

Freie Radikale und oxidativer Stress

Von Benedikt S. Klein und Dr. Andreas Steinbeck, Niederzissen

Freie Radikale sind besonders reaktionsfreudige Atome oder Moleküle mit mindestens einem ungepaarten Elektron. Sie spielen eine wichtige Rolle beim Stoffwechsel in der tierischen Zelle, können allerdings auch mitverantwortlich für den oxidativen Verderb von Fettsäuren im Futter sein bzw. im Organismus Schaden anrichten. Als sogenannte „Radikalfänger“ werden antioxidativ wirksame Substanzen bezeichnet, die freie Radikale und durch sie induzierte Kettenreaktionen blockieren können. Sie kommen natürlicherweise in Nahrungs- und Futtermitteln vor oder werden zum Schutz vor oxidativem Verderb zugesetzt.

Wird das Verhältnis von Radikalen zu Antioxidantien gestört, spricht man von oxidativem Stress. Das Gleichgewicht wird durch verschiedene endogene und exogene Faktoren beeinflusst (Abb. 1).

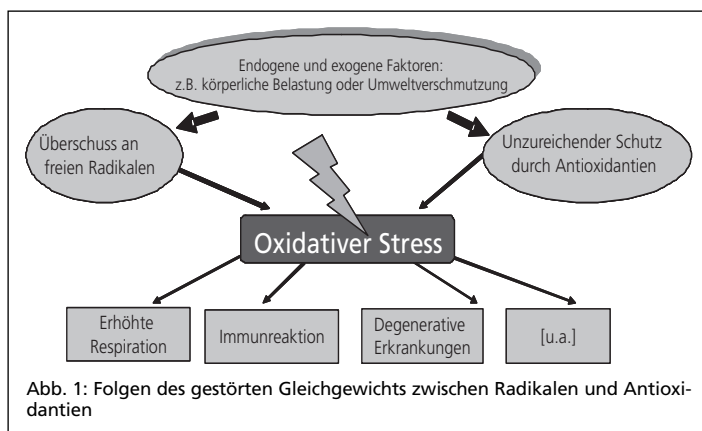


Abb. 1: Folgen des gestörten Gleichgewichts zwischen Radikalen und Antioxidantien

In der Nutztierhaltung können endogene Faktoren wie phagozytierende Zellen, körperliche Belastung und oxidative Enzyme zum einen die Produktion freier Radikale fördern und zum anderen die Wirkung der antioxidativen Substanzen und Prozesse mindern. Exogene Faktoren, wie z. B. Leistungsstress, Strahlung oder falsche Ernährung, beeinflussen das Gleichgewicht ebenfalls negativ. Oxidativer Stress muss deshalb als Warnsignal verstanden werden, um schlimmere Folgen wie Sterilität oder Muskeldystrophie abzuwenden.

„Die Vitamin-E-Zufuhr sollte auf die Menge und Zusammensetzung des Futterfetts ausgerichtet werden. Meist muss zusätzlich ein Antioxidans eingesetzt werden“ (Jeroch, Drochner und Simon, 1999).

Um die Kettenreaktion der freien Radikale aufzuhalten, muss eine angemessene hohe Menge an Antioxidantien verabreicht werden. Dabei ist Vitamin E das am häufigsten in der Tierernährung verwendete Antioxidans. Vitamin E ist ein Sammelbegriff für verschiedene fettlösliche Substanzen mit antioxidativen und nichtantioxidativen Eigenschaften, wird aber fälschlicherweise meist allein als Synonym für α -Tocopherol gebraucht.

Ein Mangel an Vitamin E ist mit chronischen Erkrankungen verbunden. Hierzu gehören z. B. die bereits genannte Sterilität bei Nutztieren, die Anämie bei Affen oder die Muskeldystrophie beim Huhn (Belitz, 1992).

Als Antioxidans schützt Vitamin E die Zellmembran und subzelluläre Membranen vor Zerstörung durch Peroxidbildung der Lipidkomponenten, vor Peroxidbildung aus ungesättigten Fettsäuren in Futter, Darmlumen und tierischen Produkten (Jeroch, Drochner und Simon, 1999) und stabilisiert andere Wirkstoffe wie Vitamin A, Ubichinon, Hormone und Enzyme (Belitz, 1992).

„An Beobachtungen aus der Praxis der Mischfutterherstellung lässt sich ersehen, dass die einschlägigen Dosierungsempfehlun-

gen zumindest bei den derzeit niedrigen Vitamin-E-Preisen häufig erheblich überschritten werden. So sind Dosierungen von bis zu 50 ppm in den Schweinemischfuttern keine Seltenheiten. Eine obere Grenze für Vitamin-E-Dosierungen im Futter lässt sich derzeit nicht absehen“ (Astrup, 1973).

Diese historische Äußerung ist etwas überholt, da Vitamin-E-Dosierungen von mehr als 200 ppm, etwa im Alleinfutter für Schweine, durchaus keine Seltenheit darstellen. Zulagen in dieser Größenordnung liegen jedoch deutlich über den Versorgungsempfehlungen, die bei Sauen nach Angaben der GfE (2006) zwischen 30 und 60 ppm liegen. Höhere Dosierungen zeigen bei Schweinen indifferente Ergebnisse und reichen von verbesserten Wurfgrößen und höherer Immunkompetenz bis zu höheren Vitamin-E-Gehalten im Gewebe, sind aber maßgeblich abhängig von den verwendeten Rationskomponenten.

Positive Effekte sind auch aus dem Bereich der Milchviehfütterung bekannt. So empfiehlt die Landwirtschaftskammer Niedersachsen im Praxishandbuch (2005) den Einsatz von 500 mg Vitamin E pro Tag. In der praktischen Beratung werden auch Gaben von 1000 mg pro Tag und mehr zur Verbesserung der Eutergesundheit und der Immunfunktion empfohlen.

Unterschieden werden muss nun zwischen dem Anteil Vitamin E, der für Stoffwechselfunktionen im Tier benötigt wird und dem, der für antioxidative Prozesse verbraucht wird. Letzterer kann bedenkenlos durch Alternativen ersetzt werden, eine Möglichkeit, die durch die anhaltend hohen Preise für Vitamin E neue Bedeutung erlangt.

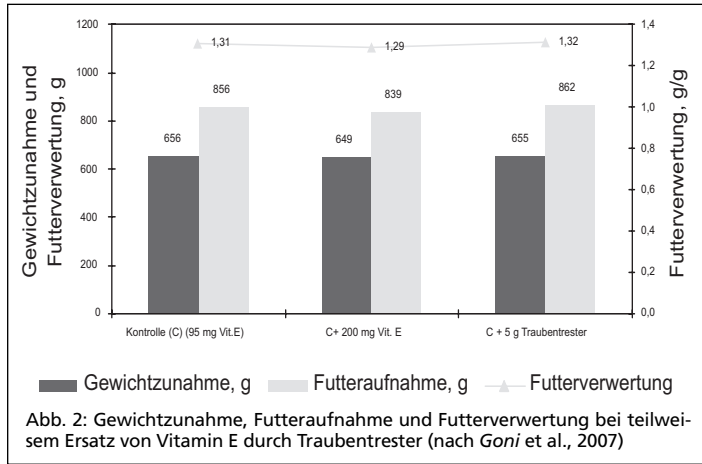
Zum einen ist der Einsatz synthetischer Antioxidantien möglich. BHT, BHA, Ethoxyquin, Propylgallat oder auch Mischungen aus verschiedenen synthetischen Antioxidantien bieten die Möglichkeit, den oxidativen Stress von Nutztieren zu beeinflussen. Sie können den autooxidativen Verderb des Futterfetts hinauszögern, um wertvolle Futterinhaltsstoffe vor der oxidativen Zerstörung zu schützen (Molnar, 1976), und sind in der Lage, bestimmte Vitamin-E-Mangelercheinungen zu lindern (Machlin et al., 1959; Alfin-Slater, 1960; Francois und Pihet, 1960; Krishnamurty und Bieri, 1962; De Mille et al., 1972; Scott, 1980). Synthetische Antioxidantien haben damit einen Vitamin E sparenden Effekt, können es aber im Stoffwechsel nicht ersetzen. Auch sollte der Einfluss synthetischer Antioxidantien auf endogene Peroxidationsvorgänge nicht überbewertet werden. So scheiden z. B. Ratten innerhalb von vier Tagen nach Verabreichung 80–90% des aufgenommenen BHT (Daniel und Gage, 1965) und Ethoxyquin nach 24 Stunden fast vollständig aus (Wiss et al., 1962).

Zum anderen sind verschiedene natürliche Antioxidantien in der Diskussion. Dabei handelt es sich um sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die gebildet werden, um Pflanzen vor UV-Strahlung, Pilzen und anderen schädlichen Faktoren zu schützen. Die wahrscheinlich aus der Humanernährung bekanntesten sekundären Metaboliten sind Oligomere Proanthocyanidine (OPC) aus der Gruppe der Flavonoide. Zu ihnen gehören verschiedene Phenole, wie z. B. Quercetin oder Catechin. Einigen dieser Flavonoide wird eine bis zu 50-fache antioxidative Wirkung von Vitamin E (*in vitro*) zugeschrieben.

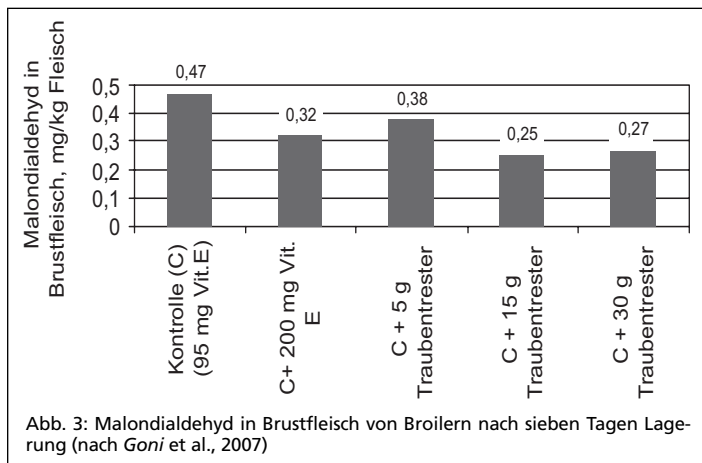
Verschiedene dieser Substanzen aus unterschiedlichen Quellen wurden bereits 1947 in einer Studie von Richardson, El-Rafey und Long erfolgreich auf ihre antioxidative Wirkung in Milchfett und Butter getestet. Durch den anhaltend hohen Vitamin-E-Preis wird ihr Einsatz als Antioxidantien in der Tierernährung neu diskutiert.

In diesem Zusammenhang ist ein Nebenprodukt der Weinindustrie in die Diskussion gekommen, der Traubentrester. Ihm wer-

den aufgrund seines hohen OPC-Gehaltes, in Schalen und vor allem Kernen, ähnliche und stärkere antioxidative Eigenschaften als die des Vitamin E zugeschrieben. In einer Studie von Goni et al. (2007) wurden die zotechnischen Leistungen von Broilern ebenso wie oxidative Veränderungen im Fleisch überprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass bestimmte Mengen an Vitamin E ohne Einbußen im Futterraufwand und der -verwertung durch Traubentrester ausgetauscht werden können (Abb. 2).



Des Weiteren wird anhand eines Oxidationsabbauproduktes (Malondialdehyd) im Muskelfleisch die antioxidative Wirkung des Traubentresters nachgewiesen (Abb. 3).



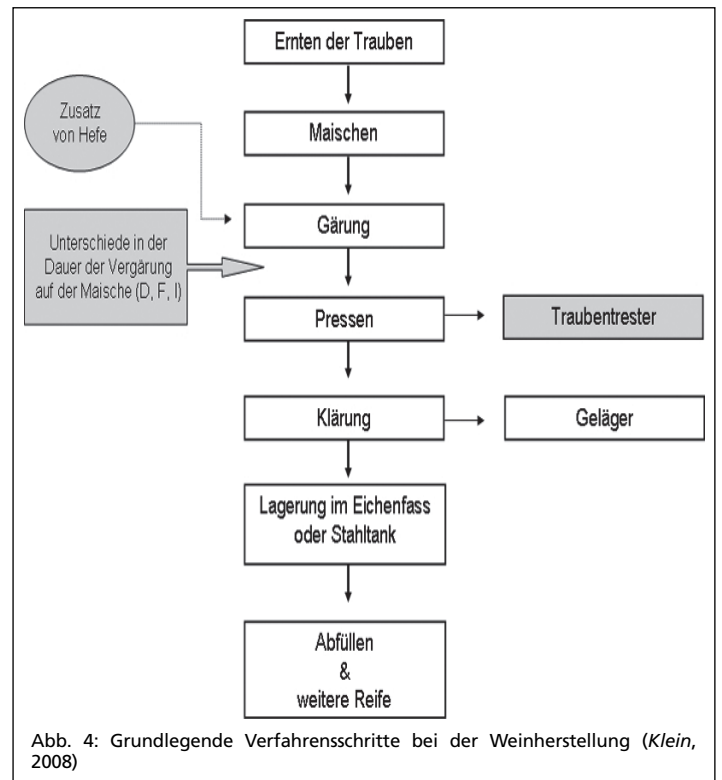
Dennoch gibt es Unterschiede in der Qualität des Traubentresters. Dies hat zwei grundlegende Ursachen.

Zum Ersten ist das Herstellungsverfahren des Rotweins regional unterschiedlich. Dabei ist der grundlegende Vorgang zwar vergleichbar (Abb. 4), allerdings gibt es Unterschiede in der Vergärungsdauer (1–40 Tage) auf der Maische. Französischer Rotwein wird z. B. auf der Maische vergoren, während beim deutschen im überwiegenden Fall der abgepresste Saft zur Vergärung kommt.

Der französische Wein ist dadurch reicher an natürlichen und löslichen Polyphenolen aus der Schale der Trauben. In diesem Zusammenhang wird auch vom „französischen Paradoxon“ gesprochen. Es beschreibt die Beobachtung, dass Franzosen trotz vergleichbarer Lebensweise länger leben und seltener an Herz-Kreislauf-Erkrankungen leiden. Ein Phänomen, das auf regelmäßigen moderaten Rotweinkonsum zurückgeführt wird. Im Umkehrschluss ist der Gehalt an Polyphenolen im deutschen Traubentrester höher.

Entsprechend verhält es sich mit den Traubenkernen. Da die Haut der Kerne besonders reich an OPC ist, entscheidet die Zeit der Gärung auf der Maische, ob sich die Flavonoide im Anschluss

an den Verarbeitungsprozess im Wein oder in den Kernen befinden.



Produkte auf Basis deutschen Traubentresters bieten demnach die Möglichkeit, durch ihren nativen Gehalt an Flavonoiden, Vitamin E, welches für antioxidative Prozesse im Futter verbraucht werden würde, einzusparen. Der Einsatz von heimischem Traubentrester als Antioxidans kann demnach eine wirtschaftlich interessante Lösung sein.

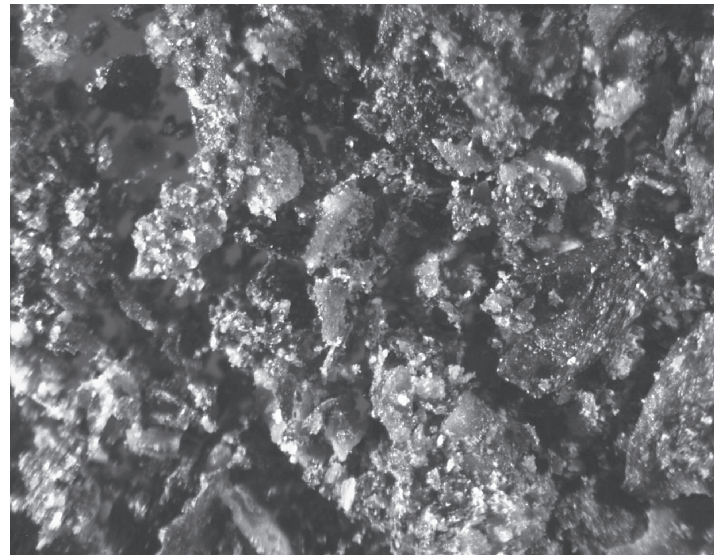


Abb. 5: Mikroskop-Aufnahme des phyto-genen Zusatzstoffes Anta^{ox} E
Bildnachw.: Dr. Eckel GmbH, Niederzissen

Fazit

Zum Abfangen freier Radikale und zum Schutz vor oxidativem Fettverderb werden Antioxidantien eingesetzt. Vitamin E kann diese Aufgabe erfüllen, aber auch durch andere natürliche oder synthetische Substanzen ersetzt werden. Traubentrester definierter Qualität stellt aufgrund seines Gehaltes an Flavonoiden eine wirtschaftliche Alternative dar.