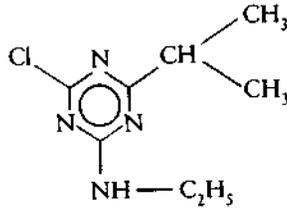


# Atrazin

## Synonym:

2-Chlor-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazin

## Chemische Formel:



## Beschaffenheit:

weißes Pulver; geruchlos;

Dampfdruck (in mbar bei 20 °C):  $4,0 \cdot 10^{-7}$ ;

Löslichkeit (in g/100 ml bei 20 °C):	Wasser:	0,0033
	Chloroform:	5,2
	Diethylether:	1,2
	Ethylacetat:	2,8
	Methanol:	1,8
	n-Octanol:	1,0

## Vorkommen:

AAadimitrol-Sp (2,48%); kombiniert mit: Amitrol (1,26%), 2,4-D-Salz (1,2%);

Anox (13,5%); kombiniert mit: Bromacil (24%), Mecoprop-Salz (12%), 2,4,5-T-Salz (5,2%);

Aquinol 80 (26,7%); kombiniert mit: Cyanazin (49,5%);

Atrazin 50 F (45 %);

Atrazin 500 F flüssig (468 g/l);

Atrazin 500 flüssig (464 g/l);

Atrazin flüssig Rustica (468 g/l);

Atrazin flüssig Shell (468 g/l);

Atrazin flüssig Spiess-Urania (480 g/l);

Atrazin 500 M flüssig (480 g/l);

Atrazin 500 R flüssig (480 g/l);

Atrazin 50 Rustica (45 %);

Atrazin Rustica flüssig (480 g/l);

Atrazin 50 S (45 %);

Atrazin 500 S flüssig (480 g/l);

Atrazin 500 SC (480 g/l);

Atravit Rustica (30%); kombiniert mit: Mecoprop-Salz (12%), 2,4,5-T-Salz (5%);

Atred50L(480g/l);

Atred50WP (48%);

Compo Total-Unkraut-Spray (2,48%); kombiniert mit: Amitrol (1,26%), 2,4-D-Salz (1,2%);

Fanoprim (204 g/l); kombiniert mit: Bromfenoxim (286 g/l);

Fisons Atrazin 50 (45 %);

Fisons Atrazin-flüssig (468 g/l);

Fisons Atrazin flüssig „a“ (500 g/l);  
 Fisons Atrazin flüssig „b“ (500 g/l);  
 Fisons-Herbazin Granulat „Total“ (4%);  
 Gesaprim 50 (48 %);  
 Gesaprim 80 (72 %);  
 Gesaprim 500 flüssig (480 g/l);  
 Gesaprim Mikogranulat (10 %);  
 Gesaprim Neun 0 (86 %);  
 HORA-Trazin 50 (48%);  
 HORA-Atrazin 80 (72 %);  
 HORA-Trazin 500 flüssig (480 g/l);  
 Mais-Certol (45 %); kombiniert mit: Bromoxynil (30 %);  
 Oleo Gesaprim 200 (190 g/l);  
 Peruran (20%); kombiniert mit: Diuron (25%), Simazin (25%);  
 Primatol forte (12,2%); kombiniert mit: 2,4-D-Salz (11,3%), Dalapon (17%), Simazin (13,5%), 2,4,5-T-Salz (6%);  
 Primextra (162 g/l); kombiniert mit: Metolachlor (330 g/l);  
 Radex (20%); kombiniert mit: Diuron (30%), Simazin (25%);  
 Shell Atrazin flüssig (50 %);  
 Shell-U-Forst flüssig (225 g/l); kombiniert mit: Cyanazin (225 g/l);  
 Shell-U-Forst Spritzpulver (37,6%); kombiniert mit: Cyanazin (38,9%);  
 Total Granulat Rustica (4 %);  
 Unkrautvernichtungsmittel 371 (19,6%); kombiniert mit: Amitrol (19%), 2,4-D-Salz (12,3%), Dichlorprop-Salz (12,3%), Terbutylazin (19,6%);  
 Unkrautvernichtungsmittel 371 DB (19,6%); kombiniert mit: Amitrol (9,5%), 2,4-D-Salz (27%), Simazin (19,6%);  
 Unkrautvernichtungsmittel 447-68 DBS (4,9%); kombiniert mit: Amitrol (31,4%), 2,4-D-Salz (13,5%), Dichlorprop-Salz (14,1 %), Terbutylazin (9,8%);  
 Vorox (i) 630 (21,6%); kombiniert mit: Amitrol (9,6%), 2,4-D-Salz (16%), Propazin (10,8%), Simazin (10,8%);  
 Vorox (i) Granulat 371 Streumittel (3,45%); kombiniert mit: Amitrol (0,95%), Sebuthylazin (1,95%);  
 Vorox (s) Neu (19,6%); kombiniert mit: Amitrol (14,2%), Simazin (19,6%);

## Verwendung:

### Herbizid

Triazine sind weltweit die am meisten in der Landwirtschaft eingesetzten Herbizide, welche das Wachstum von Kulturpflanzen gegenüber anderen Pflanzenarten erfolgreich regulieren können. Das am häufigsten verwendete Triazin-Derivat ist das Atrazin [2-Chloro-4-(N-ethylamino)-6-(isopropylamino)-s-triazin]. Darüber hinaus werden häufig noch Simazin, Propazin, Cyanazin und Terbutylazin eingesetzt.

Das Grundwasser in Bayern hat sich auch fünf Jahre nach dem Verbot des Unkrautbekämpfungsmittels „Atrazin“ noch nicht erholt. Nach Angaben des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft in München ergaben Analysen von 2400 öffentlichen Wasserversorgungsanlagen, daß in 870 Anlagen immer noch Rückstände von Atrazin nachzuweisen sind. In rund 200 Anlagen lag die Konzentration sogar über dem Vorsorgegrenzwert von 0,1 µg/l. Das Wasserwirtschaftsamt bezeichnete das Verbot von Atrazin vor fünf Jahren als richtig. Wegen der langen Fließ- und Aufenthaltsdauer im Untergrund werde sich das Trinkwasser aber erst langfristig erholen. Die Experten appellierten an alle Gartenbesitzer, Grund- und Trinkwasser aktiv zu schützen. Auf chemische Spritzmittel solle grundsätzlich verzichtet werden und der Gartenbau auf ökologischen Anbau ohne Düngemittel umgestellt werden. Grundwasser habe ein „langes Gedächtnis“ für Schadstoffe und sei von Natur aus „nachtragend“ (SZ 9.4.96).

Die in Aufseß, Landkreis Bayreuth, nahe des Fischereibetriebs des Bezirks Oberfranken festgestellten Mißbildungen, wie fehlende oder verstümmelte Gliedmaßen bei Fröschen und Kröten, sind vermutlich auf eine hohe Atrazin-Belastung des Wassers der Aufseß zurückzuführen. Dies haben Untersuchungen der

zuständigen Referate bei der Regierung von Oberfranken sowie der Wasserwirtschaftsämter Bayreuth und Bamberg ergeben.

Auch bei den jüngsten Boden- und Wasseruntersuchungen war Atrazin in einem Ausmaß von über 100 µg/kg Erdreich festgestellt worden. Vor allem im Karstgebiet der Fränkischen Schweiz könnte dadurch auch das Grundwasser gefährdet werden.

Im Trinkwasser ist lediglich eine Atrazin-Belastung von 0,1 (µg/l als Grenzwert zulässig. Bei den Wasserproben in der Aufseß mußten die Wasserwirtschaftler zusätzlich eine deutliche Verschlechterung der Wasserqualität durch Schlammablagerungen und Trübungen durch abgestorbene Wasserpflanzen registrieren. So ist die Nitrat-Belastung des Bachwassers auf 40 µg/l angestiegen. Verantwortlich dafür sei die erhöhte Nährstoffbelastung der Bäche durch landwirtschaftliche Düngungen.

Die Behörden wollen sich durch Verbesserung der Abwasser- und Kläranlagen in der Fränkischen Schweiz und durch Wasser- und Bodenproben um eine Verbesserung der Lage bemühen. Landwirte, auf deren Feldern erhöhte Atrazin-Belastungen gemessen werden, müßten mit Bußgeldern bis zu 3000 Mark pro Hektar rechnen, kündigte der Regierungspräsident von Oberfranken an (SZ 17.11.94).

Ursprünglich ging man davon aus, daß unter normalen Bedingungen und nach sachgemäßer Anwendung Triazine innerhalb weniger Monate in ihrem Ausbringungsgebiet weitgehend abgebaut werden. Als wesentlicher Abbauschritt dieser Substanzen wurde die Entalkylierung zu ihren Desalkylderivaten angesehen. Zusätzliche Metaboliten, die durch den Ersatz des Chloratoms durch eine Hydroxylgruppe oder durch Bildung einer Amid- oder Säurefunktion in der N-Alkylseitenkette entstehen, wurden ebenfalls gefunden (BEYNON, 1972; LEE et al., 1986).

In den letzten Jahren wurden jedoch vermehrt Rückstände von Triazinen im Spurenbereich in unterschiedlichen landwirtschaftlichen Produkten entdeckt.

Dabei konnten neben den Ausgangsverbindungen auch die schon angesprochenen Hauptbauprodukte, die Desalkylverbindungen, nachgewiesen werden.

Seit dem Jahr 1989 ist in der Bundesrepublik das Ausbringen des Herbizides Atrazin untersagt worden. Im Sommer 1994 wurde eine Wiederzulassung von Atrazin in der Bundesrepublik durch die Europäische Union (EU) diskutiert (ZWICKENPFLUG et al., 1995).

#### **Wirkungscharakter/Stoffwechselverhalten:**

Atrazin wird nach oraler Gabe rasch absorbiert. Innerhalb von 24 h werden mehr als 50 % wieder ausgeschieden, bevorzugt über die Niere, ca. 1/3 in den Faeces. Während der Passage wird Atrazin vollständig metabolisiert, vor allem durch oxidative Dealkylierung der Aminogruppen und durch Reaktion des Chlors mit endogenen Thiolreagenzien.

Nervengift.

#### **Toxizität:**

LDr., Ratte oral 3080 mg/kg

LC50 Ratte inhal. > 0,71 mg/l/1 h

#### **Symptome:**

leichte ZNS-Depression, leichte Augen- und Hautreizung.

#### **Nachweis:**

*akut:*

chloriertes Triazin; GC, mikrocoulometrisch (Cl-Zelle) oder argentometrisch.

*chronisch:*

Nachweis der Speichergifte durch Untersuchung einer operativ entfernten Fettgeschwulst im TOX-Labor.

#### **Therapie:**

*akut:*

Giftentfernung, Kohle, Natriumsulfat

*chronisch:*

- Expositionsstopp:

Alle diesbezüglichen Giftquellen meiden (siehe Vorkommen)

- Giftherde beseitigen:

Nach Diagnose eines Erfahrenen (s. Klinische Toxikologie in der Zahnheilkunde, ecomed) alle Zahnwurzeln, die im Kiefer-Übersichts-Röntgen gifthaltig sind, ziehen (zur Untersuchung ins Tox-Labor senden), ausfräsen und zur Langzeitentgiftung der Wunde Salbenstreifen (Terracortril-Augensalbe) alle 3 Tage, 6 Wochen lang erneuern. Keine im MELISA-Allergietest allergisierenden Zahnmaterialien im Mund belassen.

- Zusatzgifte meiden:

Nahrungsgifte (Pestizide, Metalle), Verkehrsgifte (Benzol, Blei, Formaldehyd), Wohngifte (Formaldehyd, Lösemittel, Pestizide), Kleidergifte (Formaldehyd, Farben).

- Vitamin- und eiweißreiche Nahrung:

Frische Nahrung, Gemüse, Fleisch. Viel Bewegung an frischer Luft. Täglich zwei Liter Leitungswasser trinken. Positives Denken, viel Freude, glückliches Sexualleben.

- Fettlösliches Gift aus Speicher entfernen:

Unterbrechung des Leber-Galle-Blut-Kreislaufs durch das Bindemittel Kohle/P araffinöl (9:1) jeden 3. Tag je ein Eßlöffel.

- Erst nach erfolgreicher Durchführung obiger Maßnahmen Versuch einer medikamentösen Beeinflussung der Organschäden:

Schwindel:	Gingko biloba (3x20 mg Tebonin forte)
Schwäche bei „MS“:	Calciumantagonist (3x200 mg Drgs. Spasmocyclon)
Schlafapnoe:	Theophyllin abends
Tetanie:	Ca-EAP - 3x2 Drgs.
Immun/u. Nervenstörung:	Johanniskraut-Tee trinken

#### **Grenzwerte:\***

Mit der Einführung der neuen Trinkwasserverordnung vom 1. Oktober 1989 wurden in der Bundesrepublik die Grenzwerte für Pestizidrückstände so festgesetzt, daß für jede Einzelsubstanz ein Grenzwert von 0,1 µg/l und für die Gesamtsumme der Pestizide von 0,5 µg/l in einer Probe nicht überschritten werden darf (Trinkwasserverordnung 1989). In der EU wurden diese Werte in Anlehnung an die Trinkwasserverordnung übernommen und für jedes Triazin oder dessen Metabolit 0,1 µg/l und deren Gesamtkonzentration 0,5 µg/l als Grenzwert festgelegt.

Im Vergleich dazu gelten in den USA für das Trinkwasser sogenannte „maximum contaminant level“, die für Atrazin 3,0 µg/l und für Simazin 4,0 µg/l erlauben. Für Cyanazin wurde ein vorläufiger Grenzwert („health advisory level“) von 1,0 µg/l eingeführt. Das Triazin Propazin wurde dagegen neuerdings vom amerikanischen Markt genommen.

In verschiedenen Gegenden der Bundesrepublik werden für Triazinverbindungen punktuelle Überschreitungen nach den in der Trinkwasserverordnung vorgegebenen Grenzwerten im Grundwasser registriert. Die Ursache solcher Überschreitungen ist in vielen Fällen nicht zweifelsfrei bestimmbar und wenn überhaupt, dann nur durch Nachweis der unveränderten Ausgangsverbindungen. Das liegt daran, daß die Strukturen der hauptsächlichen Abbauprodukte verschiedener Triazine identisch sein können. So kann etwa der Metabolit Desisopropylatrazin nicht nur unter Desalkylierung, also dem Wegfall der Isopropylamino-Seitenkette vom Atrazin allein gebildet werden, sondern auch von Cyanazin unter Verlust der Isopropylnitridgruppe und von Simazin unter Abspaltung der Ethylgruppe, sowie von Terbutylazin unter Abgang der Tertiärbutylgruppe (PEREIRA et al., 1990; THURMAN et al., 1994).

Quelle: ZWICKENPFLUG, W., RICHTER, E.: Gefährliche Metaboliten von Triazinen im Boden? Dt. Ärztl. 1995; 92: A-1249-1250 [Heft 17]

Wenn auch die Strukturen der bisher gefundenen Abbauprodukte bekannt sind, bereitet deren quantitative Bestimmung, besonders in Boden- und Wasserproben, erhebliche analytische Schwierigkeiten (LERCH et al., 1994; MUIR et al., 1978). Zudem ergeben sich immer neuere Erkenntnisse über andere Abbauewege von Triazin-Herbiziden. So konnte unter anderem gezeigt werden, daß bei einigen Triazinen, zum Beispiel dem Cyanazin, eine Nitrosierung im Boden in nicht unerheblichem Umfang stattfinden kann (ZWICKENPFLUG et al., 1994).

Vorerst ist die toxikologische Bedeutung dieser Nitrosoverbindungen noch völlig ungeklärt. Nitrosamine gehören ohne Zweifel zu den stärksten krebserzeugenden Stoffen. Von mehr als 300 bisher getesteten N-Nitrosoverbindungen erwiesen sich 90 Prozent als kanzerogen.

Deshalb müssen in der Umwelt neu gefundene Nitrosamine in jedem Fall auf ihre mögliche Kanzerogenität geprüft werden (EISENBRAND et al., 1994).

Das Beispiel zeigt außerdem, daß es einer laufenden Anpassung der Analytik an neuere Erkenntnisse bedarf. Für das Trinkwasser bedeutet dies, daß durch den Nachweis zusätzlicher, neuer Metaboliten der Gesamtanteil an Triazinen einschließlich ihrer Metaboliten noch häufiger die Grenzkonzentrationen der Trinkwasserverordnung überschreiten könnte.

#### *Resümee:*

Die Diskussion über die Grenzwertproblematik wird solange aktuell bleiben, bis über die langfristige Belastung des Menschen durch Triazin-Herbizide oder deren Metaboliten ausreichendes Datenmaterial vorhanden ist. Wünschenswert wäre in diesem Zusammenhang die Bestimmung der tatsächlichen Aufnahme dieser Substanzen durch den Menschen. Die sich heute hierfür etablierenden Methoden des Biomonitorings, die zu einer Risikoabschätzung des Menschen bei anderen chemischen Substanzen herangezogen werden, konnten bisher auf diese Problematik noch nicht angewendet werden (SCHNELL, 1994). Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß für das Verständnis über den vollständigen Abbau und die etwaigen Transportvorgänge in der Natur, sowie der daraus möglichen entstehenden Konfliktsituation des Menschen, noch ein weiterer Aufklärungsbedarf besteht.

#### **Literatur:**

- BEYNON, K.J.: The analysis of crops and soils for the triazine herbicide cyanazine and some of its degradation products. *Pestic Sci*; 3: 389–400 (1972)
- EISENBRAND, G., KÖHL, W.: N-Nitrosoverbindungen. In: Marquardt H; Schäfer SG eds: *Lehrbuch der Toxikologie*. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: BI-Wiss-Verlag, 481–491 (1994)
- LEE, H. B., STOKKER, Y. D.: Analysis of eleven triazines in natural waters. *J Assoc Off Anal Chem* 69: 568–571 (1986)
- LERCH, R. N., DONALD, W. W.: Analysis of hydroxylated atrazine degradation products in water using solid phase extraction and high performance liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 42: 922–927 (1994)
- MUIR, D. C. G., BAKER, B. E.: A method for routine semiquantitative determination of hydroxy-s-triazines in soil. *J Agric Food Chem* 26: 420–424 (1978)
- PEREIRA, W. E., RODSTAD, C. E.: Occurrence, distribution and transport of herbicides and their degradation products in the lower Mississippi River and its tributaries. *Environ Sci Technol* 24: 1400–1406 (1990)
- SCHNELL, F. C.: Hemoglobin adducts of pesticides. In: Saleh, M. S., Blancato, J. N., Nauman, C. H. eds.: *Biomarkers of human exposure to pesticides*. ACS symposium series 362. Washington DC: American Chemical Society. 133–157 (1994)
- THURMAN, E. M., MEYER, M. S., ZIMMERMANN, L. R., PERRY, C. A., GOOLSBY, D. A.: Formation and transport of deethyl-atrazine and deisopropylatrazine in surface water. *Environ Sci Technol* 28: 2267–2277 (1994)
- Trinkwasserverordnung: Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes zum Vollzug der Trinkwasserverordnung. *Bundesgesundheitsblatt* 32: 290–295 (1989)
- ZWICKENPFLUG, W., RICHTER, E.: Synthesis and occurrence of nitrosated cyanazine in soil. *J Agric Food Chem* 42: 2333–2337 (1994)