

2.2. Frostrisiko

Claudio Defila

Frost verursacht oft Schäden an Kulturen. Da nicht nur die Minimumtemperatur, sondern auch der Entwicklungsstand der Pflanzen das Schadenausmass bestimmt, sind in der Schweiz vor allem die Spätfröste im Frühling gefürchtet. Die Entwicklungsstadien einiger Pflanzen haben sich in der Schweiz seit 1951 im Frühling um durchschnittlich 11.6 Tage verfrüht und im Herbst um 1.7 Tage verspätet. Gleichzeitig ereignete sich in den letzten 30 Jahren bei einzelnen Messstationen der letzte Frosttag im Frühling immer früher im Jahr. Mit der Klimaänderung wird sich das Frostrisiko auch in Zukunft verändern. Es ist aber nicht möglich, eindeutig eine Erhöhung oder eine Verminderung des Frostrisikos vorauszusagen.

Einleitung

In der Klimatologie wird von einem Frosttag gesprochen, wenn die Minimumtemperatur unter 0°C sinkt. In der Biometeorologie, die den Einfluss von Wetter und Klima auf die Lebewesen untersucht, muss der Begriff Frost differenzierter betrachtet werden. In der Agrarmeteorologie wird nur dann von Frost gesprochen, wenn Schäden an den Kulturen entstehen. Weil die Frostresistenz der Pflanzen sich mit der Vegetationsentwicklung verändert, handelt es sich nicht immer um einen Frosttag, wenn die Minimumtemperatur unter 0°C sinkt. Dem Frost kommt deshalb je nach Jahreszeit eine unterschiedliche Bedeutung zu. Entsprechend wird auch der Frost nach dem jahreszeitlichen Auftreten definiert.

Winterfröste haben in der Schweiz eine geringe Bedeutung. Die einheimischen Pflanzen sind den tiefen Temperaturen im Winter angepasst. Sie können Wintertemperaturen bis -30°C ohne Schäden ertragen. Exotische Kulturpflanzen oder Zierpflanzen hingegen können bereits bei weniger tiefen Temperaturen im Winter Schäden erleiden. In den Jahren 1985 und 1987 gab es in einigen Regionen der Schweiz Schäden bei den Weinreben, als die Temperaturen im Winter unter -20°C sanken.

Frühfröste im Herbst sind in der Schweiz kein grosses Problem. Lediglich bei der Lagerung von Feldfrüchten im Freien oder beim Gemüsebau können Schäden entstehen.

Die *Spätfröste* im Frühling sind in der Schweiz sehr gefürchtet. Aus diesem Grund erstellt MeteoSchweiz in den Monaten April/Mai Frostwarnungen. Spätfröste können je nach Zeitpunkt im Obst-, Reb- und Gemüsebau grosse Schäden anrichten, da die Pflanzen im Frühling je nach Stand der Vegetationsentwicklung unterschiedlich empfindlich sind (Abbildung 23). So können geschlossene Blütenknospen Temperaturen bis -8°C ertragen, ohne dass Schäden entstehen. Völlig geöffnete Blüten hingegen ertragen nur noch Temperaturen leicht unter dem Gefrierpunkt.

Bei der Beurteilung von Frostereignissen spielen also die Minimumtemperatur, die Jahreszeit und die Länge der Frostperiode eine Rolle. Eine einheitliche Definition eines extremen Frostereignisses ist deshalb nicht möglich. In den folgenden Ausführungen benutzen wir die Definition der Agrarmeteorologie und beziehen uns auf Frostereignisse, die Schäden an den Kulturen verursachen.



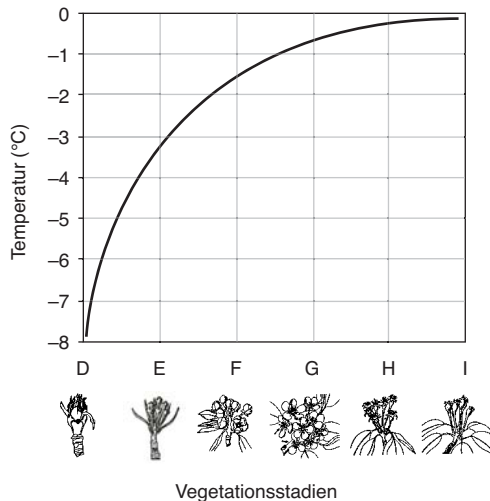


Abbildung 23: Frostempfindlichkeit der Birnen bei unterschiedlichen phänologischen Stadien.

Meteorologische Bedingungen

Spätfröste werden aufgrund ihrer Entstehung unterteilt in so genannte Advektivfröste, Verdunstungsfröste und Strahlungsfröste. In der Schweiz sind die Strahlungs- und Advektivfröste von Bedeutung.

Advektivfröste treten auf, wenn kalte Luftmassen vorwiegend aus Norden bis Osten herangeführt werden. Sie werden also von der grossräumigen Zirkulation in der Atmosphäre beeinflusst und sind nicht von der Tageszeit und nur in geringem Mass von der Bewölkung abhängig.

Der Strahlungsfrost entsteht bei einer negativen Strahlungsbilanz, wenn die Abstrahlung des Bodens oder der Pflanzen grösser ist als die Einstrahlung. Solche Situationen kommen oft im Frühling bei wolkenlosem Himmel und in den frühen Morgenstunden vor.¹

Phänologische Trends

In der Schweiz werden seit 1951 landesweit Erhebungen zu den jahreszeitlichen periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen von Pflanzen durchgeführt. Es existieren zusätzlich zwei sehr lange Zeitreihen von der Vollblüte der Kirschbäume in Liestal seit 1894 (Abbildung 24) und vom Blattausbruch der Rosskastanien in Genf seit 1808.

Eine Trendanalyse aller Daten der Periode 1951–1998 ergibt eine Verschiebung und eine Verlängerung der Vegetationszeit. Es handelt sich dabei insbesondere um eine Verfrühung der Frühlingsphasen (Blattentfaltung, Vollblüte) um 11.6 Tage. Bei den Herbstphasen (Blattverfärbung, Blattfall) zeigt sich eine leichte Verspätung um 1.7 Tage. Allerdings bestehen grosse regionale Unterschiede.²

Ein früherer Start der Vegetationsperiode kann das Risiko von Frostschäden erhöhen, da die Anzahl von Frostereignissen im März im Mittel höher ist als im Mai. Ein früheres Erwachen der Vegetation kann dazu führen, dass die Landwirte früher mit der Aussaat beginnen und dadurch das Risiko von Frostschäden erhöht wird.

Diesem Risiko erhöhter Frostschäden wirkt aber entgegen, dass in den letzten 30 Jahren bei einzelnen Messstationen der letzte Frosttag früher im Frühjahr aufgetreten ist. Beispielsweise tritt in Zürich der letzte Frosttag heute im Schnitt ungefähr 10 Tage früher auf als noch 1975 (Abbildung 25).

Einfluss der Klimaänderung

Die Klimaänderung kann sich auf verschiedene Arten auf Frostereignisse auswirken:

- (a) *Zunahme der Minimumtemperatur*
Die heute verfügbaren Klimamodellergebnisse weisen für das späte 21. Jahrhundert eine Tendenz zu weniger häufigen kalten Temperaturextremen auf (siehe Kapitel 2.1.). Insbesondere wurde eine Erhöhung der Nachttemperaturen im 20. Jahrhundert festgestellt.³ Dieser Faktor könnte zu einer

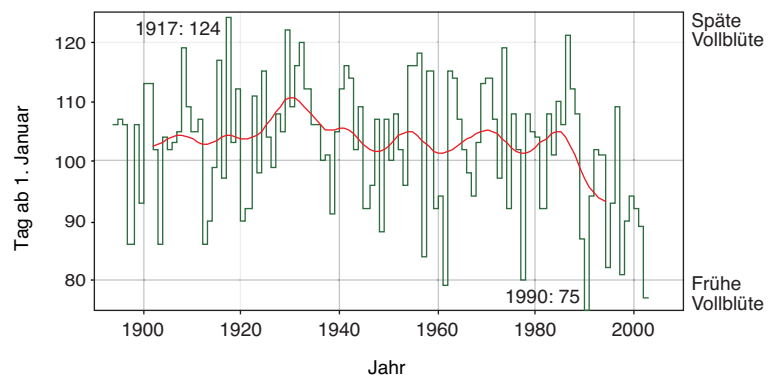


Abbildung 24: Eintrittsdaten der Vollblüte der Kirschbäume von Liestal 1894–2001. Seit den 1980er Jahren blühen die Kirschbäume tendenziell immer früher im Jahr. Die Vegetationsperiode hat sich gegen das Frühjahr hin verlängert.

Reduktion des Frostrisikos beitragen.

(b) *Veränderung der atmosphärischen Zirkulation*

Die Klimaänderung kann die grossräumigen Zirkulationen in der Atmosphäre beeinflussen. Bei veränderten Strömungsverhältnissen in der Atmosphäre können Advektivfröste häufiger oder auch seltener auftreten. Die in den heute verfügbaren Klimamodellen simulierten Zirkulationsänderungen sind noch sehr widersprüchlich und lassen derzeit auch keine qualitativen Aussagen zu.

(c) *Veränderung der Bewölkung*

Bei den Spätfrösten spielen die Bewölkungsverhältnisse eine grosse Rolle. Bei wolkenlosem Himmel ist die nächtliche Abkühlung grösser als bei bedecktem Himmel. Sollte die Bewölkung infolge höherer Temperaturen und grösserer Verdunstungsrate zunehmen, könnte die Anzahl Frosttage abnehmen.

Es ist möglich, dass das Frostrisiko in der Schweiz durch die Klimaänderung verändert wird. Die Erkenntnisse über Änderungen der grossräumigen Zirkulationen, der Bewölkungsverhältnisse und der Verfrühung des Vegetationsbeginns lassen erst Spekulationen zu. Beim heutigen Wissensstand ist es nicht möglich, eindeutig eine Erhöhung oder eine Verminderung des Frostrisikos vorauszusagen, da sich zwei wichtige Parameter ändern können: die Vegeta-

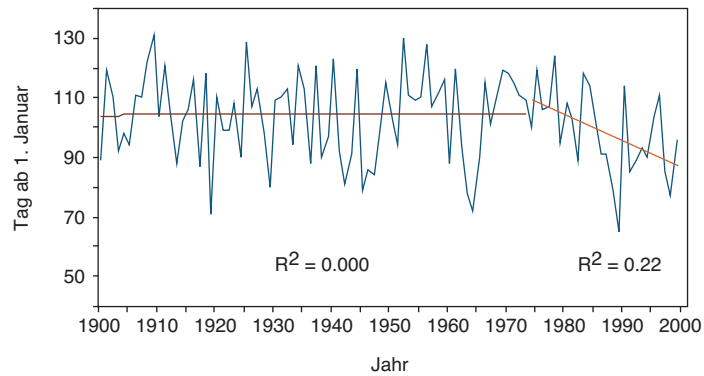


Abbildung 25: Der letzte Spätfröste trat an der Messstation in Zürich seit 1975 tendenziell immer früher im Jahr auf. Diese Tendenz ist nicht an allen Stationen der Schweiz feststellbar.

tionsentwicklung und die Temperaturen. Zudem kann eine einzige Frostnacht die Pflanzenkulturen stark schädigen. Auch wenn das Risiko von Frosttagen möglicherweise abnimmt, kann das Auftreten von einzelnen Frostepisoden, die die Pflanzen schädigen, nicht ausgeschlossen werden.

- 1 Brändli J., Das Frostrisiko im Frühling an ausgewählten Standorten in der Schweiz, 1961–1990, *Klimatologie* 1961–1990, 82 S., 1994.
- 2 Defila C. and B. Clot, Phytophenological trends in Switzerland, *Int. Journal of Biometeorology*, 45, 208–211, 2001.
- 3 Rebetz M., Changes in daily and nightly day-to-day temperature variability during the twentieth century for two stations in Switzerland, *Theor. Appl. Climatol.*, 69, 13–21, 2001.