

## Technologische und sensorische Effekte von Kochsalz in Backwaren

Maßnahmen zur Senkung der täglichen Aufnahme von Kochsalz (Natriumchlorid, NaCl) sind in den vergangenen Jahren stark vorangetrieben worden. Auch Backwaren sind häufig Gegenstand der Diskussion, da sie einen großen Beitrag zur täglichen Natriumaufnahme leisten. Anders als bei anderen Lebensmitteln spielt Kochsalz bei der Herstellung von Backwaren sowohl eine geschmackliche als auch eine technologische Rolle. Branchenübliche Mengen für die Zugabe von Kochsalz bei der Backwarenherstellung liegen im Bereich von 1,8 bis 2,3 %, bezogen auf die Mehlmenge (entspricht etwa 1,0 bis 1,4 Massenprozent Kochsalz bezogen auf das Endprodukt, je nach Rezeptur). In der Bäckereitechnologie überwiegen vornehmlich technologische Gründe, welche allerdings durch Halbwissen und vorurteilsgeprägtes Verhalten nicht immer den optimalen, wissensbasierten Einsatz von Kochsalz widerspiegeln.

Die technologische Wirkung von Kochsalz in Backwaren wirkt sich bereits während des Knetprozesses auf die Teigentwicklung aus. Durch die Erhöhung der Ionenkonzentration im Teig wird die ursprünglich leicht positive Nettoladung des Glutens (Weizenprotein) abgeschirmt und somit eine engere Zusammenlagerung der Kleberproteine ermöglicht (Galal et al., 1978). Diese verbesserte Quervernetzung führt bei Kochsalzzugaben zwischen 0,5 % und branchenüblichen Mengen von 1,8 bis 2,3 %, bezogen auf die Mehlmenge, zu einer besseren Ausbildung des teigstabilisierenden Glutennetzwerkes. Durch die Reduzierung elektrostatischer Abstoßungskräfte können stärkere hydrophobe und hydrophile Wechselwirkungen innerhalb der Proteine ausgebildet werden, wodurch eine engere Zusammenlagerung der Proteine ermöglicht wird (He et al., 1992; Preston, 1981, 1984). Zudem kommt es zu ionischen Wechselwirkungen zwischen geladenen Glutenseitenketten und Kochsalzionen, wodurch die Konformation der Proteine zusätzlich verändert wird (Pflaum et al., 2013). Eine negative Folge der kompakteren Proteinkonformation ist eine verlangsamte Wasseraufnahme während des Knetens, sowie ein geringeres Wasserbindevermögen des Glutens im Gesamten (Beck et al., 2012a; Hlynka, 1962). Auch die Teigentwicklungszeit verlängert sich somit durch die Anwesenheit von Kochsalz in der Teigrezeptur (Hlynka, 1962; McCann & Day, 2013). Hlynka et al. (1962) ermittelten eine Steigerung der Teigentwicklungszeit um 1 Minute für jedes zusätzliche Prozent an Kochsalz in der Rezeptur bei gleichbleibender Wasserzugabe. Eine Erhöhung der Kochsalzkonzentration kann zudem dazu führen, dass durch die verminderte maximale Wasseraufnahmefähigkeit des Teiges der Anteil von freiem Wasser im Teig steigt. Dies spiegelt sich technologisch in einer verringerten Teigkonsistenz und einer veränderten Klebrigkeit wieder (Beck et al., 2012a; Tanaka et al., 1967).

Die Dehnbarkeit von Teigen wird durch die Zugabe von Kochsalz erhöht, wobei eine zu hohe Dosierung den positiven Effekt der Proteinvernetzung überstrapaziert (Beck et al., 2012a). Die verbesserte Interaktion der Proteine durch die Kochsalzzugabe führt zudem zu einer erhöhten Widerstandskraft gegen die Dehnungsbelastung, wodurch das Gashaltevermögen der Teige positiv beeinflusst werden kann (Beck et al., 2012a). Die Erhöhung des Dehnwiderstandes kann für Kochsalzzugaben von 0 bis 4,0 %, bezogen auf die Mehlmenge, beobachtet werden, wobei die Dehnbarkeit lediglich bis zu einer Zugabe von 2,0 %, bezogen auf die Mehlmenge, positiv

beeinflusst wird (Beck et al., 2012a). McCann et al. stellten bei einer vergleichenden Untersuchung zweier Mehlsorten unterschiedlicher Proteinquantität fest, dass die Zugabe von Kochsalz (1,0 und 2,0 % Kochsalz, bezogen auf die Mehlmenge) insbesondere in proteinschwachem Mehl einen stärkenden Effekt auf die Teigeigenschaften hat (McCann & Day, 2013). So wurde die dehnverfestigende Funktionalität von proteinschwachen Teigen durch eine Erhöhung der Kochsalzzugabe von 0 auf 1,0 und 2,0 %, bezogen auf die Mehlmenge, verstärkt. Zugleich wurde somit ein besseres Gebäckvolumen erreicht, welches mit dem stabilisierenden Einfluss des Kochsalzes begründet wurde (Spitz, 2012; McCann & Day, 2013).

Die veränderte Proteinfunktionalität wirkt sich zudem auf das Gebäckvolumen und das Porenbild der fertigen Backwaren aus. Während geringe Kochsalzzugaben (0 - 2,0%, bezogen auf die Mehlmenge) das Gebäckvolumen durch die Abschirmung repulsiver Kräfte die Ausbildung des Proteinnetzwerkes positiv beeinflussen (Beck et al., 2012b), kommt es bei einer zu hohen Dosage (2,5 - 4,0 %, bezogen auf die Mehlmenge) zu einer Aggregation der Proteine, wodurch die Krumenausbildung negativ beeinflusst wird. Durch eine zu kompakte Proteinstruktur kann das Gebäck nicht mehr die gewünschte Lockerung erreichen und das Gebäckvolumen reduziert sich stark. Durch die kompaktere Struktur und dichtere Porung wird folglich die Festigkeit der Krume erhöht (Beck et al., 2012b). Des Weiteren wird das Gebäckvolumen indirekt durch die Auswirkung von Kochsalz auf die Fermentationsleitung der Hefe beeinflusst. Durch die Steigerung des osmotischen Druckes in Folge von höheren Na<sup>+</sup>- und Cl<sup>-</sup>-Konzentration in der Teigmatrix wird die Hefeleistung herabgesetzt und der Metabolismus der Hefe gehemmt. Hierbei wurde durch die Zugabe von 1,5 % Kochsalz, bezogen auf die Mehlmenge, ein signifikant geringeres Gasvolumen gebildet als in der zugehörigen Referenz ohne Kochsalzzugabe (Beck et al., 2012b). Die geringere Gasbildung durch eine zu hohe Kochsalzzugabe kann somit ein geringeres Gebäckvolumen zur Folge haben (Beck et al., 2012b).

Weitere technologische Effekte von Kochsalz sind zudem durch eine veränderte Stärkefunktionalität bedingt. Durch die Anwesenheit von Salzionen wird die Verfügbarkeit von Wasser für die Hydratisierung von Stärke reduziert und Verkleisterungsenthalpie und Verkleisterungstemperatur werden infolgedessen erhöht. Dieser Effekt konnte für die Zugabe von 2,0 % Kochsalz, bezogen auf die Mehlmenge, gezeigt werden (Beck et al., 2011). Umgekehrt führt die Anwesenheit von Ionen zu einer besseren Löslichkeit der Stärke, was zu einer verlangsamten Retrogradationskinetik der Stärkemoleküle führt (Beck et al., 2011). Auch eine haltbarkeitsverlängernde Wirkung von Kochsalz ist für einen Einsatz in Backwaren bekannt. Durch das Absenken der Wasseraktivität der Backware wird das Wachstum von Mikroorganismen erschwert und die Haltbarkeit verlängert (Belz et al., 2012). Belz et al. (2012) ermittelten in Belastungstests mit *A. niger* für eine Reduzierung der Kochsalzzugabe von 1,2 % auf 0,6 %, 0,3 % und 0 % (bezogen auf die Mehlmenge) eine signifikante Reduzierung der Haltbarkeit von 8 auf 3 bis 4 Tage.

Wie eingangs erwähnt, hat Kochsalz auch eine sensorische Eigenschaft, indem es den Geschmack und damit einhergehend die Wahrnehmung des Konsumenten beeinflusst. So konnten Kleinert et al. (2010) feststellen, dass eine Reduktion des Kochsalzgehaltes um 25 %, also von 2 % auf 1,8 % Kochsalz, bezogen auf Mehl, von geprüft salzempfindlichen Personen nicht

wahrgenommen werden konnte. Spitz et al. (2012) konnten aufzeigen, dass diese Kochsalzreduktion technologisch gut mit Kochsalzersatzstoffen wie Kaliumchlorid oder Magnesiumsulfat sowie dem Einsatz von Glucoseoxidase oder Vorteigen (z. B. getrocknetem Sauerteig) kompensiert werden konnte. Sensorisch zeigten sich aber weitere Effekte, die den simplen Austausch von Kochsalz mit anderen Produkten erschweren.

Die technologischen Effekte von Kochsalz auf die Herstellung von Backwaren sind somit vielschichtig und stark konzentrationsabhängig. Zusammenfassend wirkt sich der Zusatz von Kochsalz in geringen Mengen positiv auf die Teigstruktur, das Krumenbild und die Lagerstabilität von Backwaren aus. So wird das Gebäckvolumen bereits mit einer Zugabe von 0,5 %, bezogen auf die Mehlmenge, positiv beeinflusst (Beck et al., 2012b). Eine Absenkung der Kochsalzzugabe von durchschnittlich 2,0 % auf bis zu 1,3 % bzw. 1,0 %, bezogen auf die Mehlmenge, erwies sich insbesondere für proteinstarke Mehle als technologisch möglich, wenn auch die Maschinengängigkeit im Einzelfall berücksichtigt werden muss (Beck et al., 2012b; McCann & Day, 2013). Eine komplette Reduktion der Kochsalzzugabe auf kleiner 0,5 % bzw. 0,6 %, bezogen auf die Mehlmenge, zeigte in mehreren Studien einen negativen Effekt auf die Teig- und Gebäckigenschaften (Beck et al., 2012a, 2012b; Belz et al., 2012; Lynch et al., 2009). Eine zu hohe Zugabe (> 2,5 %, bezogen auf die Mehlmenge (Beck et al., 2012b)) kehrt die positiven Effekte allerdings um und kann sich des Weiteren negativ auf die Gesundheit auswirken. Zudem wirkt sich eine zu hohe Salzmenge schlecht auf die Verarbeitbarkeit, die Hefefermentation und das Porenbild sowie das Gebäckvolumen aus. Der Beitrag von Kochsalz zur Sensorik hat ebenso ein Optimum von 2 % bezogen auf die Mehlmenge, abhängig von Kulturkreis und Gebäckart.

Weinheim, 4. Mai 2021

Prof. Dr. Thomas Becker, Prof. Michael Kleinert, Dr. Mathias Kinner

Kontakt für Rückfragen:

Deutsches Brotinstitut, [info@brotinstitut.de](mailto:info@brotinstitut.de)

- Beck, M., Jekle, M., & Becker, T. (2011). Starch re-crystallization kinetics as a function of various cations. *Starch/Staerke*, 63(12), 792–800. <https://doi.org/10.1002/star.201100071>
- Beck, M., Jekle, M., & Becker, T. (2012a). Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. I. Rheological attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 585–592. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4612>
- Beck, M., Jekle, M., & Becker, T. (2012b). Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. II. Baking quality parameters and their relationship. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(2), 299–306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4575>
- Belz, M. C. E., Mairinger, R., Zannini, E., Ryan, L. A. M., Cashman, K. D., & Arendt, E. K. (2012). The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96(2), 493–501. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4052-x>
- Galal, A. M., Varriano-Marston, E., Johnson, J. A., Varriano-Marston, E., & Johnson, J. A. (1978). Rheological Dough Properties as Affected by Organic Acids and Salt. In *Cereal chemistry* (Vol. 55, Issue 5, pp. 683–691). <http://online.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1978/Documents/CC1978a105.html>
- He, H., Roach, R., & Hosenev, R. C. (1992). Effect of Nonchaotropic Salts on Flour Bread-Making Properties. In *Cereal Chemistry* (Vol. 69, Issue 4, pp. 366–371). <http://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1992/Documents/CC1992a84.html>
- Hlynka, I. (1962). Influence of temperature, speed of mixing, and salt on some rheological properties of dough in farinograph. In *Cereal Chemistry* (Vol. 39, Issue 4, pp. 286–303). <http://online.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1962/Documents/CC1962a36.html>
- Kleinert, M.; Spitz, M., Brugger, C., Fratus, F. (2010). Untersuchungen zum Salzgehalt und zur Konsumentenakzeptanz von salzreduziertem Weizenbrot. *Getreidetechnologie*, 2-11
- Lynch, E. J., Dal Bello, F., Sheehan, E. M., Cashman, K. D., & Arendt, E. K. (2009). Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Research International*, 42(7), 885–891. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.014>
- McCann, T. H., & Day, L. (2013). Effect of sodium chloride on gluten network formation, dough microstructure and rheology in relation to breadmaking. *Journal of Cereal Science*, 57(3), 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.01.011>
- Pflaum, T., Konitzer, K., Hofmann, T., & Koehler, P. (2013). Analytical and sensory studies on the release of sodium from wheat bread crumb. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(26), 6485–6494. <https://doi.org/10.1021/jf4012906>
- Preston, K. R. (1981). Effects of Neutral Salts upon Wheat Gluten Protein Properties. I. Relationship Between the Hydrophobic Properties of Gluten Proteins and Their Extractability and Turbidity in Neutral Salts. In *Cereal Chemistry* (Vol. 58, Issue 4, pp. 317–324). <http://online.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1981/Documents/CC1981a108.html>
- Preston, K. R. (1984). Gel filtration of neutral salt extracted gluten proteins varying in hydrophobic properties. In *Cereal Chemistry* (Vol. 61, Issue 1, pp. 76–83). <http://online.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1984/Documents/CC1984a17.html>
- Spitz, M., Peier, L., Kinner, M., Kleinert, M. (2012). Bäckereitechnologische Untersuchungen zur Reduktion des Natriumchloridgehalts in einer Schweizer Weizenbrotart. *Cereal Technology*, 02, 62-73
- Tanaka, K., Furukawa, K., & Matsumoto, H. (1967). The effect of acid and salt on the farinogram and extensigram of dough. In *Cereal Chemistry* (Vol. 44, Issue 6, pp. 675–680). <http://online.cerealsgrains.org/publications/cc/backissues/1967/Documents/CC1967a75.html>