

Dieser Text ist der Webseite <http://www.wald.de/> entnommen.

Um weitere Informationen zu erhalten, verwende auf der Webseite die Suchfunktion und suche nach Stickwörtern wie „Waldschäden“ oder „Salpetersäure“.

## Waldschäden

In den letzten Jahren ist es um den Zustand des Waldes sehr still geworden. Nur einmal im Jahr, wenn die Bundesregierung den Waldschadensbericht veröffentlicht, wird dieses Thema in kleinen Artikeln von der Presse und Öffentlichkeit gewürdigt. Doch dieses Verhalten wird dem Zustand des Waldes nicht gerecht. Sicherlich geht es dem Wald heute besser als in den 80er Jahren, wo jedermann mit eigenen Augen dem Sterben zusehen konnte. Doch die aktuellen Waldschadensberichte geben trotz alledem Anlaß zur Sorge.

### Ursachen:

Die Gründe für die Waldschäden sind vielfältigster Art. Neben den natürlichen Faktoren wie z.B. Insekten und Pilzbefall spielen die neuartigen Waldschäden (früher Waldsterben) eine ganz wesentliche Rolle. Hauptverursacher ist nach wie vor das Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) aus der Industrie und die Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) aus dem zunehmenden Kraftfahrzeugverkehr. In Verbindung mit Regenwasser und Sauerstoff bildet sich aus den Stickstoffoxiden Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) und aus den Schwefeldioxyden schwefelige Säure, die zu einer starken Senkung des pH-Wertes des Regenwassers führen (Saurer Regen). Regenwasser sollte bei Berücksichtigung des atmosphärischen Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) in der Luft einen pH-Wert von ungefähr 5,5 haben; aufgrund der Emissionen liegt dieser in Deutschland jedoch durchschnittlich bei 4 - 4,5. Der Eintrag von Schadstoffen über das Regenwasser wird auch als nasse Deposition bezeichnet.

### Folgen der nassen Deposition:

1. Der Eintrag von Säure führt zu einer Erhöhung der  $\text{H}^+$ -Ionen in der Bodenlösung (z.B. schwefelige Säure:  $\text{H}_2\text{SO}_3$  dissoziiert zu  $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ). Aufgrund ihrer erhöhten Konzentration verdrängen sie die wichtigen Pflanzennährstoffe (Magnesium, Kalium, Calcium etc.) von den Austauschern (Bindungsplätze), die mit dem Bodenwasser ins Grundwasser abgeführt werden. Magnesium und Calcium werden auch als basisch-wirksame Kationen bezeichnet, d.h. sie wirken der Versauerung durch bestimmte Prozesse entgegen. Wo diese basisch-wirksamen Kationen fehlen, kommt es zu einer Absenkung des pH-Wertes im Boden. Besonders stark sind solche Böden betroffen, die – geologisch bedingt – nur sehr wenig Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) aufweisen und deren Puffereigenschaften sehr eingeschränkt sind (siehe dazu Bodenkunde Abschnitt Bodentypen).

2. Infolge der pH-Wert-Absenkung ( $\text{pH} < 4,2$ ) entstehen durch chemische Prozesse  $\text{Al}^{3+}$ -Ionen, die, wenn sie in die Bodenlösung übergehen, Pflanzenwurzeln und Bodenlebewesen schädigen bzw. abtöten können. Gleiches trifft auch für Eisenionen zu, die bei einem pH-Wert  $< 3,8$  freigesetzt werden. Mehr als 80% der carbonatfreien (Mg+Ca) Standorte weisen bereits in einer Bodentiefe von 10 cm bis 30 cm einen pH-Wert  $< 4,2$  auf; und dies ist genau der Bereich, der von den Feinwurzeln der Bäume am stärksten durchwurzelt ist! (Zur Aufgabe von Bodenlebewesen im Nährstoffkreislauf siehe Bodenkunde).

Die Schadstoffe werden gasförmig bzw. als Staub direkt über die Spaltöffnungen der Blätter aufgenommen. Dieser Vorgang wird als trockene Deposition bezeichnet.

## **Folgen der trocknen Deposition:**

1. Werden die Schadstoffe auf diesem Weg von der Pflanze aufgenommen, nehmen sie an den biochemischen Stoffwechselprozessen im Blatt teil. Dies führt zu einer Minderleistung der Photosynthese, vor allem durch Minderung der Assimilation und der Erhöhung der Transpiration. Dies führt zu fortschreitender Vitalitätsminderung und vorzeitiger Alterung der Blattorgane. Bei hoher Belastung verbleicht das Chlorophyll schnell, sodass man auffällige Verfärbungen (sog. Chlorosen) und nach Zerstörung von Gewebe auch Nekrosen (abgestorbene Teile) erkennt.

2. Die Schadstoffe wirken sich auch auf die Mechanismen der Spaltöffnungen aus. Sie können sich nicht mehr richtig schließen, wodurch eine ständige Transpiration verursacht wird. Besonders an heißen Tagen kann dies eine Unterversorgung der Pflanze mit Wasser bedeuten. Die Schadstoffe werden über Nebel oder Tau von der Pflanze aufgenommen (feuchte Deposition)

## **Folgen der feuchten Deposition:**

Die Schadstoffe lösen sich im Wasserfilm, der die Blätter und Nadeln überzieht. Hierdurch entwickeln sich auf der Blattoberfläche sehr schnell pH-Werte  $< 3$ . Durch chemische Reaktionen werden wichtige Nährstoffe (Mg, Ca) aus den Blättern herausgelöst, so dass Stoffwechselprozesse zum Erliegen kommen. Ist die Pflanze nicht in der Lage, diesen Verlust zu kompensieren (z.B. weil der Boden sehr nährstoffarm ist), kommt es zu starken Schädigungen.

Neben dem Schwefeldioxid und den Stickstoffoxiden wirkt auch Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), das aus Gülle der landwirtschaftlichen Betriebe stammt, bodenversauernd. Durch chemische Umwandlungsprozesse von Bodenlebewesen wird es in Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) umgewandelt, wodurch  $\text{H}^+$  - Ionen entstehen.

Ein weiteres Problem ist die besonders starke Immission von Stickstoffverbindungen in die Wälder. Stickstoff ist ein sehr wichtiges Nährelement für das Pflanzenwachstum. Durch den enormen Eintrag der letzten Jahrzehnte wachsen unsere Bäume schneller und werden auch höher. Das dadurch angeregte Pflanzenwachstum hat einen erhöhten Bedarf an anderen Nährstoffen (z.B. Mg, Ca) zur Folge, die auf vielen Standorten aber nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen. Die geschädigten Bäume verlieren gegenüber Schädlingen z.B. Pilzen oder Käfern ihre Widerstandskraft, so dass sie ihnen viel schneller zum Opfer fallen. Aber auch gegenüber Frost, Hitze, Schneebruch und Windwurf werden sie empfindlicher.

Es ist daher nicht sinnvoll, herumzustreiten, ob nur das Schwefeldioxid oder das Ozon schuld ist, ob es vielleicht Pilzbefall ist, der die Wälder zum Absterben bringt, oder ob nur der vergangene Sommer zu heiß war. Unsere Wälder sind einer zu großen Umweltbelastung ausgesetzt. Die einzige Möglichkeit, ihnen zu helfen, besteht darin, die Luftverschmutzung so stark und so rasch wie möglich zu verringern.