

# Langzeitlagerung von Jonagold im Kühlhaus?

– Versuche zur Wirkung von SmartFresh<sup>SM</sup> und der Lagerungstemperatur auf die Fruchtqualität –

Dr. Dirk Köpcke

Obstbauversuchsanstalt Jork der Landwirtschaftskammer Niedersachsen



Dirk Köpcke

## Langzeitlagerung von Jonagold im Kühlhaus?

### Zusammenfassung

Es wurden bei Jonagold (*Malus domestica* Borkh.) unter Normalatmosphäre die Wirkungen von SmartFresh<sup>SM</sup> (1-Methylcyclopropen) und die der Lagerungstemperatur auf die Fruchtqualität untersucht. Mit sinkender Lagerungstemperatur als auch durch eine SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung verlangsamt sich der Abbau der Fruchtfestigkeit und des Säuregehaltes signifikant. In Abhängigkeit davon ob die Ware mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelt wurde oder nicht, reduzierte jede Temperaturabsenkung um ein Kelvin den Festigkeitsverlust um 0,35 kg cm<sup>-2</sup> bzw. um 0,51 kg cm<sup>-2</sup> in 100 Tagen, was einer Verlängerung der möglichen Lagerungsdauer von 38 bzw. 14 Tagen bedeutet. Damit ist bei einer Lagerungstemperatur von -0,5°C selbst ohne SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung eine Lagerung bis Ende Dezember, mit SmartFresh<sup>SM</sup> sogar bis Ende März möglich, wenn man 5,5 kg cm<sup>-2</sup> als Mindestfestigkeit für die Vermarktung annimmt.

### Schlagwörter:

Jonagold, Lagerung, Normalatmosphäre, Temperatur, SmartFresh<sup>SM</sup> (1-Methylcyclopropen), Fruchtqualität

## Longtime storage of Jonagold in normal cold store?

### Summary

The effects of SmartFresh<sup>SM</sup> (1-Methylcyclopropene) and storage temperature on fruit quality were studied under regular air conditions. With decreasing storage temperature as well as by a SmartFresh<sup>SM</sup> treatment, the loss of fruit firmness and acidity were reduced significantly. Depending on whether the fruits have been treated with SmartFresh<sup>SM</sup> or not, any temperature reduction of one Kelvin reduced the fruit firmness loss by 0,35 kg cm<sup>-2</sup> or 0,51 kg cm<sup>-2</sup> in 100 days and increase potential storage time of 38 or 14 days. Thus, a storage temperature of -0,5° C enable a storage time until end-December even without SmartFresh<sup>SM</sup> treatment, assuming 5,5 kg cm<sup>-2</sup> as a minimum firmness for marketing. For SmartFresh<sup>SM</sup> treated fruits a storage time almost until end of March is possible if they were stored under the same storage temperature.

### Keywords:

Jonagold, storage, regular air, SmartFresh<sup>SM</sup> (1-Methylcyclopropene), temperature, fruit quality

markt entlastet werden. Auch könnten generell für CA/ULO-Fleischbräune empfindliche Partien von jungen oder alternierenden Bäumen sicher gelagert werden (Abb. 1). Dadurch würde die Wirtschaftlichkeit der Obstbaubetriebe verbessert und nebenbei auch der Verlust von Nahrungsmitteln verringert werden. Allerdings haben Versuche von QUAST (2004) gezeigt, dass die Wirkung von SmartFresh<sup>SM</sup> im einfachen Kühlhaus bei Jonagold unzureichend ist. Quast konnte bereits Anfang Dezember keinen qualitativen Unterschied zwischen behandelter und unbehandelter Ware feststellen. Allerdings testete er SmartFresh<sup>SM</sup> nur bei Temperaturen von 1,5°C.

Wenn bei Jonagold eine ähnlich kumulierende Wirkung von Lagerungstemperatur und SmartFresh<sup>SM</sup> wie bei Elstar vorhanden wäre, könnten bei entsprechend niedrigerer und gerade noch verträglicher Lagerungstemperatur sehr wohl positive Effekte vorhanden sein. Dazu wurden in den letzten Jahren umfangreiche Versuche durchgeführt.

Versuche am ESTEBURG-Obstbauzentrum Jork haben bereits die sehr positiven Wirkungen auf die Haltbarkeit von Elstar bei sehr niedriger Lagerungstemperatur und einer Behandlung mit SmartFresh<sup>SM</sup> (1-MCP) gezeigt (KÖPCKE, 2015). Je niedriger die gewählte Temperatur war, desto besser konnte die Fruchtqualität erhalten bleiben. Selbst nicht mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelte Ware war bei -0,5°C genauso lange haltbar wie behandelte Ware bei 2°C. Bei -0,5°C in Kombination mit SmartFresh<sup>SM</sup> war der Festigkeits- und Säureverlust so gering, dass diese Form der Lagerung hinsichtlich Qualitätserhaltung vergleichbar mit

einer CA/ULO-Lagerung war. Allerdings mit dem großen Vorteil, dass bei einfacher Kühlhauslagerung keine CA/ULO-bedingten physiologischen Störungen wie Schalenflecken, Schalennekrosen oder innere Verbräunungen auftreten können (KÖPCKE, 2015).

Neben Elstar ist Jonagold mit seinen Mutanten eine weitere bedeutende Sortengruppe im norddeutschen Raum, bei der diese Form der Lagerung ebenfalls große Vorteile bieten könnte. Beispielsweise würde in Jahren mit Überproduktion und fehlender CA/ULO-Lagerungskapazität die Lagerdauer im einfachen Kühlhaus verlängert und damit der Herbst-



Abb. 1: Fleischbräune bei unter CA/ULO-Bedingungen gelagerter Jonagold-Frucht.  
(Foto: Dirk Köpcke)

dirk.koepcke@lwk-niedersachsen.de

## Material und Methode

Für die Versuche wurden Früchte von dem Versuchsbetrieb Esteburg (53°51' N, 9°74' O) verwendet. Alle Früchte kamen von auf der Unterlage M9 veredelten Bäumen, die nach den Richtlinien des Integrierten Anbaus kultiviert wurden. Die Früchte wurden zum sortenspezifisch optimalen Pflückzeitpunkt für die Langzeitlagerung geerntet (KLOPP, 2016). Die geerntete Ware wurde homogenisiert und auf die Versuchsvarianten verteilt. Die teilweise durchgeführte SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung erfolgte bis maximal sieben Tagen nach der Ernte, um eine gute Wirkung zu erzielen. Dafür wurden die Früchte für 24 h bei < 10°C mit 630 ppb-Methylcyclopropen (1-MCP, AgroFresh Inc., USA) behandelt. Anschließend sind sie je nach Variante bei Temperaturen von -0,5 bis 2°C ( $\pm 0,5$  K) gelagert worden. Die Kistenstapel wurden locker in Folie eingewickelt, um einerseits die Fruchtentfeuchtung gering zu halten, aber andererseits den Gasaustausch nicht zu behindern.

Die Fruchtfleischfestigkeit sowie der Zucker- und Säuregehalt wurden automatisch mit Hilfe des Analyseautomaten Pimprenelle (Setop Giraud-Technologie, Cavaillon, Frankreich) zur Ernte und später in regelmäßigen Abständen an mindestens 4 x 15 Früchte gemessen. Zur Kontrolle auf innere Verbräunung sind 4 x 25 Früchte durch äquatoriales Durchschneiden zusätzlich untersucht worden.

Die ermittelten Daten wurden einer Varianzanalyse unterworfen (ANOVA, WINStat<sup>®</sup> für Windows). Signifikante Unterschiede wurden mit Hilfe des t-Test ( $P \leq 0,05$ ) ermittelt. In den Grafiken stellt  $r^2$  das Bestimmtheitsmaß der Korrelationskurve dar. Der in den **Abb. 2** und **3** dargestellte Fruchtfleischfestigkeitsabbau pro 100 Tagen Lagerungsdauer wurde aus den Regressionskurven bzw. aus dem Kurvenverlauf ermittelt. Auf Basis einer von dem Obsthändler noch akzeptablen sortenspezifischen Mindestfruchtfleischfestigkeit für Jonagold von 5,5 kg cm<sup>-2</sup> wurde daraus eine Maximallagerdauer berechnet.

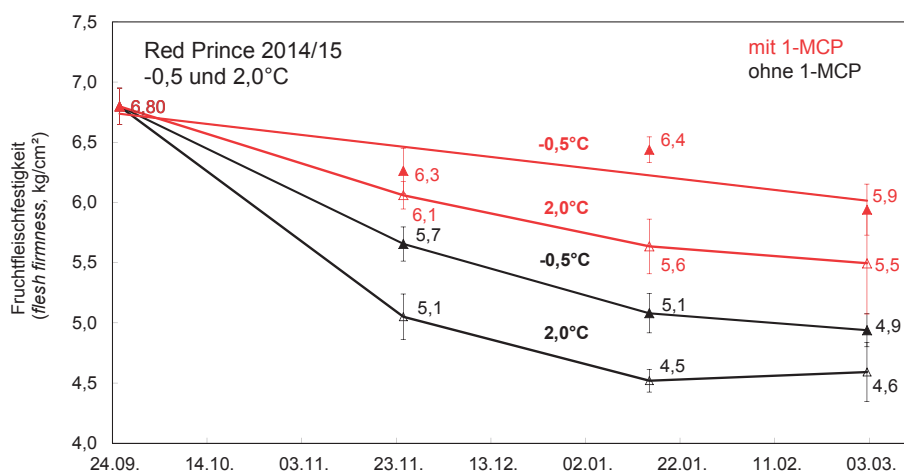


Abb. 2 Mittlerer Festigkeitsabbau bei kühl gelagerten Jonagold (Red Prince)-Früchten in Abhängigkeit von der Lagerungstemperatur und der Behandlung mit SmartFresh<sup>SM</sup> (1-MCP) im Versuchsjahr 2014/15.

## Ergebnisse

In **Abb. 2** ist beispielhaft der Fruchtfleischfestigkeitsabbau bei -0,5 und 2,0°C Lagerungstemperaturen jeweils mit und ohne vorhergehende SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung aus einem Versuch von 2014/15 dargestellt. Sowohl in den unbehandelten als auch in den SmartFresh<sup>SM</sup>-Varianten korreliert die Fruchtfleischfestigkeit sehr eng mit der gewählten Lagerungstemperatur. Je niedriger die Temperatur, desto langsamer war der Festigkeitsabbau. Auch war der positive Effekt der SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung auf die Festigkeit bei jeder gewählten Lagerungstemperatur hoch signifikant messbar. Dabei verbessern die niedrigen Lagerungstemperaturen die Reife hemmende Wirkung von SmartFresh<sup>SM</sup>. Während bei 2°C in der unbehandelten Kontrolle die Fruchtfleischfestigkeit bereits nach etwa 45 Tagen auf 5,5 kg cm<sup>-2</sup> abfiel, geschah das nach einer SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung bei gleicher Temperatur erst nach mehr als 100 Tagen Lagerdauer. Insbesondere bei -0,5°C und vorhergehender SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung fand nur noch ein geringer Festigkeitsabbau statt, denn selbst am Ende des Versuchszeitraumes Mitte März des Folgejahres lag die gemessene Festigkeit mit 5,9 kg cm<sup>-2</sup> nur rund 1 kg cm<sup>-2</sup> unter dem Erntewert von 6,8 kg cm<sup>-2</sup> zur Ernte und immer noch deutlich über dem gewählten Grenzwert für die Vermarktung von 5,5 kg cm<sup>-2</sup>. Trotz relativ schneller Abkühlung der Früchte auf Solltemperatur traten auch bei -0,5°C Lagerungstemperatur keine käl-

tebedingten Schäden wie Kältefleischbräune auf.

In **Abb. 3** und **4** ist die mittlere Abbaurate der Fruchtfleischfestigkeit und die daraus resultierende mögliche Lagerungsdauer in Abhängigkeit von der Lagerungstemperatur und einer SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung auf Basis von insgesamt 14 Versuchen aus den Jahren 2012-2015 dargestellt.

Danach verliert Jonagold bei Standardlagerung von 2°C in 100 Tagen durchschnittlich 3,1 kg cm<sup>-2</sup> an Festigkeit, wodurch die so gelagerten Früchte bereits nach 54 Tagen, also in einem durchschnittlichen Jahr etwa Mitte November, die angenommene Mindestfestigkeit von 5,5 kg cm<sup>-2</sup> unterschritten. SmartFresh<sup>SM</sup> verlangsamte den Abbau mit 1,8 kg cm<sup>-2</sup> in 100 Tagen um das 1,7fache, wodurch sich die Lagerungsdauer rechnerisch um 40 Tage, also bis Ende Dezember, verlängern würde. Mit Verringerung der Lagerungstemperatur wird die Festigkeit zunehmend besser erhalten. Bereits durch eine weitere Temperaturabsenkung um 1,25 K auf 0,75°C wird die Fruchtqualität schon deutlich länger erhalten als bei 2,0°C. Noch wirksamer war die zusätzliche Absenkung um weitere 1,25 K auf -0,5°C. Selbst ohne SmartFresh<sup>SM</sup> würden die Früchte mit einer Festigkeitsabbaurate von 1,79 kg cm<sup>-2</sup> in 100 Tagen etwa drei Monate brauchen, um die gewählte Grenzfestigkeit von 5,5 kg cm<sup>-2</sup> zu erreichen. Sie sind also ähnlich gut haltbar wie Äpfel, die mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelt, aber nur bei 2°C gelagert wurden.

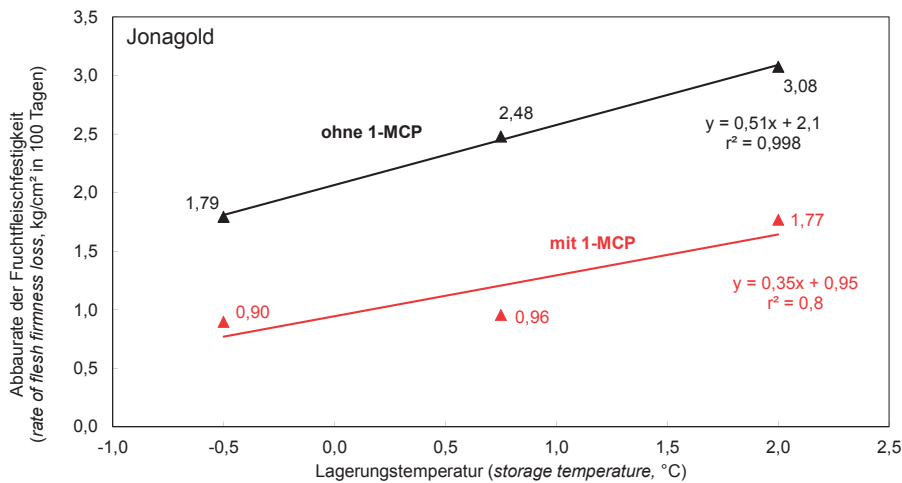


Abb. 3 Durchschnittliche Fruchtfleischfestigkeitsabbaurate in Abhängigkeit von der Lagerungstemperatur und dem Einsatz von SmartFresh<sup>SM</sup> (1-MCP) bei Jonagold.

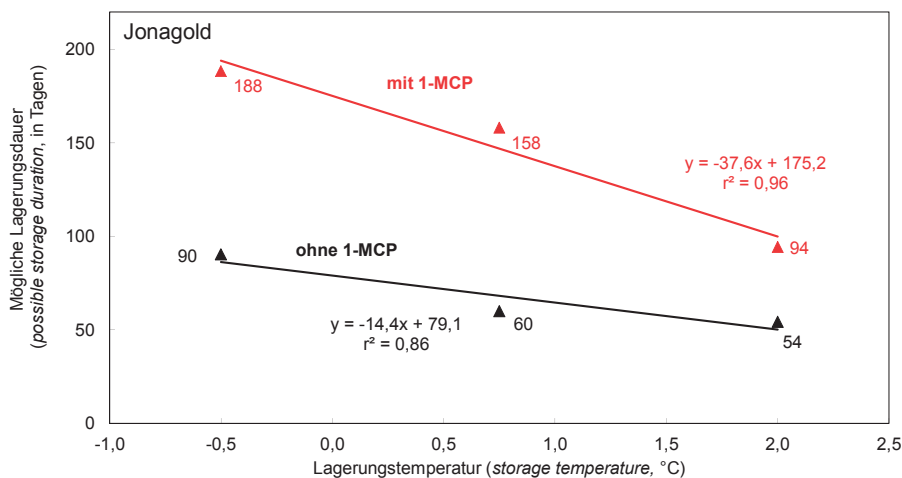


Abb. 4 Mögliche Lagerungsdauer in Abhängigkeit von der Lagerungstemperatur und dem Einsatz von SmartFresh<sup>SM</sup> (1-MCP) bei Jonagold.

Eine Lagerung bis Ende Dezember wäre also auch so möglich.

Die Kombination aus tiefkalter Lagerungstemperatur plus SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung zeigt aber mit Abstand die stärksten Effekte. Früchte, die so gelagert werden, verlieren nur 0,9 kg cm<sup>-2</sup> in 100 Tagen, was einer rechnerischen Lagerungsdauer von 188 Tagen, also mehr als ein halbes Jahr, entspräche.

Aus den Regressionskurven in den Abbildungen 3 und 4 ist ersichtlich, dass sich die mögliche Lagerungsdauer umgekehrt proportional zur Lagerungstemperatur verhält. Man kann einerseits erkennen, dass im Mittel der Jahre eine durchschnittliche Temperaturabsenkung um 1°K die Festigkeitsabbaurate in 100 Tagen um absolut 0,35 kg cm<sup>-2</sup> bzw. um 0,51 kg cm<sup>-2</sup> verringert, je nachdem ob die Ware mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelt wurde oder nicht. Andererseits

führt eine durchschnittliche Temperaturabsenkung um 1°K zu einer Verlängerung der möglichen Lagerungszeit von 14 Tagen ohne SmartFresh<sup>SM</sup> bzw. sogar 38 Tagen mit SmartFresh<sup>SM</sup>. Das heißt, dass mit jedem Kelvin Temperaturabsenkung sich der Festigkeitsabbau durch SmartFresh<sup>SM</sup> um gut 30% reduziert, während sich die mögliche Lagerungsdauer verdoppelt.

Da der Zuckergehalt nicht signifikant von den Lagerungsbedingungen beeinflusst wurde, ist auf eine Darstellung der Daten verzichtet worden. Dagegen zeigten sich beim Säuregehalt ähnliche Tendenzen wie bei der Fruchtfleischfestigkeit. Während auf Basis von acht Versuchen der Säureabbau bei 2°C Lagerungstemperatur 1,17 bzw. 2,17 g/l in 100 Tagen beträgt, je nachdem ob die Ware mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelt wurde oder nicht, betrug der Abbau bei 0,5°C nur 1,09 bzw. 1,54 g/l in 100 Tagen.

In keinem der durchgeführten Versuche konnten kältebedingte Lagerungsschäden wie Kältefleischbräune oder andere physiologische Störungen festgestellt werden.

## Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass auch Jonagold, ähnlich wie Elstar, sehr dankbar auf niedrige Lagerungstemperaturen und eine SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung reagiert, ohne dabei kältebedingte Krankheiten auszubilden. Jonagold gehört aber zu den festeren Sorten, so dass an der Niederelbe die Ausgangsfestigkeit zur Ernte mit 7,4 kg cm<sup>-2</sup> (Stärkeabbaustufe 5) schon 0,8 kg cm<sup>-2</sup> höher liegt als bei 'Elstar' mit 6,6 kg cm<sup>-2</sup> (Stärkeabbaustufe 2). Allerdings sind dadurch auch die Ansprüche des Obsthändels und auch des Konsumenten hinsichtlich Fruchtfleischfestigkeit für Jonagold höher, so dass in dieser Untersuchung für Jonagold eine Grenzfestigkeit von 5,5 kg cm<sup>-2</sup> für die Vermarktung angenommen wurde. Bei Elstar ist dagegen eine Festigkeit von 5,0 kg cm<sup>-2</sup> meist ausreichend (KÖPCKE, 2015). Dadurch ergibt sich für Jonagold bei bestmöglicher Lagerung bei -0,5°C und SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung eine kalkulatorische Lagerdauer, wie oben gezeigt, von 188 Tagen, während Elstar trotz geringerer Ausgangsfestigkeit mit 352 Tagen fast doppelt so lange haltbar ist. Dabei ist die geringere Grenzfestigkeit nicht die Hauptursache für diese längere Haltbarkeit, sondern Elstar reagiert deutlich dankbarer als Jonagold auf niedrigere Temperaturen und eine SmartFresh<sup>SM</sup>-Behandlung. Bei Elstar verlängert jedes Kelvin niedrigere Lagerungstemperatur die Lagerdauer um drei statt wie bei Jonagold um nur zwei Wochen. SmartFresh<sup>SM</sup> erhöht bei Jonagold die mögliche Lagerdauer nur um das 2,5fache, während bei Elstar die gleiche Anwendung die Lagerdauer um das 4,7fache erhöht.

Da Elstar deutlich anfälliger für CA/ULO-Lagerkrankheiten wie Schalenflecken oder Fleischbräune ist als Jonagold, erscheint es in Jahren mit zu wenig CA/ULO-Lager im Zweifel sinnvoller, dieses Lager für Jonagold vorzuhalten und Elstar eher mit SmartFresh<sup>SM</sup> zu behandeln und mög-



lichst kalt im einfachen Kühlhaus zu lagern. Wenn aber eine Kühlhauslagerung von Jonagold erforderlich ist, ist das ebenfalls gut möglich. Allerdings muss die Temperatur so niedrig wie technisch und fruchtphysiologisch möglich eingestellt und die Ware möglichst mit SmartFresh<sup>SM</sup> behandelt werden, will man vermeiden, dass die Ware nach wenigen Wochen unvermarktbar wird. So gelagert, könnte die Ware sogar noch nach ein bis zwei Monaten in freiwerdende CA/ULO-Räume nachgesetzt werden, um eine Vermarktbarkeit bis weit ins neue Jahr sicherzustellen. Da Jonagold große Mengen Ethylen produziert, muss für eine gute SmartFresh<sup>SM</sup>-Wirkung die Behandlung möglichst direkt, spätestens aber nach 7 Tagen nach der Ernte erfolgen. Vor- und nach der Behandlung sollte der Lagerraum

intensiv gelüftet werden, um Ethylen-Anreicherungen im Lager und damit Minderwirkungen zu vermeiden. Die Abkühlung der Ware insbesondere bei hoher Feldwärme sollte unbedingt stufenweise erfolgen, um Kälteschäden an den im Luftstrom liegenden Früchten durch Dauerkühlung sicher auszuschließen. Dafür erscheint es zweckmäßig, die Solltemperatur anfangs 2-3 K höher einzustellen und erst auf die Endtemperatur abzusinken, wenn die Ware vollständig durchgekühlt ist, also z. B. anfangs 2°C bei geplanter Endtemperatur von -0,5°C.

### Danksagung

Wir bedanken uns bei der Firma AgroFresh Inc. für die finanzielle Unterstützung der Versuche.

### Literatur

- KÖPCKE, D. (2015) Lagerung von Elstar unter Normalatmosphäre im Kühlhaus – Einfluss der Temperaturen und des Einsatzes von SmartFresh<sup>SM</sup> auf die Fruchtqualität. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **70**: 246-250.
- KLOPP, K. (Hrsg.) (2016). Arbeitstagebuch für das Obstjahr 2016. *Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 83. Ausgabe
- QUAST, P. (2004) Beispiele zum Wirkungspotenzial von 1-MCP bei der Reifehemmung verschiedener Apfelsorten unter verschiedenen Lagerbedingungen. *Mitteilungen des Obstbauversuchsringes des Alten Landes* **59**: 329-335. 



 **ESTEBURG**  
OBSTBAUZENTRUM JORK



## Pflanzenschutzaufzeichnungen mit [www.esteburg24.de](http://www.esteburg24.de)

- ✓ **Schnelle und einfache Dokumentation**
- ✓ **Automatische Fehlerüberprüfung**
- ✓ **Aktuell nach Sondergebietsverordnung**

**Jetzt online Anmelden und Freischalten lassen!**  
**Ihr Ansprechpartner: Uwe Geller (04162-6016-151)**