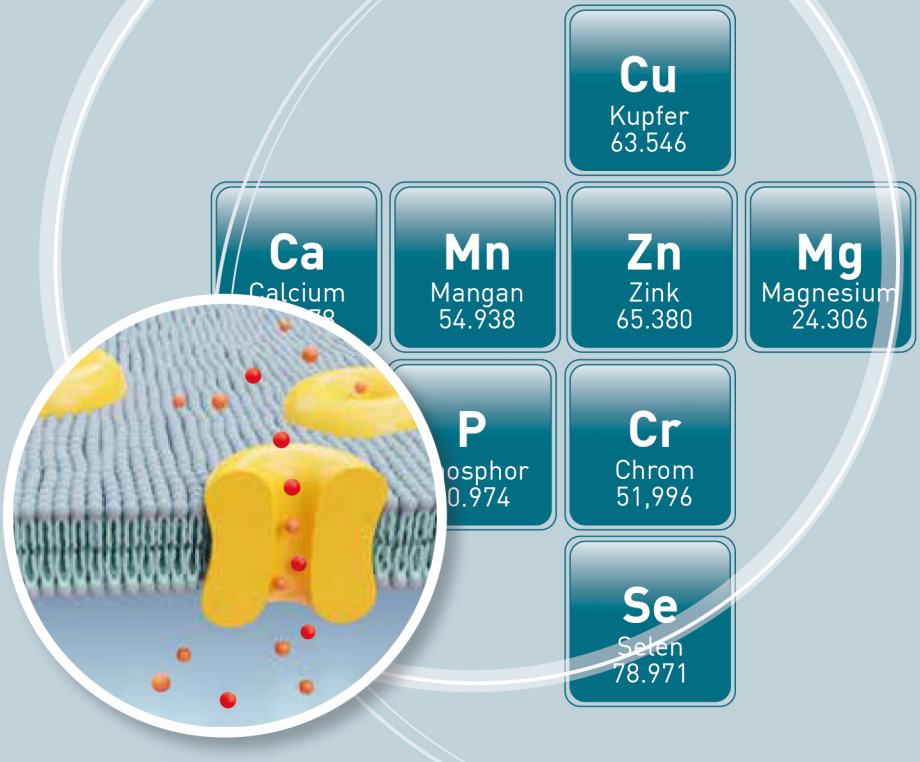
IMD Labor Berlin

II. Auflage



Mineralstoffe und toxische Metalle

Die klinische Bedeutung der Metallanalytik

Mineralstoffe | Toxische Metalle | Interaktionen | Schutzmechanismen und Suszeptibilität

LESE-PROBE

Hinweise dazu finden Sie auf der letzte Seite.

Inhalt

Die klinische Bedeutung der Metallanalytik

4 Einleitung

6 Mineralstoffe

- 6 Die Vollblutmineralanalyse
- 9 Mineralstoffe und ihre toxischen Antagonisten
- 13 Profile und Einzelanalysen
- 18 Ursachen von Mineralstoffmangel
- 21 Folgen von Mineralstoffmangel

22 Mineralstoffverzeichnis

34 Toxische Metalle

- 34 Risikofaktor Metallbelastung
- 36 Toxische und immunologische Metallwirkung
- 42 Messung von Metallbelastung mittels ICP-MS
- 54 Unverträglichkeit von Endoprothesen
- 57 Gadolinium-Belastung aus MRT-Kontrastmitteln
- 58 Identifikation von Expositionsquellen

62 Metallverzeichnis

69 Schutzmechanismen und Suszeptibilität

- 69 Metallsensibilisierung
- 72 Entgiftungsgenetik
- 74 Antioxidative Kapazität
- 77 Die Barrierefunktion der Darmmukosa

81 Service

- 81 Informationsmaterial
- 82 Ihre Ansprechpartner
- 86 Online Befundübermittlung - IMD labGate
- 87 Kurierservice
- 88 Abnahmematerialien für Laboranalysen
- 89 Anleitung für die Speichelabgabe
- 90 Anforderungsscheine

Metalle - lebensnotwendig, aber auch giftig!

Die klinische Bedeutung der Metallanalytik

Mineralstoffe sind essentielle Kofaktoren

Mineralstoffe sind an allen Stoffwechselprozessen beteiligt. Zu ihnen zählen die in kleinen Mengen vorkommenden Spurenelemente (<50 mg/kg Körpergewicht) wie z. B. Zink, Selen und Mangan und die in größeren Mengen enthaltenen Mengenelemente (> 50mg /kg Körpergewicht) wie Magnesium, Kalium und Calcium. Als Zentralatome und Kofaktoren sind sie essentiell für die Synthese und die Aktivität von zahlreichen Enzymen. So werden zahlreiche Funktionen des Immunsystems und des Nerven- und Hormonsystems durch den Versorgungsstatus mit Mineralstoffen beeinflusst. Bereits eine latente Unterversorgung kann mit subtilen Beeinträchtigungen dieser Prozesse einhergehen und z. B. zu einer verminderten kognitiven Leistungsfähigkeit, einer erhöhten Infektanfälligkeit oder chronischen Entzündungsphänomenen z. B. an der Haut oder den Schleimhäuten beitragen.

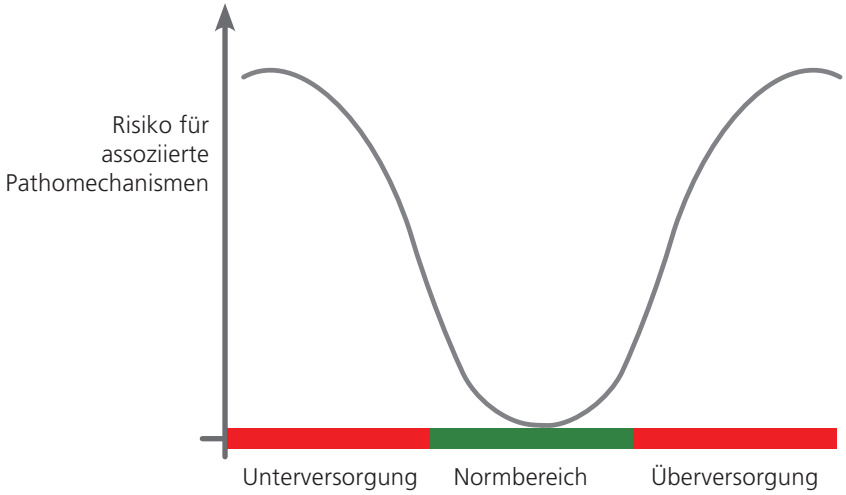


Abb.: Auch bei essentiellen Mineralstoffen gilt, dass nicht nur die Unterversorgung, sondern auch eine exzessive Zufuhr das Risiko für Krankheitsgeschehen steigert (roter Bereich). Der optimale Versorgungsbereich geht mit einem niedrigen Risiko für assoziierte Pathomechanismen einher.

"Die Dosis macht das Gift"

Bei lebensnotwendigen Mineralstoffen kann Überdosierung für zelluläre Stoffwechselprozesse schädigend wirken („Toxizität"). Selbst das allgemein als harmlos betrachtete Zink wirkt bei chronischer Überdosierung schädlich, hemmt die Resorption anderer Mineralstoffe (Kupfer, Selen) und kann sogar die Mortalität bei Tumorerkrankungen steigern.

Die Laboruntersuchung hilft daher nicht nur, mögliche Mängel zu erkennen und gezielt zu substituieren, sondern auch eine potentiell schädliche Überversorgung zu vermeiden.

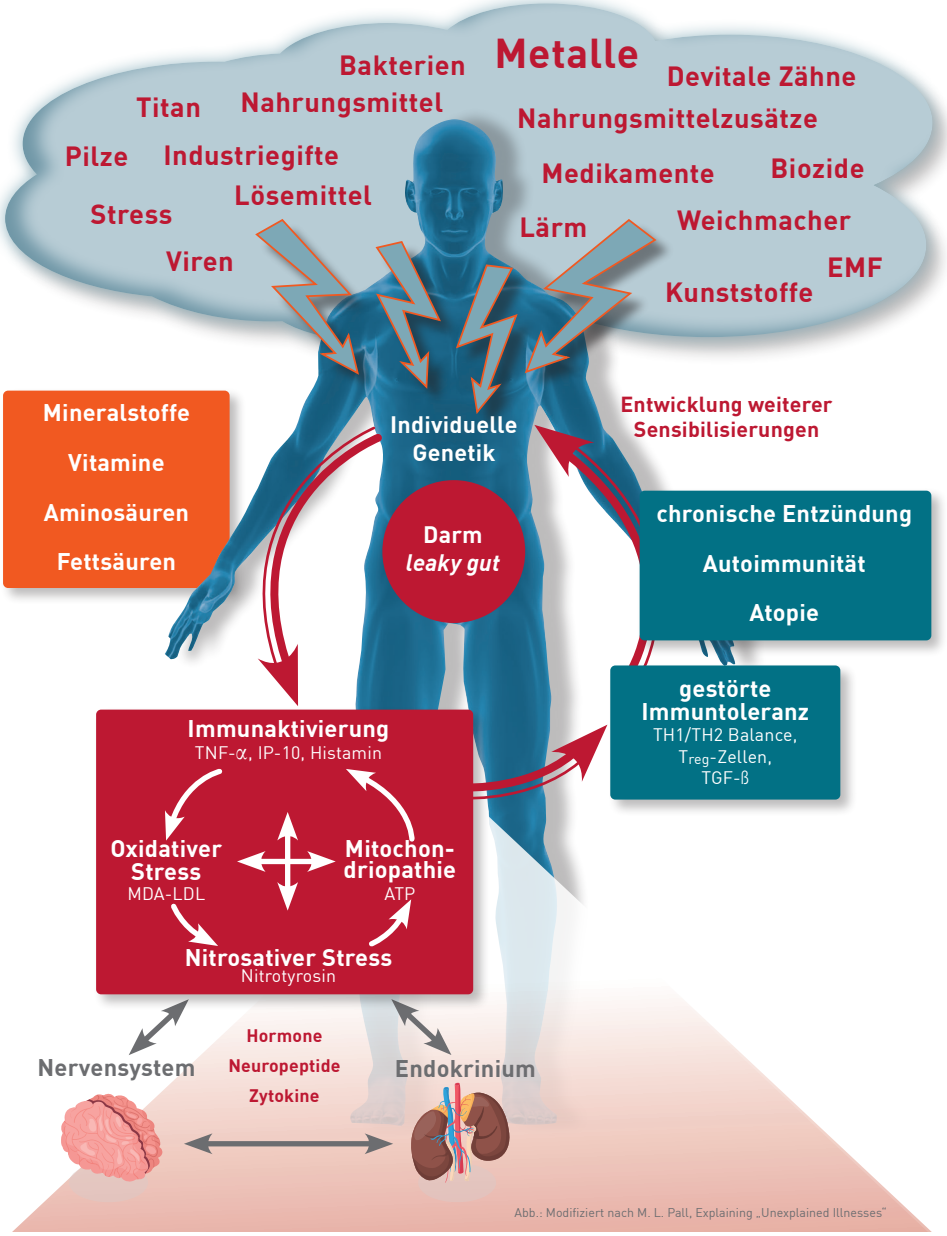


Abb.: Metallbelastung zählt zu den Triggerfaktoren aus der Umwelt, die einen Kreislauf aus nitrosativem und oxidativem Stress, Mitochondriopathie und Entzündung auslösen können. Diese Veränderungen stellen die Grundlage für zahlreiche chronisch entzündliche Multisystemerkrankungen dar. Modifiziert nach Martin Pall.

Toxische Metalle sind Trigger für Multisystemerkrankungen

Andere Metalle wiederum haben keine physiologische Funktion und gelten als „toxische Metalle". Zu ihnen zählen die als Kumulationsgifte bekannten Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber. Zu den schädigenden Wirkungen toxischer Metalle zählt die Induktion von Entzündung und oxidativem Stress sowie die Inhibition zellulärer Stoffwechselvorgänge durch das Verdrängen von Mineralstoffen. Durch diese Wirkungsweisen können Metallbelastungen in der Pathogenese chronisch entzündlicher Multisystemerkrankungen eine ursächliche Rolle spielen.

Literatur

Domke et al., Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln. Teil II, BfR Wissenschaft 2004;
Legleiter und Spears, Plasma diamine oxidase: a biomarker of copper deficiency in the bovine. J Anim Sci 2007; 85: 2198-2204.
Leitzmann et al., Zinc supplement use and risk of prostate cancer. J Natl Cancer Inst 2003;95:1004–1007.
Pall, Explaning unexplained illnesses. Routledge, 1. Auflage 2007

Mineralstoffe
Mineralstoffverzeichnis
Toxische Metalle
Metallverzeichnis
Schutzmechanismen & Suszeptibilität
Service

Die Vollblutmineralanalyse

Nur die Analyse im Vollblut erfasst die Gesamtversorgung

EDTA- oder Heparin-Vollblut statt Serum!

Die Analyse von Mineralstoffen im lysierten Heparin- oder EDTA-Vollblut erfasst gleichzeitig die Gesamtheit der intrazellulär und extrazellulär lokalisierten Metalle. Trotz der ungleichen intra-extrazellulären Verteilung erlaubt daher die Vollblutmineralanalyse eine optimale Einschätzung des Spurenelementhaushaltes. Der Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen Bestimmung im Serum zeigt sich vor allem bei Spurenelementen, die vorwiegend intrazellulär vorliegen.

Mineralstoffe im EDTA-Vollblut sind präanalytisch stabil

IMD Labor Berlin — **Ärztlicher Befundbericht**

Material:

Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich
Magnesium i.S.	0.85	mmol/l	0.66 - 1.07
Selen i.S.	102	µg/l	50 - 120
Zink i.S.	92.3	µg/dl	70.0 - 150
Metall im Vollblut (EDTA) (ICP-MS)			
Magnesium	**28.1**	mg/l	30 - 40
Selen	91.5	µg/l	90 - 230
Zink	**3.9**	mg/l	4.5 - 7.5

Abb.: Hier werden Magnesium und Zink im Serum fälschlich zu hoch gemessen. Es wird eine gute Versorgungslage vorgetäuscht. Dieses Artefakt ist auf leichte Hämolyse zurückzuführen. Der Gesamt-Mineralstoffgehalt (gemessen im EDTA- oder Heparin-Vollblut) ist hingegen präanalytisch stabil und wird durch Hämolyse nicht verändert.

Die Abweichung vom Median liefert einen zusätzlichen Anhaltspunkt für die Interpretation der Versorgungslage

Mineralstoffanalyse im Vollblut - großes Profil "11+4" (ICP-MS)
Die Analyse erfolgte im lysierten Heparin-Vollblut zur Bestimmung der intra- und extrazellulär lokalisierten Spurenelemente.

Analyt	Ergebnis		Referenzbereich	Mineralstoffspiegel Abw. vom Median
Magnesium	**27,5**	mg/l	30 - 40	**-20** %
Selen	**78,2**	µg/l	90 - 230	**-27** %
Zink	**3,7**	mg/l	4,5 - 7,5	**-31** %
Calcium	**69**	mg/l	55 - 70	**13** %
Kalium	**1272**	mg/l	1386 - 1950	**-20** %
Natrium	**1632**	mg/l	1386 - 1950	**0** %
Phosphor	**434**	mg/l	403 - 577	**0** %
Chrom	**0,27**	µg/l	0,14 - 0,52	**13** %
Kupfer	**0,91**	mg/l	0,70 - 1,39	**11** %
Mangan	**11,8**	µg/l	8,3 - 15	**5** %
Molybdän	**0,6**	µg/l	0,3 - 1,3	**20** %
Wechselwirkungen mit toxischen Metallen:				
Blei	**12,3**	µg/l	< 28	
Cadmium	**0,3**	µg/l	< 0,6	
Nickel	**0,7**	µg/l	< 3,8	
Quecksilber	**0,6**	µg/l	< 1,0	

11essentielle Mineralstoffe

4 wichtige toxische Antagonisten

Die graphische Darstellung erleichtert den schnellen Überblick

Abb.: Das „große Mineralstoffprofil" erfasst 11 Mineralstoffe und 4 toxische Antagonisten. Die Analyse erfolgt im Heparin-Vollblut. Zur verbesserten Interpretation wird der Messwert sowohl graphisch dargestellt als auch auf den Median einer Referenzpopulation bezogen.

Unempfindlich gegenüber intra-extrazellulären Verschiebungen

Die meisten Mineralstoffe liegen zu einem beträchtlichen Teil intrazellulär vor. Ausnahmen stellen nur Calcium, Natrium und Molybdän dar. Einzelne Patientenproben können dabei vom typischen intra-extrazellulären Verteilungsmuster abweichen. Dies ist zum Teil auf präanalytische Artefakte wie z. B. Hämolyse zurückzuführen, zum Teil auf physiologische Unterschiede, wie z. B. die Albuminkonzentration im Serum. Entzündung senkt insbesondere die Selen-Serumspiegel, was mit einer verminderten Expression seines Transportproteins und einer Umverteilung von Selen aus dem Serum in Zellen und Gewebe einhergeht. Im Gegensatz zur Serumanalyse ist die Vollblutmineralanalyse gegenüber diesen Verschiebungen unempfindlich und wird nicht durch längeren Bluttransport verfälscht.

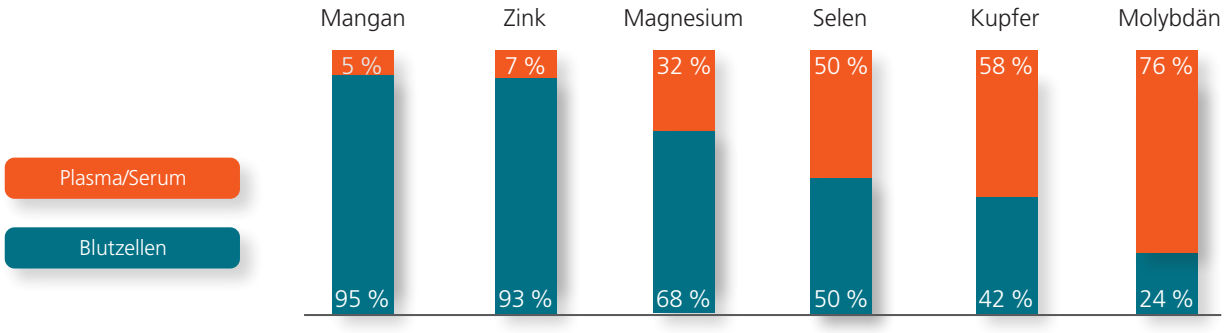


Abb.: Spurenelemente zeigen ein typisches intra-extrazelluläres Verteilungsmuster. Die Vollblutmineralanalyse erfasst den Gesamtversorgungsstatus.

Optimierung der Vollblutmineralanalyse durch Berechnung der intrazellulären Konzentrationen

Die Vollblutmineralanalyse zeigt den Gesamtversorgungsstatus an, differenziert jedoch nicht zwischen dem Serumpool, der ins Gewebe aufgenommen bzw. auch über die Niere ausgeschieden werden kann, und dem intra-erythrozytären („intrazellulären") Homöostase- und Speicherpool. Anhand der Messwerte der Vollblutmineralanalyse, des Hämatokrits und der typischen intra-extrazellulären Verteilungen können diese intrazellulären Konzentrationen berechnet werden (im Serum angereicherte Mineralstoffe ausgenommen). Die Berechnung der intrazellulären Anteile liefert eine wichtige Zusatzinformation gerade dann, wenn Vollblutwerte und intrazelluläre Konzentrationen divergieren.

Mineralstoffe
Mineralstoffverzeichnis
Toxische Metalle
Metallverzeichnis
Schutzmechanismen & Suszeptibilität
Service

IMD Labor Berlin

Ärztlicher Befundbericht

Mineralstoffanalyse im Vollblut - erweitertes Profil "11 + 6" (ICP-MS)

Die Analyse erfolgte im lysierten Heparin-Vollblut zur Bestimmung der intra- und extrazellulär lokalisierten Spurenelemente.

Analyt	Ergebnis		Referenzbereich	Abweichung vom Median
Magnesium	30,6	mg/l	30 - 40	-11 %
Selen	109	µg/l	90 - 230	2 %
Zink	3,7	mg/l	4,5 - 7,5	-31 %
Calcium	64	mg/l	55 - 70	5 %
Kalium	1515	mg/l	1386 - 1950	-4 %
Natrium	1778	mg/l	1500 - 1850	9 %
Phosphor	457	mg/l	403 - 577	6 %
Chrom	0,39	µg/l	0,14 - 0,52	62 %
Kupfer	1,04	mg/l	0,70 - 1,39	27 %
Mangan	16,1	µg/l	8,3 - 15,0	44 %
Molybdän	0,6	µg/l	0,3 - 1,3	20 %
Wechselwirkungen mit toxischen Metallen:				
Aluminium	<10,0	µg/l	< 11,4	
Arsen	0,4	µg/l	< 1,2	
Blei	27,4	µg/l	< 28	
Cadmium	<0,2	µg/l	< 0,6	
Nickel	0,8	µg/l	< 3,8	
Quecksilber	0,9	µg/l	< 1,0	

Intra-Erytrozytäre Konzentrationen (berechnet), Hämatokrit: 37,3 %

Die Berechnung erfolgte aus den Vollblutkonzentrationen, dem Hämatokrit und der elementspezifischen intra-extrazellulären Verteilung.

Analyt	Ergebnis		Referenzbereich
Magnesium	48,0	mg/l	47,9 - 60,0
Selen	114	µg/l	96 -205
Zink	8,0	mg/l	9,5 - 16,0
Kalium	2483	mg/l	2200 - 2750
Phosphor	649	mg/l	540 - 740
Chrom	0,52	µg/l	0,17 - 0,55
Kupfer	0,84	mg/l	0,58 - 0,92
Mangan	39,2	µg/l	17,4 - 35,0
Arsen	0,5	µg/l	< 3,5
Blei	67,5	µg/l	< 60,0
Cadmium	<NWG	µg/l	< 1,4
Quecksilber	2,0	µg/l	< 3,0

Abb.: Vollblutmineralanalyse mit Berechnung der intrazellulären Konzentrationen für ausgewählte Spurenelemente und toxische Metalle. Die Berechnung erfolgt optional auf Wunsch des Einsenders.

Interpretation der intra-erythrozytären Ergebnisse

- **Vollblutwert normal, intrazelluläre Konzentration niedrig:**
  Die Zufuhr von Spurenelementen ist aktuell, aber nicht langfristig suffizient.
  Der Patient könnte demnach trotz normwertiger Vollblutwerte von einer Ernährungsumstellung bzw. Supplementierung profitieren. Dank der intrazellulären Berechnung kann ein geringer Mineralstoffgehalt der Erythrozyten auch bei hohem HK erkannt werden. Die intrazellulären Werte erübrigen damit die HK-Korrelation.

- **Vollblutwert niedrig, intrazelluläre Konzentration normal:**
  Diese Konstellation kann auf einen aktuell gesteigerten Bedarf vor dem Hintergrund einer langfristig suffizienten Versorgungslage hindeuten. Da bei Entzündung Mineralstoffe vermehrt aus dem Blut ins Gewebe transportiert werden, wäre dies z.B. ein charakteristisches Phänomen, das mit Entzündung einhergeht. Der gesteigerte Bedarf legt eine (vorübergehende) weitere Steigerung der Zufuhr nahe.

- **Intrazelluläre Berechnung statt HK-Korrelation:**
  Die intrazellulären Spurenelemente spiegeln die langfristige Versorgungslage wider und liefern daher eine wertvolle Zusatzaussage im Vergleich zur herkömmlichen HK-Korrelation oder Blutbild-Adaption, die lediglich die Werte der Vollblutanalyse anpasst. Ein hoher oder geringer intrazellulärer Mineralstoffgehalt kann bei jedem HK erkannt werden. Damit erübrigt sich die HK-Korrelation der Vollblutwerte.

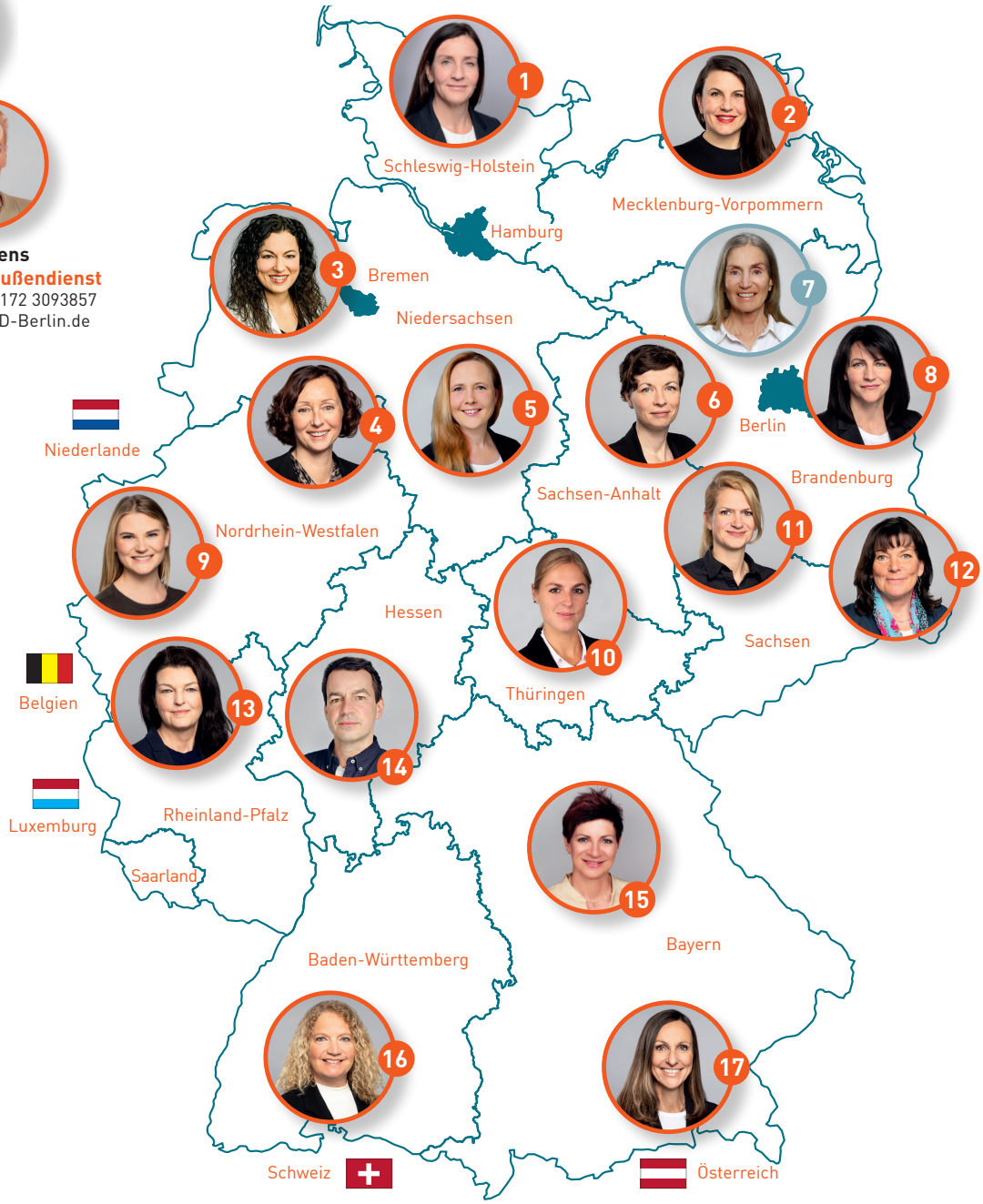
Literatur

Sie möchten die gesamte Broschüre lesen?

Gern können Sie die Broschüre kostenfrei bei Ihrer lokalen Außendientsmitarbeiter*in anfordern.

Wissenschaftlicher Außendienst des IMD Berlin

Sinaida Sens
Leitung Außendienst
Mobil: +49 172 3093857
s.sens@IMD-Berlin.de



1 **Nicolett Miller**
Schleswig-Holstein / Hamburg
Mobil: +49 160 5059140
n.miller@imd-berlin.de

2 **Daniela Gens**
Berlin / Mecklenburg-Vorpommern
Mobil: +49 172 3937612
d.gens@imd-berlin.de

3 **Sabine Albers, M.Sc.**
Bremen / Niedersachsen
Mobil: +49 151 46264315
s.albers@imd-berlin.de

4 **Dipl. oec. troph. Doris Thienel**
Niedersachsen / nördl. NRW
Mobil: +49 172 3095159
d.thienel@imd-berlin.de

5 **Verena Fritzsche**
Niedersachsen
Mobil: +49 151 46259531
v.fritzsche@imd-berlin.de

6 **Nicole Christoph**
Berlin
Mobil: +49 172 3247471
n.christoph@imd-berlin.de

7 **Katja Landgraf**
Schwerpunkt Mikrobiomdiagnostik
Berlin / Brandenburg / Mecklenburg-Vorpommern / Sachsen-Anhalt
Mobil: +49 175 3497906
k.landgraf@imd-berlin.de

8 **Monja Zibulski**
Berlin
Mobil: +49 174 4022025
m.zibulski@imd-berlin.de

9 **Anna Bolat**
Nordrhein-Westfalen / Rheinland-Pfalz / Niederlande / Belgien
Mobil: +49 151 51410724
a.bolat@imd-berlin.de

10 **Veronika Kurda, M.Sc.**
Thüringen / südliches Sachsen / nordöstliches Hessen
Mobil: +49 151 43177495
v.kurda@imd-berlin.de

11 **Katja Fockenberg**
Berlin / Sachsen / Sachsen-Anhalt
Mobil: +49 151 53943549
k.fockenberg@imd-berlin.de

12 **Gabriele Herrmann**
Brandenburg / Sachsen
Mobil: +49 173 5280103
g.herrmann@imd-berlin.de

13 **Dipl. Ing. Brigitte Lauritz**
Nordrhein-Westfalen / Rheinland-Pfalz / Luxemburg
Mobil: +49 172 3230404
b.lauritz@imd-berlin.de

14 **Dr. rer. nat. Andreas Hertz**
Hessen / Rheinland-Pfalz
Mobil: +49 160 6783487
a.hertz@imd-berlin.de

15 **Stefanie Sieber**
Bayern
Mobil: +49 152 38934243
s.sieber@imd-berlin.de

16 **Sonja Braun**
Baden-Württemberg / Schweiz
Mobil: +49 172 3142667
s.braun@imd-berlin.de

17 **Sigrid Fiedler**
Bayern / Österreich
Mobil: +49 174 2742268
s.fiedler@imd-berlin.de