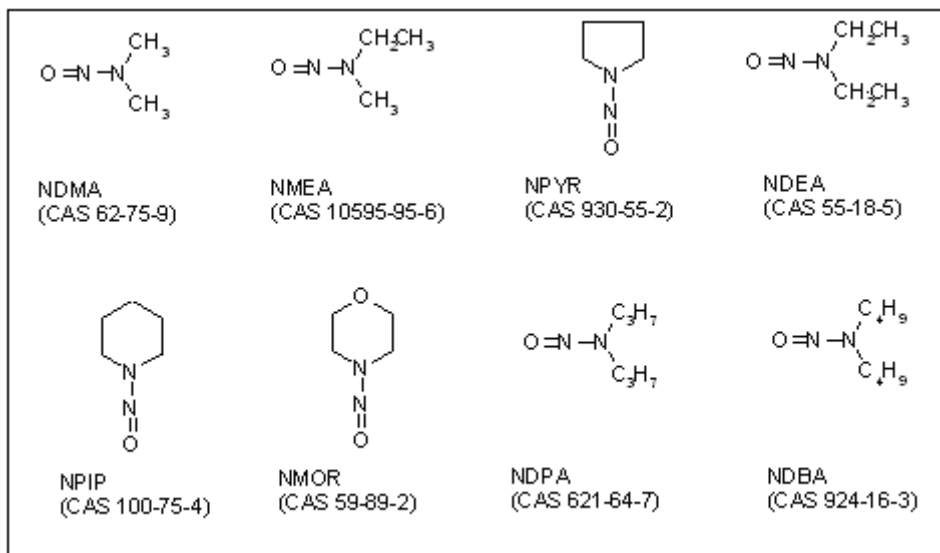
- Das präkanzerogene 2-Acetyl-aminofluoren wird in das hochkanzerogene 2-(N-hydroxy-acetyl)-aminofluoren umgewandelt



- Eine weitverbreitete Toxingruppe sind die Nitrosamine, die in Kosmetika und mit Nitritpökelsalz behandelten Lebensmitteln vorkommen. Nitrosamine entstehen durch Reaktion nitrosierender Agentien, z.B. Salpetrige Säure, Stickstoffoxide usw. aus Aminen. Sie werden vor allem im sauren Milieu, wie es etwa im menschlichen Magen herrscht, gebildet. Nitrit bildet im Säuren zunächst  $\text{HNO}_2$ . Diese spaltet sich nach erneuter Protonierung in ein Nitrosyl-Kation ( $\text{NO}^+$ ) und Wasser auf. Das Nitrosyl-Kation reagiert mit einem Amin zum Nitrosamin weiter:

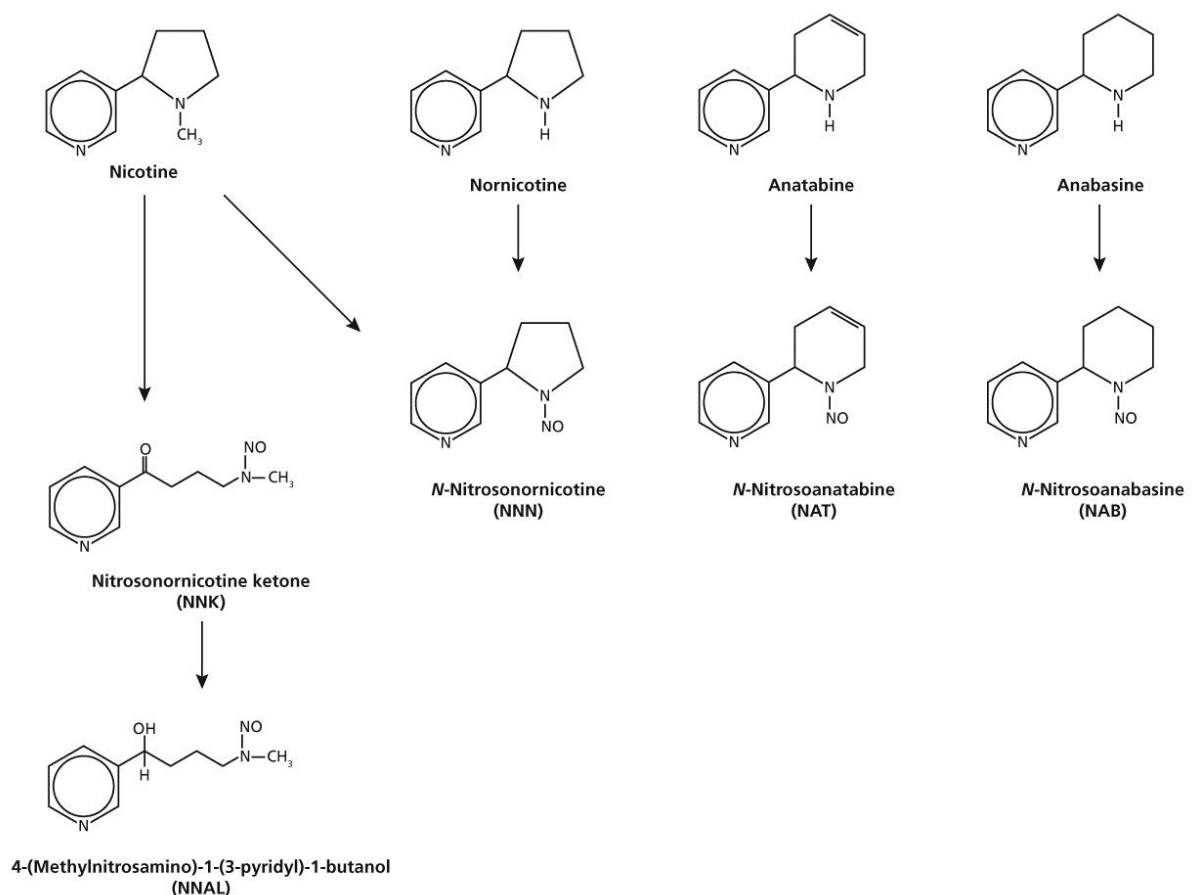


In folgender Übersicht sind einige typische Nitrosamine enthalten, die insbesondere in Lebensmitteln vorkommen können:



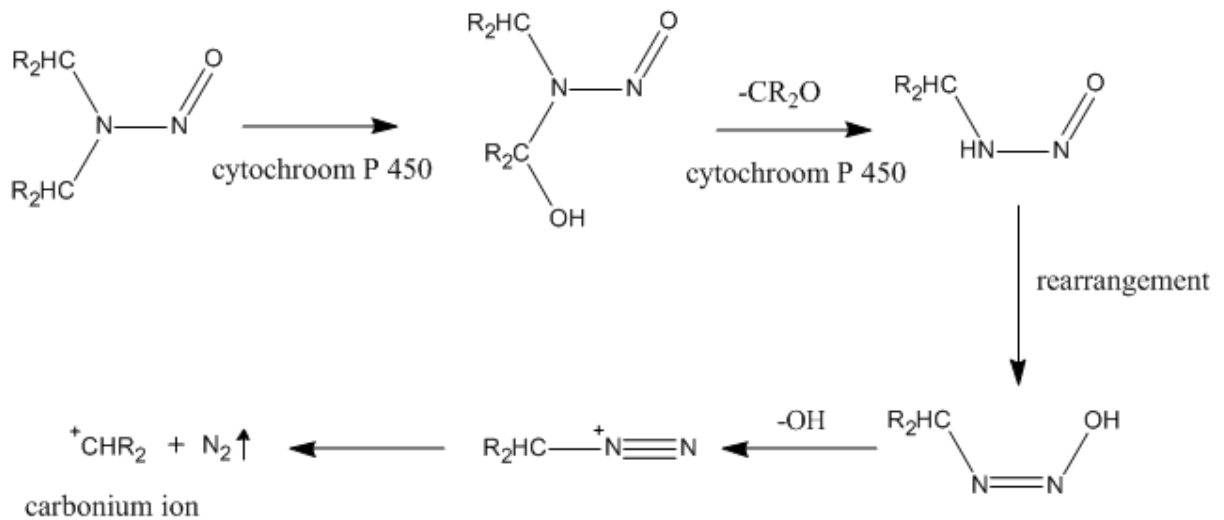
Quelle: <http://www.analytik.currenta.de/methoden/organische-spurenanalytik/nitrosamin-analytik.html>

Hier einige typische Nitrosamine, die im Tabakrauch gefunden werden:



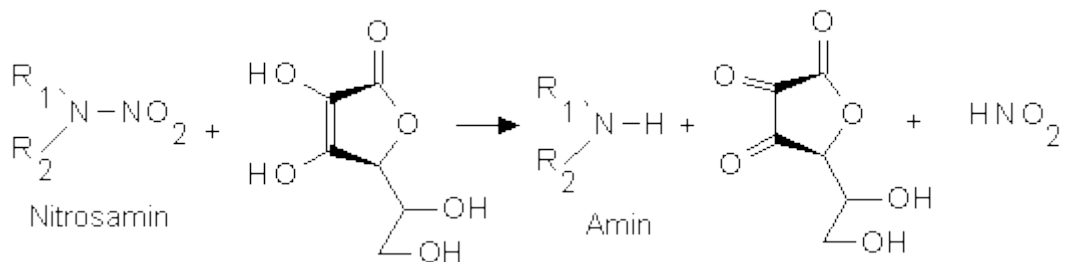
Werden die Nitrosamine nicht durch die Gabe von Vitamin C oder ähnlichen Substanzen zerstört, so besteht die große Gefahr, dass die Nitrosamine vom Körper aufgenommen und in einer Biotransformation der Phase I in krebserzeugende Alkyl-Kationen

umgewandelt werden, die anschließend die DNA angreifen und zu Mutationen führen können. Folgender Reaktionsmechanismus liegt der zerstörerischen Wirkung von Nitrosaminen zugrunde:



Zunächst wird das Nitrosamin durch Cytochrom P-450 oxidiert und somit wasserlöslich gemacht. Dann erfolgt eine Abspaltung eines Ketons und Bildung einer N-Hydroxy-Verbindung, die leicht in ein Diazonium-Ion übergeht. Unter Stickstoffeliminierung entsteht dann das Carbeniumion.

Die Wirkungsweise von Vitamin C beruht auf einer Zerstörung der N-Nitrosoverbindung, wobei die L-Ascorbinsäure in Dehydroascorbinsäure überführt wird. Es ist daher auf einen hohen Überschuss an Vitamin C gegenüber dem Nitrit zu achten, ideal ist ein Verhältnis 3:1 (Vit. C: Nitrit).



Quelle: [http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/HTML-Files/Vitamin\\_C.htm](http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/HTML-Files/Vitamin_C.htm)

## 2. Reaktionen der Phase II

Nachdem die Reaktionen der Phase I abgeschlossen sind, werden die Moleküle speziellen Konjugationsreaktionen der Phase II unterworfen. Hierzu zählen Reaktionen mit

- Aktivierter Glucuronsäure
- S-Adosylmethionin
- Aktivierter Essigsäure

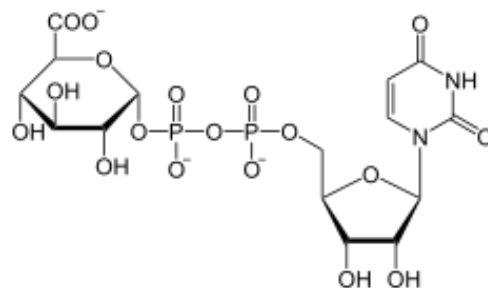


- Aktiviertem Sulfat
- Glutathion
- Glycin

Es fällt auf, dass bei den Reaktionen der Phase II stets eine acide Gruppe in das zu eliminierende Molekül eingeführt wird. Eine Ausnahme sind Methylierungsreaktionen und Kopplungen mit aktivierter Essigsäure. Die sauren Konjugate sind in der Regel nicht toxisch und werden schnell renal ausgeschieden. Bei der biliären Ausscheidung ist jedoch eine Spaltung in die Ausgangskomponenten und erneute Resorption möglich. Trotz dieses enterohepatischen Kreislaufs werden die Substanzen letztendlich mit den Faeces ausgeschieden.

### Konjugation mit aktivierter Glucuronsäure

Glucuronsäure ist eine mittelstarke Säure, die aufgrund ihrer alkoholischen OH-Gruppen exzellent wasserlöslich ist.



Aktiviert Glucuronsäure ist an Uridindiphosphat (UDP) gekoppelt. Sie bewirkt eine Ausscheidung von Alkoholen, Carbonsäuren, Phenolen und Aminen und Sulfonamiden.

### Methylierung

Dieser Reaktionstyp kommt im Rahmen der Phase II Biotransformation selten vor. Ein Beispiel ist die Methylierung von Nicotinamid mit S-Adenosylmethionin zu N-Methylnicotinamid. Die so gebildeten quartären Ammoniumverbindungen sind wasserlöslich und können renal eliminiert werden. Methylierungen von OH-Gruppen kommen kaum vor.

### Konjugation mit aktivierter Essigsäure

Aktiviert Essigsäure ist Acetyl-Coenzym A. Aromatische Amine und Alkylamine werden mittels Acetyltransferase acetyliert. Da acetylierte Verbindungen oft schlechter wasserlöslich sind, kann es zu einer Kristallurie kommen, d.h. es können sich Kristalle in der Niere, der Blase und den ableitenden Harnwegen ablagern. Dieser Effekt ist beispielsweise als Nebenwirkung von Sulfonamiden beschrieben worden.

### Konjugation mit aktiviertem Sulfat (Schwefelsäure)

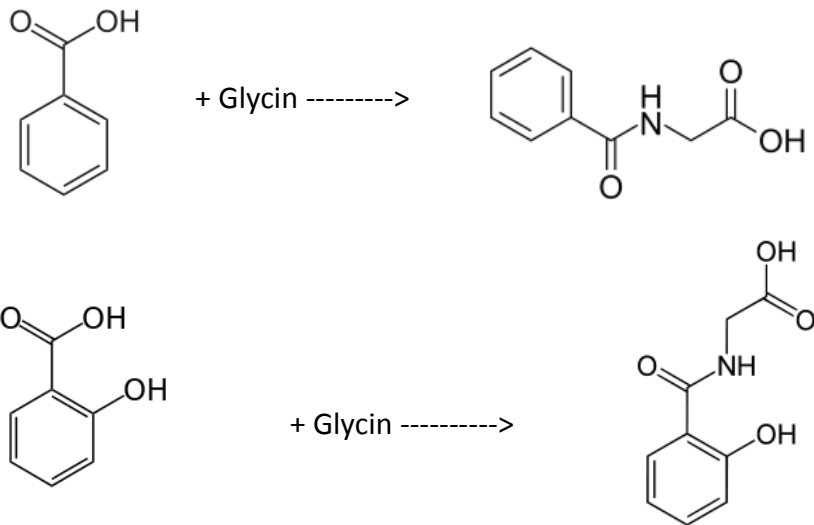
Sulfotransferasen sind lösliche Enzyme, die eine SO<sub>3</sub>H-Gruppe auf Phenole übertragen können. Dadurch kommt es zur Bildung von Schwefelsäurehalbestern, die sehr gut wasserlöslich sind und renal ausgeschieden werden können:



### Konjugation mit Glycin

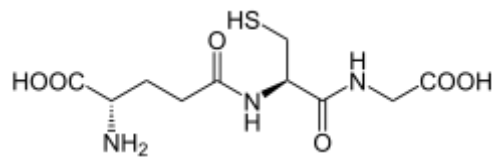
Carbonsäuren, die oxidativ nicht abgebaut werden können, werden mit Glycin (manchmal

auch Glutamat) unter Zuhilfenahme von Transacylasen gekoppelt. Klassische Beispiele sind die Bildung von Hippursäure aus Benzoesäure und von Salicylursäure aus Salicylsäure:

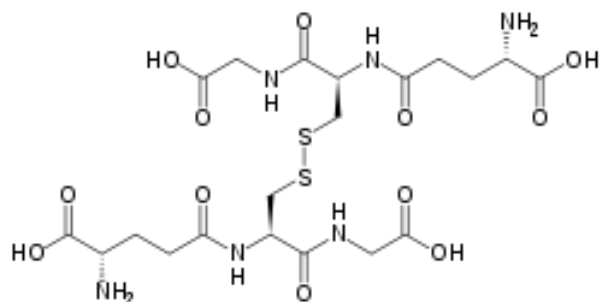


### Konjugation mit Glutathion

Glutathion (GSH) ist ein Tripeptid und besteht aus den Aminosäuren Cystein, Glutamin und Glycin.

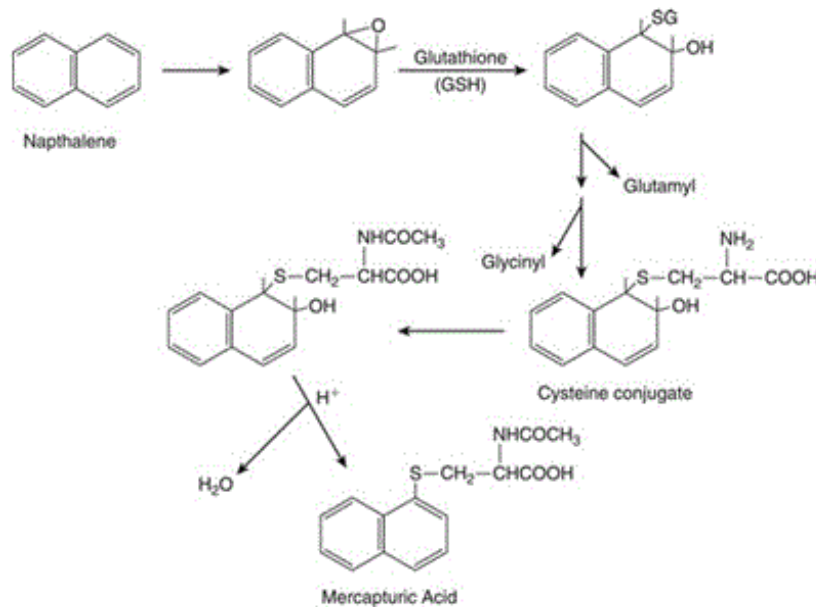


Durch die freie Thiolgruppe (SH) wirkt Glutathion als Reduktionsmittel und kann dabei selber zum Disulfid (GSSG) oxidiert werden.



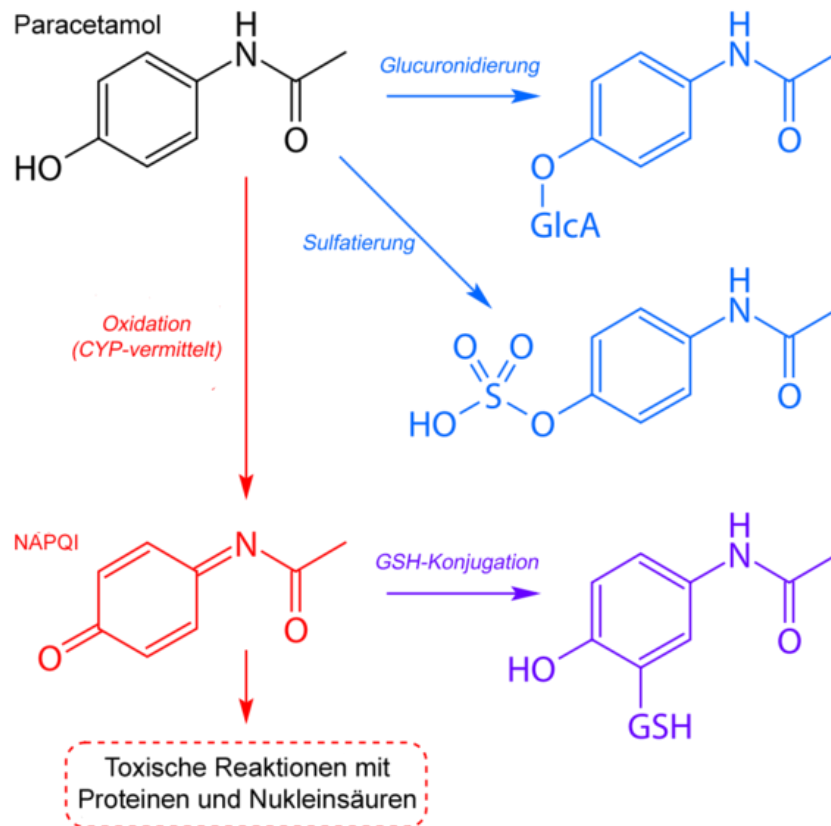
Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Reaktionen müssen Konjugate mit Glutathion nicht über Reaktionen der Phase I aktiviert worden sein. Glutathion dient als Coenzym für verschiedene Glutathion-S-Transferasen:

- **Glutathion-S-aryltransferase:** Sie setzt aromatische Nitro- oder Halogenverbindungen um. Endprodukt ist in der Regel eine substituierte Mercaptursäure.
- **Glutathion-S-alkyltransferase:** Sie setzt Alkylhalogenide sowie Alkylnitratre und-sulfonate zu den entsprechenden Konjugaten um.
- **Glutathion –S-alkentransferase:** Dieses Enzym addiert Glutathion an Doppelbindungen von Olefinen und macht diese wasserlöslich.
- **Glutathion-S-epoxidtransferase:** Das Enzym katalysiert die Reaktion von Glutathion mit aromatischen Kohlenwasserstoffen wie am Beispiel des Naphthalins zu sehen ist.



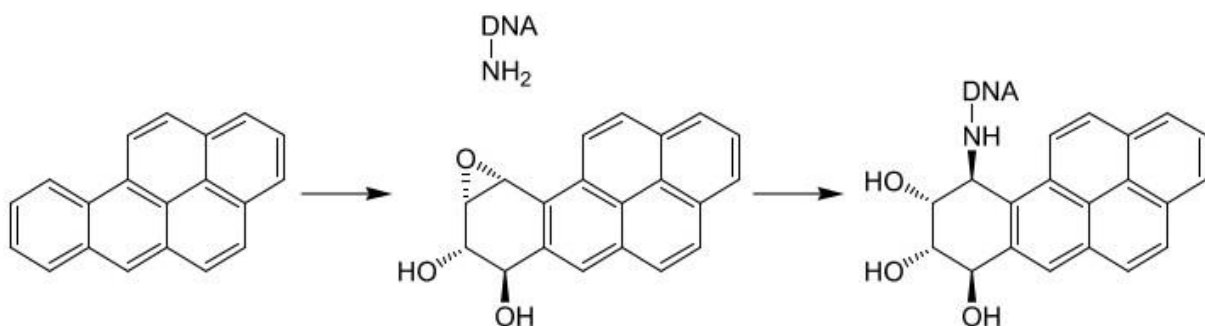
Quelle: Figure source: Timbrell (2009) Biochemical Mechanisms of Toxicity, 4<sup>th</sup> Ed. New York: Informa Healthcare

Dieses Schema vermittelt den Eindruck, als ob aromatische Kohlenwasserstoffe (und deren Derivate) ungiftig seien, da sie mit Glutathion entgiftet werden können. Dieser Schein trügt, da die entstehenden Epoxide sehr rasch auch mit anderen Zellbestandteilen einschließlich der DNA unter Bildung z.T. sehr aktiver Toxine und Karzinogene reagieren können. Außerdem ist es möglich, dass es nach Aufnahme hoher Dosen an aromatischen Kohlenwasserstoffen in der Leber zu einer Verarmung an Glutathion kommt, d.h. es wird mehr Glutathion verbraucht als das Organ nachproduzieren kann. So wird beispielsweise das Auftreten von Leberzellnekrosen nach Aufnahme hoher Dosen an Paracetamol erklärt:



Die blau und violett gezeichneten Moleküle sind ungiftig, das rot gezeichnete NAPQI (N-acetyl-p-benzoquinon imin) ist toxisch. Bei einem Glutathionmangel kann NAPQI nicht mehr mit GSH konjugiert werden, so dass es zu einer Anreicherung des Imins in den Leberzellen kommt.

Hier ein Beispiel für die Reaktion von Benzpyren, das in Autoabgasen und im Tabakrauch vorkommt, wie es nach Metabolisierungen der Phase I die DNA angreifen kann:



Bei einem gesunden Menschen beträgt das Verhältnis Glutathion (GSH) zu GSSG im Ruhezustand ca. 400:1. Der Normbereich für den Gesamt-Glutathiongehalt liegt zwischen 500 und 1500 µmol/l. Bei oxidativem Stress, Medikamenteneinnahmen usw. kann der GSSG-Anteil auf bis zu 1000 µmol/l ansteigen.

### 3. Indikationen für eine Entgiftung und Entschlackung

Bei Vergiftungen denkt man meistens an schwere, lebensbedrohliche Zustände, die durch „Gifte“ hervorgerufen werden. Die Biotransformationen der Phasen I und II sorgen in einem gesunden Körper für eine Eliminierung von Nahrungsbestandteilen, Arzneimitteln, Chemikalien, umweltbelastenden Stoffen und Metaboliten, die für den Körper schädlich sind und Fehlfunktionen hervorrufen können. In der Regel handelt es sich zwar um kleine Mengen oder gar Spuren im ppm-Bereich, aber es ist klar, dass eine mangelhafte Beseitigung derartiger Substanzen im Laufe der Zeit zu einer „latenten und nicht als solche wahrnehmbaren Vergiftung“ mit z.T. unspezifischen Symptomen führt.

Folgende Warnsignale sind deutliche Indizien für eine „latente Vergiftung“:

- Hautprobleme
- Hepatopathien
- Magen-Darm-Erkrankungen
- Allergien (einschließlich Asthma)
- Hypertonie
- Atherosklerose
- Rheuma oder Gicht
- Steinbildung in Niere, Blase, Galle
- Muskelverspannungen
- Migräne oder Kopfschmerzen
- Parodontose
- Entzündungen wie z.B. Angina
- Borreliose
- Chronische Erkrankungen
- Unspezifische Befunde, z.B. Schweißfüße, Müdigkeit

Dementsprechend ist eine Entgiftung bei Patienten mit folgender Anamnese angezeigt:

- Schadstoff- oder Strahlenbelastung (am Arbeitsplatz, Wohnung, Umwelt)
- Langzeitmedikamenteneinnahme
- Hoher Zuckerkonsum (auch in der Vergangenheit)
- Hoher Alkohol- und/oder Kaffeekonsum
- Konsum von Fertiggerichten und/oder Fast Food
- Crashdiäten
- Befindlichkeitsstörungen
- Langandauernder Stress
- Zahn- oder Zahnfleischprobleme
- Chronische Erkrankungen
- Tumorerkrankungen

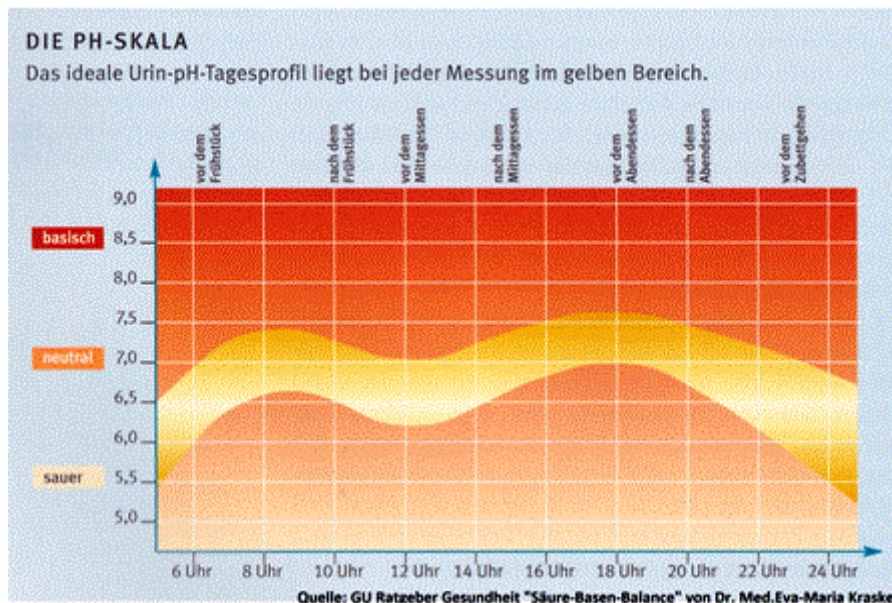
Es ist wichtig, bei Erhebung der Anamnese zeitlich weit zurückzugehen, da sich viele Beschwerden erst nach u.U. bis zu 20 Jahren bemerkbar machen können, z.B. schlechte Ernährung in der Jugendzeit, Rauchen, Schadstoffbelastung durch Textilien und Möbeln, Strahlenbelastung durch Funkmasten usw.

## 4. Gifteliminierung

Ein gesunder Organismus führt nicht nur die Biotransformationen der Phasen I und II aus, sondern eliminiert die Schadstoffe. Als Ausscheidungsorgane dienen dabei die Nieren und der Darm. Das Blut und die Lymphe dienen als Transportmedium.

### Anregung der Nierenfunktion:

Schadstoffe können nur ausgeschwemmt werden, wenn ausreichend Flüssigkeit zur Verfügung steht. Die ideale Flüssigkeitsmenge liegt bei mindestens 2 l pro Tag in Form von Wasser, ungesüßten Kräutertees u.ä. Wichtig ist auch der pH-Wert des Urins. Da die meisten Metaboliten sauer sind, können diese im sauren Milieu rückresorbiert werden, ein basisches Milieu führt hingegen zur Ausscheidung. Daher ist ein über den Tag variierender pH-Wert



Zwischen 5,5 (sauer) und 7,5 (basisch) ideal für eine vollständige Eliminierung von Schadstoffen. Verbleibt der pH-Wert permanent im sauren Bereich, so kommt es zur „Säurestarre“. Die Folge ist nicht nur eine Übersäuerung des Körpers und eine verminderte Schadstoffausleitung, sondern auch eine Blockade einiger Entgiftungsenzyme, die für ein einwandfreies Funktionieren einen pH-Wert > 7 benötigen.

Die folgende Tabelle zeigt deutlich, dass eine renale Schwermetallausleitung bei einem basischen pH-Wert gegenüber einem sauren Milieu deutlich begünstigt ist:

Renale Schwermetalleliminierung in µg/l Harn bei 2 verschiedenen pH-Werten					
Mittelwert (48 h)	Cadmium	Mangan	Blei	Molybdän	Zinn
pH = 4,5	13,3	21,5	21,9	8,1	9,5
pH = 7,5	18,5	19,9	43,5	21,5	35,0

### **Anregung der Darmfunktion:**

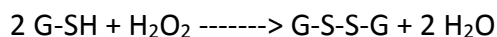
Die Peristaltik des Darms lässt sich durch eine ballaststoffreiche Ernährung steigern, seien es Flohsamenschalen oder Algen. Die Pflanzenfasern binden Schadstoffe direkt im Darm und beschleunigen die Passage. Das gilt auch für Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Quecksilber, Arsen usw. Ebenso werden Metaboliten, die biliär eliminiert werden, durch eine beschleunigte Darmpassage effizienter ausgeschieden, da die Wahrscheinlichkeit und das Risiko einer enterohepatischen Rückresorption verringert wird.

## **5. Mikronährstofftherapie**

**L-Glutathion** ist ein unabdingbares Tripeptid für Konjugationsreaktionen der Phase II und dient als Coenzym für Glutathion-S-Transferasen. Glutathion schützt Zellbestandteile vor oxidativen Schädigungen durch Sauerstoffradikale.

**L-Cystein, Glycin und L-Glutamin** sind Precursoren des Glutathions, d.h. ein Mangel an diesen Substanzen korreliert gewöhnlich mit einem Mangel an Glutathion. L-Cystein ist eine nicht essentielle Aminosäure und entsteht aus dem essentiellen L-Methionin bzw. der aktivierten Form, dem **S-Adenosylmethionin (SAM)**.

**Selen** ist ein extrem wichtiger Mineralstoff, der für ein einwandfreies Funktionieren des Enzyms Glutathionperoxidase notwendig ist. Diese Oxidoreduktase mit einer Molmasse von 21,9 KDa enthält in ihrem Zentrum das Molekül L-Selenocystein, ohne dies das Enzym wirkungslos wäre. Die Glutathionperoxidase überträgt ein Wasserstoffatom vom Glutathion auf das Zellgift Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ), das bei oxidativem Stress oder auch im Rahmen von Biotransformationen von Substanzen mit Cytochrom P-450 entstehen kann, und reduziert es zu Wasser. Das Glutathion wird zu seinem Disulfid oxidiert:



Selen trägt darüber hinaus noch zur Erhaltung normaler Haare und Nägel bei und ist unerlässlich für das ordnungsgemäße Funktionieren des Immunsystems.

**Zink** ist essentieller Bestandteil vieler Enzyme und stärkt das Immunsystem, steigert die Fruchtbarkeit und fördert das Wachstum von Haaren und Nägeln. Nach Unfällen, Operationen und Verbrennungen sowie beim Ausleiten von Giften wird mehr Zink benötigt, denn es unterstützt die Heilungsvorgänge und wird dabei in großen Mengen verbraucht und ausgeschieden. Chronische „latente“ Vergiftungen durch Amalgam in Zahnfüllungen und weitere Schwermetalle verursachen Zinkmangel. Zur besseren Resorption empfiehlt sich eine Zinkzufuhr ca. zwei Stunden nach einer Mahlzeit. Bei Patienten mit nur eingeschränkter Nierenfunktion muss Zink sehr vorsichtig dosiert werden.

**Alpha-Liponsäure** ist ein Radikalfänger und Antioxidans, das G-S-S-G sowie verbrauchtes Coenzym Q10, Vitamin E und Vitamin C zu regenerieren vermag. Im Rahmen einer Entgiftung hat sich Alpha-Liponsäure bei der Ausleitung von Schwermetallen bewährt, da es im Gegensatz zu „Standardpräparaten“ wie Dimercaptopropansulfonsäure (DMPS, Dimaval®) und Dimercaptobernsteinsäure (DMSA, Chemet®) die Blut-Hirn-Schranke überwinden und somit Schwermetallablagerungen aus dem Bereich des Gehirns entfernen kann. Die Metall-Liponsäurekomplexe sind Chelate, die biliär eliminiert werden.

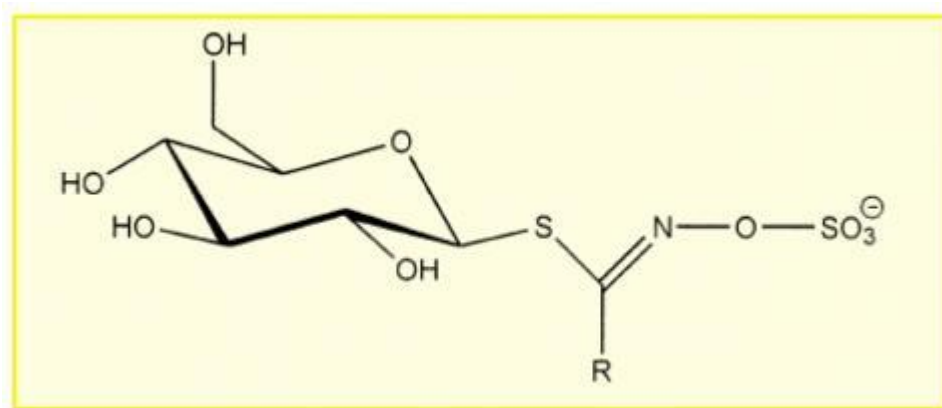
**Vitamin C** eliminiert Sauerstoffradikale und regeneriert verbrauchtes Vitamin E. Außerdem vermag Vitamin C bestimmte Schwermetalle in Lösung zu halten und sie so aus dem Körper

auszuschleusen.

**B-Vitamine** sind für die korrekte Funktionsweise einiger Entgiftungsenzyme unerlässlich, vor allem Vitamin B2 und Vitamin B6. Zusätzlich ist Vitamin B6 essentiell im Aminosäurestoffwechsel und maßgeblich am Aufbau des Kollagens in der Haut beteiligt.

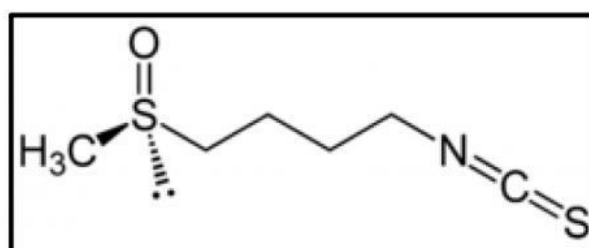
**L-Ornithin** und **L-Arginin** sind zwei Aminosäuren, die die Leber beim täglichen Abbau des Zellgiftes Ammoniak unterstützen. L-Ornithin reagiert mit Carbamoylphosphat unter Abspaltung von Phosphat und bildet so L-Citrullin. Die Argininosuccinat-Synthetase katalysiert anschließend die Kondensation mit L-Asparaginsäure zu Arginin-Bernsteinsäure. Dieses Molekül wird in L-Arginin und Fumarat gespalten. L-Arginin setzt in Gegenwart von Wasser Harnstoff frei und geht in L-Ornithin über, so dass der Kreislauf von vorne beginnen kann.

**Sekundäre Pflanzenstoffe** spielen eine entscheidende Rolle bei Entgiftungen, insbesondere Inhaltsstoffe aus der Pflanzengruppe der Kreuzblütler (Cruciferen), z.B. Meerrettich, Kresse, Senf, Brokkoli, Kohlgemüse. Werden Pflanzenteile der Kreuzblütler roh zerkleinert, so werden die Inhaltsstoffe vom Enzym Myrosinase – einer  $\beta$ -Thioglucosidase – zersetzt und es entstehen Glucosinolate (sog. Senfölglycoside) der allgemeinen Strukturformel



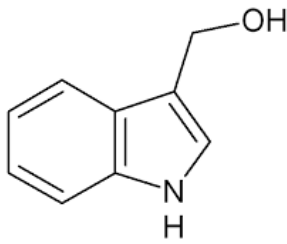
Quelle: <http://www.gemueselust.at/glucosinolate>

Glucosinolate werden nicht vom Körper aufgenommen. Sie werden bei Raumtemperatur langsam und beim Kochen schnell zu folgenden Stoffen abgebaut:

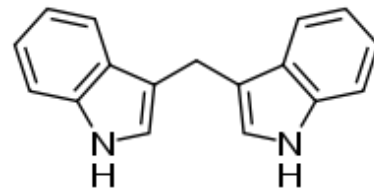


**Sulforaphan**



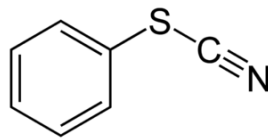


**Indol-3-carbinol**



**Diindolylmethan (DIM)**

Zusätzlich entstehen noch Thiocyanate, z.B.



Zusätzlich kann auch die Darmflora Glucosinolate zu Isothiocyanaten (sog. Senfölen) und Thiocyanaten abbauen, es entstehen zusätzlich noch Sulfat und Glucose. Die Isothiocyanate werden vom Körper aufgenommen und mit Glutathion gekoppelt. Nur so aktivieren sie die Entgiftungsenzyme der Phase II. Das bedeutet aber auch, dass die Glutathionmenge in den Zellen stets hoch sein muss, um eine effiziente Entgiftung von Schadstoffen gewährleisten zu können. Die maximalen Konzentrationen an Isothiocyanaten findet man in der Leber, den Nieren und den Schleimhäuten des Gastrointestinaltraktes. Eine regelmäßige Zufuhr an Kreuzblütlern, entweder roh oder blanchiert, führt zu einer Enzyminduktion, d.h. der Plasmaspiegel an Glutathion-S-Transferasen wird in den Zellen signifikant erhöht.

#### **Empfohlene Dosierungen:**

<b>Mikronährstoff</b>	<b>Empfohlene Tagesdosis</b>
Glutathion	200-600 mg
N-Acetyl-cystein	100-300 mg
Glycin	100-300 mg
L-Ornithin	100-200 mg
L-Arginin	50-100 mg
Glutamin	3-10 g
S-Adenosylmethionin (SAM)	200-600 mg
Selen	100-300 µg
Zink	10-30 mg
Alpha-Liponsäure	250-750 mg
Vitamin C	1-3 g
B-Vitamine	Riboflavin: 30-100 mg Vitamin B6: 30-100 mg Folsäure: 600-1800 µg Niacin: 50-150 mg

## Empfohlene Dosierungen von Pflanzenstoffen:

Pflanzenstoff	Empfohlene Tagesdosis
Brokkoli-Extrakt	300-500 mg
Curcumin	300-1000 mg
Acerola-Extrakt	100-300 mg
Chlorella Algen	2-6 g
Hericium-Extrakt	1-3 g
Reishi-Extrakt	1-3 g
Tremella fuciformis	1-3 g

## 6. Entgiftung und Entschlackung durch basische Körperpflege

Es ist heutzutage üblich, sich mit schwach sauren Kosmetika zu pflegen. Die Begründung dafür ist die Erhaltung des Säureschutzmantels der Haut. Auffallend ist aber, dass in dem sauren Milieu sehr viele Mykosen, besonders an Haut, Schleimhäuten und Nägel, gedeihen. Pilze gedeihen am besten in einem pH-Intervall zwischen 3,5 und 5,5. Eine basische Körperpflege entfernt die Säuren auf der Haut und entzieht den pathogenen Pilzen den Nährboden, also die Lebensgrundlage. Die Haut wird gleichzeitig desodoriert und zur „Eigenfettung“ angeregt. Außerdem beginnt der Körper, „überschüssige“ Säuren zusammen mit „Schlacken“ nach außen auf die Hautoberfläche zu transportieren. Eine konsequente basische Hautpflege zeigt demnach folgende Effekte:

- ✓ Entsäuerung
- ✓ Entschlackung
- ✓ Eigenfettung
- ✓ Desodorierung
- ✓ Antimykotische Wirkung

Als basische Körperpflege eignen sich Hand- und Fußbäder, Duschen und Vollbäder. Eine konsequente Anwendung dieser Körperpflege bewirkt eine deutliche Verminderung der Schweißbildung, eine gute Nagelpflege, eine Reduktion von Hautunreinheiten und Verbesserung des Hautbildes sowie eine Anregung der Durchblutung.

Neben basischen Hand-, Augen- und Fußcremes dürfen die Lippenpflege und ein Sonnenschutz mit basischen Produkten nicht vergessen werden. Es ist darauf zu achten, dass eine Basen-Sonnenmilch oder -creme nur mineralische UV-Filter, z.B. Zinkoxid oder Titanoxid, enthält. Auf keinen Fall dürfen chemische Sonnenschutzfilter wie Benzophenone, Octyltriazon, Silikone bzw. Siloxane, Benzimidazole oder Octocrylen enthalten sein, da diese ein nicht unerhebliches Allergiepotezial aufweisen und bei vielen Menschen (auch ohne Hautprobleme) zu Irritationen führen können.

Basische Wickel können folgende Beschwerden deutlich lindern:

- Unterleibsschmerzen
- Wechseljahresbeschwerden
- Allergien
- Psoriasis

- Neurodermitis

Basische Nasenspülungen verschaffen eine große Erleichterung bei Beschwerden der Nase und ihrer Nebenhöhlen sowie des gesamten Mund- und Rachenraumes. Häufig werden Entzündungen abgeschwächt und heilen deutlich schneller ab als bei Verwendung von Nasentropfen.

Eine basische Zahnpflege erfolgt am besten mit einer Basen Zahncreme ohne Fluorid. Karies und Parodontose gehören damit weitestgehend der Vergangenheit an.

### **Weiterführende Informationen:**

Rooney J: The role of thiols, dithiols, nutritional factors and interacting ligands in the toxicology of mercury. In: *Toxicology*. 234, Nr. 3, 2007, S. 145–156

Packer L, Tritschler HJ, Wessel K: Neuroprotection by the metabolic antioxidant alpha-lipoic acid. In: *Free Radical Biology and Medicine*. 22, Nr. 1–2, 1997, S. 359–378

Gregus Z, Stein AF, Varga F, Klaassen CD: Effect of lipoic acid on biliary excretion of glutathione and metals. In: *Toxicology and Applied Pharmacology*. 114, Nr. 1, 1992, S. 88–96.

Aslund F., Berndt K. D., Holmgren A.: Redox potentials of glutaredoxins and other thiol-disulfide oxidoreductases of the thioredoxin superfamily determined by direct protein-protein redox equilibria. *J Biol Chem*. 1997;272(49):30780–30786

Ekmekcioglu: Spurenelemente auf dem Weg ins 21. Jahrhundert – zunehmende Bedeutung von Eisen, Kupfer, Selen und Zink. In: *Journal für Ernährungsmedizin*. Nr. 2 (2), 2000, S. 18–23

Ernst Mutschler, Gerd Geisslinger, Heyo K. Kroemer, Sabine Menzel, Peter Ruth: *Mutschler Arzneimittelwirkungen. Pharmakologie – Klinische Pharmakologie – Toxikologie*. 10. Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2012, ISBN 3-80-472898-7

W. Forth, D. Henschler, W. Rummel: *Allgemeine und spezielle Pharmakologie*, 5. Auflage 1987, BI Wissenschaftsverlag Mannheim/Wien/Zürich, ISBN 3-411-03150-6

U Gröber: *Mikronährstoffe*, 3. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 2011, ISBN 978-3-8047-2615-4

Heinitz M: Die renale Ausscheidung von Blei, Kadmium und durch Lenkung des Säure-Basen-Haushaltes. *Erfahrungsheilkunde*. 1996; 45(3): 159-161

Perry HM: Normal concentrations of some trace metals in humane urine changes produced by ethylen-diaminetetraacetate. *J. Clin. Invest.* 1959; 38: 1452-1463

Schöttl W: Der Säure-Basen-Haushalt und die Zahnheilkunde. *Sanum Post*. 1989; 7: 26-31

Milosevic A: Sport drinks hazard to teeth. *Br J Med*. 1997; 31: 28-30

---

**Stichworte:** Entgiftung, Entschlackung, Entsäuerung, Ausleitung, Biotoxifizierung, Toxine, Gifte, Amalgam, Schwermetall, Phase 1, Phase 2, basische Körperpflege und Ernährung.

---

### Herausgeberin



**Mag. Dr. rer. nat. Nicole Wopfner**  
Biologin, Ernährungswissenschaftlerin,  
Mitglied des Fachsenats des FORUM VIA SANITAS

Römerweg 22, 5061 Elsbethen, Österreich

E-Mail: [nicole.wopfner@forumviasanitas.org](mailto:nicole.wopfner@forumviasanitas.org)  
Website: [www.forumviasanitas.org](http://www.forumviasanitas.org)

**Hinweis:** Dieser Praxistipp repräsentiert die Meinung und Praxiserfahrung des Autors und ersetzt keinesfalls eine ordnungsgemäße Diagnose bzw. Behandlung unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Einzelfalls.