

Physiologische Störungen bei Salaten

Autorin und Autor: Brigitte Baur und Reto Neuweiler

2021

Bei Salaten treten immer wieder Qualitätsprobleme auf, die nicht von Schadorganismen verursacht werden. Verschiedene Umwelteinflüsse und eine unausgewogene Nährstoffversorgung können physiologische Störungen bewirken, die mit einer Beeinträchtigung der Qualität verbunden sind und das Auftreten von sekundären Krankheitserregern fördern. Nicht selten sind Schadsymptome, bei denen Bakterien isoliert werden, auf physiologische Störungen zurückzuführen ¹.

Umwelteinflüsse

Innenbrand, Randen

Symptome

Charakteristisch für Innenbrand sind braune Blattränder bei den jungen, heranwachsenden Blättern von Kopf- und Blattsalaten. Die braunen Zonen können auf einige kleine Flecken beschränkt sein oder sich auf den ganzen Blattrand ausdehnen (Abb. 1, 2). Daher auch der Ausdruck «Randen». In Nachbarschaft der braunen Stellen verfärben sich manchmal auch die Blattadern braun (Abb. 3) ². Die Störung tritt üblicherweise kurz vor der Ernte auf, wobei sich die Anfangssymptome während der Lagerung verstärken können ³. Ein Totalverlust ist möglich (Abb. 4). Innenbrand kann mit Trockenrand (sh. Abb. 5, 6) verwechselt werden.



1



2



3



4

Abbildungen 1-4: Verschiedene Stadien von Innenbrand (Fotos: Agroscope).

Ursachen und Massnahmen

Verursacht wird der Innenbrand durch eine Unterversorgung mit Calcium im wachsenden Gewebe. Da der Nährstoff in der Pflanze im Wasserstrom transportiert wird, erhalten die äusseren Blätter, die am meisten transpirieren, am meisten Calcium-Nachschub². Bei trocken-warmer Witterung und wüchsigen Bedingungen steigt die Verdunstungsrate der äusseren Blätter so stark an, dass die jungen Blätter im Kopffinnern nur noch ungenügend mit Calcium versorgt werden. Einmal im Zielgewebe angekommen, wird das Calcium festgesetzt und lässt sich nicht mehr umverteilen in die rasch wachsenden Zonen mit hohem Bedarf⁴. Ein lokales Calciumdefizit im Gewebe kann also auch bei guter Calciumversorgung des Bodens entstehen².

Besonders ausgeprägt ist das Phänomen in Frühkulturen. Die Salatpflanzen sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausreichend abgehärtet und daher nur ungenügend vor Verdunstung geschützt. Wird das Vlies während Schönwetterperioden entfernt, so steigt die Verdunstungsrate der äusseren Blätter durch die Wärme stark an, was zu Innenbrand führen kann. Deshalb sollte die endgültige Abnahme von Flachabdeckungen rechtzeitig bei milder Witterung und bedecktem Himmel erfolgen⁵. Sommersätze, die in ausgeprägte Hitzeperioden fallen, sind ebenfalls gefährdet⁴.

Innenbrand kann sich auch entwickeln, wenn die oberirdischen Pflanzenteile bei trockenem Boden oder hoher Luftfeuchtigkeit nur schwach transpirieren und dadurch weniger Calcium in die Blätter gelangt². Nebliches Wetter in den letzten 6–10 Tagen vor der Ernte löst bei empfindlichen Sorten gelegentlich Symptome aus. Die feuchte Umgebungsluft erschwert bereits die Transpiration und zusätzlich ist der Calcium-Nachschub kleiner, weil die Wurzel etwa zwei Wochen vor der Erntereife ihr Wachstum reduziert⁶.

Da eine gezielte Calciumdüngung über den Boden erfahrungsgemäss das Auftreten von Innenbrand nicht verhindern kann, wurden verschiedene Versuche zur Blattdüngung durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einsatz von calciumhaltigen Blattdüngern den Calciumgehalt im Blatt nachweislich erhöhen kann⁷. Damit das Auftreten von Innenbrand vermindert werden kann, ist es allerdings wichtig, dass die gefährdeten Blätter im Kopffinneren optimal mit dem calciumhaltigen Flüssigdünger benetzt werden. Dabei spielt das Kulturstadium im Zeitpunkt der Blattbehandlungen eine entscheidende Rolle. Eine Wirkung kann am ehesten von Anwendungen während der Kopfbildung erwartet werden⁸. Werden calciumhaltige Blattdünger unsachgemäss eingesetzt, besteht bei empfindlichen Salatkulturen die Gefahr von Blattverbrennungen. Die Dosierung und die Anwendungsempfehlungen der Herstellerfirmen sind strikt einzuhalten. Behandlungen als Tankmischungen mit Pflanzenschutzmitteln sowie in nicht abgehärteten Salatbeständen sind besonders riskant.

Nicht alle Salate sind gleich empfindlich auf Innenbrand. Mit der Wahl einer widerstandsfähigen Sorte lässt sich Innenbrand deshalb am einfachsten vermeiden. Untersuchungen von Agroscope zur N-Düngung in Salatkulturen haben ergeben, dass übermässig mit Stickstoff versorgte, sehr wüchsige Kulturen deutlich anfälliger für Innenbrand sind⁴. Langsameres Wachstum dank bedarfsgerechter N-Düngung reduziert demnach das Risiko⁴. Bei trocken-warmer Witterung können zudem Beregnungsgaben von wenigen Millimetern am Morgen die Gefahr von Innenbrand vermindern⁴. Tröpfchenbewässerung im Gegensatz zu zeitweiligen grossen Wassergaben hilft, plötzliche Änderungen in der Wachstumsgeschwindigkeit zu vermeiden⁹.

Trockenrand / Blattrandbrand

Symptome

Der Rand älterer Blätter wird braun oder bekommt braune Flecken (Abb. 5, 6).



Abbildungen 5 und 6: Trockenrand (Fotos: Cornelia Sauer, Agroscope).

Ursache und Massnahmen

Trockenrand tritt in Situationen auf, wo die Verdunstung grösser ist als die aufgenommene Wassermenge. Wenn beispielsweise auf kalte Witterung eine sonnige und warme Periode folgt, ist im noch kalten Boden die Wurzelaktivität und damit verbunden die Wasser- und Nährstoffaufnahme stark eingeschränkt³. Auch eine ungenügende Wasserversorgung, z.B. bei schlecht entwickeltem Wurzelwerk, ruft dieselben Symptome hervor¹⁰. Eine sorgfältige Vorbereitung des Bodens, die Wahl von Sorten mit kräftigen Wurzeln sowie eine gute Wasserversorgung in trockenen Perioden wirken der Entwicklung von Trockenrand entgegen¹⁰.

Glasigkeit

Symptome

Typischerweise treten die durchscheinenden, oft dunklen Ölflecken an Blatträndern auf. Die glasigen Stellen sind meist durch die Blattadern begrenzt (Abb. 7)¹¹. Vor allem bodennahe Blätter sind betroffen. Glasigkeit kann auch im Strunk auftreten was bei der Ernte leicht zu erkennen ist (Abb. 8). Davon betroffene Salate faulen innerhalb kurzer Zeit¹¹. Bereits Keimlinge können Glasigkeit entwickeln. Sie werden dunkelgrün und bleiben im Wachstum zurück¹¹. Obwohl reversibel, darf das Phänomen nicht unterschätzt werden. Ein massiver Schaden bis zum Totalverlust ist möglich, wenn über die glasigen Stellen Bakterien und Pilze ins Gewebe eindringen (Abb. 9).



Abbildung 7: Durch Blattadern begrenzte glasige Stelle (Foto: René Total, Agroscope).



Abbildung 8: Glasigkeit im Strunk (hier an Kohl) (Foto: Josef Schlaghecken).



Abbildung 9: Glasigkeit erleichtert Pseudomonasbefall (Foto: Josef Schlaghecken).



Abbildung 10: Durch Starkregen verursachte Glasigkeit (Foto: Josef Schlaghecken, www.greencommons.de).

Ursachen und Massnahmen

Glasigkeit tritt auf, wenn die Pflanzen mehr Wasser aufnehmen als sie verdunsten können, z. B. nach Starkregen, wenn die Umgebungsluft sehr feucht ist und den Pflanzen viel Wasser zur Verfügung steht (Abb. 10)¹¹. Die Gefahr, dass sich Glasigkeit entwickelt, ist vor allem im Herbst gross, wenn nach warmem, wüchsigem Wetter, die Luftfeuchtigkeit langanhaltend sehr hoch ist, z.B. bei langen Regenperioden, Nebel oder starker Taubildung. Die Symptome können wieder verschwinden, vorausgesetzt die hohe Feuchtigkeit der Umgebung geht zeitnah zurück. Bleibt sie jedoch während längerer Zeit bestehen, platzt die Zellwand und das Gewebe wird braun und stirbt ab. Viel verfügbarer Stickstoff und hohe Bodentemperaturen und begünstigen das Auftreten von Glasigkeit¹¹. Ähnliche Symptome können auftreten, wenn die Temperatur nach der Ernte bei der Einlagerung zu rasch abgesenkt wird³. Züchter weisen bei Salatsorten speziell auf die Toleranz gegen Glasigkeit hin.

Nährstoffüberschuss

Schädigung durch Ammoniumüberschuss

Symptome

Durch Ammonium verursachte Vergiftungserscheinungen sind am häufigsten bei Jungpflanzen und im Frühjahr zu beobachten¹². Die Blätter sind glanzlos, dunkel- bis graugrün und zeigen vorübergehende Welkeerscheinungen zur warmen Tageszeit¹³. Später werden die Blattränder braun und die Pflanze bleibt im Wachstum zurück, verkümmert oder geht im Extremfall ein¹². Die Wurzeln werden geschädigt und damit die Wasserversorgung der oberirdischen Pflanzenteile beeinträchtigt¹². Teilweise werden die Wurzeln rötlich¹⁰ und die Wurzelhaare und kleine Seitenwurzeln sterben ab. Wird die äusserlich noch gesunde Hauptwurzel längs aufgeschnitten, zeigt sich eine rötlich-braune Verfärbung und weiches, nekrotisches Gewebe im Zentrum^{12,13,14} (Abb. 11, 12). Schreitet die Krankheit fort, entsteht im Innern der Hauptwurzel ein Hohlraum. Das äussere Gewebe der grösseren Wurzeln kann aufplatzen und verkorken¹². Charakteristisch für Ammoniumvergiftungen sind die zufällig über das Feld verteilten geschädigten Pflanzen, die selten in Gruppen stehen¹⁴. Von Ammonium verursachte Schäden werden leicht mit den Symptomen von bodenbürtigen Krankheiten verwechselt. Diese treten jedoch vorwiegend nesterweise auf¹⁴.



Abbildungen 11 und 12: Verschiedene Stadien der Wurzelschädigung durch Ammonium
(Fotos: Steve Koike, TriCal Diagnostics).

Ursachen und Massnahmen

Im Frühjahr, wenn die Bodentemperatur noch unter 15 °C liegt, ist die Nitrifikation von Ammonium über Nitrit zu Nitrat verlangsamt und Ammonium reichert sich im Boden an. Dort wird es zu gasförmigem Ammoniak umgewandelt, welches in die Atmosphäre entweicht und insbesondere im Frühanbau unter Vlies und Lochfolie an den Gemüsekulturen Blattverbrennungen verursachen kann¹⁵. Das Problem tritt insbesondere bei einer Überdüngung mit harnstoff- oder ammoniumhaltigen Stickstoffdüngern (Ammonium-Phosphat, Ammonium-Nitrat) auf. Kommt der Dünger zu nahe an die Wurzel, kann diese auch direkt geschädigt werden durch die Salze und spezifisch durch die Nitrit- und Ammoniumionen¹⁴. In den wärmeren Zeiten des Jahres, wenn die nitrifizierenden Bakterien aktiver sind, tritt das Problem viel seltener auf¹⁴, allenfalls gelegentlich in wassergesättigten Böden¹². Bedarfsgerechte Stickstoffdüngung sowie Zurückhaltung beim Einsatz von ammonium-stabilisierten N-Düngern, speziell im Frühjahr, minimieren die Gefahr einer Ammoniumvergiftung. Eine kulturangepasste Bewässerung im Jugendstadium führt zu einem grösseren Wurzeltiefgang und damit zu robusteren Jungpflanzen¹⁶.

Schädigung durch Manganüberschuss

Symptome

Manganüberschuss ist in der Praxis verbreiteter als angenommen. Er äussert sich in Randchlorosen im Spitzenbereich der Blätter, innerhalb derer sich kleine, punktförmige, nekrotische Tüpfel entwickeln. Die Tüpfel laufen bei den älteren Blättern zu weisslichen Flecken zusammen (Abb. 13, 14). Auffällig ist die aufrechte tulpen- oder tütenähnliche Blattstellung. Die jüngeren Blätter sind gestaucht und es wird, wenn überhaupt, nur ein lockerer Kopf gebildet^{16,17}. Die kranken Pflanzen treten nesterweise auf.

Ursache und Massnahmen

Die Gefahr eines Überangebots an Mangan besteht vor allem auf vernässten Böden mit einem tiefen pH-Wert, da die Löslichkeit von Mangan unter diesen Bedingungen stark erhöht ist. Bei Verdacht ist der pH-Wert zu prüfen und der Boden allenfalls punktuell aufzukalken.



Abbildungen 13 und 14: Durch Manganüberschuss hervorgerufene Symptome an Kopfsalat
(Fotos: Josef Schlaghecken, www.greencommons.de).

Borüberschuss

Symptome

Borüberschuss zeigt sich vor allem an älteren Blättern in Blattnekrosen, ähnlich dem Trockenrand.

Ursachen und Massnahmen

Die Spanne zwischen ausreichender Versorgung und Überschuss ist sehr klein. Leicht führen mehrjährige Borgaben sowie Blattapplikationen, die aufgrund von Mangelerscheinungen angebracht waren, schliesslich zu Überschusschäden ¹⁷.

Nährstoffmangel

In der Praxis kommt Nährstoffmangel vergleichsweise selten vor. Am wahrscheinlichsten treten Defizite dort auf, wo keine Bodenanalysen vorliegen und die Düngung ohne Berücksichtigung der im Boden bereits vorhandenen verfügbaren Nährstoffe erfolgt ¹⁰. Meist äussert sich ein Mangel in ungewöhnlicher Verfärbung, gelegentlich auch in einer veränderten Blattform. Besteht der Verdacht auf Nährstoffmangel, lohnt es sich einen Spezialisten hinzuzuziehen und physikalische und chemische Bodenanalysen durchzuführen ¹⁰. Die verbreitetsten Nährstoffmangelsituationen mit ihren Symptomen und Auswirkungen ^{10,17} sind nachstehend gelistet:

Nährstoff	ältere Blätter	junge Blätter	Wachstum / Bemerkungen
Stickstoff	zeigen zuerst Aufhellungen	bleiben anfänglich grün	– Wachstum gehemmt – Wurzelwerk auffällig dicht
Kalium	sind dunkelgrün; Ränder im Spitzenbereich der Blätter werden chlorotisch	sind kleiner und schmal, eher dunkel- bis blaugrün	– Köpfe kleiner und lockerer – Abnorme, flachere Blattform – Evtl. nach unten eingerollter Blattrand – Gestauchte Wurzeln – Welkeerscheinungen bei trocken-warmen Bedingungen
Phosphor	sind matt- bis dunkelgrün, teilweise rötlich; werden gelb und sterben vorzeitig ab	sind matt- bis dunkelgrün, teilweise rötlich	– Wachstum gehemmt, rosettenartig – Eingeschränkte Kopfbildung
Magnesium	zeigen gelblich-bräunliche Verfärbung auf der Fläche zwischen den Blattadern, zu Beginn noch nicht am Blattrand; können kräftig gelb werden bei grün bleibenden Hauptadern	sind blassgrün bis gelblich	– Wachstum abgesehen von der Farbe ± normal. – Oft wird Magnesiummangel durch übermässige Kalidüngung ausgelöst ¹³ . – Mangel am ehesten bei Endivien: ältere Blätter zeigen scharf abgesetzte und gelb bis hellbraune Blattränder, die später oft faulen.
Bor	Aussenblätter sind dunkelgrün	sind gelb oder chlorotisch, gefleckt, löffelartig verformt und verdickt	– Wachstum stark gestauch, rosettenartig – Bei extremem Mangel Absterben des Vegetationspunktes – Verwechslungsmöglichkeit mit Innenbrand.

Nährstoff	ältere Blätter	junge Blätter	Wachstum / Bemerkungen
Molybdän	sind blass- bis gelbgrün; mit der Zeit entstehen graue, papierartige Flecken; welken von der Spitze her	Mittelblätter stark gekräuselt; Keim- und Herzblätter bis fast zum Schluss gesund; Herzblätter verkrüppeln bei starkem Mangel	<ul style="list-style-type: none"> – Wachstum gedungen, rosettenartig – Blätter eher oval – Welken von aussen nach innen – Je tiefer der pH-Wert, desto eher treten Mangelsymptome auf ¹³
Kupfer	zeigen entlang von Blattspitzen und -rändern chlorotische Marmorierungen, umgebogene Blattränder	zeigen von älteren zu jüngeren Blättern fortschreitende Symptome	<ul style="list-style-type: none"> – Pflanzen welk und schlaff – Blätter schmal und löffelförmig
Mangan	zeigen bei starkem Mangel gelbes Blattgewebe; Adern bleiben grün	entwickeln in der Nähe von Blattrand und Mittelrippe braune Punktnekrosen	<ul style="list-style-type: none"> – gesamte Pflanze grüngelb – Wachstum nur wenig eingeschränkt – Tritt vor allem bei erhöhten pH-Werten auf

Nachernteprobleme

Tüpfelbräune / Russetting (Russet spotting)

Symptome

Die unregelmässig geformten rotbraunen Flecken mit einem Durchmesser von 1.5–6 mm treten erst nach der Ernte auf ¹⁸. Sie zeigen sich zuerst an den Mittelrippen der äusseren Blätter ^{1,16} (Abb. 15). Bei stärkerer Ausprägung breiten sie sich im ganzen Kopf, auch auf dem grünen Blattgewebe aus ^{1,19,20} (Abb. 16). Durch das befallene Gewebe können Sekundärerreger eindringen, weshalb sich oft eine bakterielle Weichfäule entwickelt ¹⁸.



Abbildungen 15 und 16: Verschiedene Stadien von Tüpfelbräune / Russet Spotting (Fotos: Adel Kader, University of California, Davis).

Ursachen und Massnahmen

Salate, die vor der Ernte in irgendeiner Form gestresst waren, können Tüpfelbräune entwickeln ¹⁰, vor allem, wenn sie nach der Ernte mehr als ein paar Stunden ³ einer übermässig hohen Ethylenkonzentration ausgesetzt sind. Diese induziert im Gewebe die Produktion von braunen Pigmenten ^{19,20}. Bereits Konzentrationen von 0.5 ppm lösen im empfindlichen Eissalat Symptome aus ^{20,21}. Bei längerer Lagerung können sich die Symptome auch unabhängig von Ethylen entwickeln ²¹. Salate sollten nicht mit ethylenproduzierendem Erntegut wie Äpfel oder Birnen transportiert oder gelagert werden. Auch auf genügend Distanz zu ethylenhaltigen Abgasen von Verbrennungsmotoren ist zu achten ^{1,19}. Grundsätzlich reduzieren eine gute Durchlüftung und eine Temperatur wenig über dem Gefrierpunkt (0–2.5 °C) im Lager das Risiko für Tüpfelbräune ^{1,21}.

Braune Flecken (Brown stain)

Symptome

Im Allgemeinen entwickeln sich die gelblich-rötlich-braunen Flecken nach der Ernte meist beidseits auf oder nahe der Mittelrippe ¹⁹ (Abb. 17, 18) auf mehreren Blättern direkt unter den Deckblättern, nicht aber im Herz ²². Die Ränder der 0.5–1.5 cm grossen, klar begrenzten Läsionen sind oft dunkler als das leicht eingesunkene Zentrum. Bei starkem Befall wachsen die Flecken zusammen und können mehrere cm lang werden ²² (Abb. 18).



Abbildungen 17 und 18: Braune Flecken an Eissalat und Lattich (Fotos: Adel Kader, University of California, Davis).

Ursachen und Massnahmen

Braune Flecken werden durch eine erhöhte CO₂-Konzentration hervorgerufen²². Lattich zeigt verstärkt Symptome, wenn er CO₂-Konzentrationen von über 5 % ausgesetzt war¹⁹, wohingegen Eisberg schon bei Konzentrationen über 3 % Flecken entwickelt, vor allem bei tiefen Temperaturen²⁰. Bei der CA-Lagerung ist darauf zu achten, dass der Sauerstoffgehalt nicht unter 1% und der der Kohlendioxidgehalt nicht über 2.5 % liegt³. Aufgrund der Atmung des pflanzlichen Gewebes kann die CO₂-Konzentration auch beim Transport ansteigen.

Blattrippenverfärbung

Symptome

Blattrippenverfärbung (Abb. 19) tritt üblicherweise ganz am Ende der Kulturdauer besonders bei Eisberg auf und kann den Salat innert Kürze unverkäuflich machen. Gefährlich sind vor allem Perioden mit heissen Tagen und warmen Nächten. Es empfiehlt sich, die Bestände bei solchen Bedingungen regelmässig zu kontrollieren und wenn nötig, so rasch als möglich abzuernten. Die physiologische Störung «Pink Rib» ist ein Zeichen für überreife Köpfe. Die Mittelrippen nehmen dabei eine nicht klar begrenzte, rosa Farbe an, welche sich während dem Transport und der Lagerung auf die kleineren Blattadern ausdehnt^{1,19} (Abb. 20).



Abbildung 19: Blattrippenverfärbung (Foto: Fritz Keller, Agroscope).



Abbildung 20: Pink Rib an Eissalat (Foto: Adel Kader, University of California, Davis).

Ursachen und Massnahmen

Bei den Symptomen handelt sich um eine Begleiterscheinung der Alterung²¹, die durch hohe Lagertemperaturen noch begünstigt werden¹⁹. Durchgehende Kühlung bei Temperaturen von 0–2.5 °C und eine möglichst kurze Lagerung verringern das Risiko für eine Verfärbung der Blattrippen.

Literatur

- ¹ Valenzuela, H.R., Kratky, B. & Cho, J., 1996: Lettuce production guidelines for Hawaii. College of Tropical Agriculture & Human Resources, University of Hawaii. Research Extension Series 164, S. 9-13.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewi3m4DWv_npAhVW3IUkHZ_bA-MQFjAKegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ctahr.hawaii.edu%2Foc%2Ffreepubs%2Fpdf%2Fres-164.pdf&usq=AOvVaw1EXyUfThNIKFVvET2CmR5u. (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ² Koike, S.T. & Turini, T.A., 2017: Lettuce Pest Management Guidelines: Tipburn. University of California : Statewide Integrated Pest Management Program. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/Tipburn/> (Zuletzt aufgerufen am 22.03.2021).
- ³ Thicoïpé, J.-P., Joubert, G., Hutin, C., Leteinturier, J., Moras, P., Navez, B., Odet, J., Pelletier, J., Perus, M. & Stengel, B., 1997 : Laitues. Ctifel, 281 S.
- ⁴ Neuweiler, R., 2011: Innenbrand in Frühlkulturen von Salat. Gemüsebau-Info Nr. 06/2011.
- ⁵ Neuweiler, R. & Total, R., 2013: Optimierung der Ernteverfrühung im Freiland. Gemüsebau-Info Nr. 03/2013.
- ⁶ Smith, R., Hartz, T. & Hayes, R., 2011: Overview of Tipburn of Lettuce. Salinas Valley Agriculture, University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=5608> (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ⁷ Weiling, Y., Shangyong, Y., Zhixong, L., Leifu, C. & Zhengming, Q., 2018: Effect of Foliar Application of CaCl₂ on Lettuce Growth and Calcium Concentrations with Organic and Conventional Fertilization. HortScience American Society for Horticultural Science, Volume 53, Issue 6, 891-894. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13056-18>
- ⁸ Holtschulze, M., 2005: Tipburn in head lettuce – the role of calcium and strategies for preventing the disorder. Inaugural-Dissertation der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 107 S..
- ⁹ Davis, M.R., Subbarao, K.V., Raid, R.N. & Kurtz, E.A., 1997: Compendium of Lettuce Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- ¹⁰ Blancard, D., Lot, H. & Maisonneuve, B., 2006): Diseases of Lettuce and Related Salad Crops – Observation, Biology and Control. Manson Publishing Ltd., London – INRA Editions, Versailles.
- ¹¹ Schlaghecken, J. & Kreiselmaier, J. 2005: Glasigkeit: Ein vielfältiges Problem im Gemüsebau. [https://www.dlr-mosel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/32598FF2DA6E47EAC12571DC00336417/\\$FILE/Glasigkeit%20im%20Gemuesebau-Aktuell.pdf](https://www.dlr-mosel.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/32598FF2DA6E47EAC12571DC00336417/$FILE/Glasigkeit%20im%20Gemuesebau-Aktuell.pdf) (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ¹² Koike, S.T. & Turini, T.A., 2017: Lettuce Pest Management Guidelines: Ammonium Toxicity. University of California : Statewide Integrated Pest Management Program. <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/Ammonium-Toxicity/> (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ¹³ Crüger, G., 2002: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 64 ff.
- ¹⁴ Smith, R. & Koike, S.T., 2015: Ammonium Toxicity on Lettuce. Salinas Valley Agriculture, University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=16967> (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ¹⁵ Neuweiler, R., 2011: Düngungsrichtlinien für den Gemüsebau. S. 17
- ¹⁶ Bedlan, G., 1999: Gemüsekrankheiten. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg.
- ¹⁷ Bergmann, W., 1993: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Dritte, erweiterte Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart, 835 S.
- ¹⁸ United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, 2004: Lettuce Shipping Point and Market Inspection Instructions. Internetdokument, (Zuletzt aufgerufen am 24.03.2021).
- ¹⁹ Cantwell, M. & Suslow, T., 2001: Lettuce, Romaine: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. University of California post harvest center.
http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=20&ds=799. (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ²⁰ Cantwell, M. & Suslow, T., 2002. Lettuce, Crisphead: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. University of California post harvest center.
http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799 (Zuletzt aufgerufen am 09.03.2021).
- ²¹ Eskin, N.A.M. (ed.), 1989: Quality and Preservation of Vegetables. S. 234-235, CRC Press, Boca Raton, Florida.

²² Lipton, W. J., Stewart, J. K., & Whitaker, T. W., 1971: An Illustrated Guide to the Identification of Some Market Disorders of Head Lettuce. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture. S. 1-3.
<https://play.google.com/store/books/details?id=3Yo-AAAAYAAJ&rdid=book-3Yo-AAAAYAAJ&rdot=1> (Zuletzt aufgerufen am 24.03.2021)

Impressum

Herausgeber:	Agroscope Müller-Thurgau-Strasse 29 8820 Wädenswil www.agroscope.ch
Redaktion:	Brigitte Baur
Gestaltung:	Brigitte Baur
Copyright:	© Agroscope 2021
