



Die Bedeutung von Arganöl in Medizin und Kosmetik

Agata Serrafi ¹, Fatima Chegdani ², Faïza Bennis ² und Marta Kepinska ^{3,*}

¹ Abteilung für Immunchemie und Chemie, Medizinische Universität Wrocław, ul. M. Skłodowskiej-Curie 48/50, 50-369 Wrocław, Polen; agata.serrafi@umw.edu.pl

² Labor für Immunologie und Biodiversität, Fachbereich Biologie, Fakultät für Naturwissenschaften Ain Chock, Hassan II University of Casablanca, Route El Jadida, BP 5366 Maarif, Casablanca 20100, Marokko; fchedgani@yahoo.fr (F.C.); faizabennis@yahoo.fr (F.B.)

³ Abteilung für Pharmazeutische Biochemie, Fakultät für Pharmazie, Medizinische Universität Wrocław, Borowska 211a, 50-556 Breslau, Polen

* Korrespondenzmarta.kepinska@umw.edu.pl

Zusammenfassung: Arganöl, das reich an ungesättigten Fettsäuren und Polyphenolen ist, wirkt sich positiv auf die Mikrobiota des Darms und der Haut aus. Im Darm fördert es das Wachstum nützlicher Bakterien, wie z. B. *Laktobazillen*, und reduziert gleichzeitig pathogene Bakterien, was auf seine entzündungshemmenden Eigenschaften zurückzuführen ist, die zur Aufrechterhaltung des mikrobiellen Gleichgewichts beitragen. Darüber hinaus verbessert es die Integrität der Darmschleimhaut und verringert so das Risiko einer Dysbiose. Auf der Haut spendet Arganöl Feuchtigkeit und gleicht das Lipidmilieu aus, wodurch ein günstiges Umfeld für nützliche Mikroorganismen geschaffen wird, während es gleichzeitig antimikrobielle und entzündungshemmende Eigenschaften besitzt, die Erkrankungen wie Ekzeme und Akne lindern. Somit ist Arganöl wertvoll für die allgemeine Gesundheit und unterstützt die Verdauung und die Hautgesundheit. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, einen Überblick über die Vorteile von Arganöl in der Alternativ- und Komplementärmedizin zu geben. Es wurde eine umfassende Literaturrecherche mit Hilfe gezielter Schlüsselwörter durchgeführt. Es wurde eine Reihe von 83 Artikeln ausgewählt und analysiert. Da die Wirkungsmechanismen des Arganöls noch nicht vollständig geklärt sind, wurden in dieser Arbeit die Vorteile dieses Öls durch die Analyse seiner ernährungsphysiologischen Eigenschaften und seiner positiven Auswirkungen auf die Mikrobiota des Darms und der Haut hervorgehoben. Arganöl ist in der Tat wertvoll für die allgemeine Gesundheit.

Schlüsselwörter: Arganöl; Arganbaum; Tocopherole; phenolische Verbindungen



Zitat: Serrafi, A.; Chegdani, F.; Bennis, F.; Kepinska, M. The Importance of Argan Oil in Medicine and Cosmetology. *Nährstoffe* **2024**, *16*, 3573. <https://doi.org/10.3390/nu16203573>

Akademische Redakteure: Javier S. Perona und Maria Digiacomio

Empfangen: 29. August 2024

Überarbeitet: 7. Oktober 2024

Angenommen: 17. Oktober 2024

Veröffentlicht: 21. Oktober 2024



Copyright: © 2024 von den Autoren. Lizenznehmer MDPI, Basel, Schweiz. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel, der unter den der Creative Commons Attribution (CC BY)-Lizenz verbreitet wird (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Einführung

Argania spinosa, auch Eisenargan oder Arganbaum genannt, gehört zur Familie der *Sapotaceae*. Er ist im Südwesten Marokkos um Essaouira, Agadir, Marrakesch, Tiznit und Taroudant sowie in der Negev-Wüste in Israel weit verbreitet [1]. Arganwälder schützen die Erdoberfläche vor den Auswirkungen starker Regenfälle und Winderosion. Der Arganbaum passt sich sehr gut an schwierige Umweltbedingungen an, die mit Trockenheit verbunden sind. Im Jahr 1998 wurde diese Baumart in die Liste der geschützten Biosphären der UNESCO (Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur) aufgenommen [1,2]. Der Arganbaum ist ein langlebiger, immergrüner, dorniger Baum mit einem gewundenen, knorrigen Stamm, der eine Höhe von ca. 32,81 Fuß erreicht. Er wird im Allgemeinen 150–200 Jahre alt, es sind jedoch auch Fälle von 400-jährigen Bäumen bekannt. Seine volle Produktivität erreicht er erst nach fünfzig Jahren. Ein Baum kann 1 Liter Öl pro Jahr liefern. Die Früchte brauchen ein Jahr, um sich zu entwickeln und reifen von Juni bis Juli. Sie sind gelb, ähneln einer Pflaume, haben ein Fruchtfleisch, eine Nuss und ein bis drei fetthaltige Samen im Inneren. Die schwarzen und trockenen Früchte fallen vom Baum [3,4]. Das Arganöl, das aus den Kernen der Arganfrucht gewonnen wird, ist bekannt für seine hohe Konzentration an lebenswichtigen ungesättigten Fettsäuren wie Öl- und Linolsäure, die sowohl gesundheitliche als auch ernährungsphysiologische Vorteile haben [5]. Neben seinem Öl spielt der Arganbaum durch die Nutzung seiner Nebenprodukte eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Entwicklung. Bei der Ölextraktion fallen beispielsweise Arganpulp und Arganpresskuchen (APC) an, die für eine Vielzahl von Anwendungen genutzt werden. APC ist ein Rückstand, der reich an Phenolverbindungen, Fettsäuren und Proteinen ist und in kosmetischen Formulierungen, Tierfutterzusätzen und

Verbesserung der Zellproliferation [6]. Arganfruchtfleisch enthält lösliche Zucker, Ballaststoffe und Phenolchemikalien, was es zu einem flexiblen Element in funktionellen Lebensmitteln macht [5].

Die im Arganöl enthaltenen bioaktiven Verbindungen wie Polyphenole und Fettsäuren beeinflussen die Immunität und den Darmstoffwechsel [5]. Sie haben eine antimikrobielle Wirkung auf die pathogene Darmmikrobiota und tragen so zur allgemeinen Darmgesundheit bei. Darüber hinaus haben diese Verbindungen entzündungshemmende Eigenschaften sowie präbiotische Qualitäten, die das Wachstum von nützlichen Darmbakterien fördern [6–10].

Die intestinale Mikrobiota, die sich aus einer Vielzahl kommensaler Mikroorganismen wie Hefen, Pilzen, Viren, Bakterien und Archaeen zusammensetzt, steht in engem Zusammenhang mit dem Immunsystem und der Verdauungsschleimhaut und ist für die menschliche Gesundheit von entscheidender Bedeutung [11]. Die Aufrechterhaltung der Darmphysiologie und der allgemeinen Gesundheit hängt von dieser komplizierten Ökologie ab, die sich im Laufe der Zeit aufgrund verschiedener Faktoren wie Antibiotikaeinsatz, Ernährung und Umwelt verändern kann [12]. Ein breites Spektrum von Krankheiten, von Stoffwechselstörungen bis hin zu psychischen, wurde mit Dysbiose oder Ungleichgewichten in der Darmmikrobiota in Verbindung gebracht [13]. Eine Dysbiose der Darmmikrobiota verursacht Entzündungen und kann mit konventionellen Therapien behandelt werden, die jedoch häufig mit Nebenwirkungen verbunden sind. Wirkstoffe wie Arganöl bieten eine potenzielle natürliche Behandlungsalternative, indem sie diese Dysbiose durch ihre bioaktiven Substanzen und ihre entzündungshemmenden und antioxidativen Eigenschaften mildern.

Arganöl, auch flüssiges Gold genannt, ist eines der beliebtesten Öle der Welt und das teuerste Pflanzenöl. Die Fähigkeit des Arganöls, die Zusammensetzung Darmmikrobiota zu regulieren, zeigt sein therapeutisches Potenzial für die Darmgesundheit. Sein reichhaltiges Profil an Polyphenolen, essenziellen Fettsäuren und Tocopherolen trägt zu einer ausgewogenen Mikrobiota bei, was wiederum Entzündungen der Darmschleimhaut verringert, die Integrität der Darmbarriere verbessert und die Darmgesundheit insgesamt fördert. Dies deutet darauf hin, dass Arganöl bei der Behandlung von entzündlichen Darmerkrankungen (IBD) und anderen Darmstörungen nützlich sein könnte. Allerdings sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die molekularen Mechanismen, die den Wirkungen von Arganöl auf die Darmgesundheit zugrunde liegen, und etwaige klinische Folgen vollständig zu verstehen, und dieses erweiterte Wissen könnte zur Entwicklung innovativer diätetischer Behandlungen beitragen [5,7–13].

Arganöl kann direkt auf der Haut angewendet und mit regelmäßig verwendeten Kosmetika kombiniert werden, und der Kosmetikmarkt bietet sowohl in Europa als auch weltweit bereits zahlreiche Kosmetika an, die Arganöl enthalten. Arganöl wird von den Verbrauchern zunehmend geschätzt und gerne verwendet [11,13], und dieses gesteigerte Interesse veranlasst viele Hersteller, es in ihrer Kosmetikproduktion zu verwenden; allerdings geben nur wenige seine prozentuale Zusammensetzung und die bestätigte Wirkung auf die Haut an.

Trotz der potenziellen Vorteile ist die genaue Beziehung zwischen der Darmmikrobiota, Arganöl und der Gesundheit des Wirtes noch nicht ausreichend geklärt. Diese Übersichtsarbeit soll die biologische Bedeutung von Arganöl für die Gesundheit des Wirts klären und eine Zusammenfassung der In-vitro- und In-vivo-Nachweise (Tier- und Humanmodelle) für die Wirkungen von Arganöl und die potenziellen Auswirkungen auf die Darmmikrobiota und Darmentzündungen liefern. In diesem Artikel werden auch die chemische Zusammensetzung und die biologische Bewertung erörtert, die bisher für Arganöl durchgeführt wurden.

2. Vergleich von Arganöl mit anderen Ölen

Arganöl hat eine ähnliche Fettsäurezusammensetzung wie Sesam- und Erdnussöl, enthält jedoch einen geringeren Anteil an Ölsäure (ca. 45 %) als erucasäurefreie Oliven- und Rapsöle (ca. 60 %), die als die gesündesten gelten. Die Stabilität von Arganöl ist mit der von Sonnenblumenöl vergleichbar; nach dem Erhitzen auf 63,5° C wurden keine Hydroperoxide (Kernspinresonanz (NMR)) infolge der Sauerstoffaufnahme festgestellt. Arganöl enthält kein β -Sitosterol (δ -5-Sterol), wohl aber Spinasterol (Spina) und Schottenol (δ -7-Sterole) (Abbildung 1). Der Gehalt an α -Tocopherol in Arganöl (50 mg/kg) ist geringer als in Olivenöl (ca. 190 mg/kg) und in Sonnenblumenöl (ca. 532 mg/kg). Der Gehalt an Squalen in Arganöl beträgt etwa 3130 mg/kg, während er in Olivenöl 4990 mg/kg und in Sonnenblumenöl nur 60 mg/kg beträgt [14]. Sonnenblumen- und Olivenöl enthalten jedoch höhere Mengen an phenolischen Verbindungen als Arganöl [14,15]. Zu den in Arganöl enthaltenen Phenolderivaten gehören Ferulasäure,

Kaffeesäure, Syringinsäure, *p*-Hydroxybenzoesäure und Vanillinsäure, Tyrosol, Oleuropein, Epicatechin, Cat-Echin und Catechin. Polyphenole sind sehr wertvolle Naturprodukte, die antioxidative Eigenschaften haben [15].

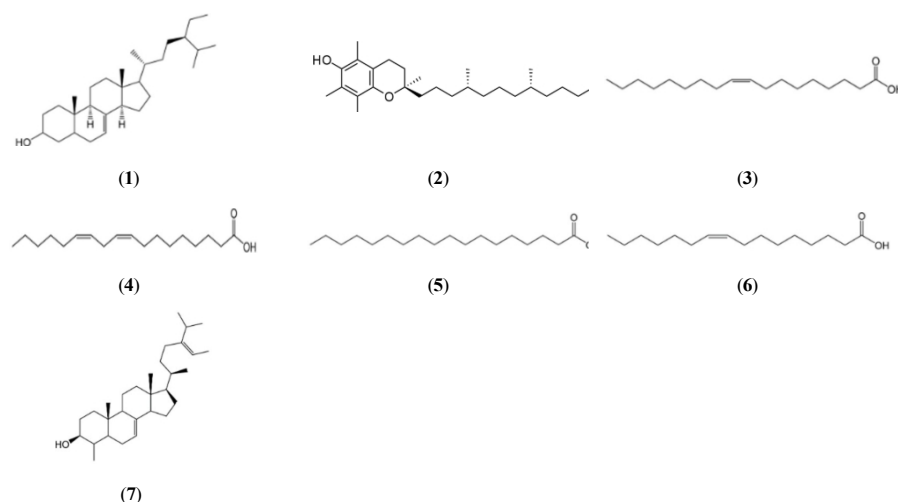


Abbildung 1. Beispiele für Strukturen von Fettsäuren, Sterolen, Tocopherolen und phenolischen Verbindungen des Arganöls: (1) Schottenol, (2) α -Tocopherol, (3) Ölsäure, (4) Linolsäure, (5) Stearinsäure, (6) Palmitoleinsäure, und (7) 4- α -Methylstigmasta-7,24-28-dien-3 β -ol.

Aufgrund des hohen Preises von Arganöl wird nach Standardisierungsmethoden gesucht, die die Identität des Öls bestätigen und die Aufdeckung von Verfälschungen mit billigeren Ölen ermöglichen. Neben der Untersuchung der Fettsäurezusammensetzung kann mit Hilfe der Gaschromatographie der Gehalt an Campesterin bestimmt werden, das in Arganöl in Spuren vorkommt, wobei allerdings die Gefahr der Verfälschung durch Öl mit teilweise entferntem Campesterin besteht [15]. Arganöl kann auch aus den Samen der Früchte gewonnen werden, die von Ziegen gefressen werden; in diesem Fall weist es unterschiedliche organoleptische Eigenschaften auf, die mit der unterschiedlichen Zusammensetzung der flüchtigen Fraktionen zusammenhängen. Die Verwendung der Analyse flüchtiger Bestandteile zur Bestimmung der Qualität von Arganöl erfordert weitere Forschung [16].

3. Chemische Zusammensetzung von Arganöl und seinen Derivaten

Arganöl wird kalt gepresst und anschließend gefiltert. Dank seiner ausgewogenen Zusammensetzung aus ungesättigten Fettsäuren hat Arganöl eine leichte Konsistenz, zieht schnell ein und erreicht die tiefen Hautschichten. Es ist eines der stärksten natürlichen Antioxidantien und hat sich zu einem wichtigen Bestandteil der Anti-Aging-Kosmetik entwickelt [14].

3.1. Extraktionsmethoden

Arganöl, auch marokkanisches Gold oder Berbermandel genannt, hat eine gelb-braune Farbe, einen bitter-nussigen Geschmack und einen leicht nussigen Duft. Es wird aus den Samen gewonnen [4] und kann mechanisch mit Hilfe von Pressen gewonnen werden, wodurch sich der Herstellungsprozess im Vergleich zur traditionellen Methode um 20 % verkürzt [14,15]. Für industrielle oder Laborzwecke kann Arganöl aus zerkleinerten Samen durch flüchtige lipophile Lösungsmittel gewonnen werden. Nach dem Verdampfen der Lösungsmittel und nach einem oder zwei Extraktionszyklen erhält man ein Öl mit einer Ausbeute von 50 % bis 55 %. Durch diese Art der Extraktion kann ein Öl gewonnen werden, das zwar unbefriedigende organoleptische Eigenschaften aufweist, aber dennoch für die Verwendung in der Kosmetikindustrie geeignet ist (Abbildung 2) [15].

Die traditionelle Methode besteht aus sehr einfachen, handwerklichen Vorgängen, die ständig verbessert werden. Die aus den reifen, geschälten Früchten gewonnenen Samen werden mit Steinen zerkleinert, in der Sonne getrocknet und in Tontöpfen schonend geröstet. Die gerösteten Samen werden verarbeitet, indem sie von Hand mit warmem Wasser zu einer braunen Masse mit der Konsistenz eines dünnen Teigs vermischt, von Hand ausgepresst und gefiltert werden. Anschließend wird das Öl in Form einer braunen Emulsion dekantiert nach dem

Bei der Trennung der Emulsion wird eine klare, durchsichtige Schicht aus Öl mit Haselnussgeschmack abgeschieden. Der Wirkungsgrad dieses Verfahrens liegt bei etwa 30 %. Der Rückstand in Form eines dunkelbraunen Teigs enthält noch etwa 10 % Öl und wird als Viehfutter verwendet. Das Öl hat eine gelblich-braune Farbe und enthält unterschiedliche Gehalte an Wasser und unverseifbaren Bestandteilen, wie in der Literatur berichtet wird, und seine Qualität wird als gering beschrieben [14]. Die traditionelle Gewinnungsmethode kann sich auch auf die Zusammensetzung und Struktur der Triacylglycerine im Öl auswirken, doch gibt es in der Literatur keine diesbezüglichen Angaben. Die Haltbarkeit des Öls wird mit 14 Tagen angegeben [14].

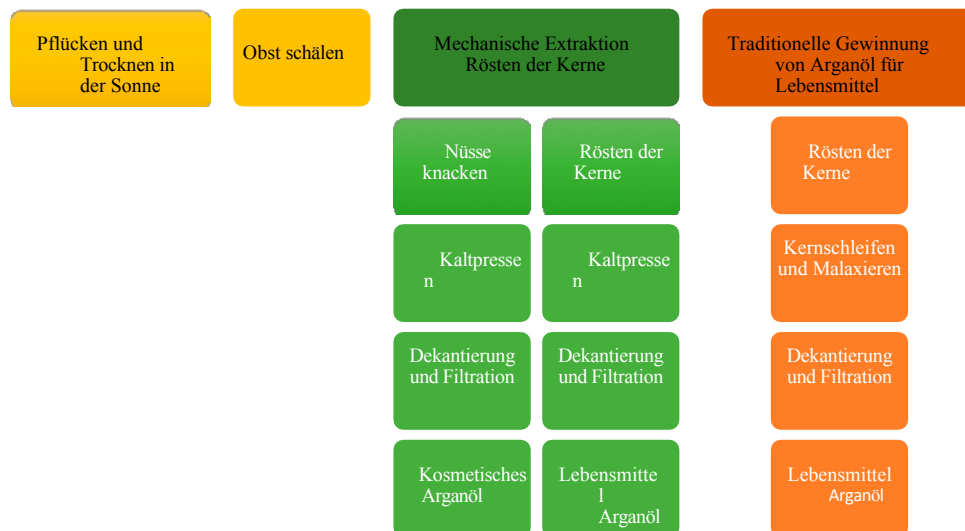


Abbildung 2. Schema der Gewinnung von Arganöl durch das Pressverfahren.

Eine weitere Methode zur Gewinnung von Speiseöl, die eine bessere Qualität als die herkömmliche Methode gewährleistet, ist die mechanische Kaltpressung in einer Presse [14]. Wahrscheinlich um den Qualitätsunterschied zu betonen, wird diese Methode in der Literatur als Gewinnung von Speiseöl bezeichnet (obwohl das traditionell gewonnene Öl auch für verwendet wird). Dieses Öl wird aus den Samen gewonnen, die zusammen mit dem sie umgebenden sklerenchymatösen Gewebe geröstet, dann zerkleinert und in Pressen ausgepresst werden. Die Schönheitsvariante des Speiseöls wird aus ungerösteten Samen gepresst, wie die Autoren schreiben. Speiseöl wie auch Schönheitsöl werden hauptsächlich in Marokko hergestellt [14,15].

Für kosmetische Zwecke wird Arganöl durch Extraktion mit organischen Lösungsmitteln wie Cyclohexan oder Chloroform gewonnen, vor allem in Westeuropa [4,15]. Arganöl für kosmetische Zwecke zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an unverseifbaren Bestandteilen aus, darunter Antioxidantien [15].

3.2. Fettsäureprofil und gesundheitlicher Nutzen

Die chemische Zusammensetzung der meisten Pflanzenöle hat eine positive Wirkung auf den menschlichen Körper. Die wertvollen Eigenschaften des Arganöls beruhen auf seinen Polyphenolen, Squalen und Tocopherolen [15,16]. Glyceride machen 99 % des Arganöls aus, davon sind 95 % Triglyceride, die sich aus Ölsäure (43-49 %), Linolsäure (29-36 %) und Spuren von Linolensäure zusammensetzen. Die Ölsäure unterstützt den Transport der im Arganöl natürlich vorhandenen Wirkstoffe in die Haut. Es gibt auch kleine Mengen gesättigter Fettsäuren in Triglyceriden. Diese Säuren sind Stearinsäure (4-7%) und Palmitinsäure (11-15%). Ungesättigte Fettsäuren sind an mehreren Stoffwechselvorgängen beteiligt, unter anderem an chronischen Entzündungen. Die Ölsäure ist direkt für die Senkung des Blutdrucks verantwortlich, indem sie die Struktur der Lipidmembranen reguliert und die Aktivität der Gelatinase A (MMP-2) hemmt, eines Enzyms, das an der Ausbreitung von Krebs und Alzheimer beteiligt ist [14,17]. Weitere organische Verbindungen, die im Arganöl enthalten sind, sind Polyphenole, Sterole, Carotine, Triterpenalkohole und Tocopherole. Dies ist eine Gruppe von antikarzinogenen Verbindungen. Diese Verbindungen sind Teil der unverseifbaren Fraktion des Arganöls, die nur 1 % ausmacht. Diese Inhaltsstoffe sind für die Stabilität des Öls und für seine medizinischen und kosmetischen Vorteile verantwortlich (Tabelle 1) [1,16].

Tabelle 1. Beispiele für die chemische Zusammensetzung verschiedener Arganfraktionen und -extrakte.

Ölfraktions- Verbindungen	Verbindungen	Traditionelle Extraktion	Mechanische Presse	Referenzen
Glycerinsäure Fraktion	Fettsäuren (%)	Myristinsäure (C14:0)	0,11± 0,01	TE [17] MP [18] SE [15,16] SFE [15]
		Palmitinsäure (C16:0)	12,26± 0,19	
		Palmitoleinsäure (C16:1)	0,03± 0,02	
		Stearinsäure (C18:0)	5,55± 0,42	
		Ölsäure (C18:1 n-9)	47,66± 0,56	
		Linolsäure (C18:2 n-6)	32,96± 0,76	
		Linolensäure (C18:3)	0,08± 0,01	
		Arachidinsäure (C20:0)	0,38± 0,04	
		Behensäure (C22:0)	0,12± 0,01	
	Monoacylglycerine (%)	Palmitoyl	4,95± 0,95	TE [19]
		Stearoyl	4± 0,5	
		Oleoyl und Linoleoyl	81.8± 1.5	
	Triacylglycerine	>4.14	≥19.0	TE [17] MP [20] SE [4]
Unverseift Fraktion	Sterole (%)	Schottenol (Schot) spina	47,37± 0,77	MP [17,20]
			35,80± 1,0	
		Stigmasta-8,22-diene-3β-ol	4,53± 0,29	
		Campesterol	0,2± 0,02	
	Triterpen-Alkohole (%)	Lupeol	-	MP [21]
		Butyrospermol lucauol	-	
			-	
		β-Amyrin	-	
		24-Methylen-Cycloartenol	-	
		Citrostadienol	-	
	Tocopherole (mg/kg)	α-Tocopherol p- Tocopherol	72± 10 7± 2	TE [21] MP [21] SFE [15]
		δ-Tocopherol	82± 12	
		γ-Tocophero	585± 25	
	Phenolische Verbindungen (%)	Vanillinsäure syningische Säure	12.38± 8.7 28,25± 6,66	TE [4] MP [4]
		Ferulasäure p-Hydroxybenzoesäure	30,52± 22,4 10.86± 6.23	

TE: Traditionelle Extraktion; MP: Mechanische Presse; SE: Lösungsmittlextraktion; SFE: Extraktion mit überkritischen Flüssigkeiten.

3.3. Bioaktive Verbindungen

Zu den im Arganöl enthaltenen Phenolderivaten gehören Ferulasäure, Kaffeesäure, Syringasäure, *p*-Hydroxybenzoesäure und Tyrosol, Oleuropein, Epicatechin, Catechin und Catechin [4]. Polyphenole sind sehr wertvolle Naturprodukte, die antioxidative Eigenschaften haben. Sie schützen die Zellen vor Schäden, die durch freie Radikale verursacht werden. Sie können auch Arteriosklerose, Krebswachstum und die Entwicklung von Krankheitserregern verhindern. Oleuropein hat Anti-Falten- und revitalisierende Eigenschaften [4,17,22].

Die im Arganöl enthaltenen Sterole machen 20 % der unverseifbaren Fraktion aus. Es gibt vier Sterole im Arganöl: zwei Hauptsterine, Spinasterol (44%) und Dihydrospinasterol (Shotenol, 48%), und zwei Nebensterine, Avenasterol und 8,22-Stigmastadien-3 β -ol. Diese Sterole haben eine regenerierende Wirkung auf die Epidermis [4]. Spina hat krebshemmende Eigenschaften, während Shotenol sowohl krebshemmende als auch zytotoxische Eigenschaften besitzt [4,23].

Die Triterpenalkohole machen 20 % der unverseifbaren Fraktion des Arganöls aus. Zu den identifizierten Alkoholen gehören Tirukallol (27,9%), das Allergiesymptome lindert, sowie Butyrospermol (18,1%), β -Amyrin (27,3%), Lupeol (7,1%) und 24-Methylcycloartanol (4,5%). Butyrospermol pflegt die Haut sowohl vor als auch nach der Sonnenexposition [1,15].

Bei den Carotinoiden handelt es sich um gelbe Xanthophylle, die Sauerstoff binden und transportieren. Sie können die Haut vor den schädlichen Auswirkungen der Sonnenstrahlung schützen. Sie machen 42 % der unverseifbaren Fraktion aus [3,4].

Arganöl ist reich an Tocopherol in einer Menge von 600-700 mg/kg. Es ist ein starkes Antioxidans und der effizienteste Radikalfänger. Arganöl enthält 69 % γ -Tocopherol. Es hat sich gezeigt, dass γ -Tocopherol wirksamer als α -Tocopherol ist, wenn es darum geht, freie Stickstoffradikale zu entfernen und die Vermehrung von Krebszellen zu verhindern. γ -Tocopherol und sein Metabolit γ -Carboxyethyl-Hydroxychroman haben eine hemmende Wirkung auf das Isoenzym Cyclooxygenase-2 (COX-2), das bei einer Entzündungsreaktion aktiviert wird. Hemmung von COX-2 führt zu einer Verringerung der Entzündungssymptome. Dank des Vorhandenseins von Tocopherolen, Phenolverbindungen und Carotinoiden schützt Arganöl die Haut vor den schädlichen Auswirkungen externer Faktoren und vor allem vor freien Radikalen, was es zu einem potenziellen Bestandteil von After-Sun-Kosmetikprodukten macht. Es hat eine beruhigende Wirkung auf die durch Sonneneinstrahlung gereizte und geschädigte Haut. Vitamin E hat eine positive Wirkung auf das Immunsystem. γ -Tocopherol ist auch für seine Rolle bei der Prävention von Herzkrankheiten und Prostatakrebs bekannt [14,24].

Der einzige Kohlenwasserstoff, der im Arganöl enthalten ist, ist Squalen mit einem Anteil von etwa 0,3 %. Diese Verbindung hilft, Fremdstoffe aus dem Körper zu entfernen und senkt den .

Studien haben gezeigt, dass Squalen schützende Eigenschaften gegen Hautkrebs hat [4]. Die chemische Zusammensetzung des Arganöls unterscheidet sich je nach geografischer Herkunft der Argansamen und den Methoden der Ölgewinnung. Arganöl, das durch Kaltpressung gewonnen wird, hat die stärksten antioxidativen Eigenschaften. Thermische Behandlung kann anti-radikalen Eigenschaften von traditionell gewonnenem Arganöl verringern [25,26].

4. Biologische Eigenschaften von Arganöl

Die Forschung über Arganöl hat bewiesen, dass sein Verzehr aufgrund seiner zytotoxischen, antiproliferativen und antioxidativen Wirkung eine positive Wirkung auf die Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Entzündungen, Arteriosklerose, Diabetes, Hypertonie und Krebs hat. Bislang ist nur ein Fall einer allergischen Reaktion auf Arganöl bekannt, der bei einem 34-jährigen Marokkaner auftrat [6,24].

4.1. Antioxidative Aktivität

Die an phenolischen Verbindungen reiche Fraktion des Arganöls verhindert wirksam die Oxidation menschlicher Low-Density-Lipoproteine (LDL). Bei Konzentrationen von 0 bis 320 mg/ml verlängerte sie signifikant die Lag-Phase, verringerte die Rate der Lipidperoxidation ($p < 0,01$), verringerte die Bildung von konjugierten Dienen und Malonaldehyd (MDA), verringerte die Vitamin-E-Abreicherung, erhöhte die Phospholipid-Fluidität von High-Density-Lipoproteinen (HDL) ($p = 0,0004$) und verbesserte den Cholesterin-Efflux aus Makrophagen in Zusammenarbeit mit den Makrophagen.

mit HDLs [27]. Ähnliche dosisabhängige Wirkungen wurden mit dem Perikarp-Extrakt beobachtet, was auf seine Fähigkeit zurückgeführt wird, freie Radikale abzufangen und Cu(II) zu chelatieren, was das Risiko einer frühen Atherogenese senken und Atherosklerose und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verhindern könnte. Die Perikarp-Extrakte zeigten auch zytotoxische Wirkungen (0–40 mg/mL) [28]. In-vitro-Tests mit Ethylacetat-, Petrolether- und Polyphenole (89,4–218,0 mg/g als Gallussäure), Gerbstoffe (39,3–214,0 mg/g als Catechin), Flavonoide (3,4–11,1 mg/g als Quercetin) und Anthocyane (0,74–10,92 mg/g als Cyanidin), zeigten antioxidative, antimalariatische und zytotoxische Aktivitäten gegen menschliche Brustkrebszellen (MCF7). Der Ethylacetat-Extrakt und die Abkochung zeigten eine gute antioxidative Aktivität, während der Petrolether-Extrakt eine mäßige Aktivität zeigte, mit 2,2-Diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazin-1-yl (DPPH) ($IC_{50} = 32.3\text{--}600.8 \mu\text{g/mL}$) und 2,2'-azino-bis(3-Ethylbenzothiazolin-6-sulfonsäure (ABTS) ($IC_{50} = 11.9\text{--}988.8 \mu\text{g/mL}$) getestet. Die Ethylacetat-Extrakte zeigten auch Aktivität gegen Chloroquin-resistente Plasmodium falciparum-Stämme und Zytotoxizität ($IC_{50} = 42$ bis $>100 \mu\text{g/mL}$). Es wurde eine Korrelation zwischen dem Anthocyan-Gehalt und den antioxidativen ($R^2 = 0,9867$) und antimalariatischen ($R^2 = 0,8175$) Aktivitäten festgestellt [29,30].

Entzündungen sind eine universelle Reaktion auf verschiedene lokale Gewebeveränderungen und eine Schlüsselkomponente der Immunantwort in der akuten Phase, die mit einer starken Immunreaktion beginnt, die darauf abzielt, schädliche Reize zu beseitigen. Dieser Prozess löst eine Kaskade chemischer Signale aus, die Leukozyten aktivieren und zur Produktion von entzündlichen Zytokinen wie Interleukin 1β (IL- 1β), Interleukin 6 und Tumornekrosefaktor- α (TNF- α) führen [31,32]. Um eine anhaltende Entzündung zu verhindern, ist es wichtig, diese pro-inflammatorische Reaktion zu regulieren und die Entzündung zu beseitigen, um die Homöostase des Gewebes wiederherzustellen, nachdem die Verletzung oder der Krankheitserreger beseitigt wurde. Verschiedene entzündungshemmende Medikamente reduzieren zwar wirksam Entzündungen und starke Schmerzen, indem sie entzündungsfördernde Signalwege hemmen, doch haben sie oft Nebenwirkungen [33,34]. Daher besteht ein wachsender Bedarf an natürlichen Produkten, die reich an Antioxidantien sind, um diese unerwünschten Wirkungen abzuschwächen. Vor allem Arganöl hat therapeutisches Potenzial für die Behandlung von Karies gezeigt.

diavaskuläre Störungen im Zusammenhang mit Fettleibigkeit, Bluthochdruck und Insulinresistenz. Frühere Untersuchungen haben seine antioxidativen, entzündungshemmenden, antimutagenen und antikarzinogenen Eigenschaften sowie seine schützende Wirkung auf die neurologische und Lebergesundheit bestätigt [35]. Die reichhaltige Zusammensetzung von einfach ungesättigten und gesättigten Fettsäuren, Tocopherolen, Sterolen und Polyphenolen im Arganöl verstärkt seine therapeutischen Vorteile, die bei der Behandlung von Hyperlipidämie, Lipidhomöostase, oxidativem Stress und Entzündungen helfen und Vorteile für die kardiovaskuläre Gesundheit und verschiedene dermatologische Erkrankungen bieten [19,36]. Es ist auch ein vielversprechender Wirkstoff zur Behandlung von Neuroinflammation [37].

Oxidativer Stress und Entzündungen sind entscheidende Faktoren bei der Neuroinflammation, bei der die Dysfunktion der Mikroglia eine wichtige Rolle spielt. Studien deuten darauf hin, dass Arganöl, insbesondere seine Phytosterole Schot und Spina, oxidativen Stress, Entzündungen und peroxisomale Dysfunktion in Mikrogliazellen reduzieren kann, indem es die Konzentration reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) und Stickstoffmonoxid (NO) wirksam senkt und Entzündungsmarker wie IL- 1β und TNF- α verringert, wodurch die peroxisomale Funktion verbessert und ein Schutz vor neuroinflammatorischen Schäden geboten wird [38].

Die ernährungsbedingten Polyphenole in Arganöl können auch die Darmmikrobiota verbessern, was möglicherweise antidepressive Wirkungen über die Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse bietet [37]. In ernährungsphysiologisch relevanten Dosen weisen sowohl Arganöl als auch seine unverseifbare Fraktion signifikante entzündungshemmende Wirkungen auf, die mit denen von Diclofenac vergleichbar sind. Diese Wirkungen werden in erster Linie den Tocopherolen und Phytosterolen zugeschrieben, was darauf hindeutet, dass Arganöl dazu beitragen kann, die Belastung durch entzündliche und degenerative Krankheiten zu verringern [9]. Die Phytosterine im Arganöl können die Expression von proinflammatorischen Zytokinen wie TNF- α und IL- 1β , die durch Lipopolysaccharyd (LPS) induziert werden, reduzieren und gleichzeitig die Expression von IL-4, einem entzündungshemmenden Zytokin, fördern. Folglich weisen Schot und Spina entzündungshemmende Eigenschaften auf, die zum Schutz vor neurodegenerativen Erkrankungen beitragen können, was ein starker Beweis für die Schutzmechanismen dieser wichtigen Phytosterine im Arganöl gegen LPS-induzierte Neuroinflammation ist [38]. Eine Studie von Rozario Martínez et al. betonten außerdem, dass ethanolische Extrakte aus Arganfruchtfleisch folgende Eigenschaften aufweisen

eine starke antioxidative Aktivität *in vitro*, die Entzündungen reduziert und die Blutzuckerkontrolle verbessert, was durch eine Verringerung der Entzündungsmarker und eine erhöhte Aktivität der antioxidativen Enzyme belegt wird [5].

4.2. Auswirkungen des Arganölkonsums auf die Modulation der intestinalen Mikrobiota

Die intestinale Mikrobiota, die auch als Darmflora bezeichnet wird, ist definiert als eine komplexe Gruppe von Mikroorganismen, die als Kommensalen bezeichnet werden und im menschlichen Verdauungstrakt, genauer gesagt im Darm, leben [39,40]. Diese mikrobielle Gemeinschaft, die für den Menschen nicht pathogen ist, bedeckt die Oberfläche der Darmschleimhaut. Sie besteht aus Pilzen, Viren, Hefen, Archaeen und vor allem aus Bakterien mit einer Dichte von bis zu 10^{14} Bakterienzellen, also 100-mal mehr als Zellen des menschlichen Körpers [11].

Die intestinale Mikrobiota ist zusammen mit der von ihr bedeckten Verdauungsschleimhaut und dem Immunsystem, mit dem sie in Wechselwirkung steht, Teil des so genannten intestinalen Ökosystems. Sie wird als ein Organ betrachtet, das in Symbiose mit dem menschlichen Organismus lebt und verschiedene Funktionen erfüllt [39].

Die Mikrobiota ist komplex und Teil eines dynamischen intestinalen Ökosystems, das ständig mit verschiedenen Körperfunktionen interagiert. Durch ihre eigene Rolle und ihre Funktionen trägt die Mikrobiota selbst dazu bei, ein Gleichgewicht mit ihrem Wirt aufrechtzuerhalten [40]. Die Mikrobiota spielt eine wesentliche Rolle für die Darmphysiologie und die menschliche Gesundheit und wird zunehmend. Eine ausgewogene und vielfältige Darmmikrobiota ist in diesem Sinne ein Indikator für einen guten Gesundheitszustand [11,18].

Die menschliche Mikrobiota spielt eine zentrale Rolle für viele Körperfunktionen und die allgemeine Gesundheit. Die Mikrobiota spielt eine wichtige Rolle bei Verdauungsprozessen, insbesondere durch die Fermentation von Nahrungsfasern zu kurzkettigen Fettsäuren (SCFAs). SCFAs sind Carbonsäuren mit aliphatischen Schwänzen von 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, von denen Acetat (C2), Propionat (C3) und Butyrat (C4) am häufigsten vorkommen. Ihre Produktion erfolgt durch Bakterien wie die Bifidobacterium-Arten (die zum Stamm der Aktinobakterien gehören), die bei der Nahrungsverdauung Acetat und Laktat produzieren, und die wichtigsten Butyrat produzierenden Bakterien im menschlichen Darm gehören zum Stamm der Firmicutes, insbesondere *Faecalibacterium* [41]. Diese Säuren liefern den Dickdarmzellen Energie und besitzen entzündungshemmende Eigenschaften [42,43]. Die Darmmikrobiota könnte als Biomarker für die Diagnose von Krankheiten verwendet werden [43]. Mehrere Veränderungen in der Darmmikrobiota werden mit verschiedenen Krebsarten in Verbindung gebracht, und die Modulation der von den Bakterien produzierten Metaboliten kann verschiedene Gehirnzellenfunktionen regulieren [44]. Darüber hinaus synthetisiert sie Vitamine und erleichtert die Aufnahme essenzieller Nährstoffe [45]. Die Mikrobiota moduliert auch das Immunsystem, indem sie Autoimmunreaktionen und übermäßige Entzündungen verhindert [31], und sie wirkt als Barriere gegen Krankheitserreger, indem sie ökologische Nischen besetzt und antimikrobielle Substanzen produziert [46]. Die Zusammensetzung und Vielfalt des Mikrobioms sind entscheidend für die Aufrechterhaltung einer symbiotischen Beziehung mit dem Wirt. Daraus folgt, dass ein Ungleichgewicht in der Darmmikrobiota oder eine Dysbiose mit verschiedenen Krankheiten und Zuständen in Verbindung gebracht wird, darunter CED, Fettleibigkeit und Diabetes sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen [42,47,48]. Dies kann die Nährstoffaufnahme und die Fettspeicherung beeinflussen [49]. Darüber hinaus wurde ein Ungleichgewicht in der Darmmikrobiota über die Darm-Hirn-Achse mit psychischen Störungen in Verbindung gebracht, wobei Veränderungen mit Angst, Depression und Stress in Verbindung gebracht werden [50]. Darüber hinaus kann die Mikrobiota die Wirksamkeit, die Toxizität und die therapeutischen Ergebnisse von Medikamenten beeinflussen. Durch die Aufklärung dieser Wechselwirkungen könnte es möglich sein, personalisierte Medikamentenschemata zu entwickeln, die unerwünschte Wirkungen minimieren und therapeutische Ergebnisse maximieren [51]. Dies könnte durch den Einsatz von Fortschritten in der Metagenomik, Metabolomik, Nutrigenomik und Bioinformatik erreicht werden. Diese Methoden ermöglichen tiefere Einblicke in die komplexen Interaktionen zwischen der Darmmikrobiota und dem Wirt [52].

Die Zusammensetzung der Mikrobiota kann sich in Abhängigkeit von vielen Faktoren ändern, z. B. in den verschiedenen Lebensabschnitten, da sie je nach Umwelt, Ernährung und Hygiene komplexer wird, bis sie im Alter von etwa 3 Jahren reif und stabil ist und in ihrer Zusammensetzung mit der Mikrobiota des Erwachsenen übereinstimmt [53].

Unabhängig vom Alter wird das Arganöl von den Marokkanern bei verschiedenen Beschwerden eingesetzt. Arganöl, das oral eingenommen wird, hat choleretische und lipolytische Eigenschaften sowie eine hepatoprotektive und cholesterinsenkende Wirkung. Darüber hinaus hat es schmerzlindernde und entzündungshemmende Eigenschaften. Es wird angenommen, dass Arganöl den Körper stärkt und Fehlgeburten vorbeugt. Die Ergebnisse von Studien haben gezeigt, dass die im Arganöl natürlich vorkommenden Verbindungen Kaffeesäure, p-Cumarsäure und Rutin das Wachstum und die Vermehrung von Bakterien, einschließlich *Staphylococcus aureus* und *Cutibacterium acnes*, hemmen können [29,54].

Die Modulation der Zusammensetzung der Darmmikrobiota steht in Zusammenhang mit anderen Faktoren wie der Art der Geburt und der Schwangerschaftsdauer, der Umwelt und der geografischen Lage, der Ernährung und der Einnahme von Antibiotika [53]. Ungleichgewichte in ihrer Zusammensetzung sind für Störungen verantwortlich, die bei der Entstehung und/oder Aufrechterhaltung von Krankheiten eine Rolle spielen. Metabolische, immunologische, kognitive und psychiatrische Erkrankungen können eine Folge von Veränderungen dieser Flora und ihrer Funktionen sein [13]. Die Bakterien, die die dominante Mikrobiota bilden, werden in drei Hauptgruppen unterteilt: Firmicutes, Bacteroidetes und Actinobacteria.

Probiotische Wirkungen von Arganöl

Argania spinosa ist eine Quelle verschiedener wertvoller Extrakte, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften und Anwendungen haben. Der bekannteste Extrakt ist Arganöl, das reich an verschiedenen bioaktiven Verbindungen ist, die als Präbiotika wirken [54,55]. Präbiotika sind definiert als unverdauliche Nahrungsbestandteile, die das Wachstum und/oder die Aktivität von nützlichen Bakterien in der Darmmikrobiota stimulieren [56]. Die Förderung des Wachstums dieser nützlichen Mikroben trägt daher zum Aufbau einer gesünderen Darmmikrobiom-Umgebung bei [57,58]. Eine Reihe von Studien an Mäusen hat gezeigt, dass eine Supplementierung mit Arganöl zu einem Anstieg der Anzahl nützlicher Bakterien, insbesondere *Bifidobacterium* und *Lactobacillus*, führen kann, während gleichzeitig die Prävalenz potenziell schädlicher Bakterien reduziert wird [54,59]. Diese Veränderungen tragen zur Entwicklung einer ausgewogeneren Mikrobengemeinschaft bei, was mit einer Verbesserung der Barrierefunktion des Darms und einer Verringerung von Entzündungen verbunden ist [60]. Darüber hinaus haben einige präklinische Studien darauf hingewiesen, dass natürlich gewonnene Nahrungspolyphenole durch Modulation der Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse antidepressiv wirkende Eigenschaften aufweisen können [37].

Ein weiterer bemerkenswerter Extrakt ist der APC. Die beobachteten positiven Auswirkungen sind in erster Linie auf die Fermentation von Nahrungsfasern durch Darmbakterien zurückzuführen, die zur Produktion von SCFAs wie Acetat, Propionat und Butyrat führt [43,61]. Eine kürzlich durchgeführte Studie hat gezeigt, dass der Verzehr von Nahrungsfasern, die denen der APC ähneln, den Reichtum und die Vielfalt nützlicher Darmbakterien, einschließlich *Lactobacillus* und *Bifidobacterium*, deutlich erhöht und die Produktion von Bakterien wie *Faecalibacterium prausnitzii* und *Roseburia* erleichtert [61–65]. Diese Veränderungen werden mit einer Verbesserung der Darmgesundheit und einer Verringerung von Entzündungen in Verbindung gebracht. Die Kombination bioaktiver Verbindungen in der APC, insbesondere Polyphenole und Fasern, die synergetisch wirken (z. B. Gallussäure und Catechin), besitzt antimikrobielle Eigenschaften, die die Zusammensetzung der Darmmikrobiota modulieren können, indem sie das Wachstum pathogener Bakterien wie *Escherichia coli* und *Clostridium perfringens* verringern und gleichzeitig das Wachstum nützlicher Bakterien fördern [7,66–70].

Die Ergebnisse von Studien zur Struktur-Wirkungs-Beziehung von Phenolsäuren, die in Arganöl gefunden wurden, zeigen, dass einige Parameter, wie die chemische Grundstruktur, die Position und Anzahl der Hydroxylgruppen sowie ihre Substituenten im Phenolring und die Veresterung der Carboxylgruppe, die antimikrobielle Aktivität beeinflussen können. Diese Verbindung kann auch Integrität der Zellmembran in grampositiven und gramnegativen Bakterien stören und die Ladung, Hydrophobie und Permeabilität der Membranoberfläche verändern [67]. Gallussäure kann die Durchlässigkeit der Bakterienmembran stören und die Anreicherung von Antibiotika im Mikroorganismus erhöhen [68–70].

Arganöl bietet aufgrund entzündungshemmenden und antioxidativen Eigenschaften nachweislich erhebliche Vorteile für die Darmgesundheit [54]. Die präbiotischen Eigenschaften von Arganöl erleichtern die Bildung eines ausgewogenen Darmmikrobioms und verringern dadurch Entzündungen in

die Darmschleimhaut und lindert die mit CED verbundenen Symptome [71]. Darüber hinaus mildern die antioxidativen Eigenschaften des Arganöls oxidativen Stress, schützen vor Schleimhautschäden und erhalten die Integrität der Darmbarriere, was für die Verhinderung von Entzündungsreaktionen, die durch mikrobielle Dysbiose ausgelöst werden, von wesentlicher Bedeutung ist [72,73]. Die Fähigkeit von Arganöl, die Mikrobiota zu modulieren und Entzündungen zu reduzieren, macht es zu einem potenziellen Therapeutikum für die Behandlung von CED [74]. Personalisierte Behandlungspläne, die Arganöl einbeziehen, könnten ein gesundes Gleichgewicht der Mikrobiota wiederherstellen und die Krankheitsresultate verbessern. Es sind jedoch weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um die Auswirkungen von Arganöl auf die Darmmikrobiota zu klären und diese Ergebnisse in größeren klinischen Studien zu validieren, was dann den Weg für personalisierte Ernährungsempfehlungen und therapeutische Strategien ebnet würde.

4.3. Weitere Vorteile von Arganöl

Arganöl ist über seine gesundheitlichen Eigenschaften hinaus für eine Vielzahl von zusätzlichen Vorteilen bekannt. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die aus *Argania spinosa* extrahierten Saponine in nicht hämolytischen Konzentrationen die durch freie Radikale ausgelöste Hämolyse der Erythrozyten um 53,2 %, bei 2 mM Aspirin um 75 % und bei Acetaminophen um 68 % verringerten. Im Gegensatz dazu hat Vitamin E (0,3 μ M) keine antioxidative Aktivität gezeigt. Die kombinierte Anwendung von 1 mg/l Saponin aus *A. spinosa* und 0,3 μ M Vitamin E führte zu einem Schutz vor der Hämolyse der Erythrozyten von 68 %, während die Kombination von Acetaminophen (2 mM) und Vitamin E (0,3 μ M) keine synergistische Wirkung zeigte. Diese Ergebnisse bestätigen die antioxidative Aktivität der Saponine und ihre Fähigkeit, das antioxidative Potenzial von Vitamin E zu verstärken [28,30]. Die ersten In-vivo-Studien, die an hypertensiven Ratten durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass Arganöl den Blutdruck normalisiert und eine Hypcholesterinämie induziert. Dieses Experiment wurde später an Wüstenrennmäusen (*Meriones shawi*) wiederholt, die einer kalorienreichen Diät und körperlicher Inaktivität ausgesetzt waren, was zu Hypertonie, Dyslipidämie und Hyperinsulinämie führte. Nach einer zweimonatigen Verabreichung von Arganöl in einer Dosierung von 5 mg/kg/Tag wurden bei den Ratten ähnliche Wirkungen beobachtet: der Blutzuckerspiegel sank um 4,4 %, das Gesamtcholesterin um 14,4 %, die LDL-Werte um 32,5 %, die Insulinämie um 26,8 %, der systolische Blutdruck um 28,8 % und der diastolische Blutdruck um 30,5 %. Außerdem stiegen die HDL-Werte um 27,9 % und die Triglyzeride um 16,2 %, während das Körpergewicht der Tiere blieb. Die Autoren führen diese Effekte in erster Linie auf die ungesättigten Fettsäuren im Arganöl zurück, aber auch auf andere Bestandteile [75].

In einer anderen Studie wurde nach fünfwöchiger Verabreichung von Arganöl (10 ml/kg) sowohl an hypertensive als auch an normotensive Ratten eine signifikante Senkung des systolischen Blutdrucks (gemessen mit der Schwanzmanschettenmethode, $p < 0,05$) und ein Anstieg ($p < 0,01$) der vaskulären endothelialen Reaktion bei hypertensiven Ratten festgestellt. Diese Reaktion war durch die Entspannung des Aortenrings und der kleinen Mesenterialarterien gekennzeichnet, die durch Carbachol (10^{-8} bis 10^{-4} M) nach Vorkontraktion mit Phenylephrin ausgelöst wurde. Die Verwendung des NO-Synthase-Hemmers L-NW-Nitroarginin (3×10^{-5} M) zeigte einen signifikanten Beitrag von NO zu beobachteten entspannenden Wirkung. Nach Blockierung der COX mit Indomethacin (10^{-5} M) umfasste die endothelabhängige Reaktion auch Metaboliten aus dem COX-Stoffwechselweg. Arganöl reduzierte signifikant ($p < 0,05$) die Freisetzung von Thromboxan A2 in der Aorta und den kleinen Mesenterialarterien von hypertensiven Ratten, ein Ergebnis, das durch Experimente mit Thromboxan A2- und Prostaglandin H2-Rezeptor-Antagonisten ICI 192.605 (10^{-5} M) bestätigt wurde [30]. Die positiven Auswirkungen des Arganöls könnten auf seine Fähigkeit zurückzuführen sein, den oxidativen Stress zu verringern, wie die Ergebnisse von Experimenten mit Antioxidantien wie Superoxiddismutase und Katalase zeigen [76–78].

5. Experimentelle Modelle und klinische Studien

Um die entzündungshemmenden und antioxidativen Wirkungen von Arganöl umfassend zu bewerten, sind zahlreiche Tierstudien erforderlich. Einige Studien haben das therapeutische Potenzial von Arganöl bei oxidativem Stress und Dickdarmentzündung in einem durch Essigsäure induzierten Rattenmodell der ulzerativen Kolitis (UC) untersucht [79]. Die Kolitis wurde durch Überwachung des Körpergewichts, Klassifizierung der Stuhlkonsistenz, Gewebeuntersuchung sowie biochemische und hämatologische Tests bewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass Arganöl wirksam die Entzündung und den oxidativen Stress in

Ratten mit Essigsäure-induzierter Kolitis. Es verbesserte auch das Körpergewicht, reduzierte Dickdarmschäden und linderte Symptome wie Blutungen und Nekrosen [80]. Es wurde auch gezeigt, Arganöl Marker für oxidativen Stress reduziert und die Aktivität antioxidativer Enzyme erhöht. Obwohl Arganöl bestimmte hämatologische und chemische Serumparameter verbesserte, normalisierte nicht alle Werte vollständig. Das Vorhandensein von Phenolen und Terpenoiden im Arganöl trug wahrscheinlich zu diesen schützenden Wirkungen bei. Mögliche systemische hämatologische Wirkungen erfordern jedoch weitere Untersuchungen, um eine sichere medizinische Anwendung zu gewährleisten. Insgesamt hat Arganöl ein vielversprechendes Potenzial als präventives oder therapeutisches Mittel bei entzündlichen Darmerkrankungen [80].

Die ersten In-vivo-Studien, die an Ratten mit Bluthochdruck durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass das Arganöl eine Rückkehr zu einem normalen Blutdruck und eine Hypcholesterinämie hervorruft. Der Test wurde an Wüstenrennmäusen (*Meriones shawi*) wiederholt, die mit einer kalorienreichen Diät und einem Mangel an körperlicher Betätigung behandelt wurden und Bluthochdruck, Dyslipidämie und Hyperinsulinämie aufwiesen. Nach zweimonatiger Verabreichung von Arganöl in Höhe von 5 mg/kg/Tag sank analog zu den Ratten der Blutzuckerspiegel um 4,4 %, das Gesamtcholesterin um 14,4 %, die LDL-Fraktion um 32,5 %, die Insulinämie um 26,8 %, der systolische Blutdruck um 28,8 % und der diastolische Blutdruck um 30,5 %. Es wurde auch ein Anstieg des HDL-Spiegels um 27,9 % und des TG-Spiegels um 16,2 % beobachtet. Die Ernährung mit Arganöl hatte keinen Einfluss auf das Körpergewicht der Tiere. Die Autoren schreiben die dominante Wirkung auf die oben genannte Aktivität den ungesättigten Fettsäuren zu, wobei auch andere Bestandteile des Öls beteiligt sind [28]. Nach 5-wöchiger Verabreichung von Arganöl (10 ml/kg) an Ratten mit Hypertonie und Normotonie kam es zu einer Senkung des systolischen Blutdrucks (gemessen mit der Schwanzmanschetten-Methode) ($p < 0,05$) und zu einem Anstieg ($p < 0.01$) der Reaktion des Gefäßendothels wurde bei hypertensiven Ratten durch die Entspannung des Aortenrings und der kleinen Mesenterialarterien beobachtet, die durch Cabochon (10^{-8} – 10^{-4} M) induziert wurde, das mit Phenylephrin präkonstriktiert wurde. Der NO-Synthase-Inhibitor (*L-N-N-Arginin* (3×10^{-5} M)) bewirkte während der Studie einen größeren Anteil von NO an der entspannenden Wirkung. Nach Blockierung der Cyclooxygenase (COX) mit Indomethacin (10^{-5} M) wurde der Anteil der Metaboliten des COX-Weges an der Endothel-abhängigen Reaktion charakterisiert.

Obwohl Tierversuche vielversprechende Erkenntnisse liefern, sind noch klinische Studien erforderlich, um diese Ergebnisse in menschlichen Populationen zu validieren. Das Verständnis der Dosis-Wirkungs-Mechanismen und der langfristigen Auswirkungen einer Arganöl-Supplementierung auf die Darmmikrobiota und die klinischen Ergebnisse bei CED-Patienten wird für seine potenzielle therapeutische Anwendung von entscheidender Bedeutung sein.

6. Die Verwendung von Arganöl in der kosmetischen Industrie

Arganöl mit seinen wertvollen Nährstoffen und Antioxidantien findet in der Lebensmittel-, Kosmetik- und Pharmaindustrie Anwendung. Die im Öl enthaltenen natürlichen Inhaltsstoffe wirken den Anzeichen vorzeitiger Hautalterung entgegen, haben therapeutische Bedeutung bei verschiedenen Haut- und Stoffwechselerkrankungen und verringern das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs. Das Interesse an Arganöl wächst. Da Arganöl nicht weit ist, ist die Forschung über seine Zusammensetzung und Wirkung auf den menschlichen Körper begrenzt [1,14,26].

Dank seiner ausgewogenen Zusammensetzung an ungesättigten Fettsäuren hat Arganöl eine leichte Konsistenz, zieht schnell ein und dringt tief in die Haut ein. Es ist eines der stärksten natürlichen Antioxidantien und in der Anti-Aging-Kosmetik sehr begehrt [14]. Arganöl (INCI-Name: *Argania spinosa* kernel oil) bietet zahlreiche kosmetische Vorteile. Es zieht leicht ein, schützt die Epidermis vor dem Austrocknen, spendet Feuchtigkeit und glättet die Haut. Kokosnussöl, das auch Polyphenole wie *p-Cumarsäure* und Ferulasäure sowie Vitamin C und B-Vitamine enthält, ist in seiner chemischen Zusammensetzung und seiner Verwendung in der Medizin ärmer als Arganöl. Andererseits ist Olivenöl reicher an Vitamin E (~3,6 mg) als Arganöl und hilft auch bei der Behandlung von Schäden durch UV-Strahlung. Obwohl Olivenöl nicht wie Arganöl in die Haarsträhnen eindringt, um sie zu nähren und zu reparieren, bildet es eine natürliche Schutzbarriere um geschädigte Haarsträhnen. Außerdem verbessert Arganöl die Festigkeit und Elastizität der Haut, revitalisiert sie und unterstützt die Zellerneuerung. Arganöl wirkt verjüngend, beugt vorzeitiger Faltenbildung vor, glättet bestehende Falten und hilft, deren Wiederauftreten zu verhindern. Außerdem schützt es die Haut vor den schädlichen Auswirkungen von

freie Radikale. Arganöl eignet sich für empfindliche, reife und trockene Haut und ist für Menschen, die zu Allergien und Akne neigen, von Vorteil.

Die Wirkung von Arganöl auf die Talgsekretion wurde ebenfalls untersucht. In einer Forschungsstudie, an der 2017 Personen mit fettiger Haut teilnahmen, wurde die Talgmenge auf der Stirn und den beiden Wangen gemessen. Die Teilnehmer trugen vier Wochen lang zweimal täglich eine Creme mit Arganöl auf. Nach diesem Zeitraum wurde eine Verringerung der Talgproduktion und eine sichtbare Verbesserung des Zustands der fettigen Gesichtshaut festgestellt. Fortgesetzte Anwendung des Produkts führte jedoch nicht zu weiteren Verbesserungen [22,24].

Die Verbesserung des Hautzustands in der getesteten Gruppe hängt mit der chemischen Zusammensetzung des Arganöls zusammen, einschließlich der Glyceride und Sterole. Die Ölsäure unterstützt den Transport der im Arganöl natürlich vorkommenden Wirkstoffe in die Haut. Die im Arganöl enthaltenen Sterole machen 20 % der unverseifbaren Fraktion aus. Arganöl enthält vier Sterine: zwei, d.h. Spinasterol (44%) und Dihydrospinasterol (Schotenol, 48%), und zwei Nebensterine, Avenasterol und 8,22-Stigmastadien-3 β -ol. Diese Sterole haben eine regenerierende Wirkung auf die Epidermis.

An der Studie mit einer Creme aus Sägepalmensamenextrakten, Sesamsamen und Arganöl nahmen 9 Männer und 11 Frauen im Alter von 17 bis 50 Jahren teil, wobei 16 Teilnehmer fettige Haut und 4 Mischhaut hatten. Bei dem im Winter durchgeführten Experiment wurde die Talgmenge auf der Stirn und auf beiden Wangen zu Beginn und nach vier Wochen mit einem Sebumeter-Gerät gemessen. 95 % Teilnehmer berichteten über eine Verbesserung des Hautbildes, wobei die Talgmenge um 22 % und die mit fettigen Flecken bedeckte Fläche um 42 % abnahm, während die Anzahl der Talgdrüsen unverändert blieb [20]. Arganöl wird auch zur Hautpflege vor und nach dem Sonnenbad verwendet, um die Haut vor den schädlichen Auswirkungen des Sonnenlichts zu schützen. Es kann auch auf sonnenverbrannte Haut aufgetragen werden [3,81,82]. Außerdem stärkt Arganöl das Haar und schützt es vor Sonnenschäden [1,3,24]. Es kann auch in die Nägel einmassiert werden, was schon nach wenigen Anwendungen zu erhöhter Bruchsicherheit und größerer Härte führt. Als "marokkanisches Gold" bekannt, verbessert es den Nährstoffgehalt von Haut, Haaren und Nägeln [3,82]. In Friseursalons wird Arganöl sowohl in seiner natürlichen Form als in verschiedenen Haarpflegeprodukten wie Shampoos und Masken verwendet. Aufgrund seines hohen Preises wird Arganöl jedoch manchmal durch billigere Alternativen ersetzt. Um die Qualität von Arganöl zu gewährleisten, wurden Analysemethoden wie die Gaschromatographie entwickelt [8,20,83].

7. Schlussfolgerungen

Arganöl, das oft als "flüssiges Gold" bezeichnet wird, ist eines der beliebtesten und teuersten Pflanzenöle der Welt. Seine Fähigkeit, die Zusammensetzung der Darmmikrobiota zu regulieren, unterstreicht sein therapeutisches Potenzial für die Darmgesundheit. Das reichhaltige Profil an Polyphenolen, essenziellen Fettsäuren und Tocopherolen in Arganöl trägt zu einer ausgewogenen Mikrobiota, die Entzündungen der Darmschleimhaut reduziert und damit die Integrität der Darmbarriere verbessert und die Darmgesundheit insgesamt fördert. Dies deutet darauf hin, dass Arganöl bei der Behandlung von CED und anderen Darmerkrankungen von Nutzen sein könnte. Um die klinischen Auswirkungen und molekularen Mechanismen hinter den Wirkungen von Arganöl auf die Darmgesundheit vollständig zu verstehen, sind jedoch weitere Forschungsarbeiten erforderlich. Erkenntnisse über diese Zusammenhänge könnten zur Entwicklung innovativer Ernährungsmaßnahmen und Behandlungspläne zur Verbesserung der Darmgesundheit beitragen.

Zusätzlich zu seinen gesundheitlichen Vorteilen kann Arganöl direkt auf der Haut verwendet und mit Kosmetika vermischt werden. Der Kosmetikmarkt bietet sowohl in Europa als auch weltweit eine breite Palette von Produkten, die Arganöl enthalten. Die wachsende Beliebtheit von Arganöl hat viele Hersteller dazu veranlasst, es in ihre Kosmetika einzubauen, obwohl nur wenige die prozentuale Zusammensetzung offenlegen oder verifizierte Ergebnisse liefern. Infolgedessen wird Arganöl von den Verbrauchern zunehmend geschätzt und angenommen. Arganöl könnte eine natürliche Alternative für eine bessere allgemeine Gesundheit sein.

Beiträge der Autoren: Konzeptualisierung, A.S.; Ressourcen, A.S., F.B. und F.C.; Datenpflege, A.S.; Schreiben - Erstellung des ursprünglichen Entwurfs, A.S.; Schreiben - Überprüfung und Bearbeitung, F.B., F.C. und M.K.; Visualisierung, A.S.; Überwachung, M.K. Alle Autoren haben die veröffentlichte Version des Manuskripts gelesen und ihr zugestimmt.

Finanzierung: Diese Forschung erhielt keine externen Mittel.

Interessenkonflikte: Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Referenzen

1. Harhar, H.; Gharby, S.; Kartah, B.; Pioch, D.; Guillaume, D.; Charrouf, Z. Effect of harvest date of *Argania spinosa* fruits on argan oil quality. *Ind. Crop. Prod.* **2014**, *56*, 156–159. [\[CrossRef\]](#)
2. Charrouf, Z.; Guillaume, D. Das Arganöl-Projekt: Von der Utopie zur Realität in 20 Jahren. *OCL* **2018**, *25*, D209. [\[CrossRef\]](#)
3. Moutik, S.; Benali, A.; Bendaou, M.; Maadoudi, E.H.; Kabbour, M.R.; El Housni, A.; Es-Safi, N.E. The effect of using diet supplementation based on argane (*Argania spinosa*) on fattening performance, carcass characteristics and fatty acid composition of lambs. *Heliyon* **2021**, *7*, e05942. [\[CrossRef\]](#)
4. Mechqoq, H.; El Yaagoubi, M.; El Hamdaoui, A.; Momchilova, S.; da Silva Almeida, J.R.; Msanda, F.; El Aouad, N. Ethnobotany, phytochemistry and biological properties of argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) (Sapotaceae)-A Review. *J. Ethnopharm.* **2021**, *281*, 114528. [\[CrossRef\]](#)
5. Martínez, R.; Guzmán, A.; Kapravelou, G.; Melguizo, C.; Bermúdez, F.; Prados, J.; López-Jurado, M.; Porres, J.M. Arganfruchtfleisch als neuer funktioneller Inhaltsstoff mit positiven Auswirkungen auf mehrere Stoffwechsel-Biomarker. *J. Funct. Foods* **2023**, *110*, 10586. [\[CrossRef\]](#)
6. Bejaoui, M.; Taarji, N.; Saito, M.; Nakajima, M.; Isoda, H. Argan (*Argania spinosa*) Presskuchenextrakt steigert die Zellproliferation und verhindert oxidativen Stress und Entzündung menschlicher Hautpapillenzellen. *J. Dermatol. Sci.* **2021**, *103*, 33–40. [\[CrossRef\]](#)
7. Calabriso, N.; Massaro, M.; Scoditti, E.; Carluccio, M.A. Dietary Polyphenols and Their Role in Gut Health. *Nutrients* **2023**, *15*, 2650. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
8. Cherki, M.; Derouiche, A.; Drissi, A.; El Messal, M.; Bamou, Y.; Idrissi-Ouadghiri, A.; Khalil, A.; Adlouni, A. Der Verzehr von Arganöl kann durch Verbesserung der Paraoxonase-Aktivitäten und des antioxidativen Status eine antiatherogene Wirkung haben: Interventionsstudie an gesunden Männern. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **2005**, *15*, 352–360. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
9. Menni, H.B.; Belarbi, M.; Menni, D.B.; Bendiab, H.; Kherraf, Y.; Ksouri, R.; Djebli, N.; Visioli, F. Anti-inflammatory activity of argan oil and its minor components. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* **2020**, *71*, 307–314. [\[CrossRef\]](#)
10. Mohammed, F.; Guillaume, D.; Abdulwali, N.; Zabara, B.; Bchitou, R. Der Zinngehalt ist ein möglicher Marker zur Unterscheidung zwischen Arganöl und Oliven-, Sesam-, Senf-, Mais-, Erdnuss- und Sonnenblumenöl. *Eur. J. Lip. Sci. Technol.* **2019**, *121*, 1800180. [\[CrossRef\]](#)
11. Donaldson, G.P.; Lee, S.M.; Mazmanian, S.K. Darm-Biogeographie der bakteriellen Mikrobiota. *Nat. Rev. Microbiol.* **2016**, *14*, 20–32. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Aversa, Z.; Atkinson, E.J.; Schafer, M.J.; Theiler, R.N.; Rocca, W.A.; Blaser, M.J.; LeBrasseur, N.K. Association of Infant Antibiotic Exposure With Childhood Health Outcomes. *Mayo Clin. Proc.* **2021**, *96*, 66–77. [\[CrossRef\]](#)
13. Landman, C.; Quévrain, E. Le microbiote intestinal: Description, rôle et implication physiopathologique. *La Rev. Médecine Interne* **2016**, *37*, 418–423. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Ibourki, M.; Gharby, S.; Guillaume, D.; Laknifli, A.; El Hammadi, A.; Charrouf, Z. Profiling of Mineral Elements and Heavy Metals in Argan Leaves and Fruit By-Products Using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry and Atomic Absorption Spectrometry. *Chem. Data Collect.* **2021**, *35*, 100772. [\[CrossRef\]](#)
15. Charrouf, Z.; Guillaume, D. Sollte die Amazigh-Diät (regelmäßiger und mäßiger Arganölkonsum) einen positiven Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **2010**, *50*, 473–474. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Charrouf, Z.; Guillaume, D. Arganöl: Vorkommen, Zusammensetzung und Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. *Eur. J. Lip. Sci. Technol.* **2008**, *110*, 632–636. [\[CrossRef\]](#)
17. Hilali, M.; Charrouf, Z.; Soulhi, A.E.A.; Hachimi, L.; Guillaume, D. Einfluss von Herkunft und Extraktionsmethode auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften und die Zusammensetzung von Arganöl. *J. Agric. Food Chem.* **2005**, *53*, 2081–2087. [\[CrossRef\]](#)
18. Rinninella, E.; Raoul, P.; Cintoni, M.; Franceschi, F.; Miggiano, G.A.D.; Gasbarrini, A.; Mele, M.C. What is the Healthy Gut Microbiota Composition? Ein sich veränderndes Ökosystem über Alter, Umwelt, Ernährung und Krankheiten hinweg. *Microorganisms* **2019**, *7*, 14. [\[CrossRef\]](#)
19. El Kamouni, S.; El Kebbj, R.; Andreoletti, P.; El Ktaibi, A.; Rharrassi, I.; Essamadi, A.; El Kebbj, M.S.; Mandard, S.; Latruffe, N.; Vamecq, J.; et al. Protective Effect of Argan and Olive Oils against LPS-Induced Oxidative Stress and Inflammation in Mice Livers. *Int. J. Mol. Sci.* **2017**, *18*, 2181. [\[CrossRef\]](#)
20. Harhar, H.; Gharby, S.; Kartah, B.; El Monfalouti, H.; Guillaume, D.; Charrouf, Z. Einfluss der Röstzeit des Argankerns auf die Zusammensetzung und die oxidative Stabilität des nativen Arganöls. *Plant Foods Hum. Nutr.* **2011**, *66*, 163–168. [\[CrossRef\]](#)
21. Salghi, R.; Armbruster, W.; Schwack, W. Detection of argan oil adulteration with vegetable oils by high-performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection. *Food Chem.* **2014**, *153*, 387–392. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Chakhchar, A.; Lamaoui, M.; El Kharrassi, Y.; Bourhim, T.; Filali-Maltouf, A.; El Modafar, C. A review on the root system of *Argania spinosa*. *Curr. Agric. Res. J.* **2020**, *8*, 1. [\[CrossRef\]](#)
23. Guillaume, D.; Charrouf, Z. Arganöl für Ernährungs- und Hautpflegeanwendungen. *H&PC Today* **2013**, *8*, 28–30.
24. Zaaboul, F.; Raza, H.; Lazraq, A.; Deng, B.; Cao, C.; Liu, Y.F. Chemische Zusammensetzung, physikalische Eigenschaften und die oxidative Stabilität von Ölkörpern, die aus *Argania spinosa* extrahiert wurden. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* **2018**, *95*, 485–495. [\[CrossRef\]](#)
25. Zeghloul, J.; Guendouz, A.; Duchez, D.; El Modafar, C.; Michaud, P.; Delattre, C. Valorisation of co-products generated by argan oil extraction process: Anwendung auf die Biodieselproduktion. *Biokraftstoffe* **2021**, *13*, 771–777. [\[CrossRef\]](#)

26. Astier, C.; Benchad Yel, A.; Moneret-Vautrin, D.A.; Bihain, B.E.; Kanny, G. Anaphylaxie auf Arganöl. *Allergy* **2010**, *65*, 662–663. [\[CrossRef\]](#)
27. Bennani, H.; Drissi, A.; Giton, F.; Kheuang, L.; Fiet, J.; Adlouni, A. Antiproliferative Wirkung von Polyphenolen und Sterolen aus nativem Arganöl auf menschliche Prostatakrebszelllinien. *Cancer Detect. Prev.* **2007**, *31*, 64–69. [\[CrossRef\]](#)
28. Berrada, Y.; Settaf, A.; Baddouri, K.; Cherrah, A.; Hassar, M. Experimental evidence of an antihypertensive and hypocholesterolemic effect of oil of argan, *Argania sideroxylon*. *Thérapie* **2000**, *55*, 375–378.
29. El Babili, F.; Bouajila, J.; Fouraste, I. Chemische Studie, antimalarial und antioxidative Aktivitäten, und Zytotoxizität zu menschlichen Brust Krebszellen (MCF7) von *Argania spinosa*. *Phytomed* **2010**, *17*, 157–160. [\[CrossRef\]](#)
30. Berrougui, H.; de Sotomayor, M.A.; Pérez-Guerrero, C.; Ettai, A.; Hmamouchi, M.; Marhuenda, E.; Herrera, M.D. Arganöl (*Argania spinosa*) senkt den Blutdruck und verbessert die endotheliale Dysfunktion bei spontan hypertensiven Ratten. *Br. J. Nutr.* **2004**, *92*, 921–929. [\[CrossRef\]](#)
31. Belkaid, Y.; Hand, T.W. Role of the Microbiota in Immunity and Inflammation. *Cell* **2014**, *157*, 121–141. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
32. Kiss, A.L. Entzündung im Fokus: Der Anfang und das Ende. *Pathol. Oncol. Res.* **2022**, *27*, 1610136. [\[CrossRef\]](#)
33. Camba-Gómez, M.; Gualillo, O.; Conde-Aranda, J. New Perspectives in the Study of Intestinal Inflammation: Fokus auf die Auflösung von Entzündungen. *Int. J. Mol. Sci.* **2021**, *22*, 2605. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
34. Oguntibeju, O.O. Medizinische Pflanzen mit entzündungshemmender Wirkung aus ausgewählten Ländern und Regionen Afrikas. *J. Inflamm. Res.* **2018**, *11*, 307–317. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
35. Orabi, S.H.; Allam, T.S.; Shawky, S.M.; Tahoun, E.A.E.-A.; Khalifa, H.K.; Almeer, R.; Abdel-Daim, M.M.; El-Borai, N.B.; Mousa, A.A. Die antioxidative, antiapoptotische und proliferative Potenz von Arganöl gegen Betamethason-induzierte oxidative Nierenschäden bei Ratten. *Biologie* **2020**, *9*, 352. [\[CrossRef\]](#)
36. El Kebbab, R.; El Kamouni, S.; El Hajj, H.I.; Andreoletti, P.; Gresti, J.; Latruffe, N. Modulation of peroxisomes abundance by argan oil and lipopolysaccharides in acyl-CoA oxidase 1-deficient fibroblasts. *Health* **2013**, *5*, 62–69. [\[CrossRef\]](#)
37. ELMostafi, Y.; Bahbiti, Y.; Elhessni, A.; Bousalham, R.; Doumar, H.; Ouichou, A.; Benmhammed, H.; Touil, T.; Mesfioui, A. Neuroprotektives Potenzial von Arganöl bei neuropsychiatrischen Störungen bei Ratten: A review. *J. Funct. Foods* **2020**, *75*, 104233. [\[CrossRef\]](#)
38. Essadek, S.; Gondcaille, C.; Savary, S.; Samadi, M.; Vamecq, J.; Lizard, G.; El Kebbab, R.; Latruffe, N.; Benani, A.; Nasser, B.; et al. Zwei Arganöl-Phytosterole, Schottenol und Spinasterol, vermindern oxidativen Stress und stellen LPS-dysregulierte peroxisomale Funktionen in Acox1-/- und Wildtyp BV-2 Mikrogliazellen wieder her. *Antioxidantien* **2023**, *12*, 168. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
39. Doré, J.; Corthier, G. Le microbiote intestinal humain. *Gastroentérologie Clin. Biol.* **2010**, *34*, 7–16. [\[CrossRef\]](#)
40. Ursell, L.K.; Metcalf, J.L.; Parfrey, L.W.; Knight, R. Defining the Human Microbiome. *Nutr. Rev.* **2012**, *70*, S38–S44. [\[CrossRef\]](#)
41. Chegdani, F.; Nouadi, B.; Bennis, F. Breastfeeding and the Influence of the Breast Milk Microbiota on Infant Health. In *Topics on Critical Issues in Neonatal Care*; IntechOpen: London, UK, 2021.
42. Anachad, O.; Taouil, A.; Taha, W.; Bennis, F.; Chegdani, F. The Implication of Short-Chain Fatty Acids in Obesity and Diabetes. *Microbiol. Einblicke* **2023**, *16*, 11786361231162720. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
43. Koh, A.; De Vadder, F.; Kovatcheva-Datchary, P.; Bäckhed, F. From Dietary Fiber to Host Physiology: Short-Chain Fatty Acids as Key Bacterial Metabolites. *Cell* **2016**, *165*, 1332–1345. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
44. Aljarrah, D.; Chalour, N.; Zorgani, A.; Nissan, T.; Pranjol, Z.I. Exploring the gut microbiota and its potential as a biomarker in gliomas. *Biomed. Pharmacother.* **2024**, *173*, 116420. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
45. Ramakrishna, B.S. Die Rolle der Darmmikrobiota in der menschlichen Ernährung und im Stoffwechsel. *J. Gastroenterol. Hepatol.* **2013**, *28* (Suppl. S4), 9–17. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
46. Kamada, N.; Seo, S.-U.; Chen, G.Y.; Núñez, G. Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. *Nat. Rev. Immunol.* **2013**, *13*, 321–335. [\[CrossRef\]](#)
47. Kostic, A.D.; Xavier, R.J.; Gevers, D. The microbiome in inflammatory bowel disease: Aktueller Stand und die . *Gastroenterology* **2014**, *146*, 1489–1499. [\[CrossRef\]](#)
48. Cryan, J.F.; Dinan, T.G. Bewusstseinsverändernde Mikroorganismen: Der Einfluss der Darmmikrobiota auf Gehirn und Verhalten. *Nat. Rev. Neurosci.* **2012**, *13*, 701–712. [\[CrossRef\]](#)
49. Turnbaugh, P.J.; Ley, R.E.; Mahowald, M.A.; Magrini, V.; Mardis, E.R.; Gordon, J.I. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature* **2006**, *444*, 1027–1031. [\[CrossRef\]](#)
50. Cai, Y.; Zhang, S.; Zhao, S.; Yao, H. Darm-Hirn-Achse bei Depression: Crosstalk zwischen Neuroinflammation und Darmmikrobiota. *Adv. Neurol.* **2023**, *1*, 272. [\[Riff\]](#)
51. Wilson, I.D.; Nicholson, J.K. Wechselwirkungen zwischen dem Darmmikrobiom und dem Stoffwechsel, der Wirksamkeit und der Toxizität von Medikamenten. *Transl. Res.* **2017**, *179*, 204–222. [\[CrossRef\]](#)
52. Spanogiannopoulos, P.; Bess, E.N.; Carmody, R.N.; Turnbaugh, P.J. The microbial pharmacists within us: Eine metagenomische Betrachtung des Xenobiotika-Stoffwechsels. *Nat. Rev. Microbiol.* **2016**, *14*, 273–287. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
53. Kovatcheva-Datchary, P.; Tremaroli, V.; Bäckhed, F. The Gut Microbiota. In *Die Prokaryoten: Human Microbiology*; Rosenberg, E., DeLong, E.F., Lory, S., Stackebrandt, E., Thompson, F., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; pp. 3–24.
54. Bouchab, H.; Essadek, S.; El Kamouni, S.; Moustaid, K.; Essamadi, A.; Andreoletti, P.; Cherkaoui-Malki, M.; El Kebbab, R.; Nasser, B. Antioxidative Wirkung von Arganöl und Olivenöl gegen eiseninduzierten oxidativen Stress: In Vivo und In Vitro-Ansätze. *Moleküle* **2023**, *28*, 5924. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

55. Guillaume, D.; Charrouf, Z. Arganöl und andere Arganprodukte: Verwendung in der Dermokosmetologie. *Eur. J. Lip. Sci. Technol.* **2011**, *113*, 403–408. [\[CrossRef\]](#)
56. Hill, C.; Guarner, F.; Reid, G.; Gibson, G.R.; Merenstein, D.J.; Pot, B.; Morelli, L.; Canani, R.B.; Flint, H.J.; Salminen, S.; et al. Expert consensus document. Konsenserklärung der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung für Probiotika und Präbiotika über den Anwendungsbereich und die angemessene Verwendung des Begriffs Probiotikum. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* **2014**, *11*, 506–514. [\[CrossRef\]](#)
57. Davani-Davari, D.; Negahdaripour, M.; Karimzadeh, I.; Seifan, M.; Mohkam, M.; Masoumi, S.J.; Berenjian, A.; Ghasemi, Y. Prebiotics: Definition, Arten, Quellen, Mechanismen und klinische Anwendungen. *Foods* **2019**, *8*, 92. [\[CrossRef\]](#)
58. Valdes, A.M.; Walter, J.; Segal, E.; Spector, T.D. Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ* **2018**, *361*, k2179. [\[CrossRef\]](#)
59. Murphy, E.A.; Velazquez, K.T.; Herbert, K.M. Influence of High-Fat-Diet on Gut Microbiota: Eine treibende Kraft für chronische Krankheiten Risiko. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **2015**, *18*, 515–520. [\[CrossRef\]](#)
60. Fan, Y.; Pedersen, O. Darmmikrobiota in der menschlichen metabolischen Gesundheit und Krankheit. *Nat. Rev. Microbiol.* **2021**, *19*, 55–71. [\[CrossRef\]](#)
61. Smith, P.M.; Howitt, M.R.; Panikov, N.; Michaud, M.; Gallini, C.A.; Bohlooly-Y, M.; Glickman, J.N.; Garrett, W.S. The microbial metabolites, short-chain fatty acids, regulate colonic Treg cell homeostasis. *Science* **2013**, *341*, 569–573. [\[CrossRef\]](#)
62. Biswas, V.; Praveen, A.; Marisetti, A.L.; Sharma, A.; Kumar, V.; Sahu, S.K.; Tewari, D. A Mechanistic Overview on Impact of Dietary Fibres on Gut Microbiota and Its Association with Colon Cancer. *Diätetik* **2022**, *1*, 182–202. [\[CrossRef\]](#)
63. Li, H.-B.; Xu, M.-L.; Xu, X.-D.; Tang, Y.-Y.; Jiang, H.-L.; Li, L.; Xia, W.-J.; Cui, N.; Bai, J.; Dai, Z.-M.; et al. Faecalibacterium prausnitzii Attenuates CKD via Butyrate-Renal GPR43 Axis. *Circ. Res.* **2022**, *131*, e120–e134. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
64. Sivan, A.; Corrales, L.; Hubert, N.; Williams, J.B.; Aquino-Michaels, K.; Earley, Z.M.; Benyamin, F.W.; Lei, Y.M.; Jabri, B.; Alegre, M.-L.; et al. Commensal *Bifidobacterium* fördert Antitumor-Immunität und erleichtert Anti-PD-L1-Wirksamkeit. *Science* **2015**, *350*, 1084–1089. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
65. Song, L.; Sun, Q.; Zheng, H.; Zhang, Y.; Wang, Y.; Liu, S.; Duan, L. Roseburia hominis Alleviates Neuroinflammation via Short-Chain Fatty Acids through Histone Deacetylase Inhibition. *Mol. Nutr. Food Res.* **2022**, *66*, e2200164. [\[CrossRef\]](#)
66. Goto, M.; Kuda, T.; Shikano, A.; Takahashi, H.; Kimura, B. Effects of Ethanol-Precipitated Argan Press Cake on the Caecal Microbiome of Mice Feed a High-Sucrose Diet. *Waste Biomass Valor* **2021**, *12*, 5451–5460. [\[CrossRef\]](#)
67. Fu, J.; Zheng, Y.; Gao, Y.; Xu, W. Dietary Fiber Intake and Gut Microbiota in Human Health. *Mikroorganismen* **2022**, *10*, 2507. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
68. Bié, J.; Sepodes, B.; Fernandes, P.C.B.; Ribeiro, M.H.L. Polyphenols in Health and Disease: Darmmikrobiota, Biozugänglichkeit und Bioverfügbarkeit. *Compounds* **2023**, *3*, 40–72. [\[CrossRef\]](#)
69. Wang, K.; Hu, S. The synergistic effects of polyphenols and intestinal microbiota on osteoporosis. *Front. Immunol.* **2023**, *14*, 1285621. [\[CrossRef\]](#)
70. Wang, Q.; Wu, Y.; Peng, A.; Cui, J.; Zhao, M.; Pan, Y.; Zhang, M.; Tian, K.; Schwab, W.; Song, C. Single-cell transcriptome atlas reveals developmental trajectories and a novel metabolic pathway of catechin esters in tea leaves. *Plant Biotechnol. J.* **2022**, *20*, 2089–2106. [\[CrossRef\]](#)
71. Haneishi, Y.; Furuya, Y.; Hasegawa, M.; Picarelli, A.; Rossi, M.; Miyamoto, J. Inflammatory Bowel Diseases and Gut Microbiota. *Int. J. Mol. Sci.* **2023**, *24*, 3817. [\[CrossRef\]](#)
72. El Kebbab, R.; Bouchab, H.; Tahri-Joutey, M.; Rabbaa, S.; Limami, Y.; Nasser, B.; Egbujor, M.C.; Tucci, P.; Andreoletti, P.; Saso, L.; et al. The Potential Role of Major Argan Oil Compounds as Nrf2 Regulators and Their Antioxidant Effects. *Antioxidantien* **2024**, *13*, 344. [\[CrossRef\]](#)
73. Chen, J.; Chen, D.; Yu, B.; Luo, Y.; Zheng, P.; Mao, X.; Yu, J.; Luo, J.; Huang, Z.; Yan, H.; et al. Chlorogenic Acidates Attenuates Oxidative Stress-Induced Intestinal Mucosa Disruption in Weaned Pigs. *Front. Vet. Sci.* **2022**, *9*, 806253. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
74. El Monfalouti, H.; Guillaume, D.; Denhez, C.; Charrouf, Z. Therapeutisches Potenzial von Arganöl: Ein Überblick. *J. Pharm. Pharmacol.* **2010**, *62*, 1669–1675. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
75. Lizard, G.; Filali-Zegzouti, Y.; El Midaoui, A. Benefits of argan oil on human health-May 4–6 2017, errachidia, Morocco. *Inter. J. Molec. Sci.* **2017**, *18*, 1383. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
76. Amzal, H.; Alaoui, K.; Tok, S.; Errachidi, A.; Charof, R.; Cherrah, Y.; Benjouad, A. Protective effect of saponins from *Argania spinosa* against free radical-induced oxidative haemolysis. *Fitoterapia* **2008**, *79*, 337–344. [\[CrossRef\]](#)
77. El Orche, A.; Elhamdaoui, O.; Cheikh, A.; Zoukeni, B.; El Karbane, M.; Mbarki, M.; Bouatia, M. Comparative study of three fingerprint analytical approaches based on spectroscopic sensors and chemometrics for the detection and quantification of argan oil adulteration. *J. Sci. Food Agric.* **2022**, *102*, 95–104. [\[CrossRef\]](#)
78. Dobrev, H. Klinische und instrumentelle Studie über die Wirksamkeit einer neuen Creme zur Sebumkontrolle. *J. Cosmet. Dermatol.* **2007**, *6*, 113–118. [\[CrossRef\]](#)
79. Qin, H.-Y.; Wu, J.C.Y.; Tong, X.-D.; Sung, J.J.Y.; Xu, H.-X.; Bian, Z.-X. Systematische Überprüfung von Tiermodellen des postinfektiösen/post-entzündlichen Reizdarmsyndroms. *J. Gastroenterol.* **2011**, *46*, 164–174. [\[CrossRef\]](#)
80. Olojo, F.O.; Akinrinde, A.S.; Ogundairo, S.A.; Ubochi, V.C. *Argania spinosa* essential oil ameliorates colonic damage and extraintestinal alterations in a rat model of acetic acid-induced colitis by suppressing oxidative stress and inflammation. *Adv. Tradit. Med.* **2024**, *24*, 459–474. [\[CrossRef\]](#)
81. Manca, M.L.; Manconi, M.; Meloni, M.C.; Marongiu, F.; Allaw, M.; Usach, I.; Peris, J.E.; Escibano-Ferrer, E.; Tuberoso, C.I.G.; Gutierrez, G.; et al. Nanotechnology for natural medicine: Formulierung von mit Neemöl beladenen und mit Arganöl modifizierten Phospholipidvesikeln als Strategie zum Schutz der Haut vor oxidativem Stress und zur Förderung der Wundheilung. *Antioxidantien* **2021**, *10*, 670. [\[CrossRef\]](#)

82. Charrouf, Z.; Guillaume, D. Arganöl, das seit 35 Jahren erforschte Produkt. *Eur. J. Lip. Sci. Technol.* **2014**, *116*, 1316–1321. [[CrossRef](#)]
83. Matthäus, B.; Guillaume, D.; Gharby, S.; Haddad, A.; Harhar, H.; Charrouf, Z. Effect of processing on the quality of edible argan oil. *Food Chem.* **2010**, *120*, 426–432. [[CrossRef](#)]

Haftungsausschluss/Hinweis des Herausgebers: Die in allen Veröffentlichungen enthaltenen Aussagen, Meinungen und Daten sind ausschließlich die des/der jeweiligen Autors/Autoren und Mitwirkenden und nicht die von MDPI und/oder dem/den Herausgeber(n). MDPI und/oder der/die Herausgeber lehnen jede Verantwortung für Personen- oder Sachschäden ab, die sich aus Ideen, Methoden, Anweisungen oder Produkten ergeben, auf die im Inhalt Bezug genommen wird.