

# Naturstoffe als Ersatz für konventionelle Biozide – Untersucht am Beispiel der Flavonoide

## Factsheets

Flavonoide zeigen nicht die benötigten Stoffeigenschaften, um konventionelle Biozide kurzerhand zu ersetzen. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen jedoch dazu bei, gezielter nach geeigneten Naturstoffen zu suchen.

## Wie wirksam sind Flavonoide gegenüber Algen und welches Umweltverhalten ist zu erwarten?

Bei Flavonoiden handelt es sich um Naturstoffe, weshalb sie wahrscheinlich keine Gefährdung für Mensch und Umwelt darstellen. Es gibt bereits erste Erkenntnisse über ihre algizide Wirkung [1,2], jedoch besteht noch größerer Forschungsbedarf, um die Aktivität von Flavonoiden gegenüber Ziel- und Nichtzielorganismen, ihre Stabilität und ihr Umweltverhalten besser zu verstehen. Deswegen wurde von 26 ausgewählten Flavonoiden die Hemmwirkung gegenüber Algen, ihre abiotische Stabilität (z.B. Zersetzung durch Bestrahlung mit Licht, Reaktionen mit Wasser oder Sauerstoff) und ihre Bioabbaubarkeit durch Bakterien im Labor untersucht.

Flavonoide sind eine Gruppe von Naturstoffen, zu der mehrere tausend ähnliche Stoffe gehören, die eine gemeinsame Grundmolekülstruktur aufweisen. Sie kommen häufig in Pflanzen vor und können aus Abfällen der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion gewonnen werden.

### Ideale Eigenschaften des Ersatzstoffes

- Gewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen
- hemmt Wachstum von Algen auf der Fassade über einen langen Zeitraum
- keine negative Wirkung auf Nichtziel-Organismen
- Abbaubarkeit zu CO<sub>2</sub> in der Umwelt
- Sicher für Hersteller\*innen und Anwender\*innen

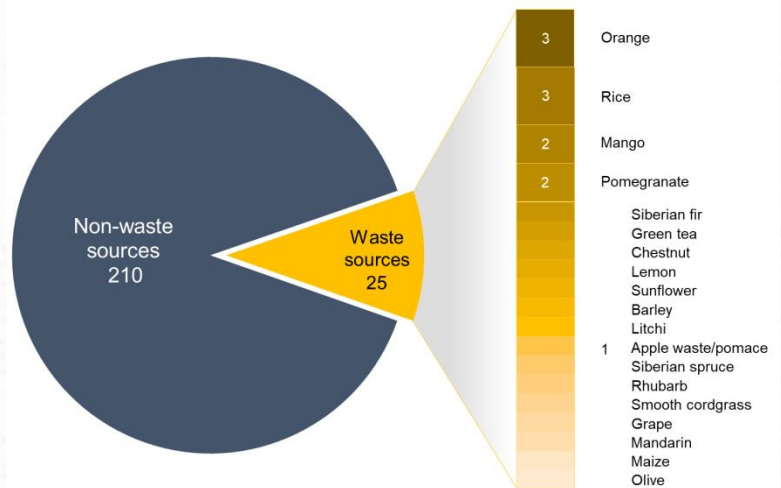
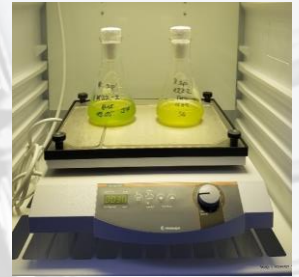
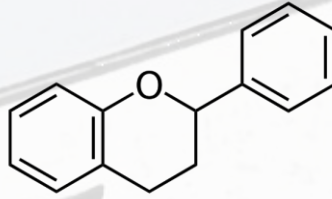


Abbildung 1: Ergebnisse einer systematischen Literaturrecherche zur Quelle von Flavonoiden [3]

Lena Schnarr, Oliver Olsson, Klaus Kümmerer



# Factsheets

# Forschungsergebnisse und Ausblick

Die Ergebnisse für drei ausgewählte Flavonoide im Vergleich zu Terbutryn sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Hemmwirkung gegen Algen war bei allen Flavonoiden niedriger als die Wirkung von Terbutryn. Von den beiden aktiveren Flavonoiden, Flavone und Luteolin, war nur Flavone abiotisch stabil. Luteolin wurde während des Algentest durch abiotische Prozesse wie Bestrahlung mit Licht, Oxidation und Hydrolyse in Transformationsprodukte (entstehen bei nicht vollständigem Abbau zu CO<sub>2</sub>) umgewandelt. Flavone war, wie Terbutryn, nicht biologisch abbaubar und folglich besteht ein Risiko zur Anreicherung in der Umwelt.

Die Stoffeigenschaften der 26 getesteten Flavonoide zeigen, dass keine Substanz alle drei Zielfunktionen (Hemmwirkung gegen Algen, abiotische Stabilität, biologische Abbaubarkeit) erfüllt und daher nicht als vollwertiger Ersatz im Sinne der „Nachhaltigen Chemie“ für ein konventionelles Biozid gelten kann.

Dennoch können die gewonnenen Einsichten als Grundlage für weitere Forschung dienen, um besser geeignete Naturstoffe zu finden. Dabei bleibt die Herausforderung bestehen, die benötigte Stabilität für die Anwendung und die Abbaubarkeit in der Umwelt auszubalancieren. Deswegen sind Lösungsansätze, die komplett auf giftige Chemikalien verzichten, bevorzugt zu verfolgen.

Tabelle 1: Bewertung von Flavonoiden als geeigneter Ersatzstoffe. Farbskala: grün (Bedingung erfüllt), gelb (moderate Wirkung), rot (Bedingung nicht erfüllt).

Substanz	Molekülstruktur	Bewertung der Stoffeigenschaften		
		Hemmwirkung gegen Algen	Abiotisch stabil	Biologisch abbaubar
Terbutryn (konv. Biozid)		0,005 ± 0,0004 mg/L	ja	nein
Flavone		1,91 ± 0,08 mg/L	ja	nein
Luteolin		0,94 ± 0,8 mg/L	nein	ja
Hesperetin		22,6 ± 0,6 mg/L	ja	ja

[1] Yu et al.; Ecotoxicology and Environmental Safety, 2019  
 [2] D'Abrosca et al., Journal of Chemical Ecology, 2006  
 [3] Schnarr et al., Science of the Total Environment, 2022

