

Lebensmittelchemische Gesellschaft

- Fachgruppe in der GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER -
Arbeitsgruppe Kosmetische Mittel

Datenblatt Aloe vera

1. Einführung

Aloe vera ist eine seit Jahrhunderten bekannte Heilpflanze, die sowohl wegen ihrer laxierenden Wirkung verwendet wurde als auch bei Hautproblemen zum Einsatz kam [1, 2]. Heutzutage hat *Aloe vera* als Abführmittel keine Bedeutung mehr, das Gel aus dem Blattinneren der Pflanze ist jedoch von wachsendem Interesse. Es findet sowohl in Lebensmitteln als auch in medizinischen sowie kosmetischen Mitteln Anwendung. Unter der Bezeichnung *Aloe vera* wird die „Echte Aloe“ verstanden, die mit fast 400 weiteren Pflanzenarten zu der Gattung der Aloen (*Aloe*) gehört. Der wissenschaftliche Name der Echten Aloe (*Aloe vera*) lautet *Aloe vera barbadensis* MILLER. Die Bezeichnung *Aloe vera* (L.) BURM. F.) wird synonym verwendet [Wikipedia].

2. Strukturelle, chemische und therapeutische Eigenschaften des Aloe-vera-Gels

Die Blätter der *Aloe vera* bestehen aus zwei Hauptkomponenten, der äußeren grünen Rinde und dem inneren farblosen Parenchym (Aloe-vera-Filet), welches das Gel der *Aloe vera* enthält. Die Blattrinde enthält einen gelben Latex, der u.a. die potentiell phototoxischen und krebserregenden Anthrachinonderivate (Aloine wie Aloin A, B) enthält [3, 4, 5, 6]. Das Blattinnere der *Aloe vera* besteht zu 98,5% aus Wasser (99,5 % bezogen auf Aloe-vera-Gel) und enthält über 75 beschriebene Inhaltsstoffe, darunter Polysaccharide, Vitamine, organische Säuren und Glucose [7]. Unter den organischen Säuren ist die Äpfelsäure mengenmäßig am stärksten mit einem Gehalt von ca. 5,7 g/100 g getrocknetem Pulver vertreten [8]. Alooverose (Acemannan, Glucomannan), ein aus β -(1 \rightarrow 4)-verknüpften D-Mannoseeinheiten aufgebautes acetyliertes Polysaccharid, wird als wertgebender Bestandteil des Aloe-vera-Gels angesehen und soll hauptsächlich für dessen Wirkung verantwortlich sein [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17].

Für das Aloe-vera-Gel sind vielfältige therapeutische Wirkungen beschrieben [15]. Dazu zählen u.a. die immunmodulierende und entzündungshemmende Wirkung sowie die antioxidativen, anti-mikrobiellen und hepatoprotektiven Eigenschaften. Außerdem geht von dem Aloe-vera-Gel eine anti-karzinogene und anti-diabetische Aktivität aus. Darüber hinaus beeinflusst das Gel der *Aloe vera* die Magensäuresekretion und findet bei der Behandlung von Magengeschwüren Anwendung [7].

3. Verwendung in kosmetischen Mitteln

Das Glossar der gemeinsamen Bezeichnungen von Bestandteilen zur Verwendung bei der Kennzeichnung kosmetischer Mittel (INCI) weist mit der Bezeichnung Aloe sieben verschiedene Aloe-Arten in 32 Einträgen aus, wobei davon die Hälfte die Echte Aloe betrifft. Im Folgenden wird nur die Echte Aloe betrachtet.

Für kosmetische Mittel wird das aus Blättern der *Aloe vera* gewonnene Gel bzw. das daraus hergestellte (gefrier-)getrocknete Pulver verwendet. Bei den Pulvern handelt es sich überwiegend um 200:1 Konzentrate [16]. Darüber hinaus ist auch Aloe-vera-Öl (Blätterextrakt in Öl) als Rohstoff sowie als Bestandteil in kosmetischen Mitteln zu finden [2]. Ein derartiger Rohstoff wird von einigen Herstellern angeboten

Bei der Gewinnung des Aloe-vera-Gels aus dem Blattinneren muss darauf geachtet werden, dass der gelbe Saft der Blattrinde nicht in das Produkt gelangt. Zudem muss die mikrobiologische Kontamination des Rohstoffs vermieden werden, da dies zur Qualitätsminderung des Gels führt (siehe auch Punkt 4.)

Für die kosmetische Anwendung von Aloe-vera-Gel werden insbesondere feuchtigkeitserhöhende und hautberuhigende Wirkungen beschrieben. So fördert das Gel der *Aloe vera* u. a. die Heilung von durch Sonnenbrand geschädigte Haut. Darüber hinaus wirkt *Aloe vera* hautverjüngend und besitzt daher Anti-aging-Aktivität [12, 18, 19, 20]. Wie bereits erwähnt, wird das Polysaccharid Aloverose als maßgeblich für die beschriebenen Wirkungen angesehen (vgl. Punkt 2.).

Aloe-vera-Gel ist im Kosmetikrecht nicht geregelt, so dass auch keine wirksame Mindestkonzentration in kosmetischen Mitteln rechtlich vorgeschrieben ist.

Da'Belo und Mitarbeiter untersuchten den Anstieg des Feuchtigkeitsgehaltes im Stratum corneum unter Anwendung unterschiedlicher Konzentrationen von gefriergetrocknetem Aloe-vera-Pulver (200:1). Sie wiesen nach, dass das Aloe-vera-Pulver mit einer Konzentration von 0,10 % in der Zubereitung bei einer täglichen Applikation und einer einwöchigen Anwendungsdauer feuchtigkeitserhöhend wirkt [18].

Rohstoffhersteller empfehlen für das Aloe-vera-Gel spezifische Einsatzkonzentrationen in Kosmetik. So empfiehlt Olionatura eine Konzentration an Aloe-vera-Gel im Gesamtprodukt von 10 % – 15 % [21]. Bei Terrylatories liegt die empfohlene Mindestkonzentration an Aloe-vera-Gel im Gesamtprodukt bei 10 %. Eine Zertifizierung von kosmetischen Mitteln durch den Aloe Science Council (IASC) findet erst ab einem Aloe-vera-Gel-Gehalt von 15 % statt [9, 22]. Der IASC ist ein im Jahre 1981 in den USA gegründeter Zusammenschluss von Aloe-vera-Farmern und -verarbeitern, Herstellern von *Aloe vera* Fertigprodukten, Wissenschaftlern und Ärzten und hat das Ziel, bestimmte Qualitätsstandards bei der Herstellung von *Aloe vera* Fertigprodukten zu etablieren [22].

4. Qualitätsmerkmale von *Aloe vera*

Als Qualitätskriterium des Blattgels der *Aloe vera* kann der Gehalt von Aloverose sowie das Vorhandensein von Äpfelsäure herangezogen werden. Äpfelsäure stellt einen Indikator für die Frische des Gels dar, während das Vorhandensein von Milchsäure und Bernsteinsäure auf den mikrobiellen bzw. enzymatischen Abbau hinweisen.

Hinsichtlich der Verunreinigung des Gels mit Bestandteilen des gelben Latex aus der Blattrinde hat die IASC (Aloe Science Council) für die orale Aufnahme von Aloe-vera-Gel einen Grenzwert von <10 ppm Aloin festgelegt, für die topische Anwendung liegt der akzeptierte Industriestandard bei einem Höchstwert von 50 ppm [3].

Die schonendste aber gleichzeitig kostspielige Methode zur Gewinnung des frischen Aloe-vera-Gels stellt die Handfiletierung der Blätter dar, wobei auch hier die Gewinnung eines vollständig Aloin-freien Materials nicht möglich ist.

Der Gehalt an Aloverose im Aloe-vera-Gel beträgt 5 bis 20 % (bezogen auf die Trockenmasse) und ist u.a. von klimatischen Bedingungen sowie von der Verarbeitung und Lagerung der Aloe-vera-Blätter abhängig [10, 13]. Der IASC testet Rohstoffe, die von seinen Mitgliedern verkauft werden, um einen Mindestgehalt von 5 % Aloverose in der Trockenmasse sowie die Anwesenheit von Glucose und Äpfelsäure sicher zu stellen. [23, 22].

5. Analytik

Die Qualitätskontrolle von Rohstoffen sowie der analytische Nachweis und die quantitative Bestimmung von *Aloe vera* in entsprechenden Zubereitungen sind in der Literatur beschrieben. Die im Aloe-vera-Gel enthaltenen Polysaccharide werden dabei als Leitsubstanzen herangezogen. So werden diese entweder direkt nachgewiesen [24, 25] oder es erfolgt eine Spaltung in Monomere und u.U. eine weitere Derivatisierung [26, 27]. Die Auftrennung und Detektion dieser Monosaccharide erfolgt dünnschichtchromatografisch [24, 26], mittels GC-FID [27] oder HPLC-ELSD [28]. Die Dünnschichtchromatographie (DC) weist dabei eine hohe Empfindlichkeit auf und kommt bei einer Vielzahl an Probenmatrices zum Einsatz. Aussagen über die Reinheit der eingesetzten *Aloe vera* im kosmetischen Mittel können jedoch mittels DC nicht getroffen werden.

Diehl und Mitarbeiter entwickelten eine Methode, bei welcher Aloe-vera-Produkte auf spezifische Qualitätsparameter sowie Abbauprodukte und Verunreinigungen mittels ¹H-NMR-Spektroskopie untersucht werden [29].

Bei diesen Qualitätsparametern handelt es sich u.a. um Isocitronensäure und um das Lacton der Isocitronensäure, die aufgrund der Sauerstoffabhängigkeit des Citratzyklus lediglich in der Rinde des Aloe vera-Blattes vorkommen, aus dieser durch Aktivkohlefiltration nicht entfernt werden können und daher als *whole leaf marker* (WLM) bezeichnet werden. Durch die WLM ist also eine Unterscheidung zwischen der Verwendung von reinem Aloe vera-Gel und dem Einsatz des ganzen Aloe vera-Blattes in kosmetischen Mitteln möglich [30].

Als weitere WLM können Citronensäure und Saccharose herangezogen werden, wobei diese häufig den kosmetischen Mitteln nachträglich zugesetzt werden und somit als Marker weniger geeignet sind [30].

Im Jahr 2010 veröffentlichten Jiao und Mitarbeiter eine quantitative bzw. semiquantitative Methode zur Bestimmung von acetylierter Polymannose und weiteren Markern von *Aloe vera* wie Äpfelsäure und Glucose sowie Essigsäure und Milchsäure (beides zeigt den mikrobiellen Abbau an) mittels ¹H-NMR-Spektroskopie. Die Autoren untersuchten sowohl Standardproben des Blattinneren und „whole leaf“ Standardproben des IASC als auch Aloe-vera-Produkte [31].

Im Rahmen der amtlichen Untersuchung von kosmetischen Mitteln wurde von Geisser und Kratz eine Methode zur quantitativen Bestimmung der *Aloe vera* mittels Densitometrie erarbeitet, die in verschiedenen Untersuchungsämtern Anwendung findet. Hierfür findet zunächst ein Abbau der in den Aloe-vera-Produkten enthaltenen Aloverose unter sauren Bedingungen und erhöhten Temperaturen statt, so dass nachfolgend eine dünnschichtchromatographische Trennung des Monosaccharids Mannose erfolgt. Abschließend wird die aufgetrennte Mannose über ein fluoreszierendes Reaktionsprodukt densitometrisch quantifiziert. Das Vorhandensein von Mannose-haltigen Dickungsmitteln in den Aloe-vera-Produkten wird in der beschriebenen Methode berücksichtigt [26, 16].

Neben der beschriebenen quantitativen Bestimmung der Aloverose in kosmetischen Endprodukten mittels Densitometrie wird im Rahmen der amtlichen Untersuchung auch die Quantifizierung der Aloverose sowie der Nachweis von Verderbnisprodukten in Aloe-vera-Rohstoffen wie Gelen, konzentrierten Gelen und Pulverkonzentraten mittels $^1\text{H-NMR}$ -Spektroskopie durchgeführt [32]. Da im Rahmen der $^1\text{H-NMR}$ -Spektroskopie die Acetylgruppen der Aloverose gemessen und diese durch Verderbniserreger enzymatisch abgebaut werden, können anhand des NMR-Signals der Aloverose und der erhöhten Gehalte typischer Abbauprodukte (Ethanol, Milch-, Essigsäure) Aussagen über die mikrobiologische Stabilität der Aloe-vera-Rohstoffe getroffen werden.

Abbildung 1 a) zeigt zwei überlagerte $^1\text{H-NMR}$ -Spektren, blau das einer Aloverose-Referenzsubstanz mit dem typischen Fingerprint der Acetatgruppen der Aloverose (2,0 – 2,3 ppm), wohingegen das rote NMR-Signal einen mikrobiell belasteten Aloe-vera-Saft mit Zersetzungsindikatoren zeigt. Abbildung 1b) zeigt das Milchsäuresignal derselben Spektren, im roten Spektrum ist dieses Signal sehr intensiv, was ein Indiz für Zersetzung darstellt.

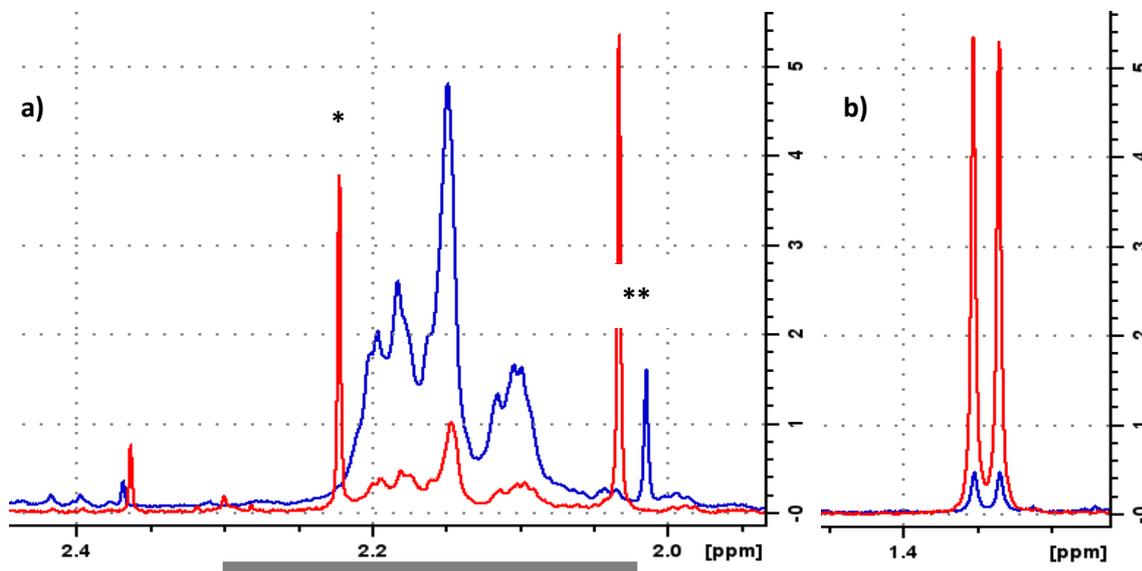


Abbildung 1: $^1\text{H-NMR}$ -Spektren a) Signalregion der Acetylgruppen an Aloverose, blau: Referenzmaterial guter Qualität, rot: Handelsprobe (AV-Saft) mit Verderbindikatoren; hier sind ** Singlette bei 2,03 bzw. 2,01 ppm: freie Essigsäure, grauer Balken: Integrationsbereich der Aloverose b) Dublett bei 1,35 ppm ($3J_{\text{H,H}} = 6,9$ Hz): Milchsäure- CH_3 -Gruppe, erhöhte Konzentration bei Verderb der Probe.

Zur Gehaltsermittlung mittels $^1\text{H-NMR}$ -Spektroskopie werden die Resonanzen der Acetylgruppen der acetylierten Monoglycane des Aloverosemoleküls integriert.

Abbildung 2 zeigt die chemische Struktur der Aloverose.

Wegen der oligo-/polymeren Eigenschaften der Aloverose erfasst das Spektrometer unter den gewählten Messbedingungen die Resonanzsignale nicht zu 100 %. Durch Hydrolyse-Versuche mehrerer Aloe-vera-Säfte und reiner Aloverose wurde ermittelt, dass bei Aloverose durchschnittlich 78 % der ^1H -Kerne der Acetylgruppen als NMR-Signal erfasst werden

Der Anteil nicht vom NMR erfasster Acetylgruppen muss also mit einem Korrekturfaktor ausgeglichen werden [32].

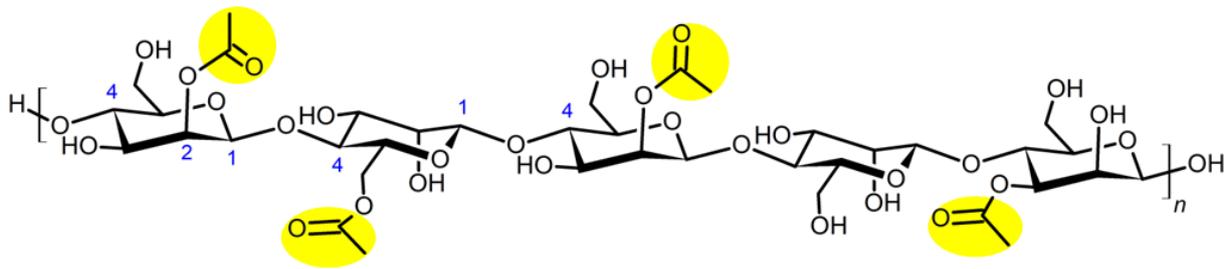


Abbildung 2: Abschnitt der Aloverose mit Acetylgruppen (markiert)

6. Schlussfolgerung

Aloe vera ist ein Bestandteil vieler kosmetischer Mittel. Dabei wird dessen Wirkung häufig beworben. Ausgehend der Literatur sind für eine Wirksamkeit des Gels mindestens 10 % Aloe-vera-Gel im Produkt erforderlich. In vielen kosmetischen Mitteln wird *Aloe vera* jedoch in sehr geringen Konzentrationen zugesetzt und die Auslobung ist u.a. so gefasst, dass die „Wirkformel mit *Aloe vera*“ beschrieben ist. In der Beurteilung solcher Werbeaussagen sollte die Verbrauchererwartung im Vordergrund stehen. Insbesondere bei Sonnenschutzmitteln und After/Après Sun Produkten kann nach wissenschaftlichen Erkenntnissen davon ausgegangen werden, dass der Zusatz von Aloe-vera-Gel unter 10 % nicht wirksam ist. Hier sollte auch der aktuelle Trend „Pflegeöle mit *Aloe vera*“ auszuloben kritisch hinterfragt und überprüft werden, da die starke Hydrophilie der Aloverose einer nennenswerten Konzentration in Ölen entgegensteht. Bei der Beurteilung des Gehalts an *Aloe vera* bzw. der quantitativen Bestimmung der Leitsubstanz Aloverose muss jedoch der Charakter des Naturproduktes und damit der unterschiedliche Gehalt in den Rohstoffen stets berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis:

1. Roy Upton RH Dayu (Editor), *Aloe vera* leaf, *Aloe vera* leaf juice, *Aloe vera* inner leaf juice, American Herbal Pharmacopoeia, 2012
2. Helena Bader, *Aloe vera*, Seminararbeit bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 2005
3. W.F. Bergfeld u.a., Safety assessment of *Aloe andongensis* extract, *Aloe andongensis* leaf juice, *Aloe arborescens* leaf extract, *Aloe arborescence* leaf juice, *Aloe arborescence* leaf protoplasts, *Aloe barbadensis* flower extract, *Aloe barbadensis* leaf, *Aloe barbadensis* leaf juice, *Aloe barbadensis* leaf polysaccharides, *Aloe barbadensis* leaf water, *Aloe ferox* leaf extract, *Aloe ferox* leaf juice, and *Aloe ferox* leaf juice extract, Final report of the Cosmetic Ingredient Review Expert Panel in: International Journal of Toxicology, 26(Suppl. 2): 1-50, 2007
4. Some drugs and Herbal products, IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 108, referiert in: The Lancet Oncology, Volume 14, 9, 807-808, August 2013
5. Mattilsynet (staatl. Überwachung Norwegen), Risk profile *Aloe vera*, Internet, 2013
6. Mary D. Boudreau, Paul W. Mellick, Greg R. Olson, Robert P. Felton, Brett T. Thorn, Frederick A. Beland, Clear evidence of carcinogenic activity by a whole-leaf extract of *Aloe barbadensis* Miller (*Aloe vera*) in F344/N Rats, Toxicol Sci. 2013 Jan, 131(1), 26-39
7. Josias H. Hamman, Composition and application of *Aloe vera* leaf gel, Molecules 2008, 13, 1599-1616
8. Mikel Añibarro-Ortega et al., Compositional features and bioactive properties of *Aloe vera* leaf (Fillet, Mucilage, and Rind) and flower, Antioxidants 2019, 8, 444
9. Rahn Cosmetics, *Aloe vera* Gel für Kosmetik und Dermatologie, Rahn Cosmetics 2006
10. Berenice Aranda Cuevas et al., Main polysaccharides isolated and quantified of *Aloe vera* gel in different seasons of the year, Food and Nutrition Sciences, 2016, 7, 447-453, 2016
11. P. G. Scholar et al., Phytochemical Review of *Aloe Vera* with emphasis on its cosmetic application, International Journal of research in Medical Sciences and Technology 2019, Vol. No. 8, 601
12. Priyanka Sharma et al., A review on pharmacological properties of, Int. J. Pharm. Sci.Rev. Res., 29, 31-37, 2014
13. Chang Liu et al., Extraction, purification, structural characteristics, biological activities and pharmacological applications of Acemannan, a polysaccharide from *Aloe vera*: A review, Molecules 2019, 24, 1554
14. Gerardo Daniel Sierra-Garcia et al., Acemannan, an extracted polysaccharide from *Aloe vera*: A literature review, NPC Natural Products Communications 2014, Vol. 9, No. 8, 1217-1221, 2014

15. C. Ulbricht, J. Armstrong, E. Basch, S. Basch, S. Bent et al. An evidence-based systematic review of *Aloe vera* by the Natural Research Collaboration, J Herb Pharmacother, Vol 7(3-4), 2007
16. G. Mildau, E. Kratz, 3.4 *Aloe vera* in kosmetischen Mitteln - natürlicher Wirkstoff mit vielfältigen Auslobungen, Jahresbericht CVUA Karlsruhe, 2008
17. Sharrif Mghaddasi M, Sadeep Kumar Verma, *Aloe vera* their chemicals composition and applications: A review, International Journal of Biological & Medical Research, 2011; 2(1), 466-471
18. S.E. Dal'Bel; L.R. Gaspar; P.M.B. Goncalves Maia Campos, Moisturizing effect of cosmetic formulations containing *Aloe vera* extract in different concentrations assessed by skin bioengineering techniques, Skin Research and Technology 2006; 12; 241-246,2006
19. M. Imram Qadir, Medicinal and cosmetological importance of *Aloe vera*, International Journal of Natural Therapy, 2009, Vol. 2, 21-26
20. Expertenkomitee der EU unter Mitarbeit von Dr. Franco Patri, Prof. Vittorio Silano, Plants in cosmetics, ISBN 978-92-871-4703-5, 2006
21. Olionatura, Internet-Präsentation
http://www.olionatura.de/_pflanzen/index.php?id=14
22. International Aloe Scientific Council (IASC), Internet-Präsentation
<https://www.iasc.org/>
23. Ezra Bejar, Adulteration of *Aloe vera* (*Aloe vera*) leaf ingredients, Botanical Adulterants Prevention Bulletin. Austin, TX: ABC-AHP-NCNPR Botanical adulterants Prevention Program; 2019
24. R. Lobo; K.S. Prabhu; Arun Shirwaikar; M. Ballal; C. Balachandran; A. Shirwaikar, A HPTLC densitometric method for the determination of Aloverose in *Aloe vera* gel, Fitoterapia 81 (2010) 231-233 (nur Abstract)
25. Eberendu, A.R., Luta, G., Edwards, B.H., et al. Quantitative colorimetric analysis of Aloe polysaccharides as a measure of *Aloe vera* quality in commercial products, Journal of AOAC International Vol. 88, No. 3, 2005
26. E. Kratz; J. Geisser, Bestimmung von *Aloe vera*-Gel in Kosmetika, CBS 104, 13-15 2010
27. Kathrin Ronneburg, Methodenentwicklung zur Quantifizierung wertgebender pflanzlicher Inhaltsstoffe in Kosmetika, Dissertation, 2013
28. S. Bullock, HPLC of Aloe juice using evaporative light scattering detection, Agilent Technologies, 2011
29. B. Diehl; E.E. Teichmüller, *Aloe vera*, Qualitäts- und Identitätsprüfung, SÖFW-Journal, 123. Jahrgang 15/97
30. Aloe Vera Symposium, Firma Spectral Service, Laboratorium für Auftragsanalytik GmbH, 50996 Köln, 21.Juli 2006.
31. Jiao, P. et al, Quantitative ¹H-NMR Spectrometry method for quality control of *Aloe vera* Products, Journal of AOAC International Vol. 93, No 3, 2010
32. Mitteilung CVUA Karlsruhe

Weiterführende Literatur:

- V.M. Kramer u.a., Quo vadis *Aloe vera*?, Aloe vera Symposium 2010
- A.M. Viljoen; B-E. Van Wyk; F.R. Van Heerden, Distribution and chemotaxonomic significance of flavonoids in *Aloe* (Asphodelaceae) Pl., Syst. Evol. 211: 31-42 (1998)
- M.K. Park; J.H. Park; N.Y. Kim; Y.G. Shin; Y.S. Choi; J.G. Lee; K.H. Kim; S.K Lee, Analysis of 13 Phenolic compounds in aloe species by high performance liquid chromatography, Phytochemical Analysis, Vol. 9, 186-191 (1998)
- WHO, *Aloe vera* gel, WHO monographs on selected medicinal plants Vol. 1, 1999
- G. Mildau, E. Kratz, 3.1 *Aloe vera* in kosmetischen Mitteln - natürlicher Wirkstoff mit vielfältigen Auslobungen, Jahresbericht CVUA Karlsruhe, 2006
- International Aloe Scientific Council (IASC), IASC Labeling Guidance, IASC, 2009
- Santaverde, Santaverde - ein Interview über die Heilkraft von *Aloe vera*, Peppermyntha, 2018
- Oliver Grundmann, *Aloe vera* Gel Research Review, Natural Medicine Journal, 2012, Vol. 4, Issue 9
- Amit Pandey, Shweta Singh, *Aloe vera*: A systematic review of its industrial and ethno-medical efficacy, International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences, 2016, 5, 5(1): 211-33
- V.K. Changebara, a.K. Varshney, *Aloe vera* L. processing and products: A review, Int. J. Med. Arom. Plants, Vol.3, No. 4, 492-506, 2013
- Zentrum der Gesundheit, *Aloe vera* - Symbol für Gesundheit und Schönheit, 2020
- T. Reynolds, A.C. Dweck, *Aloe vera* leaf gel: a review update, Journal of Ethnopharmacology 68, (1999) 3-37
- Eshun K., He, Qian, *Aloe vera*: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries - A review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition Vol. 44, 2004/2