

# Natürliche Unterstützung bei Harnwegsinfekten

Harnwegsinfekte – Erkrankungen, bei denen ein oder mehrere Teile des Harntrakts (die Nieren, die Harnleiter, die Blase und die Harnröhre) infiziert werden – sind weltweit eine der am häufigsten vorkommenden bakteriellen Infektionen. [1] Die bakterielle Hauptursache von Harnwegsinfekten ist das uropathogene Bakterium *Escherichia coli* (*E. coli*), das für 85% der Infektionen verantwortlich ist. [2]

Harnwegsinfekte kommen vor allem bei Frauen im jungen Erwachsenenalter und im höheren Alter (> 85 Jahre) vor. Die höhere Inzidenz bei Frauen lässt sich in erster Linie auf ihre Anatomie zurückzuführen: Die Harnröhre (Urethra) der Frau – und damit der Aufstiegsweg zur Blase – ist kürzer als beim Mann. [2]

## Pathogenese

Ein wichtiger Schritt in der Pathogenese von Infektionskrankheiten ist die Anhaftung von pathogenen Bakterien an Wirtszellen. Eine Harnwegsinfektion verläuft grob gesagt in drei zentralen Phasen: [2-3]

- 1. Mikrobielle Besiedlung:** das Eindringen der Bakterien in die Harnröhre, die Besiedlung der Harnröhre und das darauffolgende Aufsteigen der Krankheitserreger zur Blase.
- 2. Bakterielle Anhaftung:** Die Krankheitserreger heftet sich das Urothel an und dringen in die Blasenepithelzellen ein. Wenn sich die Bakterien über die Harnröhre in der Blase einnisten, spricht man von einer Blasenentzündung bzw. Zystitis, einer Infektion der unteren Harnwege. Eine Blasenentzündung entsteht oftmals plötzlich und kann folgende Symptome auslösen:
  - Schmerzen oder Beschwerden beim Wasserlassen
  - erhöhter Harndrang
  - Schmerzen über der Schamregion
  - Blut im Urin
  - allgemeines Unwohlsein

Damit sie sich besser ansiedeln können und widerstandsfähiger werden, können Uropathogene Biofilme bilden (siehe weiter unten).

- 3. Invasion der Harnwegszellen:** Nachdem sie sich in den Blasenepithelzellen eingenistet haben, internalisieren und vermehren sich die Pathogene. Über die Harnleiter können sie ‚aufsteigen‘ und in die Nieren gelangen, wo sie eine sekundäre Infektion verursachen: die Nierenbeckenentzündung bzw. Pyelonephritis, eine Infektion der oberen Harnwege. Symptome, die hierbei häufig auftreten, sind:
  - hohes Fieber
  - Schüttelfrost
  - Verwirrtheit
  - Schmerzen in der Seite
  - Übelkeit
  - Erbrechen

Wenn sich die Entzündungskaskade fortsetzt, treten weitere Schäden auf, die schlussendlich zu akuten Nierenschäden führen können.

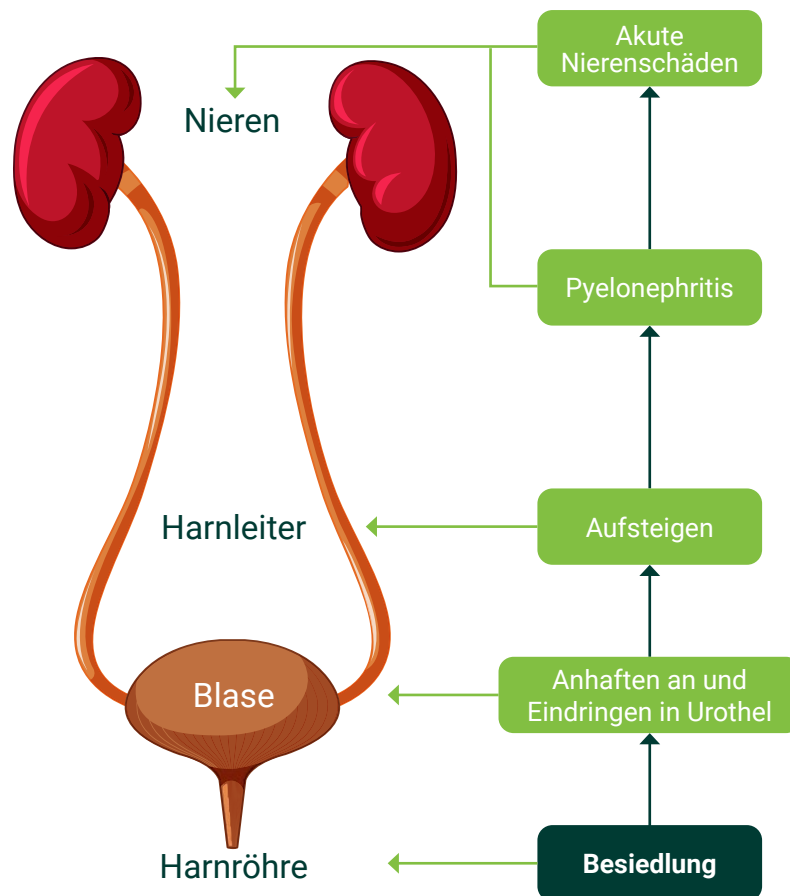


Abbildung 1: Pathogenese einer Harnwegsinfektion

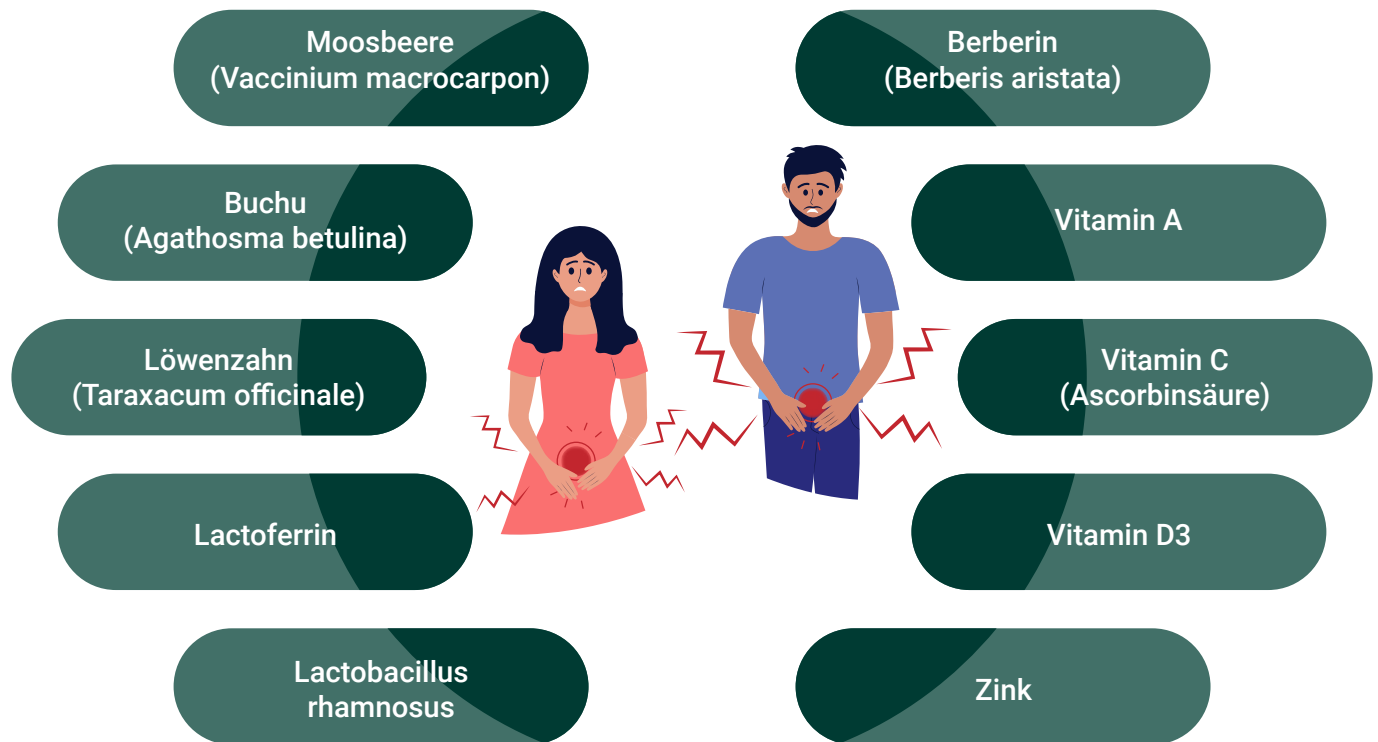
## Unkomplizierte gegenüber komplizierten Harnwegsinfekten

Bei Harnwegsinfekten wird stets zwischen komplizierten und unkomplizierten Infekten unterschieden. Die meisten Harnwegsinfektionen sind unkompliziert. Die Unterscheidung zwischen unkomplizierten und komplizierten Harnwegsinfektionen hat Auswirkungen auf die Therapie. Denn bei komplizierten Harnwegsinfektionen ist das Risiko von Komplikationen oder Behandlungsversagen höher. Bei dieser Gruppe werden daher häufig Wirkstoffe mit einem breiteren Spektrum und längeren Behandlungszeiten empfohlen: [3]

- Ein **unkomplizierter Harnwegsinfekt** ist ein Infekt der Harnwege einer Frau, die nicht schwanger ist, die weder ein geschwächtes Immunsystem noch anatomische und funktionelle Abweichungen des urogenitalen Trakts hat und keine Anzeichen einer Gewebeinvasion und einer systemischen Infektion aufweist.
- Bei **komplizierten Harnwegsinfekten** weist der Wirt ein erhöhtes Risiko auf Komplikationen des Harnwegsinfektes auf. Zu diesen Wirten zählen Männer, schwangere Frauen, immungeschwächte Patient\*innen oder Personen mit anatomischer oder funktioneller Abweichung des urogenitalen Trakts (z. B. Nierensteine, Blasen-katheter, neurogene Blase, Querschnittslähmung, transplantierte Niere).

## Natürliche Behandlungsmethoden

Traditionell werden Harnwegsinfekte überwiegend mit Antibiotika behandelt. Diese Medikation stört jedoch das Darmmikrobiom. Zudem können die Bakterien, die die Infektion verursachen, eine Resistenz gegen Antibiotika entwickeln. [4] Deshalb wächst das Interesse an natürlichen Heilmitteln zur Vorbeugung und Behandlung von Harnwegsinfekten.



### Moosbeere (*Vaccinium macrocarpon*)

Moosbeeren besitzen viele antioxidantreiche Polyphenole wie Phenolsäuren, Benzoate und Flavonoide. Sie finden vielfach bei der Behandlung und Vorbeugung von (wiederkehrenden) Harnwegsinfekten Anwendung. Die therapeutische Wirkung bei Harnwegsinfekten lässt sich vor allem auf das Vorhandensein der Polyphenolgruppe namens ‚Proanthocyanidine‘ (PACs) zurückführen. PACs besitzen nämlich die Fähigkeit, die Anhaftung von Bakterien an die Rezeptoren der Urothelzellen zu hemmen. Klinischen Studien (Dosis-Wirkungs-Studien, bei denen die optimale Dosis für eine Antihafte Wirkung eruiert wird) zufolge sind mindestens 36mg PACs in einem standardisierten Moosbeerenextrakt nötig, um günstig bei Harnwegsinfekten zu wirken. Zudem sind Moosbeeren auch in der Lage, die angeborene Immunantwort der Nieren zu stimulieren, Entzündungskaskaden zu unterdrücken und den Urin saurer zu machen. Ein saurer pH-Wert erzeugt ein Milieu, das für Bakterien, die Harnwegsinfekte verursachen, ungünstig ist. [1-2, 5-7]

Aus Studien geht hervor, dass eine Supplementation mit Moosbeeren das allgemeine Risiko auf Harnwegsinfekte um 30% und symptomatische Infektionen bei nicht schwangeren Frauen mit einer Vorgeschichte wiederkehrender Harnwegsinfekte um 26% senkt. [6]

## **Buchu (*Agathosma betulina*)**

*Agathosma betulina*, besser bekannt als ‚Buchu‘, wird von alters her von der einheimischen Bevölkerung Südafrikas besonders zur medizinischen Behandlung von Nieren- und Harnwegsinfekten eingesetzt.

Wegen des Vorhandenseins verschiedener Phenolverbindungen enthalten die Blätter dieses Gewächses sowohl diuretische als auch antiseptische Eigenschaften. Der Blattextrakt weist außerdem antibakterielle Aktivitäten gegen verschiedene pathogene Bakterienarten auf, so etwa gegen *E. coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* und *Enterococcus faecalis*. [8-9]

## **Löwenzahn (*Taraxacum officinale*)**

*Taraxacum officinale* ist eine krautige Staudenpflanze, die zahlreiche antioxidative, diuretische, entzündungshemmende und antimikrobielle Eigenschaften besitzt. So zeigen ihre Extrakte unter anderem eine antibakterielle Wirkung gegen uropathogene Krankheitserreger. All diese Eigenschaften werden der großen Zahl an bioaktiven Verbindungen im Gewebe der Pflanze zugeschrieben. Zu diesen zählen Terpene, Flavonoide und phenolische Verbindungen. [10-11]

## **Lactoferrin**

Lactoferrin ist ein multifunktionales eisenbindendes Milcheiweiß. Es ist bekannt, dass Mikroorganismen Eisen brauchen, um zu wachsen und sich zu vermehren. Durch die Bindung von Eisen verringert sich das pathogene Potenzial erheblich. Neben seiner antimikrobiellen Aktivität verfügt Lactoferrin auch über immunmodulierende und entzündungshemmende Eigenschaften.

[12] Speziell bei Harnwegsinfekten demonstriert Lactoferrin eine Schutzwirkung, da es das Anhaften des uropathogenen *E. coli* an menschliche Blasenepithelzellen verringert und eine immunmodulierende Aktivität in der Blase zeigt. [13]

## **Lactobacillus rhamnosus**

Probiotika helfen bei Aufbau und Instandhaltung eines gesunden Mikrobioms sowie eines optimalen Säuregrads in Vagina, Harnröhre und Blase. Das ist sehr wichtig, um schädliche Mikroorganismen fernzuhalten und Infektionen zu vermeiden. Die urogenitale Flora gesunder Frauen im gebärfähigen Alter besteht hauptsächlich aus Laktobazillen. *Lactobacillus rhamnosus* ist hier einer der wirkungsvollsten Stämme bei der Vorbeugung urogenitaler Infektionen, da er das Wachstum der uropathogenen *E.-coli*-Stämme hemmt. [14] *Lactobacillus rhamnosus* überlebt bei oraler Einnahme erfolgreich den niedrigen pH-Wert des Magens, die Gallensalze und den Weg durch den Darm und reist anschließend ohne funktionellen Eingriff zur Vagina. [15]

## **Berberin (*Berberis aristata*)**

Berberin wird schon seit Jahrhunderten wegen seiner vielfältigen gesundheitlichen Vorteile wie der Fähigkeit, Infektionen zu bekämpfen, verwendet. Bei Harnwegsinfekten wird Berberin insbesondere wegen seiner antibakteriellen Eigenschaften eingesetzt. Berberin bekämpft Infektionen nämlich dadurch, dass es verhindert, dass Bakterien (*E. coli* und *Proteus*-Arten) an die Epithelzellen anhaften. Darüber hinaus kann Berberin die Biofilmbildung in mehreren Stadien hemmen. Das erklärt auch seine einflussreiche Rolle bei der Behandlung von Harnwegsinfekten. [14, 16, 17]

## **Vitamin A**

Vitamin A ist ein Antioxidans, das stark auf das Immunsystem wirkt. Es steigert die Effektivität der Immunantwort auf die Infektion, sobald die epitheliale Barriere durchbrochen wurde. Daneben verstärkt es die unspezifische Immunabwehr, indem es die physische und biologische Integrität des Epithelgewebes wiederherstellt, die als erste Barriere gegen Infektionen fungiert. Dies ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Vorbeugung von Narbenbildung in den Nieren und bei der Verringerung der Schwere von Harnwegsinfekten. [18-19] Studien zeigen, dass die Anzahl der wiederkehrenden Harnwegsinfekte nach einer Vitamin-A-Supplementation signifikant niedriger ist. [20]

## **Vitamin C (Ascorbinsäure)**

Vitamin C bietet Schutz vor uropathogener Anhaftung und Besiedlung durch Mikroben. Es wirkt Biofilmbildung entgegen und erhöht den Säuregrad des Urins. Auch kombiniert mit Antibiotika zeigt Vitamin C erfreuliche Ergebnisse. Diese Kombination ermöglicht eine Verkürzung der Antibiotikakur und einer Verringerung der Antibiotikadosis. [5, 21]

Die tägliche Einnahme von 100mg Ascorbinsäure senkt zudem die Wahrscheinlichkeit von Harnwegsinfekten während der Schwangerschaft erheblich. In einer Studie aus dem Jahre 2018 mit 110 schwangeren Frauen lag die Infektionsrate bei Frauen, die täglich Ascorbinsäure erhielten, bei 12,7% verglichen mit 29,1% bei Frauen in der Kontrollgruppe. [22]

## Vitamin D3

Vitamin D spielt eine entscheidende Rolle in der Immunregulierung und hat eine systemische Wirkung auf Krankheitserreger. Zum einen stärkt Vitamin D das angeborene Immunsystem, indem es die Produktion von Cathelicidin, einem antimikrobiellen Peptid, stimuliert. Cathelicidin schützt die unteren Harnwege vor bakteriellen Infektionen durch sowohl gramnegative als auch -positive Bakterien und hilft so mit, Infektionen zu verhindern. Zum anderen moduliert Vitamin D das adaptive Immunsystem, indem es die Produktion der Zytokine von B- wie auch T-Zellen beeinflusst und Entzündungen unterdrückt. [23-25]

Ein Vitamin-D-Mangel ist weit verbreitet. Zahlen aus dem Jahr 2020 besagen, dass ~40% der Europäer\*innen einen Vitamin-D-Mangel und 13% sogar einen schweren Mangel haben. [26] Dies erhöht das Risiko, Infektionen wie Harnwegsinfekte zu entwickeln. [23-25]

## Zink

Zink ist ebenfalls an der Regulierung des Immunsystems beteiligt. Ein Zinkmangel erhöht das Risiko auf Infektionskrankheiten. Studien zeigen, dass Menschen mit wiederkehrenden Harnwegsinfekten niedrigere Serumzinkspiegel haben. Niedrige Zinkspiegel können daher als Risikofaktor für wiederkehrende Harnwegsinfekte angesehen werden. [27]

## Wiederkehrende Harnwegsinfekte

Der entscheidende Faktor einer langen Persistenz von Bakterien in den Harnwegen ist die **Biofilmbildung**. Ein Biofilm ist eine Art Schleimschicht oder Glykokalyx, die Bakterien zusammenhält und dafür sorgt, dass sie fest an eine bestimmte Oberfläche gebunden sind. Mit Hilfe von Biofilmen schirmen sich die Bakterien von der Umwelt ab. Dadurch wird es für das körpereigene Immunsystem schwieriger, die Bakterien zu beseitigen, und auch die antibakterielle Therapie ist weniger oder gar nicht wirksam. [28-29]

Wenn jemand mit wiederkehrenden Entzündungen oder chronischen Entzündungskrankheiten zu tun hat, liegen daher häufig Biofilme vor. Von verschiedenen (Phyto-)Nährstoffen wie Kurkuma, Berberin, N-Acetyl-L-Cystein, Vitamin C und proteolytischen Enzymen ist erwiesen, dass sie eine potenzielle Rolle bei der Vorbeugung, Hemmung und Beseitigung dieser Biofilme spielen können. [17, 30-33]

## D-Mannose bei Harnwegsinfekten?

D-Mannose, ein Monosaccharid, das von Natur aus in verschiedenen Pflanzenarten und Obstsorten vorkommt, wird vielfach zur Verringerung des Risikos auf Harnwegsinfekte beworben. D-Mannose wird unverändert mit dem Urin ausgeschieden und hindert E.-coli-Bakterien daran, sich an das Urothel zu heften und so eine Infektion auszulösen.

D-Mannose wirkt jedoch nur gegen E.-coli-Stämme, die über Typ-1-Fimbrien Harnwegsinfekte verursachen. [34] Fimbrien sind haarähnliche Strukturen außen auf Bakterien. D-Mannose bindet sich an diese Fimbrien, sodass sich das Bakterium nicht an die Schleimhaut der Harnwege heften kann.

Andere E.-coli-Stämme wie jene mit P-Fimbrien binden sich dagegen nicht an Mannose, sondern an andere Rezeptoren. Diese Stämme können auch Infektionen der oberen Harnwege wie eine Pyelonephritis verursachen. In solchen Fällen wirkt D-Mannose weniger gut oder gar nicht, da diese Bakterien ein anderes Anheftungsverfahren nutzen. [35]

Jüngste Studien haben ergeben, dass D-Mannose bei Frauen, die an wiederkehrenden Harnwegsinfekten leiden, die Wahrscheinlichkeit erneuter Infektionen nicht signifikant verringert. Aus diesem Grund ist die Wirksamkeit von D-Mannose zur Vorbeugung von Harnwegsinfekten begrenzt. [36]

## Schlussfolgerungen

Bei der Behandlung bzw. der Vorbeugung von Harnwegsinfekten wächst der Bedarf eines natürlicheren Konzepts. Phytonährstoffe wie Moosbeere, Buchu und Löwenzahn, aber auch spezifische Probiotika (*Lactobacillus rhamnosus*) und Vitamine (A, C und D), Lactoferrin und Zink zeigen vielversprechende diuretische, antimikrobielle, entzündungshemmende und immunmodulierende Eigenschaften. Diese (Phyto-)Nährstoffe fördern die Gesundheit des Harntrakts, lindern die Symptome eines Harnwegsinfekts und verhindern eine erneute Infektion.

# Wissenschaftliche Fragen?

Möchten Sie gerne weitere wissenschaftliche Informationen oder Empfehlungen? Sie können uns erreichen über:

- E-Mail: [science@energeticanatura.com](mailto:science@energeticanatura.com)

## Energetica Natura Academy

Interessiert an qualitativer Weiterbildung durch inspirierende Experten?

Dann sind die wissenschaftlich fundierten, praxisorientierten Kurse der Energetica Natura Academy genau das Richtige für Sie.

### Die Energetica Natura Academy bietet:

- Schulungen auf hohem Niveau für Fachpublikum
- International renommierte, inspirierende Redner
- Eine wachsende Community von Gesundheitsexperten
- Eine durchschnittliche Zufriedenheitsbewertung von 4,25 / 5 für unsere Kurse, vergeben durch unsere Teilnehmer/Innen

Mehr wissen? **Eine Übersicht über alle Schulungen, Termine und die Möglichkeit, sich sofort anzumelden, finden Sie [hier](#).**

Energetica Natura Germany GmbH  
Siemensstraße 31  
47533 Kleve  
Tel.nr: 02821 790 7300  
[kontakt@energeticanatura.com](mailto:kontakt@energeticanatura.com)

### Referenzen

- Güven O, Sayilan S, Tataroğlu Ö, et al. Antibiotic versus cranberry in the treatment of uncomplicated urinary infection: a randomized controlled trial. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2023. DOI: 10.1590/1806-9282.20230799.
- González de Llano D, Moreno-Arribas MV, Bartolomé B. Cranberry Polyphenols and Prevention against Urinary Tract Infections: Relevant Considerations. *Molecules*. 2020. DOI: 10.3390/molecules25153523.
- Geerlings SE. Clinical Presentations and Epidemiology of Urinary Tract Infections. *Microbiol Spectr*. 2016. DOI: 10.1128/microbiolspec.UTI-0002-2012.
- Kim DS, Lee JW. Urinary Tract Infection and Microbiome. *Diagnostics* (Basel). 2023. DOI: 10.3390/diagnostics13111921.
- Barea BM, Veeratterapillay R, Harding C. Nonantibiotic treatments for urinary cystitis: an update. *Curr Opin Urol*. 2020. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000821.
- Bolgarina Z, Gonzalez-Gonzalez LF, Rodriguez GV, et al. Cranberry Supplements for Urinary Tract Infection Prophylaxis in Pregnant Women: A Systematic Review of Clinical Trials and Observational Studies on Efficacy, Acceptability, Outcomes Measurement Methods, and Studies' Feasibility. *Cureus*. 2023. DOI: 10.7759/cureus.46738.
- Babar A, Moore L, Leblanc V, et al. High dose versus low dose standardized cranberry proanthocyanidin extract for the prevention of recurrent urinary tract infection in healthy women: a double-blind randomized controlled trial. *BMC Urol*. 2021. DOI: 10.1186/s12894-021-00811-w.
- Bampidis V, Azimonti G, Bastos ML, et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil from the leaves of *Agathosma betulina* (P.J. Bergius) Pillans (buchu leaf oil) for use in all animal species (FEFANA asbl). *EFSA J*. 2022. DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7160.
- Geetha RV, Roy A, Thangavelu L. In vitro evaluation of anti bacterial activity of leaf extract of *Agathosma betulina* on urinary tract pathogens. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2012.
- Díaz K, Espinoza L, Madrid A, et al. Isolation and Identification of Compounds from Bioactive Extracts of *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg. (Dandelion) as a Potential Source of Antibacterial Agents. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018. DOI: 10.1155/2018/2706417.
- Kikuchi T, Tanaka A, Uriu M, et al. Three Novel Triterpenoids from *Taraxacum officinale* Roots. *Molecules*. 2016. DOI: 10.3390/molecules21091121.
- Kowalczyk P, Kaczyńska K, Kleczkowska P, et al. The Lactoferrin Phenomenon-A Miracle Molecule. *Molecules*. 2022. DOI: 10.3390/molecules27092941.
- Patras KA, Ha AD, Roohofada E, et al. Augmentation of Urinary Lactoferrin Enhances Host Innate Immune Clearance of Uropathogenic *Escherichia coli*. *J Innate Immun*. 2019. DOI: 10.1159/000499342.
- Das S. Natural therapeutics for urinary tract infections-a review. *Futur J Pharm Sci*. 2020. DOI: 10.1186/s43094-020-00086-2.
- Reid G, Bruce AW, Fraser N, et al. Oral probiotics can resolve urogenital infections. *FEMS Immunol Med Microbiol*. 2001. DOI: 10.1111/j.1574-695X.2001.tb01549.x.
- Petronio Petronio G, Cutuli MA, Magnifico I, et al. In Vitro and In Vivo Biological Activity of Berberine Chloride against Uropathogenic *E. coli* Strains Using *Galleria mellonella* as a Host Model. *Molecules*. 2020. DOI: 10.3390/molecules25215010.
- Zhou H, Wang W, Cai L, et al. Potentiation and Mechanism of Berberine as an Antibiotic Adjuvant Against Multidrug-Resistant Bacteria. *Infect Drug Resist*. 2023. DOI: 10.2147/IDR.S431256.
- Yilmaz A, Bahat E, Yilmaz GG, et al. Adjuvant effect of vitamin A on recurrent lower urinary tract infections. *Pediatr Int*. 2007. DOI: 10.1111/j.1442-200X.2007.02370.x.
- Kahbazi M, Sharafkhan M, Yousefchajian P, et al. Vitamin A supplementation is effective for improving the clinical symptoms of urinary tract infections and reducing renal scarring in girls with acute pyelonephritis: a randomized, double-blind placebo-controlled, clinical trial study. *Complement Ther Med*. 2019. DOI: 10.1016/j.ctim.2018.12.007.
- Yilmaz A, Bahat E, Yilmaz GG, et al. Adjuvant effect of vitamin A on recurrent lower urinary tract infections. *Pediatr Int*. 2007. DOI: 10.1111/j.1442-200X.2007.02370.x.
- Hassuna NA, Rabie EM, Mahd WK, et al. Antibacterial effect of vitamin C against uropathogenic *E. coli* in vitro and in vivo. *BMC Microbiol*. 2023. DOI: 10.1186/s12866-023-02856-3.
- Ghouri F, Hollywood A, Ryan K. A systematic review of non-antibiotic measures for the prevention of urinary tract infections in pregnancy. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018. DOI: 10.1186/s12884-018-1732-2.
- Kwon YE, Kim H, Oh HJ, et al. Vitamin D deficiency is an independent risk factor for urinary tract infections after renal transplants. *Medicine* (Baltimore). 2015. DOI: 10.1097/MD.0000000000000594.
- Shalaby SA, Handoka NM, Amin RE. Vitamin D deficiency is associated with urinary tract infection in children. *Arch Med Sci*. 2018. DOI: 10.5114/aoms.2016.63262.
- Ali SB, Perdawood D, Abdulrahman R, et al. Vitamin D deficiency as a risk factor for urinary tract infection in women at reproductive age. *Saudi J Biol Sci*. 2020. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.08.008.
- Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, et al. Vitamin D deficiency 2.0: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr*. 2020. DOI: 10.1038/s41430-020-0558-y.
- Mohsenpour B, Ahmadi A, Mohammadi Baneh A, Hajibagheri K, Ghaderi E, Afrasiabian S, Azizi S. Relation between serum zinc levels and recurrent urinary tract infections in female patients: A case-control study. *Med J Islam Repub Iran*. 2019 Apr 22;33:33. doi: 10.34171/mjiri.33.33. PMID: 31456957; PMCID: PMC6708089.
- Lagha R, Ben Abdallah F, Al-Sarhan BO, et al. Antibacterial and Biofilm Inhibitory Activity of Medicinal Plant Essential Oils Against *Escherichia coli* Isolated from UTI Patients. *Molecules*. 2019. DOI: 10.3390/molecules24061161.
- Mirzahassemi HK, Najmeddin F, Najafi A, et al. Correlation of biofilm formation, virulence factors, and phylogenetic groups among *Escherichia coli* strains causing urinary tract infection: A global systematic review and meta-analysis. *J Res Med Sci*. 2023. DOI: 10.4103/jrms.jrms\_637\_22.
- Kali A, Bhuvaneshwar D, Charles PM, et al. Antibacterial synergy of curcumin with antibiotics against biofilm producing clinical bacterial isolates. *J Basic Clin Pharm*. 2016. DOI: 10.4103/0976-0105.183265.
- Rasmussen K, Nikrad J, Reilly C, et al. N-Acetyl-L-cysteine on multi-species oral biofilm formation and bacterial ecology. *Lett Appl Microbiol*. 2016. DOI: 10.1111/lam.12513.
- Dinicola S, De Grazia S, Carlomagno G, et al. N-acetylcysteine as powerful molecule to destroy bacterial biofilms. A systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2014. PMID: 25339490.
- Selan L, Berlutti F, Passariello C, et al. Proteolytic enzymes: a new treatment strategy for prosthetic infections? *Antimicrob Agents Chemother*. 1993. DOI: 10.1128/AAC.37.12.2618.
- Ala-Jaakkola R, Laitila A, Ouweland AC, et al. Role of D-mannose in urinary tract infections - a narrative review. *Nutr J*. 2022. DOI: 10.1186/s12937-022-00769-x.
- Winberg J. P-fimbriae, bacterial adhesion, and pyelonephritis. *Arch Dis Child*. 1984. DOI: 10.1136/adc.59.2.180.
- Hayward G, Mort S, Hay AD, et al. d-Mannose for Prevention of Recurrent Urinary Tract Infection Among Women: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med*. 2024. DOI: 10.1001/jamainternmed.2024.0264.

**ENERGETICA**  
*Natura*

WISSENSCHAFTLICHE INFORMATION