

Forschungsanstalt Geisenheim – Fachgebiet Obstbau

Abschlussbericht

Folgen, Maßnahmen und Kosten des Klimawandels für den Obstbau in Hessen

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzprogramms Hessen 2012 Baustein II
Klimawandel und Klimafolgen in Hessen – Bereich Landwirtschaft, Sonderkultur
Obstbau

Referent: Prof. Dr. H.B. Jacob

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Michael Koch

Geisenheim, Juni 2005

Ansprechpartner:

Prof. Dr. H.B. Jacob

Forschungsanstalt Geisenheim Fachgebiet Obstbau

Von-Lade-Straße 1

D 65366 Geisenheim

Tel.: +49(0)6722 502561

Fax.: +49(0)6722 502560

E-mail: Jacob@fa-gm.de

Dipl.-Ing. (FH) Michael Koch

Im Wiesengrund 16

D 53913 Swisttal-Morenhoven

Tel.: 02226 157885

E-mail: kochemichel@surfeu.de

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich im Vorfeld dieser Arbeit und bei der Erstellung unterstützt haben. Bei den Mitarbeitern des Fachgebietes Obstbau der Forschungsanstalt Geisenheim für die Bereitschaft, mich zu unterstützen. Beim Deutschen Wetterdienst für die Bereitstellung der benötigten Klimadaten und phänologischen Aufzeichnungen, aber auch für die Hilfe bei der Phasen- und Stationsauswahl. Bei den statistischen Ämtern des Landes Hessen und des Bundes, für die schnelle und unkomplizierte Beantwortung meiner Nachfragen. Und nicht zuletzt bei Herrn Dr. Enke, der mir die simulierten Klimazeitreihen zur Verfügung gestellt hat, und mir bei damit verbundenen Fragen weitergeholfen hat. Sollte ich jemanden vergessen haben aufzuführen, dann bitte ich um Nachsicht und bedanke mich natürlich auch bei ihm.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	3
2.1	Datenmaterial	3
2.2	Methodisches Vorgehen	4
2.2.1	Stationsauswahl.....	4
2.2.2	Datenaufbereitung	7
2.2.2.1	Datenaufbereitung – Obstbaustatistik	7
2.2.2.2	Datenaufbereitung – Phänologische Daten	7
2.2.2.3	Datenaufbereitung – Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes	8
2.2.2.4	Datenaufbereitung – Simulierte Klimazeitreihen bis 2050	9
2.2.3	Simulationen und Hochrechnungen.....	10
3	Die Bedeutung des Obstbaus in Hessen	12
3.1	Obstbau gesamt	12
3.2	Obstbau nach Arten.....	18
3.2.1	Obstbau nach Arten – Apfel.....	18
3.2.2	Obstbau nach Arten – Birne	20
3.2.3	Obstbau nach Arten – Süßkirsche	23
3.2.4	Obstbau nach Arten – Sauerkirsche	25
3.2.5	Obstbau nach Arten – Pflaumen und Zwetschen.....	27
3.2.6	Obstbau nach Arten – Erdbeere	29
4	Hessens Naturräume und der Obstbau	32

4.1	Die Naturräume Hessens	32
4.1.1	Naturraumgruppe 14 – Hessisch-Fränkisches Bergland ..	34
4.1.2	Naturraumgruppe 22 – Nördliches Oberrheintiefland	34
4.1.3	Naturraumgruppe 23 – Rhein-Main-Tiefland	35
4.1.4	Naturraumgruppe 30 – Taunus.....	36
4.1.5	Naturraumgruppe 32 – Westerwald	36
4.1.6	Naturraumgruppe 34 – Westhessisches Berg- und Senkenland	37
4.1.7	Naturraumgruppe 35 – Osthessisches Bergland	38
4.2	Obstbaulich genutzte Flächen in den Naturräumen.....	39
4.2.1	Von den Landkreisen zu den Naturräumen	40
4.2.2	Obstbau in der Naturraumgruppe 14	43
4.2.3	Obstbau in der Naturraumgruppe 22	44
4.2.4	Obstbau in der Naturraumgruppe 23	45
4.2.5	Obstbau in der Naturraumgruppe 30	46
4.2.6	Obstbau in der Naturraumgruppe 32	47
4.2.7	Obstbau in der Naturraumgruppe 34	47
4.2.8	Obstbau in der Naturraumgruppe 35	48
4.2.9	Hessen – Zusammenfassung	49
5	Mögliche obstbaulich relevante Änderungen von Klimakenngrößen.....	52
5.1	Entwicklung der Jahrestemperatursumme	52
5.2	Frosttage im Zeitraum Blüte +/- 10 Tage bei Apfel und Süßkirsche	53
6	Phänologische Zeitreihen, Simulationen und Hochrechnungen.....	55
6.1	Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten.....	55
6.1.1	Aufzeichnung und Trend.....	55

6.1.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	57
6.2	Blühbeginn bei frühen Apfelsorten.....	59
6.2.1	Aufzeichnung und Trend.....	59
6.2.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	61
6.3	Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten	63
6.3.1	Aufzeichnung und Trend.....	63
6.3.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	65
6.4	Blühende bei frühen Apfelsorten	66
6.4.1	Aufzeichnung und Trend.....	67
6.4.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	69
6.5	Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten	70
6.5.1	Aufzeichnung und Trend.....	71
6.5.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	73
6.6	Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten	75
6.6.1	Aufzeichnung und Trend.....	75
6.6.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	77
6.7	Blühbeginn bei Süßkirschen.....	78
6.7.1	Aufzeichnung und Trend.....	78
6.7.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	80

6.8	Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen.....	81
6.8.1	Aufzeichnung und Trend.....	82
6.8.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	84
6.9	Blühende bei Süßkirschen.....	85
6.9.1	Aufzeichnung und Trend.....	86
6.9.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	87
6.10	Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschensorten.....	88
6.10.1	Aufzeichnung und Trend.....	89
6.10.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	91
6.11	Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschensorten	92
6.11.1	Aufzeichnung und Trend.....	93
6.11.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	95
6.12	Beginn der Blüte bei Haselnuss	97
6.12.1	Aufzeichnung und Trend.....	98
6.12.2	Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050	100
6.13	Besonderheiten in den Trends und Entwicklungen bei anderen Obstarten	102
7	Diskussion – Mögliche Folgen der Klimaveränderung, Maßnahmen und Kosten	105
7.1	Risikofaktor Frost.....	106
7.2	Risikofaktor Trockenheit	110

7.3	Risikofaktor Hagel	113
7.4	Risikofaktor Regen	115
7.5	Risikofaktor Wind.....	118
7.6	Risikofaktor Strahlung und Temperatur	119
7.7	Weitere mögliche Risiken und Chancen.....	122
7.8	Bewertung und Ausblick	124
8	Zusammenfassung	125
9	Literaturverzeichnis	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Erntemenge im Marktobstanbau für Deutschland und Hessen 1993 bis 2002.....	14
Abbildung 2:	Entwicklung Anbaufläche von Baumobst 1987 bis 2002.....	15
Abbildung 3:	Entwicklung der Erdbeeranbaufläche in Deutschland und Hessen 1996 bis 2002	16
Abbildung 4:	Entwicklung der Baumobstfläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002	17
Abbildung 5:	Entwicklung der Apfelanbaufläche 1987 bis 2002	19
Abbildung 6:	Entwicklung der Birnenanbaufläche 1987 bis 2002	21
Abbildung 7:	Entwicklung der Anbaufläche von Süßkirschen 1987 bis 2002	23
Abbildung 8:	Entwicklung der Anbaufläche von Sauerkirschen 1987 bis 2002	25
Abbildung 9:	Entwicklung der Anbaufläche von Pflaumen 1987 bis 2002.....	27
Abbildung 10:	Entwicklung der Erdbeeranbaufläche 1987 bis 2002.....	30
Abbildung 11:	Naturraumgruppen in Hessen.....	33
Abbildung 12:	Gesamtobstbaufläche (ohne Erdbeeren) in den hessischen Landkreisen 2002	40
Abbildung 13:	Verteilung der Obstbaufläche in Hessen.....	43
Abbildung 14:	Obstbaufläche in den hessischen Naturraumgruppen	50
Abbildung 15:	Entwicklung der Jahrestemperatursumme in Hessen für die Dekaden 1951/1960 bis 2041/2050	53
Abbildung 16:	Mittlerer Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend	56
Abbildung 17:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten.....	57
Abbildung 18:	Mittlerer Blühbeginn bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend.....	60
Abbildung 19:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei frühen Apfelsorten	61
Abbildung 20:	Mittlerer Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend	64

Abbildung 21:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten.....	65
Abbildung 22:	Mittleres Blühende bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend	68
Abbildung 23:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühende bei frühen Apfelsorten	69
Abbildung 24:	Mittlerer Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend	72
Abbildung 25:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten.....	73
Abbildung 26:	Mittlerer Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend	76
Abbildung 27:	Mittlerer Blühbeginn bei Süßkirschen und phänologischer Trend	79
Abbildung 28:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei Süßkirschen	80
Abbildung 29:	Mittlerer Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen und phänologischer Trend.....	83
Abbildung 30:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen	84
Abbildung 31:	Mittleres Blühende bei Süßkirschen und phänologischer Trend	86
Abbildung 32:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühende bei Süßkirschen	87
Abbildung 33:	Mittlerer Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen und phänologischer Trend	90
Abbildung 34:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen	91
Abbildung 35:	Mittlerer Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen und phänologischer Trend	94
Abbildung 36:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen	96
Abbildung 37:	Mittlerer Blühbeginn bei Haselnuss und phänologischer Trend.....	99
Abbildung 38:	Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei Haselnuss.....	100

Abbildung 39:	Links: Überkronenberegnung im Apfelanbau Rechts: Mikrosprinkler im Unterkronenbereich	112
Abbildung 40:	Schäden durch Hagelschlag an Äpfeln	113
Abbildung 41:	Links: aufgeplatzte Kirschen Rechts: Botrytis an Himbeeren	116
Abbildung 42:	Sonnenbrandschäden an Apfel und Himbeere	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausgewählte phänologische Phasen für die Jahre 1951 bis 2004.....	4
Tabelle 2:	Ausgewählte Klimastationen und phänologische Stationen	6
Tabelle 3:	Zufallsauswahl aus 20 Simulationen für die Jahre 2005 bis 2050.....	10
Tabelle 4:	Obstanbaufläche in Hessen 2002	13
Tabelle 5:	Entwicklung der Baumobstfläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002	18
Tabelle 6:	Entwicklung der Apfelanbaufläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002	20
Tabelle 7:	Entwicklung der Birnenanbaufläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002	22
Tabelle 8:	Entwicklung der Anbaufläche von Süßkirschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002.....	24
Tabelle 9:	Entwicklung der Anbaufläche von Sauerkirschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002.....	26
Tabelle 10:	Entwicklung der Anbaufläche von Pflaumen und Zwetschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002.....	29
Tabelle 11:	Naturräumliche Regionen in Hessen.....	33
Tabelle 12:	Naturräume der Naturraumgruppe 14	34
Tabelle 13:	Naturräume der Naturraumgruppe 23	35
Tabelle 14:	Naturräume der Naturraumgruppe 30	36
Tabelle 15:	Naturräume der Naturraumgruppe 32	37
Tabelle 16:	Naturräume der Naturraumgruppe 34	38
Tabelle 17:	Naturräume der Naturraumgruppe 35	39
Tabelle 18:	Theoretische Obstbaufläche je Gemeinde in Hessen	42
Tabelle 19:	Obstbaufläche im Hessisch-Fränkischen Bergland.....	44
Tabelle 20:	Obstbaufläche im Nördlichen Oberrheintiefland	44
Tabelle 21:	Obstbaufläche im Rhein-Main-Tiefland	45
Tabelle 22:	Obstbaufläche im Taunus.....	46
Tabelle 23:	Obstbaufläche im Westerwald	47
Tabelle 24:	Obstbaufläche im Westhessischen Berg- und Senkenland	48

Tabelle 25:	Obstbaufläche im Osthessischen Bergland	49
Tabelle 26:	Modellierter Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten nach Dekaden	58
Tabelle 27:	Modellierter Blühbeginn bei frühen Apfelsorten nach Dekaden	62
Tabelle 28:	Modellierter Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten nach Dekaden	66
Tabelle 29:	Modellierter Beginn des Blühendes bei frühen Apfelsorten nach Dekaden	70
Tabelle 30:	Modellierter Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten nach Dekaden	74
Tabelle 31:	Modellierter Blühbeginn bei Süßkirschen nach Dekaden.....	81
Tabelle 32:	Modellierter Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen nach Dekaden.....	85
Tabelle 33:	Modellierter Beginn des Blühendes bei Süßkirschen nach Dekaden....	88
Tabelle 34:	Modellierter Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen nach Dekaden	92
Tabelle 35:	Modellierter Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen nach Dekaden	97
Tabelle 36:	Modellierter Blühbeginn der Haselnuss nach Dekaden.....	101
Tabelle 37:	Frostschäden und ihre Ursachen	107
Tabelle 38:	Frostschutzmaßnahmen und ihre Wirksamkeit.....	109

1 Einleitung

Die Klima- und Wetterdaten der Vergangenheit machen es deutlich, die globale Erwärmung der Erdatmosphäre schreitet immer weiter voran. Die geschätzte Erwärmung um 0,6 Grad Celsius während der letzten hundert Jahre führen die Klimaforscher nicht nur auf natürliche Faktoren, sondern in zunehmenden Maße auch auf die Aktivität der Weltbevölkerung zurück (IPCC 2001). Neben den nackten Zahlen belegen zunehmend auch sichtbare Ereignisse wie das Abschmelzen der Polkappen und das Ansteigen des Meeresspiegels den Klimawandel. Der Mensch beeinflusst durch sein Tun, und insbesondere durch die Freisetzung von Treibhausgasen, in immer größerem Maße die Entwicklung unseres Klimas (STOCKER und TÜRK 2002). Um zukünftige Temperaturentwicklungen abschätzen zu können werden Treibhausgas-Emissionsszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) eingesetzt. Neben der Erwärmung wird von den Forschern auch eine Veränderung in den globalen Niederschlagsmustern erwartet. Auch ein vermehrtes Auftreten von Extremereignissen wie Sturm, Hagel oder Starkregen halten die Klimaforscher für wahrscheinlich (STOCKER und TÜRK 2002). Setzt sich der Klimawandel wie prognostiziert fort, so ist mit weit reichenden Folgen sowohl für natürliche als auch für vom Menschen beeinflusste Ökosysteme zu rechnen. Natürliche Ökosysteme sind aufgrund ihrer geringen Anpassungsfähigkeit besonders anfällig gegenüber Klimaveränderungen. Sie laufen Gefahr, Schäden zu erleiden, die nicht wieder ausgeglichen werden können. Für die anthropogenen Ökosysteme, zu denen auch der Obstbau gehört, kann der Klimawandel negative wie positive Folgen haben. Den Ertragseinbußen oder Ernteverlusten durch Frost in der Blütezeit, Hagelschlag oder Trockenheit, stehen auf der anderen Seite mögliche Ertragszuwächse und frühere Erntetermine durch die höhere Temperatur entgegen (IPCC 2001). Eine Anpassung der anthropogenen Ökosysteme an veränderte Klimabedingungen ist in gewissem Maße möglich, jedoch immer mit finanziellen Aufwendungen verbunden. So verursacht der Klimawandel nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Schäden. Die Ursachen des Klimawandels, seine mögliche zukünftige Intensität und die globalen Auswirkungen sind jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Vielmehr wird aus dem großen Komplex von Klimawandel und Klimafolgen ein kleiner Teil auf regionaler Ebene herausgetrennt und isoliert betrachtet. Im Rahmen des integrierten Klimaschutzprogramm für Hessen (InKlim 2012) Baustein 2 – Sonderkultur Obstbau, soll

aufgezeigt werden, wie hoch die Empfindlichkeit verschiedener Obstarten des Erwerbsobstbaus und einiger wildwachsender Obstarten gegenüber den regionalen Klimaänderungen in Hessen ist, wie sich der zeitliche Ablauf der Pflanzenentwicklung in Folge dessen verändern kann, und wie auf diese Veränderungen reagiert werden kann, um eventuelle negative Folgen für den hessischen Obstbau zu vermeiden. Grundlegend dafür ist die Regionalisierung globaler Klimamodellsimulationen zur Abschätzung der regionalen Klimaänderungen für das Bundesland Hessen, wie sie von ENKE (2003) beschrieben und durchgeführt wurde. Auf dieser Basis liegen Klimasimulationen bis zum Jahr 2050 vor. Dabei kommt der Temperatur als wesentlicher Faktor der Pflanzenentwicklung eine besondere Bedeutung zu. Eine Klimaerwärmung lässt auch Veränderungen bezüglich der Vegetationsentwicklung erwarten (DEFILA 2001). Die Kombination aus Klimadaten und phänologischen Aufzeichnungen der Vergangenheit ist ein geeignetes Instrument, um zukünftige temperaturabhängige Entwicklungstendenzen bei den beobachteten phänologischen Phasen zu simulieren. Darin liegt die Hauptzielsetzung der vorliegenden Arbeit. Die Veränderungen von Temperatur und Pflanzenentwicklung in den letzten 50 Jahren bilden die Basis für einen Ausblick bis in das Jahr 2050. Für verschiedene Obstarten soll, getrennt nach hessischen Naturraumgruppen, der Eintrittstermin charakteristischer Entwicklungsphasen der Pflanzen prognostiziert werden. Die Folgen der verschobenen Pflanzenentwicklung sollen aufgezeigt werden, um Maßnahmen finden zu können, mit denen eine obstbauliche Produktion weiterhin erfolgreich möglich ist. Dass dabei die finanziellen Folgen nicht außer Acht gelassen werden können, ist selbstverständlich. Aufgrund der gewählten Methode zur Aufbereitung der simulierten Klimadaten ist eine Auswertung und Prognose von Extremereignissen wie Frost nicht möglich. Dennoch wird auf die Spätfrostproblematik im Obstbaukontext eingegangen, weil es sich dabei nach wie vor um ein aktuelles Problem handelt. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, welche anbautechnischen Veränderungen und finanzielle Folgen zukünftig auf die hessischen Obstproduzenten zukommen können. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Produktion von Äpfeln und Süßkirschen.

2 Material und Methoden

Die folgenden Punkte liefern Hintergrundinformationen zu den, für diese Untersuchung, verwendeten Daten und über die methodische Vorgehensweise bei den einzelnen Untersuchungspunkten.

2.1 Datenmaterial

Für die vorliegende Untersuchung war eine Vielzahl verschiedener Datensätze notwendig.

Die Angaben zu der Obstanbaufläche in den deutschen Bundesländern wurde aus der Fachserie 3, Reihe 3.2.1 „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Wachstum und Ernte – Obst-“ der Jahre 1987, 1992, 1997 und 2002 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Bei den genannten Jahren handelt es sich um Jahre mit Vollerhebungen, welche mit den Teilerhebungen in den Jahren dazwischen nicht unbedingt vergleichbar sind. Auf einen Rückblick vor 1987 wurde aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit verzichtet. Die weitere Aufschlüsselung nach hessischen Landkreisen erfolgte auf Basis der Angaben in den Obstanbauerhebungen des Hessischen Statistischen Landesamtes der Jahre 1987, 1992, 1997 und 2002. Darüber hinaus wurden für das Jahr 2003 Angaben zur Obstanbaufläche in einzelnen hessischen Gemeinden aus der Agrarstrukturerhebung im Rahmen der hessischen Gemeindestatistik 2003 des Hessischen Statistischen Landesamtes entnommen. Informationen zur hessischen Gemeindestruktur und zu den Naturraumgruppen in Hessen stammen aus dem Umweltatlas Hessen 2004, der vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie herausgegeben wird.

Die Aufzeichnungen für die Jahre 1951 bis 2004 über den Eintritt verschiedener phänologischen Phasen (Tab. 1) für ausgewählte Stationen wurden vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach zur Verfügung gestellt. Ebenfalls vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach wurden die Aufzeichnungen zu den klimatischen Kenngrößen Tagesmittel, Tagesmaximum und Tagesminimum der Lufttemperatur in zwei Metern Höhe, der täglichen Niederschlagsmenge und der täglichen Sonnenscheindauer für die Jahre 1951 bis 2004 für ausgewählte Stationen zur Verfügung gestellt. Auf die ausgewählten Stationen und die Kriterien zur Stationsauswahl wird unter 2.2.1 noch näher eingegangen.

Tabelle 1: Ausgewählte phänologische Phasen für die Jahre 1951 bis 2004
(Quelle: nach Deutscher Wetterdienst 2005)

Kultur	Entwicklungsstadium	Kultur	Entwicklungsstadium
Apfel frühreifend	Beginn Austrieb Beginn Blüte Beginn Vollblüte Blühende Beginn Pflückreife Beginn Blattfall	Apfel spätreifend	Beginn Austrieb Beginn Blüte Beginn Vollblüte Blühende Beginn Pflückreife Beginn Blattfall
Süßkirsche	Beginn Blüte Beginn Vollblüte Blühende Beginn Pflückreife (früh) Beginn Pflückreife (spät)	Sauerkirsche	Beginn Blüte Beginn Vollblüte Blühende Beginn Pflückreife
Brombeere	Beginn Blüte Beginn Pflückreife	Schwarzer Holunder	Beginn Blüte Erste reife Früchte
Stachelbeere	Beginn Austrieb Beginn Blattentfaltung Beginn Blüte Beginn Pflückreife	Eberesche	Beginn Austrieb Beginn Blattentfaltung Beginn Blüte Erste reife Früchte Beginn Blattfall
Haselnuß	Beginn Blüte		

Die vierte Komponente für die vorliegende Untersuchung bildeten die simulierten Zeitreihen zur Erstellung einer regionalen Klimaprognose für Hessen, die im Werkvertrag 2003/00082 zwischen dem Landesamt für Umwelt und Geologie Hessen und der Firma Meteo-Research erarbeitet wurden, und die mir von Herrn Dr. Enke zur Verfügung gestellt wurden.

2.2 Methodisches Vorgehen

Im Folgenden wird die Stationsauswahl und die Kriterien, aufgrund derer die Stationen ausgewählt wurden, dargestellt. Des weiteren wird dargelegt, wie die vorhandenen Daten aufbereitet und verwendet wurden. Abschließend wird das Vorgehen bei den Simulationen aufgezeigt.

2.2.1 Stationsauswahl

Für die Auswahl der in der Untersuchung berücksichtigten Stationen waren mehrere Kriterien von Bedeutung. Dabei war zwischen Klimastationen und Standorten mit phänologischen

Beobachtungen zu unterscheiden, weil die Faktoren Klima und phänologische Phasen nicht immer zusammen an einer Station erhoben werden. Es wurden zunächst die Klimastationen ausgewählt, um dann diesen Stationen Standorte mit phänologischen Aufzeichnungen in direkter Nachbarschaft zuzuordnen. Dabei wurden nur Klimastationen berücksichtigt, die Aufzeichnungen zu allen relevanten Kenngrößen machen. Reine Niederschlagsstationen wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen.

Generell galt für alle Stationen, sowohl für die klimatischen als auch für die phänologischen Aufzeichnungen, dass sie möglichst lange und vollständige Datenreihen aufweisen müssen. Darüber hinaus war es das Ziel, Stationen auszuwählen, die möglichst repräsentativ für obstbaulich relevante Gemeinden oder Regionen sind. Jeder in der vorliegenden Arbeit berücksichtigte Landkreis und jede Naturraumgruppe sollte durch mindestens eine Station mit klimatischen und phänologischen Daten belegt sein. Ein weiteres Ziel war es, möglichst alle Stationen auf hessischem Gebiet in die Untersuchung mit einzubinden, für die simulierte Klimazeitreihen bis 2050 der Firma Meteo-Research bestehen. Aus Kapazitäts- und Kostengründen konnten nicht alle möglichen hessischen Stationen mit phänologischen oder klimatischen Aufzeichnungen berücksichtigt werden.

Nach diesen Vorgaben wurden 23 Klimastationen (Tab. 2) für die Untersuchung ausgewählt. Die Anzahl der ausgewählten Stationen mit phänologischen Beobachtungen war höher und lag bei 39 (Tab. 2). Die ausgewählten Stationen wurden jeweils einer Naturraumgruppe zugeordnet.

Die Naturraumgruppen Taunus und Westerwald sind nur durch jeweils eine Station mit Daten belegt. Aufgrund ihrer geringen Bedeutung für den hessischen Obstbau ist dies jedoch vertretbar.

Tabelle 2: Ausgewählte Klimastationen und phänologische Stationen
(Quelle: eigene Überlegungen)

Naturraumgruppe		Klimastationen	phänologische Stationen
Nr.	Name		
14	Hessisch-Fränkisches Bergland	Beerfelden Michelstadt	Bad Soden Hebstahl Michelstadt Unter-Hambach
22	Nördliches Oberrheintiefland	Gernsheim-Allmenfeld	Erfelden Groß-Gerau Lampertheim Pfungstadt
23	Rhein-Main-Tiefland	Frankfurt Geisenheim Hanau Schaafheim Wiesbaden (Süd)	Bad Vilbel Eltville Frankfurt Friedberg Geisenheim Hochheim Hofheim Langendiebach Radheim Somborn Wiesbaden
30	Taunus	Königstein/Taunus	Königstein
32	Westerwald	Biedenkopf	Breidenstein
34	Westhessisches Berg- und Senkenland	Gießen Gilserberg Hofgeismar-Beberbeck Homberg (Ohm)	Angersbach Annerode Greibenstein Neukirchen
35	Osthessisches Bergland	Eschwege Fulda Grebehain-Herchenhain Sontra Witzenhausen Melsungen Neukirchen Schotten	Alberode Bermuthshain Cornberg Eschwege Fulda Gelnhaar Hosenfeld Malsfeld Nentershausen Petersberg Witzenhausen

2.2.2 Datenaufbereitung

Um die unterschiedlichen Urdaten im späteren Verlauf miteinander verknüpfen zu können waren unterschiedliche Wege der Datenaufbereitung nötig. Im Folgenden wird, unterschieden zwischen den Urdatentypen Obstbaustatistik, phänologische Zeitreihen, Klimazeitreihen und simulierte Klimazeitreihen, aufgezeigt, wie die Daten aufbereitet wurden und welche Ergebnisse daraus extrahiert werden konnten. Für alle Berechnungen gilt, dass sie mit der Software Microsoft Excel durchgeführt wurden.

2.2.2.1 Datenaufbereitung – Obstbaustatistik

Für die Daten der Obstbaustatistik war keine große Aufbereitung notwendig. Die Daten zur Anbaufläche wurden getrennt nach Erhebungsjahr, Bundesland und Obstart in Excel übernommen. Für die Gesamtoftbaufläche wurde die Summe aus den Flächenangaben der einzelnen Arten gebildet. Die Entwicklung zwischen den Jahren 1997 und 2002 wurde mit der

Formel $\frac{100 * Fläche_{2002}}{Fläche_{1997}} - 100$ berechnet, um so auf den entsprechenden Prozentsatz zu

kommen. Auch für die hessischen Landkreise wurde die Obstbaufläche nach Erhebungsjahren, Obstarten und Landkreisen getrennt aufgeführt. Für die hessischen Landkreise wurde nicht nur die Entwicklung zwischen 1997 und 2002, sondern auch die Entwicklung zwischen 1987 und 1997 berechnet. Die Umrechnung der Obstbaufläche von der Ebene der Landkreise auf die Naturraumgruppen ist unter Punkt 4.2.1 separat beschrieben.

2.2.2.2 Datenaufbereitung – Phänologische Daten

Die phänologischen Daten wurden vom Deutschen Wetterdienst im Dat-Format zur Verfügung gestellt. Daher mussten die Daten zunächst nach Excel importiert werden. Das Ergebnis daraus war eine lange Liste, in der alle Stationen, Jahre und Phänophasen in einer Liste aufgeführt waren. In einem nächsten Schritt wurden die Daten nach Stationen getrennt, und für jede Station ein Excel-Tabellenblatt angelegt. Für jede Station wurden von links nach rechts die beobachteten Phasen und von oben nach unten die Beobachtungsjahre aufgeführt. Die Angaben zum beobachteten Phaseneintritt erfolgen nicht im Datumsformat, sondern als ganze Zahl, die den Tag im Jahr wiedergibt, an dem der Phaseneintritt beobachtet wurde. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden diese Angaben Jahrestagszahl (JTZ) genannt. Jahre, in denen keine Aufzeichnung vorlag, erhielten eine leere Zelle. Die Daten wurden anschließend

visuell auf mögliche falsche Angaben überprüft. Auffällige Ausreißer in der Datenmatrix wurden gelöscht. Zur Berechnung der phänologischen Phasentrends wurde für jede phänologische Phase eine neue Excel-Datei angelegt. Das erste Tabellenblatt enthält die Urdaten, wobei von links nach rechts die Beobachtungsstationen unter Angabe der dazugehörigen Naturraumgruppe und von oben nach unten die Beobachtungsjahre aufgeführt sind. Aus diesen Urdaten wurden sowohl für Gesamthessen, als auch für die einzelnen Naturraumgruppen die Kenngrößen arithmetisches Mittel, Median, Minimum und Maximum sowie der Belegungsgrad für jedes Beobachtungsjahr berechnet. Anschließend konnte getrennt nach den Naturraumgruppen der mittlere Phaseneintritt (arithmetisches Mittel) und der Trend für verschiedene Zeiträume berechnet werden. Die Berechnung der Trends erfolgte mit der Excel-Regressionsanalyse unter Berücksichtigung von Bestimmtheitsmaß und Signifikanzniveau. Für Zeiträume mit Datenlücken konnte die Regressionsanalyse nicht durchgeführt werden. Die Phaseneintrittsdaten wurden zudem in einem Liniendiagramm dargestellt, und für die Jahre 1961 bis 2000 mit einer linearen Trendlinie unter Angabe der Regressionsgleichung und des Bestimmtheitsmaßes versehen. Abschließend wurden die Ergebnisse der einzelnen Naturraumgruppen in einer Übersicht zusammengefasst.

2.2.2.3 Datenaufbereitung – Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes

Auch die Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes mussten zuerst nach Excel importiert werden. Dort wurden, getrennt nach Klimastationen, die Tageswerte für Mittel-, Maximum- und Minimumtemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlagsmenge für die Jahre 1951 bis 2004 untereinander aufgeführt. Datenlücken die vom Deutschen Wetterdienst mit –99,9 gekennzeichnet sind, wurden durch leere Zellen ersetzt. Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Daten nach Jahren getrennt aufgeführt, wobei eine Excel-Datei immer zehn Jahre, also eine Dekade enthält. Jedes Jahr erhielt ein eigenes Arbeitsblatt, auf dem von links nach rechts die Klimastationen unter Angabe der Naturraumgruppe und die Klimakenngrößen und von oben nach unten die Jahrestagszahl aufgeführt wurde. Für jedes Jahr wurden die Mittelwerte für Gesamthessen und die einzelnen Naturraumgruppen gebildet. Darüber hinaus wurde für jede Station und jedes Jahr die Anzahl an Eistagen, Frosttagen, Sommertagen und heißen Tagen berechnet. Aus den einzelnen Jahren wurde das Dekadenmittel für jede Station, jede Naturraumgruppe und Hessen insgesamt berechnet. Neben den Klimakenngrößen war auch die Temperatursumme von Interesse. Sie ergab sich aus der fortlaufenden Summierung der

Tagesdurchschnittstemperatur, sofern diese über null Grad Celsius lag. Bis 2004 handelt es sich in diesen Dateien um beobachtete Werte. Ab 2005 wurden Werte aus den simulierten Klimazeitreihen bis 2050 für Hessen verwendet. In getrennten Tabellen wurden die berechneten Mittelwerte für Temperaturmittel, Temperaturmaximum, Temperaturminimum und Temperatursumme fortlaufend von links nach rechts nebeneinander für die Jahre 1951 bis 2050 dargestellt.

2.2.2.4 Datenaufbereitung – Simulierte Klimazeitreihen bis 2050

Im Grunde wurden die simulierten Klimadaten wie beobachtete Klimadaten behandelt und verarbeitet. Bis die simulierten Werte jedoch ein mit den beobachteten Werten vergleichbares Format hatten, waren einige Arbeitsschritte nötig. Für jede Dekade und jede untersuchte Klimastation wurden von Meteo-Research zehn Simulationsreihen erstellt, um die mögliche Bandbreite des zukünftigen Klimas abzubilden. Jede der Simulationsreihen besteht nochmals aus 20 verschiedenen Ausprägungen, die alle mit gleicher Wahrscheinlichkeit eintreten können. Es war also nötig, diese Daten sinnvoll zu verdichten, um vergleichbar mit den beobachteten Werten des Deutschen Wetterdienstes das Klima eines Jahres darstellen zu können. Dazu wurde zunächst aus Temperaturangaben in den zehn Simulationsreihen jeder Dekade der Mittelwert sowie Minimum und Maximum für jede der 20 Ausprägungen gebildet, der den zukünftig mit der größten Wahrscheinlichkeit zu erwartenden Temperaturverlauf einer Dekade wiedergibt. Um nun einzelne Jahre zu erhalten, wurde für jedes Jahr zwischen 2005 und 2050 eine Zufallszahl zwischen 1 und 20 bestimmt (Tab. 3).

Tabelle 3: Zufallsauswahl aus 20 Simulationen für die Jahre 2005 bis 2050
(Quelle: eigene Berechnungen)

Jahr	Simulation	Jahr	Simulation	Jahr	Simulation
2005	5	2020	14	2036	11
2006	10	2021	16	2037	12
2007	8	2022	7	2038	4
2008	1	2023	4	2039	3
2009	6	2024	3	2040	5
2010	20	2025	5	2041	19
2011	12	2026	12	2042	15
2012	13	2027	14	2043	18
2013	20	2028	2	2044	2
2014	19	2029	10	2045	4
2015	17	2030	7	2046	8
2016	2	2031	4	2047	2
2017	10	2032	6	2048	15
2018	13	2033	5	2049	13
2019	4	2034	18	2050	2
		2035	7		

Aufgrund dieser Zahl wurde dann aus den 20 Ausprägungen des Dekadenmittelwertes aus zehn Simulationsreihen die entsprechende Ausprägung ausgewählt und als möglicher Temperaturverlauf des entsprechenden Jahres in die in 2.2.2.3 vorgestellte Tabelle eingefügt. Dort wurden die Werte fortab als reguläre Temperaturwerte behandelt.

2.2.3 Simulationen und Hochrechnungen

Die Verknüpfung der phänologischen Daten und der Klimadaten stellt die Grundlage dar für die Prognose des zukünftigen Verlaufs der Pflanzenentwicklung. Für jede phänologische Beobachtungsphase wurde eine neue Excel-Datei mit je einem Datenblatt für Hessen und für jede Naturraumgruppe angelegt. Ausgangsbasis für die Simulation waren das Beobachtungsjahr, die Jahrestagszahl des Phaseneintritts und die bis zum Phaseneintritt benötigte Temperatursumme. Die Jahrestagszahlen wurden aus den Dateien der Phasentrends entnommen. Die jeweilige Temperatursumme wurde über die Excel-Funktion Sverweis aus der Temperatursummendatei dem jeweiligen Datum zugeordnet. Für den Zeitraum 1951 bis 2004 wurde nochmals der mittlere Phaseneintritt als arithmetisches Mittel berechnet. Darüber hinaus wurde auch die mittlere benötigte Temperatursumme bei einer Basistemperatur von

null Grad Celsius bis zum Phaseneintritt berechnet. Diese mittlere benötigte Temperatursumme diente als Basis für die Simulation des Phaseneintritts bis zum Jahr 2050. Dabei wurde unterstellt, dass in jedem Jahr die gleiche Temperatursumme benötigt wird. Mit der Funktion Sverweis wurde dann im Zieljahr der Tag gesucht, an dem die benötigte Temperatursumme erstmals überschritten war. Daraus ergab sich eine simulierte Zeitreihe des Phaseneintritts für die Jahre 1951 bis 2050. In einem Punktdiagramm wurden die beobachteten Werte und die simulierten Werte verglichen, um die Güte der Prognose zu überprüfen. Ein Liniendiagramm diente der parallelen Darstellung der beobachteten und der simulierten Werte zur weiteren Überprüfung der Deckungsgleichheit. Um die Veränderungen in der Pflanzenentwicklung im Laufe der Zeit aufzuzeigen wurde für jede Dekade aus den simulierten Daten der Median des Phaseneintritts berechnet und in einem Boxplot-Diagramm dargestellt.

3 Die Bedeutung des Obstbaus in Hessen

In den folgenden Punkten soll die Bedeutung des Obstbaus in Hessen näher dargestellt werden. Dabei wird zunächst der gesamte Obstbau betrachtet, danach werden einzelne Obstarten wie Apfel, Birne, Süß- und Sauerkirsche, Pflaume und Zwetsche sowie Erdbeere näher beleuchtet. Dabei gilt für alle Punkte, dass zunächst der Ist-Zustand im Jahr 2002 aufgezeigt wird. Der hessische Obstbau wird in Relation zum bundesdeutschen Obstbau gesetzt, und anschließend wird auf die Verteilung der obstbaulichen Produktion auf die verschiedenen hessischen Landkreise eingegangen. Um die aktuelle Situation besser einordnen zu können wird für die einzelnen Punkte auch die Entwicklung des Obstbaus zwischen den Jahren 1987 und 2002 nachgezeichnet.

3.1 Obstbau gesamt

Im Jahr 2002 wurden in Hessen 13.938 Tonnen Baumobst und Erdbeeren im Marktobstbau produziert. Im bundesweiten Vergleich ist dies der vorletzte Platz vor dem Saarland, das mit 2.246 Tonnen die kleinste Erntemenge aufweist. Für Gesamtdeutschland wurde 2002 eine Erntemenge von 1.040.841 Tonnen verzeichnet (ZMP 2003). Somit lag der Anteil der hessischen Produktion an der Gesamtproduktion gerade einmal bei 1,3 Prozent. Eine Aufschlüsselung nach Landkreisen findet für die Erntemenge nicht statt, so dass als Vergleichsgröße auf die Anbaufläche, beziehungsweise auf die Anzahl der Bäume zurückgegriffen werden muss. Auch die Betrachtung der Obstbaufläche macht deutlich, dass Hessen nur eine kleine Rolle im bundesdeutschen Obstanbau spielt. Im Jahr 2002 wurden in Deutschland auf 57.972 Hektar Baumobst (48.031 ha) und Erdbeeren (9.881 ha) angebaut (Statistisches Bundesamt 2003). In Hessen lag die entsprechende Anbaufläche bei 1.082 Hektar, was einem Anteil von 1,9 Prozent an der gesamtdeutschen Fläche entspricht. In Hessen fallen einige Landkreise durch einen besonders hohen Anteil an der Obstbaufläche (ohne Erdbeeren) auf (Hessisches Statistisches Landesamt 2003). 2002 konnten Produktionsschwerpunkte im Main-Taunus-Kreis mit 138 Hektar und damit einem Anteil von 25,3 Prozent an der hessischen Obstbaufläche, sowie im Werra-Meißner-Kreis (109 ha und 20 Prozent) festgestellt werden. Weitere große Obstbauflächen waren im Wetteraukreis (50 ha und 9,2 Prozent) und im Stadtkreis Wiesbaden (69 ha und 12,6 Prozent) zu verzeichnen. Die übrigen Landkreise lagen 2002 deutlich unter diesen Werten (Tab. 4).

Tabelle 4: Obstanbaufläche in Hessen 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anbaufläche ¹ [ha] 2002	Anteil an der hessischen Gesamtfläche [%]	Landkreis	Anbaufläche ¹ [ha] 2002	Anteil an der hessischen Gesamtfläche [%]
Main-Taunus-Kreis	138	25,3	Groß-Gerau	5	0,9
Werra-Meißner-Kreis	109	20,0	Hersfeld-Rotenburg	4	0,7
Wiesbaden	69	12,6	Offenbach	4	0,7
Wetteraukreis	50	9,2	Fulda	2	0,4
Darmstadt-Dieburg	36	6,6	Lahn-Dill-Kreis	2	0,4
Frankfurt	29	5,3	Marburg-Biedenkopf	2	0,4
Odenwaldkreis	18	3,3	Gießen	1	0,2
Main-Kinzig-Kreis	14	2,6	Waldeck-Frankenberg	1	0,2
Kassel	13	2,4	Darmstadt Stadt	0	0,0
Limburg-Weilburg	13	2,4	Kassel Stadt	0	0,0
Rheingau-Taunus-Kreis	12	2,2	Offenbach Stadt	0	0,0
Hochtaunus-Kreis	10	1,8	Schwalm-Eder-Kreis	0	0,0
Bergstraße	8	1,5	Vogelsbergkreis	0	0,0
¹ = Obstbau gesamt ohne Erdbeeren					

Diese Zahlen machen deutlich, dass, wenn auch der gesamte Obstbau in Hessen eher keine große Rolle spielt, einige Regionen dennoch eine gewisse Bedeutung haben. Auch die Zahl der Obstbaubetriebe macht dies deutlich. Im Jahr 2002 wies die Statistik für Hessen 1.147 Obstbaubetriebe aus. Das entspricht einem Anteil von 2,9 Prozent an Gesamtdeutschland (39.480 Betriebe). Damit liegt Hessen auf Platz acht der Rangliste aller Bundesländer (Statistisches Bundesamt 2002). Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Flächenausstattung der einzelnen Betriebe mit durchschnittlich knapp 0,5 Hektar entsprechend klein ist.

Die Erntemenge im Marktoobstbau von Baumobst und Erdbeeren ist jährlichen Schwankungen unterworfen. Die Veränderungen in Hessen folgen dabei im Großen und Ganzen den deutschlandweiten Veränderungen. Abbildung 1 zeigt die Veränderungen in der Erntemenge bei Marktoobstbau in den Jahren 1993 bis 2002 für Deutschland und Hessen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es häufig zu methodisch bedingten Abweichungen zwischen Jahren mit Vollerhebung und Jahren in denen nur eine Teilerhebung durchgeführt wird kommt. Vollerhebungen wurden in den Jahren 1997 und 2002 durchgeführt. An der Platzierung Hessens in der Rangfolge der einzelnen Bundesländer bezüglich der Erntemenge im Marktoobstbau ändert sich über die Jahre nichts. Es wird stets die zweitniedrigste Erntemenge nach dem Saarland erreicht (ZMP 2003).

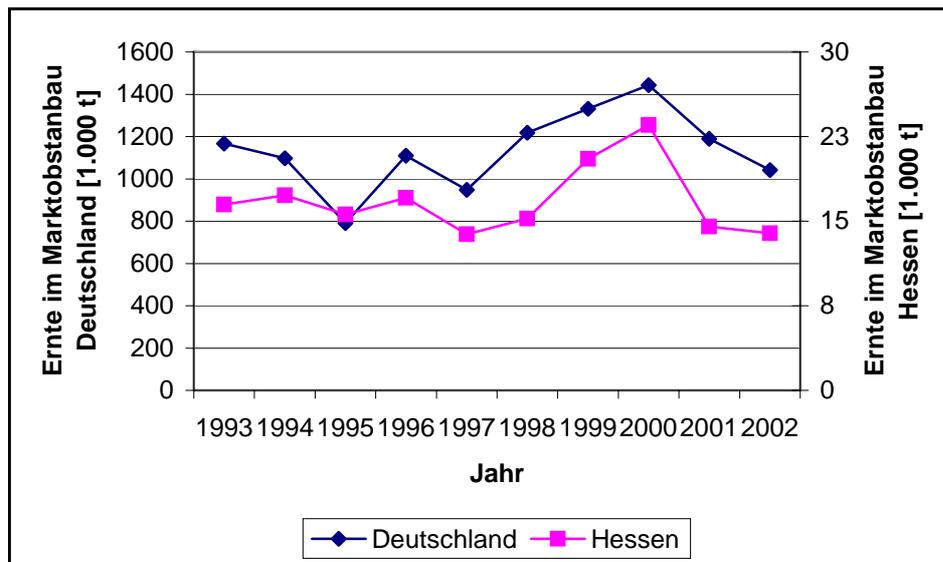


Abbildung 1: Entwicklung der Erntemenge im Marktoberbau für Deutschland und Hessen 1993 bis 2002

(Quelle: nach ZMP 2003)

Der Anteil Hessens an der deutschen Gesamtproduktion schwankte in den betrachteten Jahren zwischen 1,2 und knapp zwei Prozent.

Auch bei der Entwicklung der Anbaufläche von Baumobst folgt Hessen dem bundesdeutschen Trend zu abnehmenden Anbauflächen. Zum Teil ist dieser Rückgang sogar stärker ausgeprägt als in anderen Bundesländern (Abb. 2).

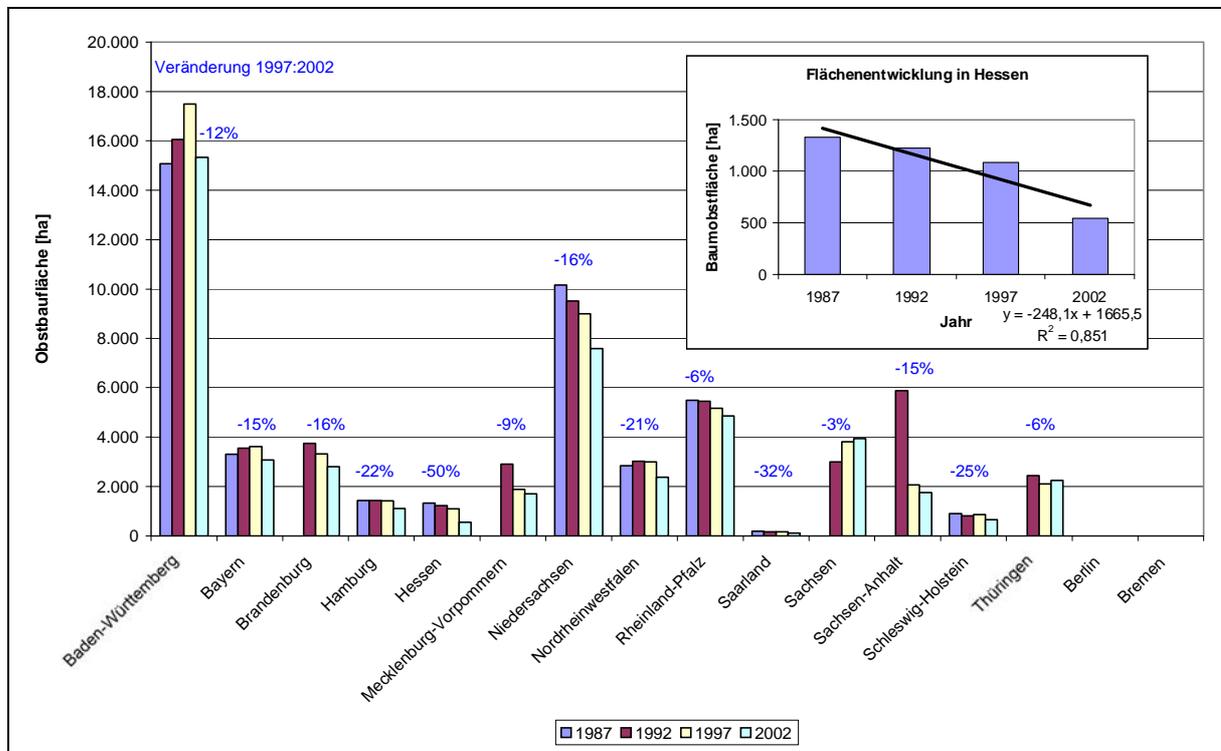


Abbildung 2: Entwicklung Anbaufläche von Baumobst 1987 bis 2002

(Quelle: nach ZMP 2003)

So lag der Rückgang der Baumobstfläche in Hessen zwischen den Jahren 1997 und 2002 bei fast 50 Prozent, die Anbaufläche ging von 1.088 auf 546 Hektar zurück, während im Durchschnitt aller Bundesländer lediglich ein Flächenrückgang von etwa 16 Prozent zu verzeichnen war. Der hohe Wert für Hessen ist jedoch auch methodisch bedingt, da für die Erhebung im Jahr 2002 die Bemessungsgrenze für Baumobstflächen auf mindestens 30 Ar angehoben wurde, und dadurch viele Flächen im kleinparzellierten Obstbau in Hessen aus der Statistik herausfielen. Für die Anzahl der Obstbaubetriebe liegen für die Jahre vor 2002 keine Daten vor, hier wäre ein Vergleich der Entwicklung sicherlich interessant gewesen. Für die Erdbeeranbaufläche ergibt sich deutschlandweit ein anderer Trend. Hier sind erhebliche Flächenausweitungen zu verzeichnen. Zwischen 1996 und 2002 wurde die Erdbeeranbaufläche in Deutschland von 8.345 Hektar auf 9.881 Hektar ausgedehnt. Das entspricht einem Zuwachs von etwa 18 Prozent. Auch in Hessen ist ein ähnlicher Trend

festzustellen, allerdings mit dem Unterschied, dass keine kontinuierliche Ausweitung stattgefunden hat, sondern die Jahre 2000 und 2001 durch einen Flächenrückgang gekennzeichnet waren, bevor im Jahr 2002 mit 536 Hektar Erdbeeranbaufläche der vorerst höchste Wert verzeichnet wurde (Abb. 3).

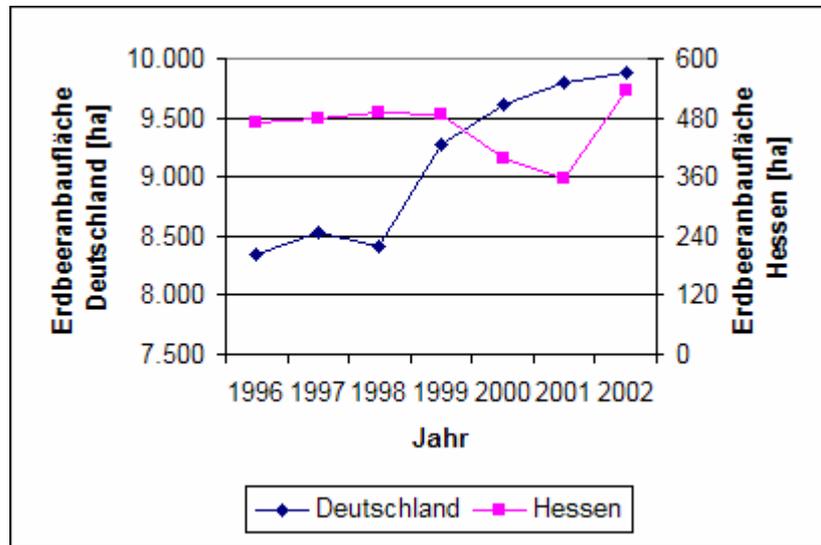


Abbildung 3: Entwicklung der Erdbeeranbaufläche in Deutschland und Hessen 1996 bis 2002

(Quelle: nach ZMP 2003)

Die Erdbeeranbaufläche wuchs demnach in Hessen zwischen 1996 und 2002 um knapp vierzehn Prozent.

Bei einer Aufschlüsselung der Flächenentwicklung in Hessen auf die einzelnen Landkreise fällt auf, dass der Flächenrückgang, ob nun tatsächlich oder methodisch bedingt, nicht auf einige Regionen beschränkt ist, sondern sich durch alle Landkreise hindurchzieht (Abb. 4).

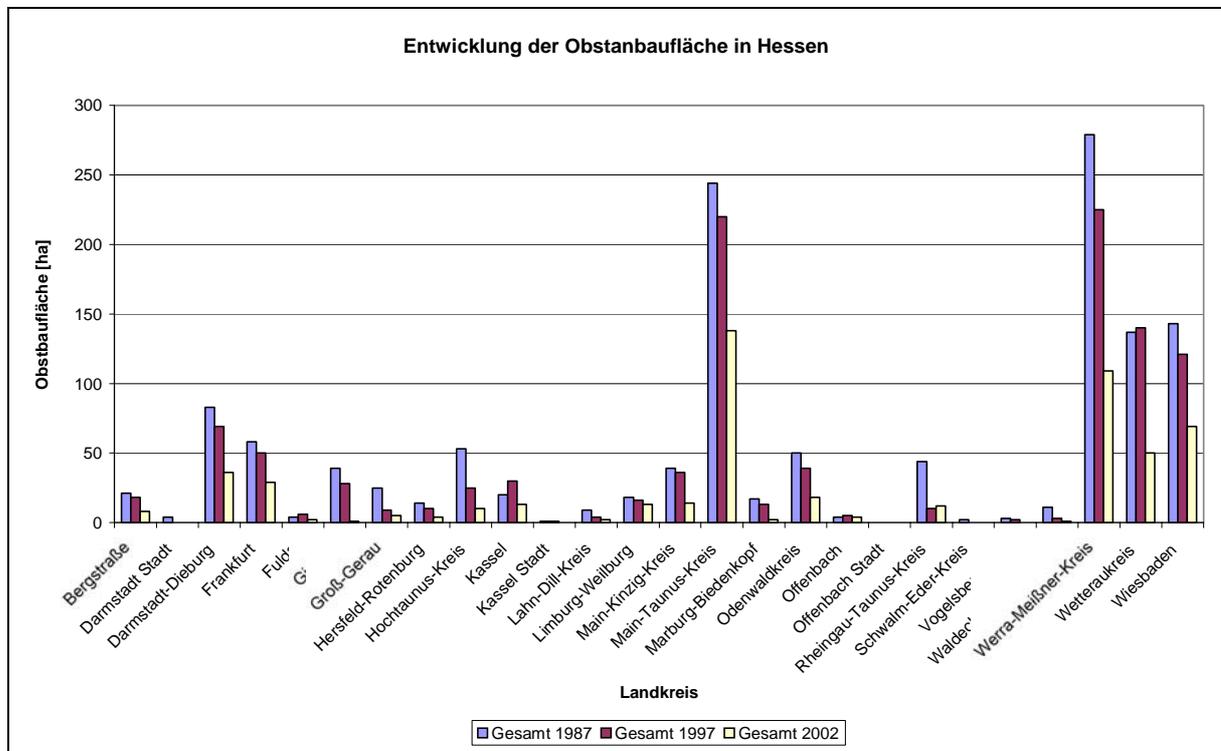


Abbildung 4: Entwicklung der Baumobstfläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Insgesamt war die Flächenreduktion zwischen 1997 und 2002 mit durchschnittlich knapp 54 Prozent größer als zwischen 1987 und 1997 mit etwa 26 Prozent. Einige Ausnahmen sind jedoch herauszustellen. Im Stadtkreis Darmstadt wurde bereits 1997 kein Obstbau mehr statistisch erfasst, gleiches gilt für den Schwalm-Eder-Kreis. Im Stadtkreis Offenbach waren auch bereits 1987 keine Obstbauflächen ausgewiesen. 2002 fallen zwei weitere Kreise ohne ausgewiesene Obstbaufläche auf: Der Stadtkreis Kassel und der Vogelsbergkreis. Im Kreis Limburg-Weilburg und im Main-Taunus-Kreis fällt die Flächenreduktion eher unterdurchschnittlich aus. Im Rheingau-Taunus-Kreis wurde die Obstbaufläche zwischen 1987 und 1997 sehr deutlich verkleinert. Zwischen 1997 und 2002 kam es jedoch wieder zu Flächenausweitungen um etwa 20 Prozent (Tab. 5).

Tabelle 5: Entwicklung der Baumobstfläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987	1997		2002		Landkreis	1987	1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]		Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]
Main-Taunus-Kreis	244	220	-10	138	-37	Groß-Gerau	25	9	-64	5	-44
Werra-Meißner-Kreis	279	225	-19	109	-52	Hersfeld-Rotenburg	14	10	-29	4	-60
Wiesbaden	143	121	-15	69	-43	Offenbach	4	5	25	4	-20
Wetteraukreis	137	140	2	50	-64	Fulda	4	6	50	2	-67
Darmstadt-Dieburg	83	69	-17	36	-48	Lahn-Dill-Kreis	9	4	-56	2	-50
Frankfurt	58	50	-14	29	-42	Marburg-Biedenkopf	17	13	-23	2	-85
Odenwaldkreis	50	39	-22	18	-54	Gießen	39	28	-28	1	-96
Main-Kinzig-Kreis	39	36	-8	14	-61	Waldeck-Frankenberg	11	3	-73	1	-67
Kassel	20	30	50	13	-57	Darmstadt Stadt	4	0	-100	0	-
Limburg-Weilburg	18	16	-11	13	-18	Kassel Stadt	1	1	-	0	-100
Rheingau-Taunus-Kreis	44	10	-77	12	20	Offenbach Stadt	0	0	-	0	0
Hochtaunus-Kreis	53	25	-53	10	-60	Schwalm-Eder-Kreis	2	0	-100	0	-
Bergstraße	21	18	-14	8	-56	Vogelsbergkreis	3	2	-33	0	-100

¹ = Obstbau gesamt ohne Erdbeeren

Im Gegensatz dazu wurde in den Landkreisen Kassel, Offenbach und Fulda, wenn auch auf niedrigem Niveau, die Obstbaufläche zwischen 1987 und 1997 ausgeweitet, bevor es zwischen 1997 und 2002 wieder zur Reduzierung der Flächen kam.

3.2 Obstbau nach Arten

Die Betrachtung einzelner Obstarten soll Aufschluss darüber geben, ob für diese ein verhältnismäßig größerer Anteil an der gesamtdeutschen Produktion vorliegt, als bei Betrachtung des Gesamtofbbaus. Darüber hinaus soll untersucht werden, ob für verschiedene Kulturen unterschiedliche Anbauzentren in Hessen zu finden sind.

3.2.1 Obstbau nach Arten – Apfel

Im Jahr 2002 wurden in Hessen auf einer Anbaufläche von 317 Hektar Äpfel produziert. Das entspricht einem Anteil von etwa drei Prozent an der deutschlandweiten Apfelanbaufläche von 31.219 Hektar. Damit liegt der Prozentwert für die Apfelanbaufläche zwar etwas über dem Wert der gesamten Obstbaufläche, an dem vorletzten Platz Hessens in der Reihenfolge aller Bundesländer ändert sich jedoch nichts (Abb. 5). Bezogen auf die gesamte hessische

Obstbaufläche (ohne Erdbeeren) erreichte der Apfelanbau 2002 einen Anteil von 59 Prozent. Damit stellt der Apfel neben den Erdbeeren die wichtigste Kultur im hessischen Erwerbsobstbau dar.

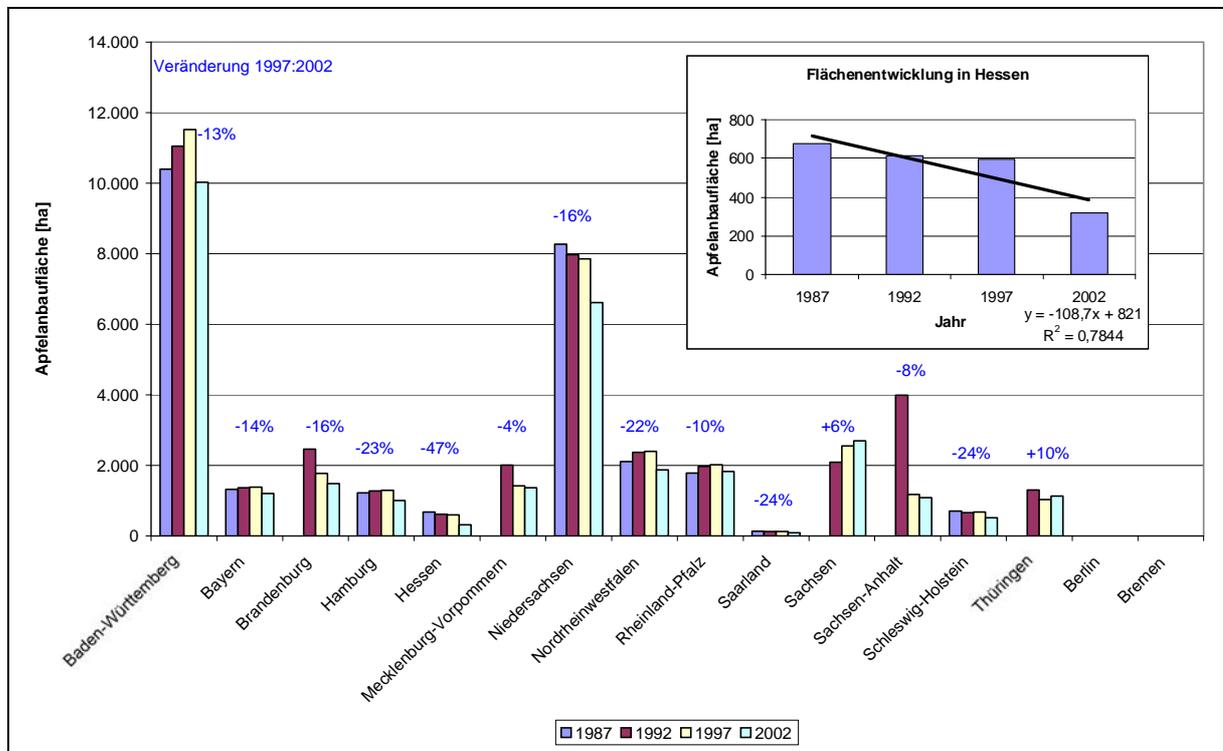


Abbildung 5: Entwicklung der Apfelanbaufläche 1987 bis 2002

(Quelle: ZMP 2003)

Im bundesdeutschen Durchschnitt lag der Flächenrückgang zwischen 1997 und 2002 bei etwa 14 Prozent. Erwähnenswerte Ausnahmen bilden Sachsen und Thüringen, wo ein Flächenzuwachs von sechs beziehungsweise zehn Prozent zu verzeichnen war. Ähnlich wie bei der gesamten Obstbaufläche erscheint der Flächenrückgang in Hessen besonders stark gewesen zu sein. Wobei auch hier die zuvor genannten Einschränkungen der Aussagekraft zu berücksichtigen sind. Laut Statistik ging die Apfelanbaufläche in Hessen zwischen 1997 und 2002 von 594 auf 317 Hektar um 47 Prozent zurück. Gegenüber 1987 (672 Hektar) beträgt der Flächenrückgang in Hessen sogar 53 Prozent.

In Hessen hat der Main-Taunus-Kreis die größte Bedeutung im Apfelanbau. Hier wurde im Jahr 2002 eine Anbaufläche von 103 Hektar verzeichnet, das sind knapp 33 Prozent der gesamten hessischen Apfelanbaufläche. Weitere Landkreise mit bedeutenden Apfelanbauflächen sind Wiesbaden mit 42 Hektar (13 %), Darmstadt-Dieburg und der

Wetteraukreis mit je 31 Hektar (10 %), sowie Frankfurt mit 25 Hektar (8 %). In den Landkreisen Hersfeld-Rotenburg, Marburg-Biedenkopf, Schwalm-Eder-Kreis und Vogelsbergkreis, sowie in den Städten Darmstadt, Kassel und Offenbach wurde für 2002 kein Apfelanbau in der Statistik erfasst (Tab. 6).

Tabelle 6: Entwicklung der Apfelanbaufläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987	1997		2002		Landkreis	1987	1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]		Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]
Main-Taunus-Kreis	150	160	7	103	-36	Groß-Gerau	12	4	-68	2	-50
Wiesbaden	69	69	-	42	-39	Offenbach	4	5	25	2	-60
Darmstadt-Dieburg	75	58	-23	31	-47	Gießen	17	13	-23	1	-92
Wetteraukreis	79	93	18	31	-67	Fulda	2	2	-	1	-50
Frankfurt	51	44	-14	25	-43	Lahn-Dill-Kreis	5	2	-60	1	-50
Odenwaldkreis	45	36	-20	18	-50	Waldeck-Frankenberg	7	2	-71	1	-50
Main-Kinzig-Kreis	30	26	-13	14	-46	Marburg-Biedenkopf	10	7	-30	0	-100
Limburg-Weilburg	14	13	-7	10	-23	Hersfeld-Rotenburg	1	0	-100	0	-
Rheingau-Taunus-Kreis	27	8	-70	10	25	Darmstadt Stadt	3	0	-100	0	-
Hochtaunus-Kreis	35	17	-51	7	-59	Kassel Stadt	1	1	-	0	-100
Werra-Meißner-Kreis	11	11	-	6	-45	Offenbach Stadt	0	0	-	0	-
Kassel	5	6	20	5	-17	Schwalm-Eder-Kreis	0	0	-	0	-
Bergstraße	16	16	-	5	-69	Vogelsbergkreis	3	2	-33	0	-100

¹ = Apfel

Die größten prozentualen Flächenrückgänge (> 50 %) zwischen 1987 und 2002 wurden in den Landkreisen Gießen, Groß-Gerau, Hochtaunuskreis, Lahn-Dill-Kreis und Waldeck-Frankenberg verzeichnet. Der reelle Flächenrückgang war in den Landkreisen Darmstadt-Dieburg (-44 Hektar), Main-Taunus-Kreis (-47 Hektar) und dem Wetteraukreis (-48 Hektar) am größten.

3.2.2 Obstbau nach Arten – Birne

Die Anbaufläche für Birnen betrug im Jahr 2002 in Hessen 31 Hektar. An der gesamtdeutschen Anbaufläche von 2.090 Hektar stellt das einen Anteil von knapp 1,5 Prozent dar. Damit erreicht der Birnenanbau nicht die Bedeutung wie der Apfelanbau. Dennoch rückt Hessen in der Rangliste der Bundesländer bezüglich der Birnenanbaufläche um einige Plätze, auf den zehnten Platz, nach vorne, weil in anderen Bundesländern noch weniger Birnenanbau

erfasst wird. Die größte Birnenanbaufläche war 2002 mit 786 Hektar in Baden-Württemberg zu verzeichnen (Abb. 6). An der hessischen Gesamtobstbaufläche (ohne Erdbeeren) erreicht der Birnenanbau einen Anteil von knapp sechs Prozent. Das macht deutlich, dass dem hessischen Birnenanbau nur eine geringe Bedeutung beizumessen ist.

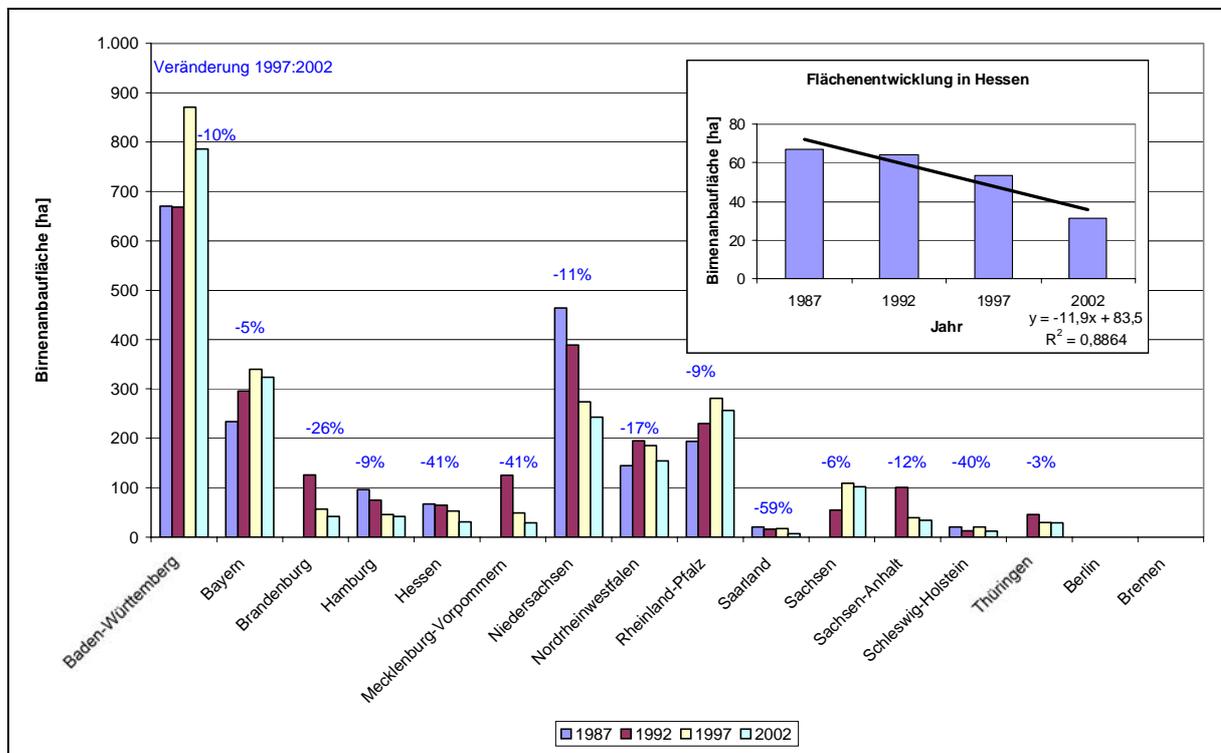


Abbildung 6: Entwicklung der Birnenanbaufläche 1987 bis 2002

(Quelle: ZMP 2003)

Zwischen den Jahren 1997 und 2002 war in Deutschland ein Flächenrückgang von durchschnittlich etwa 20 Prozent zu verzeichnen. Deutlich stärker war die Flächenreduzierung im Saarland (-59 %), in Hessen und in Mecklenburg-Vorpommern (jeweils -41 %) ausgeprägt. Auch hier ist wieder die methodisch bedingte Einschränkung der Aussagekraft der Zahlen zu berücksichtigen. Der größte Rückgang der Birnenanbaufläche in Hessen war zwischen den Jahren 1997 und 2002 mit 22 Hektar zu verzeichnen. Zwischen den vorangegangenen Erhebungen war diese Fläche annähernd gleich geblieben. Bereits 1997 deutete sich jedoch ein Flächenrückgang an. Insgesamt reduzierte sich die Birnenanbaufläche in Hessen zwischen 1987 und 2002 um 46 Prozent. Damit fiel der Flächenrückgang bei Birnen etwas kleiner aus als bei Äpfeln.

Wie bereits bei den Äpfeln erreicht auch im Birnenanbau der Main-Taunus-Kreis die größte Bedeutung unter den hessischen Landkreisen. Im Jahr 2002 wurden dort auf 15 Hektar Birnen produziert, das entspricht einem Anteil von 48 Prozent an der gesamten hessischen Birnenanbaufläche. Die zweite Hälfte der Anbaufläche verteilt sich zu jeweils sehr kleinen Anteilen auf die Landkreise Bergstraße, Darmstadt-Dieburg, Frankfurt, Wiesbaden und den Wetteraukreis. Für die übrigen Landkreise war 2002 in der Statistik kein Birnenanbau ausgewiesen (Tab. 7).

Tabelle 7: Entwicklung der Birnenanbaufläche in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987	1997		2002		Landkreis	1987	1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]		Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]
Main-Taunus-Kreis	32	25	-22	15	-40	Groß-Gerau	2	1	-50	0	-100
Wiesbaden	5	4	-20	3	-25	Offenbach	0	0	-	0	-
Wetteraukreis	5	3	-40	3	-	Gießen	1	1	-	0	-100
Bergstraße	2	2	-	3	50	Fulda	1	1	-	0	-100
Frankfurt	3	3	-	2	-33	Lahn-Dill-Kreis	1	0	-100	0	-
Darmstadt-Dieburg	3	3	-	2	-33	Waldeck-Frankenberg	0	0	-	0	-
Werra-Meißner-Kreis	1	1	-	1	-	Marburg-Biedenkopf	0	1	100	0	-100
Limburg-Weilburg	2	2	-	1	-50	Hersfeld-Rotenburg	0	0	-	0	-
Rheingau-Taunus-Kreis	3	1	-67	1	-	Darmstadt Stadt	0	0	-	0	-
Hochtaunus-Kreis	2	1	-50	0	-100	Kassel Stadt	0	0	-	0	-
Main-Kinzig-Kreis	2	2	-	0	-100	Offenbach Stadt	0	0	-	0	-
Kassel	0	0	-	0	-	Schwalm-Eder-Kreis	0	0	-	0	-
Odenwaldkreis	1	1	-	0	-100	Vogelsbergkreis	0	0	-	0	-

¹ = Birne

Der größte absolute Flächenrückgang war im Main-Taunus-Kreis zu verzeichnen. Hier ging die Birnenanbaufläche zwischen 1987 und 2002 um 17 Hektar zurück. Zwischen 1997 und 2002 war der Rückgang etwas stärker ausgeprägt als zwischen 1987 und 1997. Der größte prozentuale Rückgang der Birnenanbaufläche ist in den Landkreisen zu verzeichnen, in denen der Birnenanbau völlig aus der Statistik verschwunden ist. Eine Besonderheit zeigt sich im Landkreis Bergstraße, hier wurde die Anbaufläche für Birnen zwischen 1997 und 2002 um ein Hektar ausgeweitet. Ein echter Trend ist daraus jedoch nicht abzuleiten.

3.2.3 Obstbau nach Arten – Süßkirsche

2002 wurden in Deutschland auf 5.366 Hektar Süßkirschen produziert. An dieser Fläche hat die hessische Produktion mit 103 Hektar einen Anteil von knapp zwei Prozent. In der Rangliste der Bundesländer liegt Hessen damit auf dem zehnten Platz. Die größte Süßkirschenanbaufläche war 2002 mit 2.078 Hektar in Baden-Württemberg zu finden (Abb. 7).

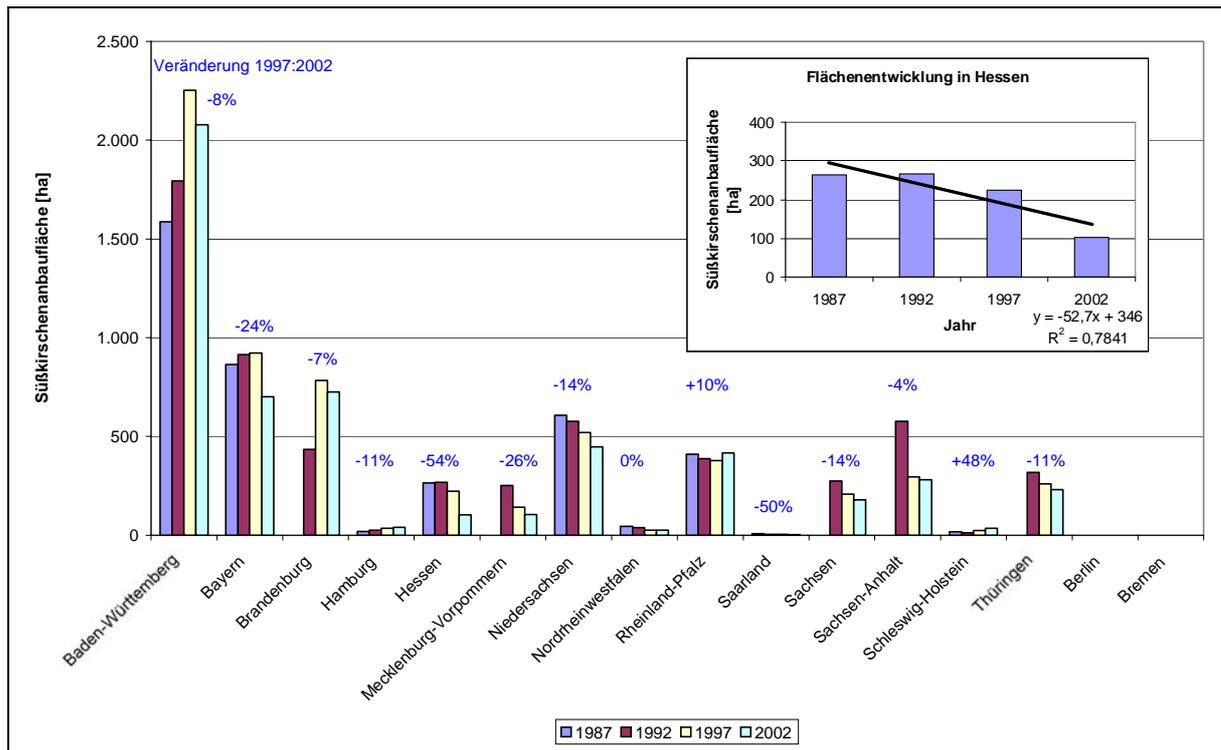


Abbildung 7: Entwicklung der Anbaufläche von Süßkirschen 1987 bis 2002
(Quelle: ZMP 2003)

Der Flächenrückgang zwischen den Jahren 1997 bis 2002 war mit etwa zehn Prozent im Bundesdurchschnitt weniger stark ausgeprägt als bei den Obstarten Apfel und Birne. In Hamburg, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein waren sogar, zum Teil deutliche, Flächenzuwächse zu verzeichnen. In Nordrhein-Westfalen hat sich die Süßkirschenfläche zwischen 1997 und 2002 nicht verändert. Die deutlichste Reduzierung der Anbaufläche für Süßkirschen ist in der Statistik für Bayern (-24 %) und Hessen (-54 %) auszumachen. Die übrigen Bundesländer liegen im großen und ganzen im bundesweiten Durchschnitt. Der absolute Flächenrückgang zwischen 1997 (223 Hektar) und 2002 (103 Hektar) lag in Hessen

bei 120 Hektar. Gegenüber 1987 ging die Anbaufläche für Süßkirschen sogar um 161 Hektar oder 61 Prozent zurück.

Trotz der enormen Reduzierung der Produktionsflächen für Süßkirschen macht der Süßkirschenanbau noch 19 Prozent der gesamten hessischen Obstbaufläche (ohne Erdbeeren) aus. Die größte Bedeutung erlangt der Süßkirschenanbau in Hessen im Werra-Meißner-Kreis. Dort wurden 2002 auf 67 Hektar 65 Prozent der hessischen Süßkirschen produziert. Dass es sich beim Werra-Meißner-Kreis um ein traditionelles Süßkirschenanbaugebiet handelt machen die Zahlen bis 1987 deutlich. Der Süßkirschenanbau war dort schon immer stark ausgeprägt, und auch der Flächenrückgang war prozentual nicht so stark wie in anderen Landkreisen. Mit Abstrichen weißt auch noch der Wetteraukreis (12 Hektar/12 %) und der Landkreis Wiesbaden (16 Hektar/16 %) bedeutende Anbauflächen für Süßkirschen auf. Die übrigen Landkreise fallen bezüglich der Süßkirschenproduktion nicht ins Gewicht (Tab. 8).

Tabelle 8: Entwicklung der Anbaufläche von Süßkirschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987	1997		2002		Landkreis	1987	1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]		Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]
Werra-Meißner-Kreis	151	139	-8	67	-52	Rheingau-Taunus-Kreis	4	0	-100	0	-
Wiesbaden	41	30	-27	16	-47	Offenbach	0	0	-	0	-
Wetteraukreis	40	32	-20	12	-62	Gießen	8	5	-37	0	-100
Darmstadt-Dieburg	1	2	100	2	-	Fulda	1	1	-	0	-100
Main-Taunus-Kreis	2	2	-	2	-	Lahn-Dill-Kreis	1	1	-	0	-100
Hersfeld-Rotenburg	2	1	-100	1	-	Waldeck-Frankenberg	1	0	-100	0	-
Hochtaunus-Kreis	3	2	-33	1	-50	Marburg-Biedenkopf	2	1	-100	0	-100
Limburg-Weilburg	0	0	-	1	100	Bergstraße	0	0	-	0	-
Groß-Gerau	1	1	-	1	-	Darmstadt Stadt	0	0	-	0	-
Frankfurt	1	1	-	0	-100	Kassel Stadt	0	0	-	0	-
Main-Kinzig-Kreis	2	2	-	0	-100	Offenbach Stadt	0	0	-	0	-
Kassel	0	3	100	0	-100	Schwalm-Eder-Kreis	1	0	-100	0	-
Odenwaldkreis	1	0	-100	0	-	Vogelsbergkreis	0	0	-	0	-

¹ = Süßkirsche

Am deutlichsten ist der Flächenrückgang in Gießen, wo 1987 mit acht Hektar noch die viertgrößte Anbaufläche für Süßkirschen in Hessen zu finden war, und 2002 kein Süßkirschenanbau in der Statistik mehr erfasst wurde. Der absolute Flächenrückgang war mit

84 Hektar im Werra-Meißner-Kreis am größten. Bezogen auf die Ausgangslage ergab sich die prozentual größte Flächenreduzierung jedoch im Landkreis Gießen. Im Landkreis Darmstadt-Dieburg war 1997 ein kleiner Flächenzuwachs um ein, auf zwei Hektar zu verzeichnen. Ansonsten wurde in vielen Landkreisen der Süßkirschenanbau stark reduziert, oder sogar ganz eingestellt.

3.2.4 Obstbau nach Arten – Sauerkirsche

Die hessische Anbaufläche für Sauerkirschen lag im Jahr 2002 bei 58 Hektar. Der Anteil an der bundesdeutschen Anbaufläche von 4.197 Hektar liegt damit bei 1,4 Prozent. Das bedeutet in der Rangliste der Bundesländer den drittletzten Platz vor Hamburg (11 Hektar) und dem Saarland (1 Hektar). Die größte Bedeutung im Sauerkirschenanbau hat Rheinland-Pfalz, wo 2002 auf 1.133 Hektar Sauerkirschen angebaut wurden (Abb. 8).

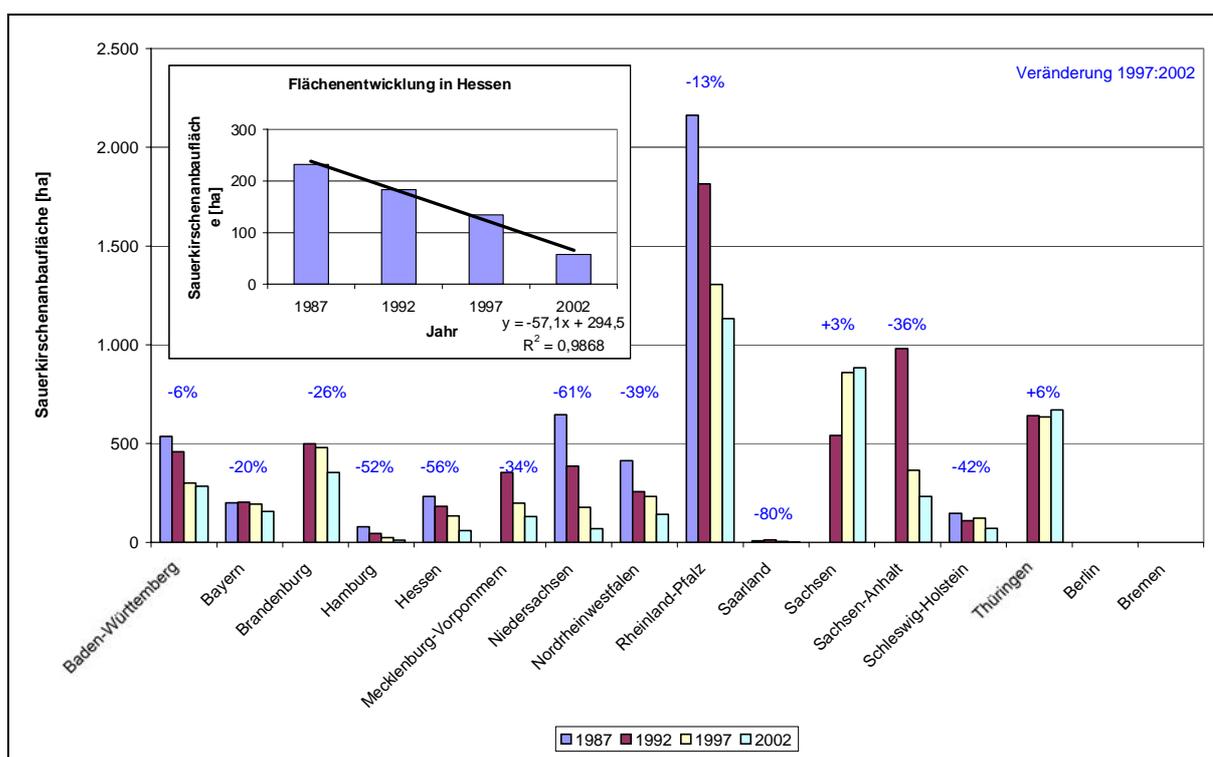


Abbildung 8: Entwicklung der Anbaufläche von Sauerkirschen 1987 bis 2002
(Quelle: ZMP 2003)

Der Flächenrückgang in der Sauerkirschenproduktion zwischen 1997 und 2002 lag mit knapp 33 Prozent im Durchschnitt aller Bundesländer deutlich über dem durchschnittlichen Flächenrückgang bei anderen Obstarten. Nur in Sachsen und Thüringen wurde die

Anbaufläche für Sauerkirschen um drei beziehungsweise sechs Prozent ausgeweitet. Besonders starke Flächenrückgänge waren in Niedersachsen (-61 %), Hamburg (-52 %) und auch wieder in Hessen zu verzeichnen. In Hessen ging die Anbaufläche für Sauerkirschen zwischen 1997 und 2002 um 57 Prozent von 134 auf 58 Hektar zurück. Noch deutlicher fällt der Flächenrückgang gegenüber 1987 aus. Wurden 1987 noch auf einer Fläche von 232 Hektar Sauerkirschen produziert, so war es 2002 gerade einmal noch ein Viertel davon.

Wie bereits bei den Süßkirschen stellt der Werra-Meißner-Kreis den Landkreis mit der größten Sauerkirschanbaufläche in Hessen dar. 2002 lag die Anbaufläche in diesem Landkreis bei 32 Hektar, das entspricht einem Anteil von 54 Prozent an der gesamten hessischen Anbaufläche für Sauerkirschen. Auch in den Landkreisen Kassel (7 Hektar), Hersfeld-Rotenburg (3 Hektar) und dem Main-Taunus-Kreis (8 Hektar) wurde 2002 noch in gewissem Maße der Anbau von Sauerkirschen statistisch erfasst (Tab 9).

Tabelle 9: Entwicklung der Anbaufläche von Sauerkirschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987	1997		2002		Landkreis	1987	1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]		Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]	geg. VJ [%]
Werra-Meißner-Kreis	113	70	-38	32	-54	Rheingau-Taunus-Kreis	5	1	-80	0	-100
Main-Taunus-Kreis	44	17	-61	8	-53	Offenbach	0	0	-	0	-
Kassel	15	12	-20	7	-42	Gießen	1	0	-100	0	-
Hersfeld-Rotenburg	11	9	-18	3	-67	Darmstadt-Dieburg	2	3	50	0	-100
Wiesbaden	12	6	-50	2	-67	Lahn-Dill-Kreis	1	1	-	0	-100
Marburg-Biedenkopf	5	4	-20	2	-50	Waldeck-Frankenberg	3	1	-67	0	-100
Hochtaunus-Kreis	5	2	-60	1	-50	Limburg-Weilburg	1	0	-100	0	-
Wetteraukreis	4	2	-50	1	-50	Bergstraße	2	0	-100	0	-
Groß-Gerau	1	1	-	1	-	Darmstadt Stadt	1	0	-100	0	-
Frankfurt	3	1	-67	1	-	Kassel Stadt	0	0	-	0	-
Fulda	0	3	100	1	-67	Offenbach Stadt	0	0	-	0	-
Main-Kinzig-Kreis	2	2	-	0	-100	Schwalm-Eder-Kreis	1	0	-100	0	-
Odenwaldkreis	1	1	-	0	-100	Vogelsbergkreis	0	0	-	0	-

¹ = Sauerkirsche

Die Flächenveränderungen im hessischen Sauerkirschanbau sind durchweg negativ, es kam in keinem Landkreis zu Flächenausweitungen. Die größten absoluten Flächenrückgänge fanden im Werra-Meißner-Kreis (-81 Hektar), im Main-Taunus-Kreis (-36 Hektar) und im Landkreis

Wiesbaden (-10 Hektar) statt. In Bezug zur Ausgangsfläche war der größte prozentuale Flächenrückgang in den Landkreisen Hersfeld-Rotenburg und Wiesbaden mit jeweils knapp 67 Prozent zu verzeichnen. In zahlreichen Landkreisen werden aktuell keine Sauerkirschen mehr produziert.

3.2.5 Obstbau nach Arten – Pflaumen und Zwetschen

In Deutschland wurden 2002 auf einer Fläche von 4.519 Hektar Pflaumen und Zwetschen (*fortan nur Pflaumen*) produziert. Auf Hessen entfielen davon 28 Hektar, was einem Anteil von 0,6 Prozent entspricht. Damit liegt der hessische Anteil an der deutschen Pflaumenproduktion deutlich unter dem hessischen Anteil an der gesamten Obstproduktion. In der Rangliste der Bundesländer lag Hessen 2002 auf dem viertletzten Platz vor dem Saarland (3 Hektar), Hamburg (15 Hektar) und Schleswig-Holstein (17 Hektar). Die größte Anbaufläche für Pflaumen wird von der Statistik mit 1.935 Hektar in Baden-Württemberg angegeben (Abb. 9).

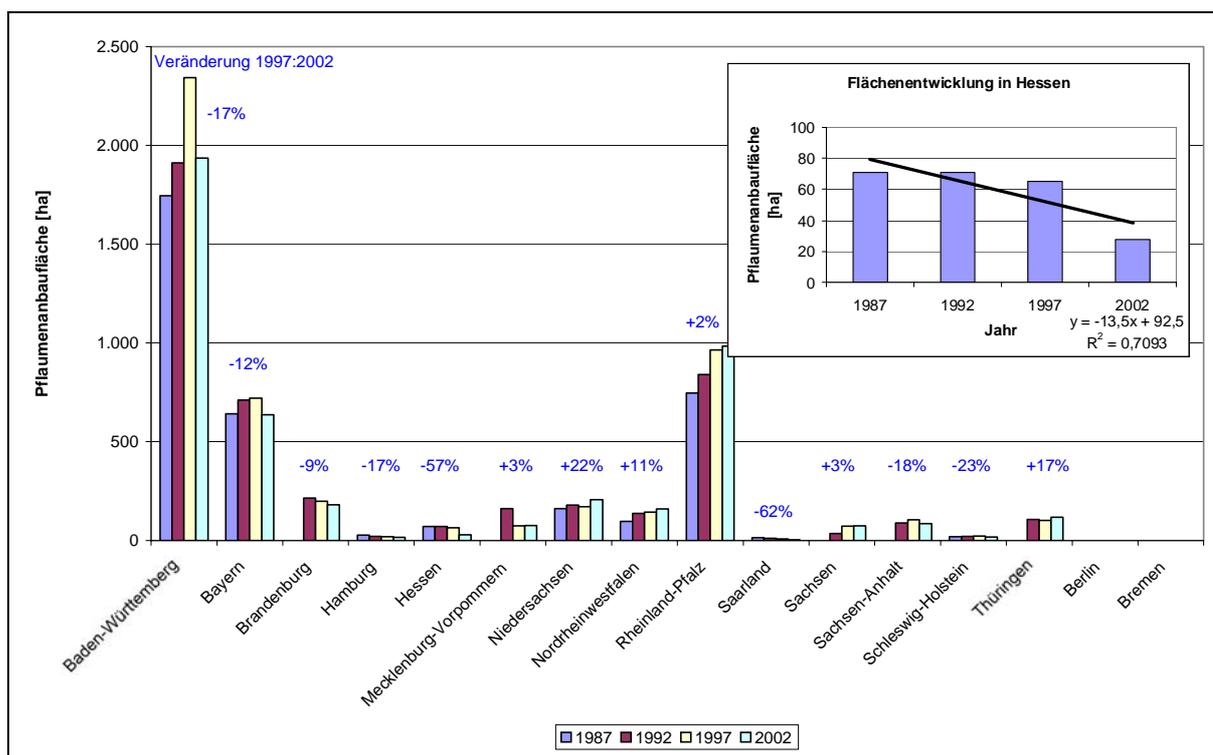


Abbildung 9: Entwicklung der Anbaufläche von Pflaumen 1987 bis 2002

(Quelle: ZMP 2003)

Der bundesdeutsche Trend zu rückläufigen Anbauflächen ist auch für Pflaumen zu erkennen. Er ist jedoch mit elf Prozent Flächenrückgang im Durchschnitt aller Bundesländer zwischen 1997 und 2002 nicht so stark ausgeprägt wie beispielsweise bei Sauerkirschen. Außerdem weisen mehr als bei anderen Obstarten einige Bundesländer bei Pflaumen die Tendenz zur Flächenvergrößerung auf. In Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen ist die Zuwachsrate mit zwei bis drei Prozent relativ gering, aber Nordrhein-Westfalen (+11 %), Thüringen (+17 %) und Niedersachsen (+21 %) weisen deutliche Flächenzuwächse aus. Die größten Flächenrückgänge sind laut Statistik in Hessen zu verzeichnen, wobei auch hier wieder zu beachten ist, welche Flächen methodisch bedingt aus der Statistik herausgefallen sind. In Hessen ging die Anbaufläche für Pflaumen zwischen 1997 und 2002 von 65 auf 28 Hektar um 57 Prozent zurück. Vor 1997 war die Pflaumenanbaufläche in Hessen relativ konstant.

In Hessen ist kein echter Anbauschwerpunkt für Pflaumen festzumachen. Die kleine Gesamtfläche verteilt sich auf zwölf verschiedene Landkreise. Die größte Fläche ist mit neun Hektar im Main-Taunus-Kreis registriert, das sind immerhin 32 Prozent der gesamten hessischen Anbaufläche für Pflaumen. Mehr als ein Hektar sind darüber hinaus in den Landkreisen Wiesbaden, Wetteraukreis und Werra-Meißner-Kreis erfasst (Tab. 10).

Tabelle 10: Entwicklung der Anbaufläche von Pflaumen und Zwetschen in den hessischen Landkreisen 1987 bis 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	1987		1997		2002		Landkreis	1987		1997		2002	
	Anbau fläche ¹ [ha]	Anbau geg. fläche ¹ [ha]	VJ [%]	Anbau geg. fläche ¹ [ha]	VJ [%]	Anbau fläche ¹ [ha]		Anbau geg. fläche ¹ [ha]	VJ [%]	Anbau geg. fläche ¹ [ha]	VJ [%]		
Main-Taunus-Kreis	10	13	30	9	-31	Rheingau-Taunus-Kreis	4	0	-100	0	-		
Wiesbaden	13	9	-31	4	-56	Hersfeld-Rotenburg	0	0	-	0	-		
Wetteraukreis	7	8	14	3	-62	Gießen	11	8	-27	0	-100		
Werra-Meißner-Kreis	3	4	33	3	-25	Fulda	0	1	100	0	-100		
Kassel	0	9	100	1	-89	Main-Kinzig-Kreis	3	3	-	0	-100		
Offenbach	0	0	-	1	100	Waldeck-Frankenberg	0	0	-	0	-		
Hochtaunus-Kreis	4	2	-50	1	-50	Marburg-Biedenkopf	0	0	-	0	-		
Darmstadt-Dieburg	1	2	100	1	-100	Bergstraße	1	0	-100	0	-		
Groß-Gerau	8	2	-75	1	-50	Darmstadt Stadt	0	0	-	0	-		
Frankfurt	0	1	100	1	-	Kassel Stadt	0	0	-	0	-		
Lahn-Dill-Kreis	1	0	-100	1	100	Offenbach Stadt	0	0	-	0	-		
Limburg-Weilburg	1	1	-	1	-	Schwalm-Eder-Kreis	0	0	-	0	-		
Odenwaldkreis	1	1	-	0	-100	Vogelsbergkreis	0	0	-	0	-		

¹ = Pflaumen und Zwetschen

Bei der Flächenentwicklung zwischen 1987 und 2002 fällt auf, dass in den Landkreisen Gießen und Groß-Gerau die deutlichsten Flächenrückgänge zu verzeichnen sind. 2002 wurden in diesen Landkreisen kaum noch oder keine Pflaumen mehr produziert. Im Main-Taunus-Kreis dagegen fiel der Flächenrückgang wesentlich geringer aus. Insgesamt ist jedoch die Produktion von Pflaumen in Hessen kaum von Bedeutung.

3.2.6 Obstbau nach Arten – Erdbeere

Die Produktionsfläche für Erdbeeren betrug im Jahr 2002 in Deutschland 9.881 Hektar. In Hessen spielt der Erdbeeranbau eine wichtige Rolle, zwar nicht für die gesamtdeutsche Produktion, aber für den hessischen Obstbau an sich. Mit 536 Hektar Erdbeeranbaufläche hat Hessen einen Anteil von gut fünf Prozent an der gesamtdeutschen Fläche, und belegt damit Platz acht in der Rangliste aller Bundesländer. Die hessische Erdbeeranbaufläche war damit 2002 noch einmal genau so groß wie die Summe der Produktionsflächen für die verschiedenen Baumobstarten, was die Bedeutung des Erdbeeranbaus in Hessen unterstreicht. Die größte Erdbeeranbaufläche in Deutschland war 2002 in Nordrhein-Westfalen (2.067

Hektar) zu verzeichnen (Abb. 10), dicht gefolgt von Baden-Württemberg (1.737 Hektar) und Niedersachsen (1.540 Hektar).

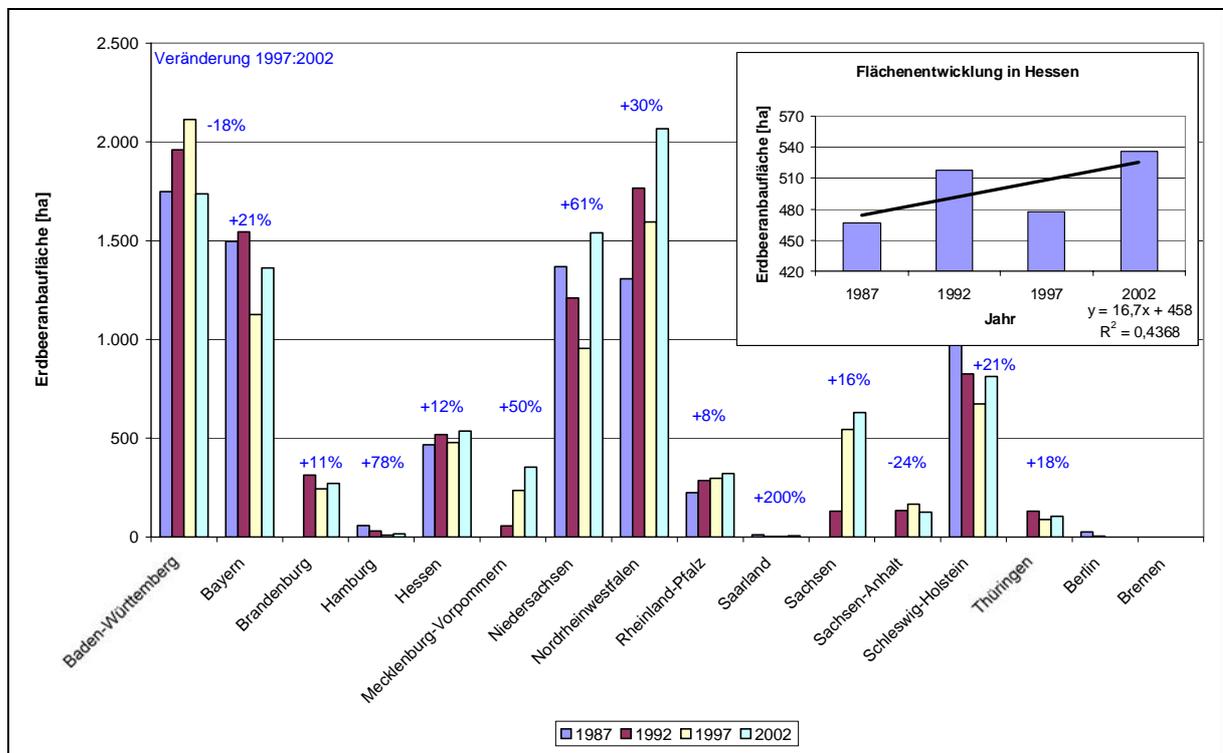


Abbildung 10: Entwicklung der Erdbeeranbaufläche 1987 bis 2002
(Quelle: ZMP 2003)

Im Gegensatz zu den Baumobstarten gibt es bei den Erdbeeren einen eindeutigen Trend zur Vergrößerung der Anbauflächen. Im Durchschnitt aller Bundesländer wurde die Erdbeeranbaufläche zwischen 1997 und 2002 um fast 16 Prozent von 8.524 auf 9.881 Hektar ausgeweitet, wobei jedoch festzustellen bleibt, dass zuvor zwischen 1992 und 1997 die Anbaufläche in fast allen Bundesländern zurückgegangen war. Entgegen diesem Trend waren in Baden-Württemberg (-18 %) und Sachsen-Anhalt (-24 %) Flächenrückgänge zu verzeichnen. Die größten prozentualen Flächenzuwächse wurden im Saarland (+200 %), in Hamburg (+78 %) und in Niedersachsen (+61 %) registriert. Auch Hessen folgt dem Trend der Flächenausweitung, obgleich die Zuwachsrate von gut zwölf Prozent unter dem Bundesdurchschnitt liegt. Zwischen 1997 und 2002 wurde die Erdbeeranbaufläche in Hessen von 478 auf 536 Hektar vergrößert.

Nach Angaben des Hessischen Statistischen Bundesamtes wird die hessische Erdbeeranbaufläche nicht nach Landkreisen aufgeschlüsselt. Es ist somit nicht möglich,

Anbauschwerpunkte für Erdbeeren in Hessen auszumachen. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Landkreise, die schon einen gewissen Anteil an Baumobstproduktion aufweisen, auch den größten Teil der Erdbeeranbaufläche unter sich ausmachen.

4 Hessens Naturräume und der Obstbau

In den folgenden Punkten wird die naturräumliche Gliederung Hessens dargestellt. Zunächst wird gezeigt, welche Naturraumgruppen es in Hessen gibt, wie diese Naturraumgruppen charakterisiert sind und welche Naturräume darin zusammengefasst sind. Danach wird untersucht, ob bestimmte Naturräume besonders stark durch obstbauliche Nutzung geprägt werden. Die Unterscheidung nach Naturraumgruppen ist für die weiteren Untersuchungen von entscheidender Bedeutung.

4.1 Die Naturräume Hessens

Die naturräumliche Gliederung eines Landes beruht auf Untersuchungen des Reliefs, des Bodens, des Regionalklimas, des Wasserhaushalts und der Vegetation. Aufgrund solcher Untersuchungen wird ein Land eingeteilt in naturräumliche Grundeinheiten, die sich bezüglich der voran genannten Faktoren sehr ähnlich sind. Somit zeichnet sich eine naturräumliche Grundeinheit durch eine charakteristische Zusammensetzung mehrerer Geoökofaktoren aus, anhand derer sie abgegrenzt und hierarchisiert werden. Typisch für die naturräumliche Gliederung ist die Arbeit mit relativ kleinen Maßstäben (LESER et al. 1993). Die naturräumlichen Grundeinheiten entsprechen einer Gliederung siebter Ordnung. Sie können weiter zusammengefasst werden bis zur ersten Ordnung, welche der Großregion entspricht. Die Großregion wird nicht mit einer Kennziffer belegt. Hessen liegt naturräumlich nur in einer Großregion, der deutschen Mittelgebirgsregion. Damit hat die naturräumliche Unterscheidung erster Ordnung keine Gliederungsrelevanz für die Naturräume Hessens (KLAUSING 1988). Innerhalb der Großregion lassen sich weitere Regionen unterscheiden, die mit einer einstelligen Ziffer belegt sind. Für Hessen ergibt sich eine Zugehörigkeit zu vier unterschiedlichen Regionen (Tab. 11). Die Gliederung der zweiten Ordnung spielt jedoch in dieser Untersuchung keine Rolle.

Tabelle 11: Naturräumliche Regionen in Hessen

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Region
1	Süddeutsches Schichtstufen-Tafelland
2	Oberrheinische Tiefebene
3 _{0...3}	Grundgebirgsschollenland
3 _{4...7}	Hessisches Bruchschollentafelland

Auf der nächsten Ebene lassen sich sogenannte Haupteinheitengruppen oder Naturraumgruppen unterscheiden, die durch eine zweistellige Ziffer gekennzeichnet werden, wobei die erste Ziffer für die Region steht und die zweite Ziffer der weiteren Differenzierung dient. Auf dieser Ebene werden auch die weiteren Ergebnisse dieser Untersuchung dargestellt, um die jeweilige Stichprobenzahl durch eine weitere Unterteilung nicht zu sehr zu reduzieren. Für Hessen sind insgesamt 13 Naturraumgruppen relevant, einige davon sind jedoch flächenmäßig unbedeutend (Abb. 11) und werden deshalb bei den weiteren Auswertungen außen vor gelassen.

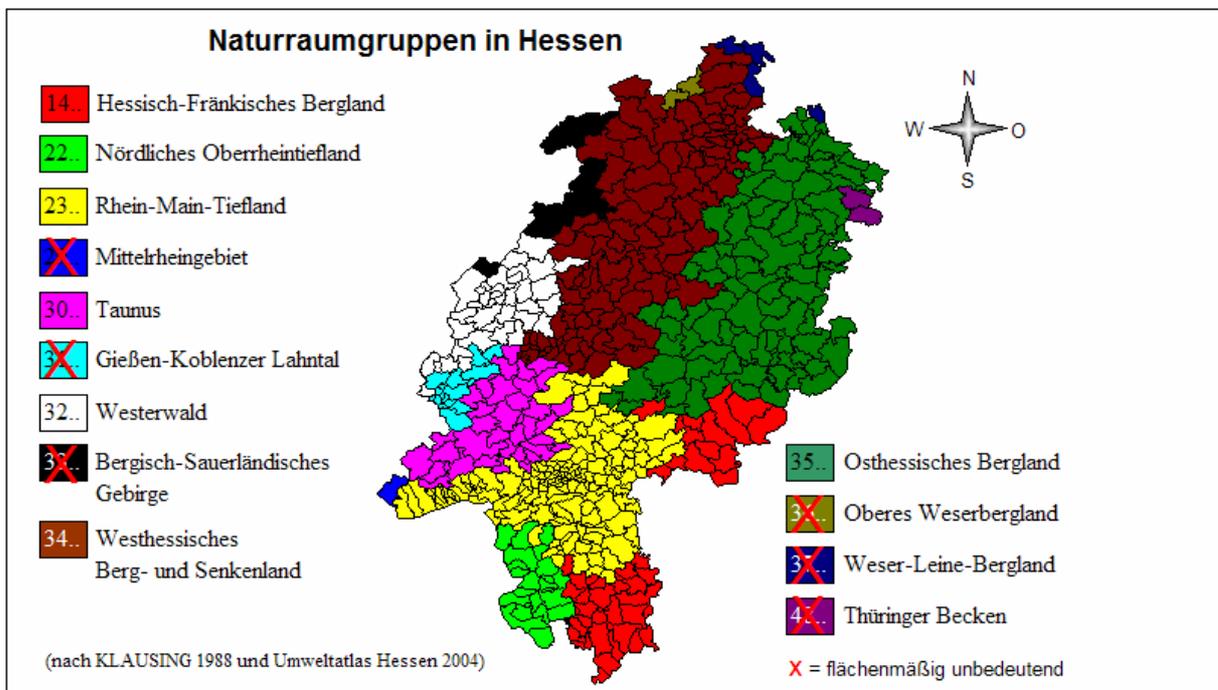


Abbildung 11: Naturraumgruppen in Hessen

(Quelle: nach KLAUSING 1988 und Umweltatlas Hessen 2004)

Die hier vorgestellten Naturraumgruppen bestehen wiederum aus den eigentlichen Naturräumen oder Haupteinheiten, die sich aufgrund bestimmter Merkmale unterscheiden. Die Naturräume, als naturräumliche Einheiten vierter Ordnung, erhalten zur Unterscheidung eine dritte Kennziffer hinzu. Aus den bereits zuvor genannten Gründen wird im weiteren Verlauf der Untersuchung jedoch auf diese und auf alle weiteren Differenzierungen verzichtet.

4.1.1 Naturraumgruppe 14 – Hessisch-Fränkisches Bergland

Die Naturraumgruppe 14 setzt sich aus insgesamt sechs Naturräumen zusammen (Tab. 12), wobei einzelne Naturräume nur mit Randbereichen nach Hessen hineinragen. Das Hessisch-Fränkische Bergland ist sehr walddreich und hat auch immer noch zahlreiche Laubwaldbestände. Die Höhe über normal Null liegt zwischen 500 Metern in den oberen Lagen von Odenwald, Spessart und Südrhön und 300 Metern auf den Neckarplatten (KLAUSING 1988).

Tabelle 12: Naturräume der Naturraumgruppe 14

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
140	Südrhön
141	Sandsteinspessart
142	Vorderer Spessart
143	Büdingen Wald
144	Sandsteinodenwald
145	Vorderer Odenwald

4.1.2 Naturraumgruppe 22 – Nördliches Oberrheintiefland

Das Nördliche Oberrheintiefland wird durch Randgebirge scharf begrenzt, und zeichnet sich durch eine typische Dreistufigkeit, die sich aus Stromniederung, Terrassenebene und Randhügel zusammensetzt, aus. Aufgrund der Jahresniederschlagsmenge um 600 Millimeter, einer Jahresmitteltemperatur von 9,5 Grad Celsius und Höhenlagen um 100 Meter über Normal Null, stellt das Nördliche Oberrheintiefland eine klimatisch begünstigte Naturraumgruppe dar (KLAUSING 1988). Die Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland setzt sich aus den drei Naturräumen Nördliche Oberrheinniederung,

Hessische Rheinebene und Bergstraße zusammen. Vor allem die nördlichen Teile der Bergstraße, die in Hessen liegen, sind klimatisch begünstigt und wurden häufig für den Anbau von Weintrauben oder Obst benutzt.

4.1.3 Naturraumgruppe 23 – Rhein-Main-Tiefland

Die Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland setzt sich aus acht Naturräumen zusammen (Tab. 13). Im Reinheimer Hügelland wird der Bereich der sogenannten kleinen Bergstraße für den Anbau von Weintrauben und Obst genutzt.

Tabelle 13: Naturräume der Naturraumgruppe 23

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
230	Messeler Hügelland
231	Reinheimer Hügelland
232	Untermainebene
233	Büdingen-Meerholzer Hügelland
234	Wetterau
235	Main-Taunusvorland
236	Rheingau
237	Ingelheimer Rheinebene

Den Kern des Rhein-Main-Tieflandes bildet die Untermainebene mit überwiegend sandigen und nährstoffarmen Böden. Dennoch wird in diesem Naturraum aufgrund des günstigen Klimas Ackerbau und Obstbau betrieben. Die Wetterau bietet sehr fruchtbare Lössböden und stellt die ertragreichste Ackerlandschaft Hessens dar. Das Main-Taunusvorland zeichnet sich durch einen frühen Beginn der Vegetationsperiode aus. Möglich wird dies durch besondere klimatische Verhältnisse, die auf der nach Süden und Südosten zum Main hin gerichteten Senkung des Taunusvorlandes beruhen. Aufgrund dieser Tatsache wird im Main-Taunusvorland ertragreicher Acker- und Obstbau betrieben. Auch der Rheingau ist als klimatisch begünstigt anzusehen, jedoch werden hier die Flächen hauptsächlich für den Anbau von Weintrauben genutzt (KLAUSING 1988).

4.1.4 Naturraumgruppe 30 – Taunus

Die Naturraumgruppe Taunus liegt überwiegend auf hessischem Gebiet und setzt sich aus fünf Naturräumen zusammen (Tab. 14). Im wesentlichen zeichnen sich die Naturräume dieser Gruppe durch bewaldete Flächen und nur einen geringen Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche aus. Zu finden sind vor allem Eichen- und Buchenwälder, aber auch die Fichte hat sich seit dem 17. Jahrhundert zunehmend ausgebreitet. Bezüglich der Landwirtschaft bilden der Östliche Hintertaunus und die Idsteiner Senke gewissen Ausnahmen. Im Östlichen Hintertaunus ermöglichen die vorhandenen Lößauflagen die Landwirtschaft, welche aber mehr und mehr zurückgeht. Der unterste Abschnitt der Idsteiner Senke ähnelt ökologisch gesehen dem Limburger Becken und bietet eine waldfreie Ackerlandschaft (KLAUSING 1988).

Tabelle 14: Naturräume der Naturraumgruppe 30

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
300	Vortaunus
301	Hoher Taunus
302	Östlicher Hintertaunus
303	Idsteiner Senke
304	Westlicher Hintertaunus

4.1.5 Naturraumgruppe 32 – Westerwald

Der Westerwald ist zwischen der Lahn im Süden und der Sieg im Norden gelegen und befindet sich nur etwa zur Hälfte auf hessischem Gebiet. Vor allem zwei Naturräume liegen zum größten Teil in Hessen. Es handelt sich dabei um das Gladenbacher Bergland und das Dilltal. Die östlichen Teile des Hohen Westerwaldes und des Oberwesterwaldes ragen nach Hessen hinein. Die übrigen drei der insgesamt sieben Naturräume (Tab. 15) im Westerwald berühren kaum oder gar nicht hessisches Gebiet und werden deshalb nicht weiter berücksichtigt.

Tabelle 15: Naturräume der Naturraumgruppe 32

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
320	Gladenbacher Bergland
321	Dilltal
322	Hoher Westerwald
323	Oberwesterwald
324	Niederwesterwald
325	Rheinwesterwald
326	Vorderwesterwälder Hochflächen

Das Gladenbacher Bergland zeichnet sich hauptsächlich durch weit verbreitet und naturnahe Buchenwälder aus. Der Anteil an Fichten und anderen Nadelhölzern ist auffallend gering. In einigen Talmulden sind Braunerden vorherrschend, welche auf waldfreien Flächen Ackerbau ermöglichen (KLAUSING 1988). Die übrigen Naturräume sind ackerbaulich wenig beziehungsweise gar nicht interessant.

4.1.6 Naturraumgruppe 34 – Westhessisches Berg- und Senkenland

Zehn Naturräume (Tab. 16) bilden die Naturraumgruppe Westhessisches Berg- und Senkenland, welches im Groben eine Dreigliedrigkeit in nördliche Senke, mittlere Schwelle und südliche Senke aufweist. Von dem anschließend beschriebenen Osthessischen Bergland unterscheidet sich das Westhessische Berg- und Senkenland hauptsächlich durch die vorhandenen ausgesprochenen Ackerlandschaften, welche auf der eingesenkten Lage und dem stark lößbetonten des Westhessischen Berg- und Senkenlandes beruhen.

Tabelle 16: Naturräume der Naturraumgruppe 34

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
340	Waldecker Tafel
341	Ostwaldecker Randsenken
342	Habichtswälder Bergland
343	Westhessische Senke
344	Kellerwald
346	Oberhessische Schwelle
345	Burgwald
347	Amöneburger Becken
348	Marburg-Gießener Lahntal
349	Vorderer Vogelsberg

Die Ostwaldecker Randsenken zeichnen sich durch viele verschiedene Böden aus. Daraus resultiert ein großer Artenreichtum, vor allem an wärme- und trockenheitsliebenden Pflanzen. Heute sind viele Gebiete waldfrei und werden ackerbaulich genutzt. Die Westhessische Senke ist ein Hügelland mit überwiegend lößbedeckten Böden, die ein hohes Wasserhaltevermögen aufweisen. Somit ist die fast waldfrei Westhessische Senke trotz einer Jahresniederschlagsmenge von unter 600 Millimetern ein fruchtbares Ackerbaugebiet. Auch in den Talauen wird zunehmend das vormals vorherrschende Grünland durch Ackerflächen ersetzt. Größere für Ackerbau geeignete Flächen finden sich auch in Teilen der Naturräume Amöneburger Becken, Marburg-Gießener Lahntal und Vorderer Vogelsberg. Im Gießener Lahntal wird die Landwirtschaft jedoch zunehmend durch industrielle und städtische Bebauung verdrängt (KLAUSING 1988).

4.1.7 Naturraumgruppe 35 – Osthessisches Bergland

Das Osthessische Bergland, welches sich aus zehn Naturräumen zusammensetzt (Tab. 17), zeichnet sich durch fast durchgängige Buntsandsteinvorkommen aus, die in großen Teilen auch das Relief und die Oberfläche prägen.

Tabelle 17: Naturräume der Naturraumgruppe 35

(Quelle: KLAUSING 1988)

Kennziffer	Naturraum
350	Unterer Vogelsberg
351	Hoher Vogelsberg
352	Fuldaer Senke
353	Vordere- und Kuppenrhön
354	Hohe Rhön
355	Fulda-Haune Tafelland
356	Knüll-Hochland
357	Fulda-Werra-Bergland
358	Unteres Werrabergland
359	Salzunger Werrabergland

Im Bereich des Unteren Vogelsberges gibt es zahlreiche Flächen mit überwiegend landwirtschaftlicher Nutzung, wobei jedoch ein hoher Anteil an Grünland festzustellen ist. Der Hohe Vogelsberg zeichnet sich durch sehr hohe Jahresniederschläge, zwischen 1.000 und 1.200 Millimetern, sowie durch eine lange Dauer der Schneebedeckung und eine damit verbundene kurze Vegetationsperiode aus. Dadurch ist dem Ackerbau eine klimatische Obergrenze gesetzt, und die Nutzung geht nicht über vereinzelte Weiden hinaus. Interessanter ist dagegen die Fuldaer Senke, wo auf lößhaltigen Böden hauptsächlich Ackerbau betrieben wird. Fruchtbare Ackerland ist darüber hinaus im Fulda-Werra-Bergland und im Unteren Werraland zu finden (KLAUSING 1988).

4.2 Obstbaulich genutzte Flächen in den Naturräumen

Die Statistik weist die obstbaulich genutzte Fläche in Hessen nach Landkreisen aus. Die Landkreise sind jedoch bezüglich verschiedener Eigenschaften wie Relief, Bodenart, Wasserhaushalt und auch Klima als inhomogen anzusehen. Im Gegensatz dazu kann den Naturräumen und Naturraumgruppen bezüglich dieser Eigenschaften große Ähnlichkeit innerhalb der Gruppe und mehr oder weniger starke Differenzierung zwischen den Gruppen unterstellt werden. Daher ist es sinnvoll, die Berechnungen dieser Untersuchung nicht für die Landkreise, sondern für die Naturräume durchzuführen. Dazu ist es jedoch notwendig, die Anbaufläche pro Landkreis umzulegen auf die Anbaufläche je Naturraumgruppe, um

festzustellen welche Naturraumgruppen obstbaulich relevant sind. In Folgenden wird auf die Methodik eingegangen, nach der diese Umrechnung erfolgte. Dann werden die Naturraumgruppen mit ihrer Bedeutung für den Obstbau näher dargestellt.

4.2.1 Von den Landkreisen zu den Naturräumen

Ausgangspunkt für die Beurteilung der Naturräume bezüglich ihrer Wichtigkeit für den hessischen Obstbau war die Verteilung der gesamten Obstbaufläche (ohne Erdbeeren) auf die einzelnen hessischen Landkreise (Abb. 12). Die Anbaufläche für Erdbeeren wird nicht nach Landkreisen aufgeschlüsselt, deshalb muss auf eine genauere Differenzierung verzichtet werden.

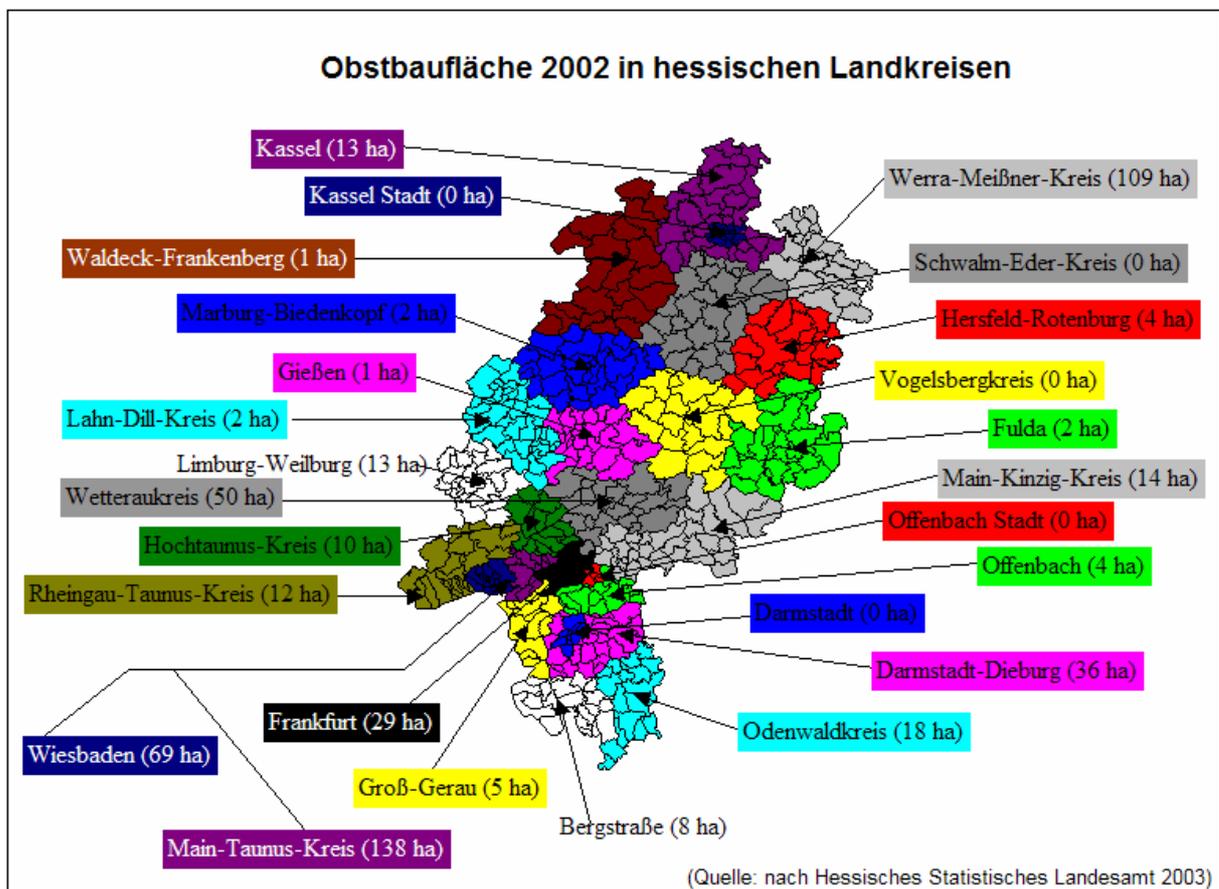


Abbildung 12: Gesamtobstbaufläche (ohne Erdbeeren) in den hessischen Landkreisen 2002

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Die Obstbaufläche auf Gemeindeebene liegt für das Jahr 2003 in der Agrarstrukturerhebung im Rahmen der hessischen Gemeindestatistik vor (Hessisches Statistisches Landesamt 2005).

Allerdings sind diese Zahlen nicht mit den Zahlen aus den Obstanbauerhebungen vergleichbar, denn die angegebenen Flächen umfassen neben dem Baumobstbau auch den gesamten Beerenobstbau und Flächen ohne Verkauf und sind damit um einiges höher als die Angaben aus den Obstanbauerhebungen. Die Angaben finden dennoch Verwendung, um obstbaulich besonders interessante Gemeinden gezielt herauszustellen. Für die eigentliche Zuteilung der Fläche zu den einzelnen Gemeinden wurde die Gesamtfläche eines Landkreises durch die Anzahl der Gemeinden in dem entsprechenden Landkreis geteilt. Dabei wurde unterstellt, dass sich die Obstbaufläche auf alle Gemeinden eines Landkreises zu gleichen Teilen verteilt. Hessen umfasst 539 Gemeinden beziehungsweise Postleitzahlgebiete. Damit ergibt sich eine mittlere Obstbaufläche pro Gemeinde von einem Hektar. Die theoretisch mögliche Obstbaufläche je Gemeinde wurde jedoch auf Landkreisebene berechnet (Tab. 18).

Tabelle 18: Theoretische Obstbaufläche je Gemeinde in Hessen
(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Obstbaufläche 2002 [ha]	Anzahl Gemeinden bzw. Postleitzahlgebiete	theoretische Fläche je Gemeinde [ha]
Main-Taunus-Kreis	138	12	11,5
Werra-Meißner-Kreis	109	21	5,2
Wiesbaden	69	13	5,3
Wetteraukreis	50	25	2,0
Darmstadt-Dieburg	36	23	1,6
Frankfurt	29	37	0,8
Odenwaldkreis	18	17	1,1
Main-Kinzig-Kreis	14	33	0,4
Kassel	13	28	0,5
Limburg-Weilburg	13	26	0,5
Rheingau-Taunus-Kreis	12	20	0,6
Hochtaunus-Kreis	10	15	0,7
Bergstraße	8	20	0,4
Groß-Gerau	5	14	0,4
Hersfeld-Rotenburg	4	19	0,2
Offenbach	4	13	0,3
Fulda	2	25	0,1
Lahn-Dill-Kreis	2	39	0,1
Marburg-Biedenkopf	2	25	0,1
Gießen	1	22	0,0
Waldeck-Frankenberg	1	21	0,0
Darmstadt Stadt	0	8	0,0
Kassel Stadt	0	11	0,0
Offenbach Stadt	0	6	0,0
Schwalm-Eder-Kreis	0	27	0,0
Vogelsbergkreis	0	19	0,0
Gesamthessen	540	539	1,0

In diesem Zusammenhang macht Abbildung 13 noch einmal deutlich, dass es in Hessen im wesentlichen zwei Regionen mit hoher obstbaulicher Dichte gibt. Eine davon im Nordosten des Landes, die zweite im Südwesten. In unmittelbarer Nachbarschaft dieser beiden Ballungsräume befinden sich noch weitere Regionen mit etwas geringerer Obstanbaufläche.

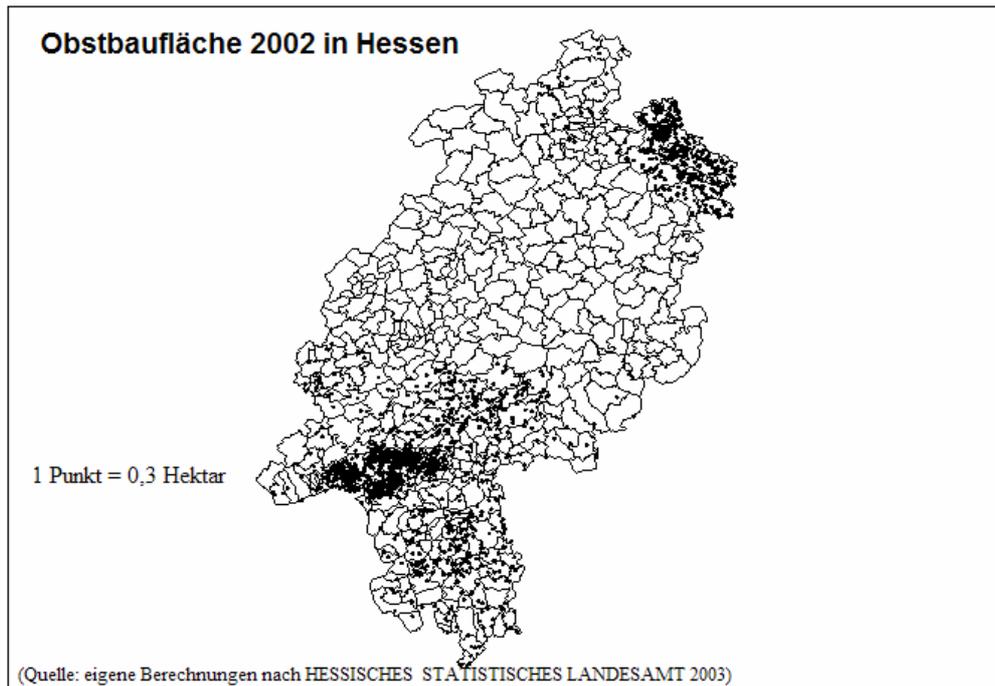


Abbildung 13: Verteilung der Obstbaufläche in Hessen

(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

In einem nächsten Schritt wurde dann jeder Gemeinde eine bestimmte Naturraumgruppe zugeordnet (Anhang 1). Abschließend wurde für jede Naturraumgruppe die Summe der Obstanbauflächen der einzelnen, der Naturraumgruppe zugeordneten, Gemeinden gebildet. Aus diesen Berechnungen ergibt sich dann die im Folgenden aufgeführte obstbauliche Bedeutung der einzelnen Naturraumgruppen.

4.2.2 Obstbau in der Naturraumgruppe 14

Die Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland umfasst auf hessischem Gebiet 42 Gemeinden aus fünf verschiedenen Landkreisen. Die genaue Zusammensetzung ist aus Tabelle 19 zu entnehmen. Die im zuvor vorgestellten Schätzverfahren ermittelte Obstbaufläche für die Naturraumgruppe 14 beläuft sich auf insgesamt etwa 33 Hektar, was einem Anteil von sechs Prozent an der gesamten hessischen Obstanbaufläche entspricht.

Tabelle 19: Obstbaufläche im Hessisch-Fränkischen Bergland
(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Bergstraße	10	0,4	4,0	0,7
Darmstadt-Dieburg	3	1,6	4,8	0,9
Main-Kinzig-Kreis	12	0,4	4,8	0,9
Odenwaldkreis	16	1,1	17,6	3,3
Wetteraukreis	1	2,0	2,0	0,4
Naturraumgruppe 14	42	5,5	33,2	6,1

Damit entfällt auf die Naturraumgruppe 14 die viertgrößte Obstanbaufläche Hessens. Aus der Gemeindestatistik des Landes Hessen für das Jahr 2003 gehen für das Hessisch-Fränkische Bergland 16 Gemeinden mit Obstanbau hervor. Besonders hervorzuheben sind dabei die Gemeinden Lützelbach, Modautal, Mühlthal, Ortenberg und Reichelsheim (Odenwald), die jeweils einen Anteil von über einem Prozent an der gesamten, in der Gemeindestatistik angegebenen Fläche haben.

4.2.3 Obstbau in der Naturraumgruppe 22

In das Gebiet der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland fallen drei hessische Landkreise mit insgesamt 22 Gemeinden. Insgesamt ergibt sich für diese Naturraumgruppe eine Obstanbaufläche von knapp 16 Hektar (Tab. 20).

Tabelle 20: Obstbaufläche im Nördlichen Oberrheintiefland
(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Bergstraße	10	0,4	4	0,7
Darmstadt-Dieburg	6	1,6	9,6	1,8
Groß-Gerau	6	0,4	2,4	0,4
Naturraumgruppe 23	22	2,4	16	3,0

Damit entfallen auf die Naturraumgruppe 22 etwa drei Prozent der gesamten hessischen Anbaufläche für Obst, das ist Rang sechs unter den Naturraumgruppen auf hessischem Gebiet. Von den 22 Gemeinden werden acht in der hessischen Gemeindestatistik mit entsprechenden Obstanbauflächen geführt. Einen Anteil von über einem Prozent an der hessischen Gesamtfläche haben aber nur die Gemeinden Lampertheim, Pfungstadt, Riedstadt und Weiterstadt. Diesen Gemeinden kommt somit eine besondere Bedeutung im hessischen Obstanbau zu.

4.2.4 Obstbau in der Naturraumgruppe 23

In dem hessischen Bereich der Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland liegen insgesamt 160 Gemeinden aus 14 Landkreisen. Das ist der größte Wert für eine der hessischen Naturraumgruppen. Entsprechend groß ist auch die Obstanbaufläche in der Naturraumgruppe 23. Auf sie entfallen mit 293 Hektar gut 54 Prozent der hessischen Gesamtfläche (Tab. 21), das ist Platz eins in der Rangliste aller hessischen Naturraumgruppen.

Tabelle 21: Obstanbaufläche im Rhein-Main-Tiefland

(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Darmstadt Stadt	8	0,0	0,0	0,0
Darmstadt-Dieburg	14	1,6	22,4	4,1
Frankfurt	37	0,8	29,6	5,5
Gießen	1	0,1	0,1	0,0
Groß-Gerau	8	0,4	3,2	0,6
Hochtaunus-Kreis	2	0,7	1,4	0,3
Main-Kinzig-Kreis	20	0,4	8,0	1,5
Main-Taunus-Kreis	10	11,5	115,0	21,3
Odenwaldkreis	1	1,1	1,1	0,2
Offenbach	13	0,3	3,9	0,7
Offenbach Stadt	6	0,0	0,0	0,0
Rheingau-Taunus-Kreis	10	0,6	6,0	1,1
Wetteraukreis	17	2,0	34,0	6,3
Wiesbaden	13	5,3	68,9	12,8
Naturraumgruppe 23	160	1,8	293,6	54,4

Die Anzahl einzelner obstbaulich interessanter Gemeinden in der Naturraumgruppe 23 beläuft sich laut hessischer Gemeindestatistik auf 38, wobei 16 davon einen Anteil von über einem Prozent an der gesamthessischen Obstanbaufläche haben. Besonders erwähnenswert erscheinen die Gemeinden Frankfurt am Main, Friedberg, Geisenheim, Hofheim am Taunus, Kriftel und Wiesbaden, die einen deutlich höheren Anteil an der in der Gemeindestatistik aufgeführten Obstanbaufläche aufweisen.

4.2.5 Obstbau in der Naturraumgruppe 30

Die Naturraumgruppe Taunus umfasst auf hessischem Gebiet 36 Gemeinden aus sieben Landkreisen. Die errechnete Obstanbaufläche liegt hier bei gut 42 Hektar (Tab. 22). Mit einem Anteil fast acht Prozent liegt der Taunus somit auf dem dritten Platz in der Rangliste aller hessischen Naturraumgruppen bezüglich der Obstanbaufläche.

Tabelle 22: Obstanbaufläche im Taunus

(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Gießen	1	0,1	0,1	0,0
Hochtaunuskreis	13	0,7	9,1	1,7
Lahn-Dill-Kreis	5	0,1	0,5	0,1
Limburg-Weilburg	5	0,5	2,5	0,5
Main-Taunus-Kreis	2	11,5	23,0	4,3
Rheingau-Taunus-Kreis	9	0,6	5,4	1,0
Wetteraukreis	1	2,0	2,0	0,4
Naturraumgruppe 30	36	1,2	42,6	7,9

In der hessischen Gemeindestatistik sind aus der Naturraumgruppe 30 zwölf Gemeinden mit nennenswerten Obstanbauflächen zu finden. Einen Anteil von über einem Prozent an der hessischen Gesamtfläche erreichen dabei aber nur die Gemeinden Bad Homburg, Bad Soden am Taunus und Königstein im Taunus.

4.2.6 Obstbau in der Naturraumgruppe 32

Auf die Naturraumgruppe Westerwald entfallen 37 Gemeinden aus vier Landkreisen auf hessischem Gebiet (Tab. 23). Mit einer theoretischen Obstbaufläche von knapp sechs Hektar, was einem Anteil von gut einem Prozent an der hessischen Gesamtfläche für Obstbau entspricht, liegt der Westerwald gerade einmal auf Platz neun in der Rangfolge der hessischen Naturraumgruppen.

Tabelle 23: Obstbaufläche im Westerwald

(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Gießen	1	0,1	0,1	0,0
Lahn-Dill-Kreis	21	0,1	2,1	0,4
Limburg-Weilburg	6	0,5	3,0	0,6
Marburg-Biedenkopf	9	0,1	0,9	0,2
Naturraumgruppe 32	37	0,2	6,1	1,1

Die geringe Bedeutung der Naturraumgruppe 32 für den hessischen Obstbau geht auch aus der hessischen Gemeindestatistik hervor, in der nur eine Gemeinde aus diesem Naturraum mit entsprechenden Obstbauflächen geführt wird. Hierbei handelt es sich um die Gemeinde Gladenbach, die jedoch nur einen Anteil von deutlich unter einem Prozent an der hessischen Obstbaufläche erreicht.

4.2.7 Obstbau in der Naturraumgruppe 34

Mit 112 Gemeinden aus acht Landkreisen (Tab. 24) auf hessischem Gebiet ist das Westhessische Berg- und Senkenland die zweitgrößte Naturraumgruppe Hessens nach dem Rhein-Main-Tiefland. Die obstbauliche Bedeutung der Naturraumgruppe 34 ist dagegen als eher gering einzustufen. Die berechnete Obstbaufläche beläuft sich zwar auf etwa 16 Hektar. Bezogen auf die gesamte hessische Obstbaufläche entspricht das aber nur einem Anteil von gut drei Prozent. Somit liegt die Naturraumgruppe 34 im Vergleich mit den anderen hessischen Naturraumgruppen, bezüglich der Obstbaufläche, auf dem fünften Platz.

Tabelle 24: Obstbaufläche im Westhessischen Berg- und Senkenland
(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Gießen	19	0,1	1,9	0,4
Kassel	21	0,5	10,5	1,9
Kassel Stadt	11	0,0	0,0	0,0
Lahn-Dill-Kreis	11	0,1	1,1	0,2
Marburg-Biedenkopf	16	0,1	1,6	0,3
Schwalm-Eder-Kreis	15	0,0	0,0	0,0
Vogelsbergkreis	5	0,0	0,0	0,0
Waldeck-Frankenberg	14	0,1	1,4	0,3
Naturraumgruppe 34	112	0,1	16,5	3,1

Für 20 der 112 Gemeinden in der Naturraumgruppe 34 werden in der hessischen Gemeindestatistik Obstbauflächen ausgewiesen. Nennenswerten Anteil an der hessischen Gesamtobstbaufläche haben aber nur wenige, wie zum Beispiel die Gemeinden Grebenstein, Marburg, und Trendelburg.

4.2.8 Obstbau in der Naturraumgruppe 35

In das Gebiet der Naturraumgruppe Osthessisches Bergland fallen 97 hessische Gemeinden aus acht Landkreisen (Tab. 25). Sie ist damit die drittgrößte Naturraumgruppe Hessens. Bezüglich der Obstbaufläche liegt die Naturraumgruppe 35 sogar auf dem zweiten Platz hinter dem Rhein-Main-Tiefland. Die berechnete Obstanbaufläche beläuft sich auf 109 Hektar, was einem Anteil von 20 Prozent an der gesamthessischen Obstbaufläche entspricht.

Tabelle 25: Obstbaufläche im Osthessischen Bergland
(Quelle: eigene Berechnungen nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Landkreis	Anzahl Gemeinden	theoretische Fläche [ha] je Gemeinde	Gesamtfläche [ha]	Anteil an Gesamthessen [%]
Fulda	25	0,1	2,5	0,5
Hersfeld-Rotenburg	19	0,2	3,8	0,7
Kassel	2	0,5	1,0	0,2
Main-Kinzig-Kreis	1	0,4	0,4	0,1
Schwalm-Eder-Kreis	12	0,0	0,0	0,0
Vogelsbergkreis	14	0,0	0,0	0,0
Werra-Meißner-Kreis	18	5,0	90,0	16,7
Wetteraukreis	6	2,0	12,0	2,2
Naturraumgruppe 35	97	1,1	109,7	20,3

Die hessische Gemeindestatistik weist für 25 der Gemeinden in der Naturraumgruppe 35 Obstbauflächen aus. Davon haben neun einen Anteil von über einem Prozent an der gesamten hessischen Obstbaufläche. Besonders hervorzuheben ist die Gemeinde Witzenhausen, für die in der hessischen Gemeindestatistik der höchste Anteil einer einzelnen Gemeinde an der hessischen Obstbaufläche ausgewiesen wird. Andere Gemeinden mit einem nennenswerten Anteil, von mehr als einem Prozent, an der gesamten Obstbaufläche sind Bad Sooden-Allendorf, Birstein, Eschwege, Flieden, Fulda, Großlüder, Hessisch Lichtenau, Hosenfeld und Nidda.

4.2.9 Hessen – Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich an dieser Stelle feststellen, dass aus obstbaulicher Sicht in Hessen im wesentlichen drei Naturraumgruppen von Interesse sind (Abb. 14). Das Rhein-Main-Tiefland, das Osthessische Bergland und der Taunus machen zusammen fast 83 Prozent der gesamten hessischen Obstbaufläche aus.

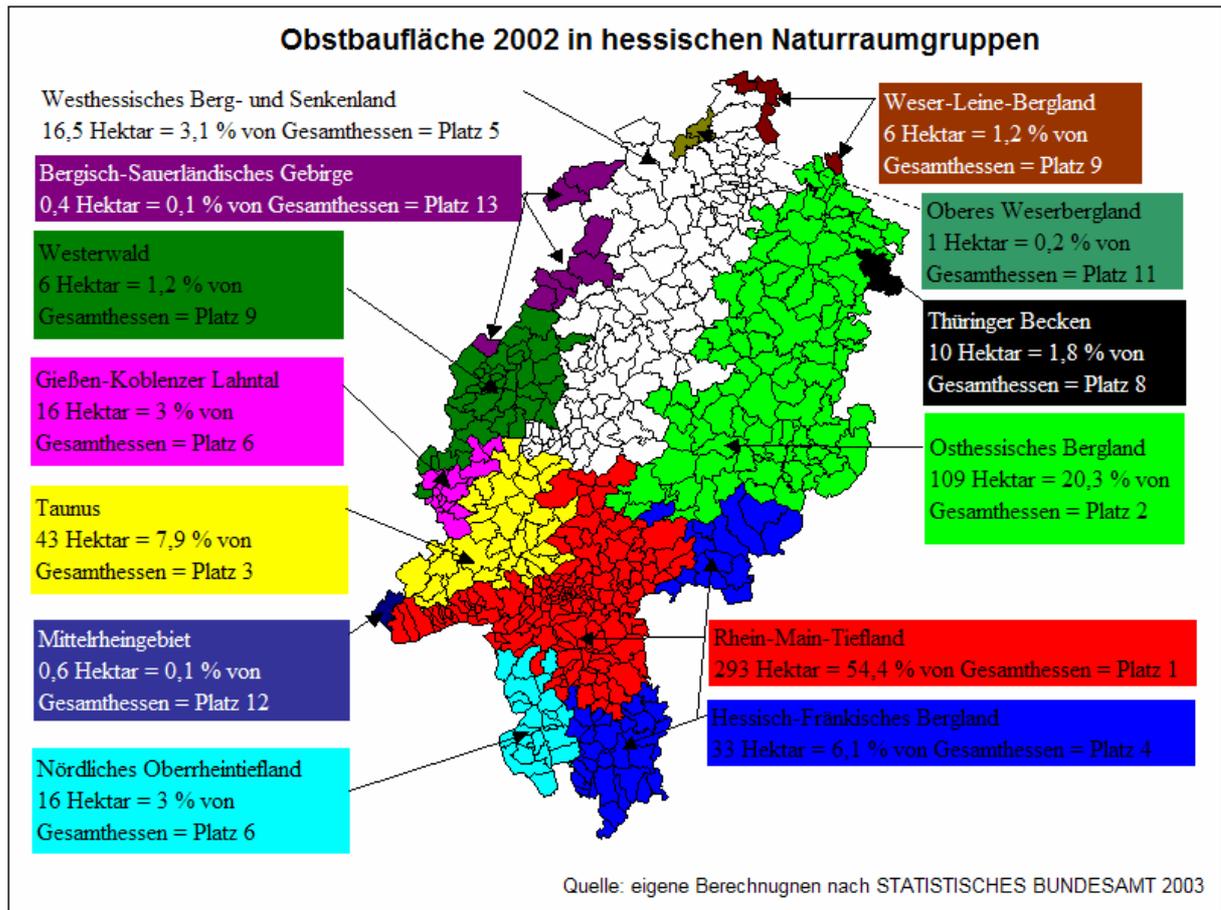


Abbildung 14: Obstbaufläche in den hessischen Naturraumgruppen
(Quelle: nach Hessisches Statistisches Landesamt 2003)

Das Hessisch-Fränkische Bergland und das Westhessische Berg- und Senkenland komplettieren die Top Fünf. Auf Platz sechs folgt neben dem Nördlichen Oberrheintiefland auch das Gießen-Koblenzer Lahntal, auf welches bisher aufgrund seiner kleinen Ausdehnung auf hessischem Gebiet nicht eingegangen wurde. Mit rund 16 Hektar Obstanbaufläche erreicht diese Naturraumgruppe immerhin drei Prozent der hessischen Obstanbaufläche. In der hessischen Gemeindestatistik wird aus dieser Naturraumgruppe nur die Gemeinde Hünfelden mit obstbaulich genutzter Fläche aufgeführt. Die übrigen Naturraumgruppen fallen flächenmäßig nicht ins Gewicht und werden deshalb bei den weiteren Untersuchungen nicht berücksichtigt. Neben den bisher genannten sind auch keine weiteren Einzelgemeinden mit besonderer obstbaulicher Prägung zusätzlich zu erwähnen.

Aufgrund ihrer Bedeutung für den hessischen Obstbau wird im weiteren Verlauf der Arbeit nur noch mit den Naturraumgruppen Hessisch-Fränkisches-Bergland, Nördliches

Oberheintiefland, Rhein-Main-Tiefland, Taunus, Gießen-Koblenzer Lahntal, Westerwald, Westhessisches Berg- und Senkenland und Osthessisches Bergland gearbeitet.

5 Mögliche obstbaulich relevante Änderungen von Klimakenngrößen

Im Folgenden soll kurz darauf eingegangen werden, welche Änderungen bei verschiedenen klimatischen Kenngrößen aufgrund der ausgewählten Simulationsjahre zu erwarten sind. Dabei stehen nicht einzelne Tage oder Jahre, sondern die Dekadenmittelwerte im Vordergrund, um den langfristigen Trend abschätzen zu können. Obstbaulich relevant ist unter anderem die Jahrestemperatursumme.

5.1 Entwicklung der Jahrestemperatursumme

Für die Jahrestemperatursumme wird die Tagesdurchschnittstemperatur fortlaufend aufsummiert, sofern sie über den Basistemperatur liegt. In dieser Arbeit wurde die Basistemperatur auf null Grad Celsius festgelegt. Bei der Summierung wurde weder der Beginn noch das Ende der Vegetationsperiode berücksichtigt, so dass die Temperatursumme der Vegetationsperiode entsprechend kleiner ausfällt. Für einen allgemeinen Überblick über möglichen Veränderungen bis 2050 ist die Jahrestemperatursumme aber durchaus geeignet.

Bei der Betrachtung von Gesamthessen ist festzustellen, dass die Jahrestemperatursumme seit der Dekade 1951/1960 stetig angestiegen ist, die Erwärmung aber nicht gleichmäßig voranschreitet sondern immer wieder Dekaden mit rückläufigen Jahrestemperatursummen vorkommen. Dies ist auch später bei den simulierten Temperaturen der Fall. Zwischen der Dekade 1951/1960 und der Dekade 1991/2000 ist die Jahrestemperatursumme in Hessen um knapp acht Prozent von 3.141 auf 3.391 Gradtage angestiegen. In diesem Zeitraum war die Temperatursumme in der Dekade 1961/1970 rückläufig, in allen anderen Dekaden war ein Zuwachs zu verzeichnen. Bis zur Dekade 2041/2050 kann ein Ansteigen der Jahrestemperatursumme auf bis zu 3.835 Gradtage erwartet werden (Abb. 15). Gegenüber der Dekade 1951/1960 entspricht das einem Zuwachs von rund 22 Prozent. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mit dem Mittelwert aus den Simulationsreihen gerechnet wurde. Wenn also im Extremfall immer die Maximumwerte eintreten, dann kann die Temperatursumme noch deutlich höher ansteigen.

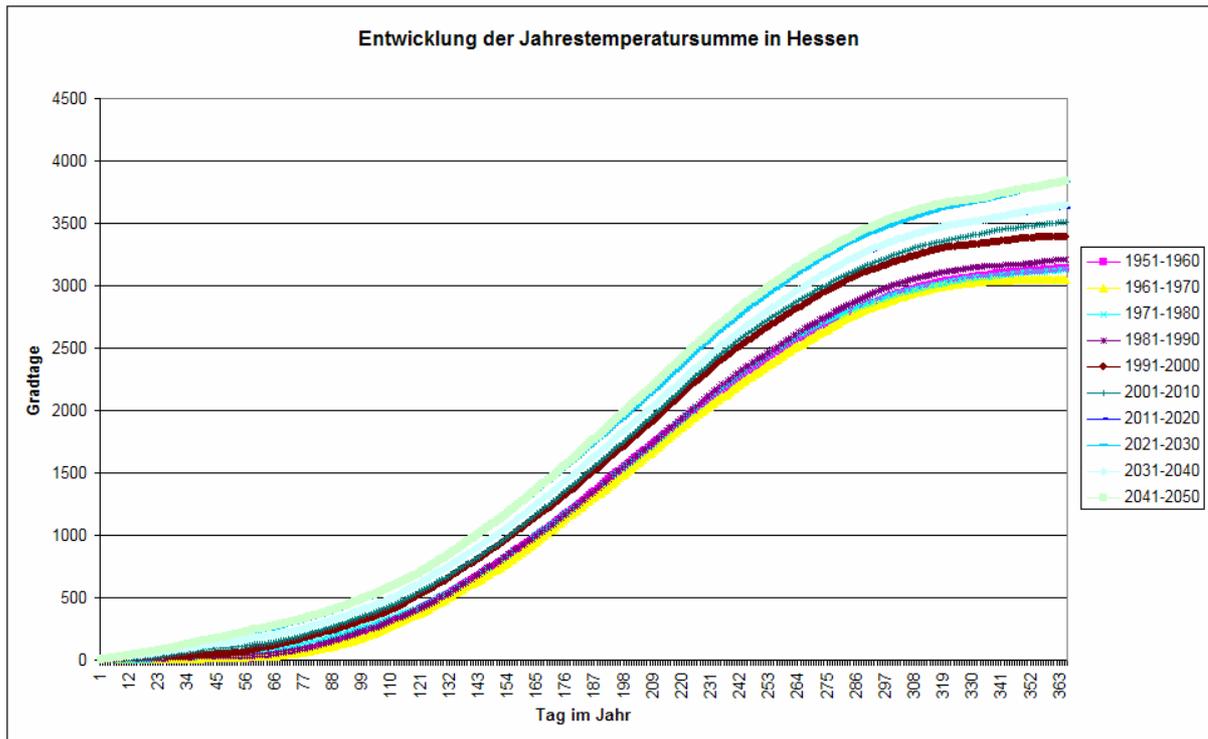


Abbildung 15: Entwicklung der Jahrestemperatursumme in Hessen für die Dekaden 1951/1960 bis 2041/2050

(Quelle: eigene Berechnungen)

Von der Tendenz her geht die Entwicklung in allen hessischen Naturraumgruppen in die selbe Richtung. Überall ist eine Erhöhung der Jahrestemperatursumme zu erwarten. Allerdings weist der prozentuale Zuwachs zwischen den Dekaden 1951/1960 und 2041/2050 Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen auf. Für die Naturraumgruppen 30 und 31 liegen keine simulierte Zeitreihen vor, so dass hier die Entwicklung der Temperatursumme auch nicht abschätzbar ist. Von den übrigen Naturraumgruppen weist das Hessisch-Fränkische Bergland mit 25 Prozent die größte Zuwachsrate auf. Am geringsten fällt der mögliche Zuwachs im Rhein-Main-Tiefland mit 20,5 Prozent aus. In den Naturraumgruppen 22 und 34 ist eine Erhöhung der Jahrestemperatursumme um etwa 24 Prozent gegenüber der Dekade 1951/1960 zu erwarten. Der Zuwachs in den übrigen Naturraumgruppen entspricht dem in Gesamthessen.

5.2 Frosttage im Zeitraum Blüte +/- 10 Tage bei Apfel und Süßkirsche

Frostereignisse im Zeitraum der Blüte sind bei fast allen Obstarten ein großer Risikofaktor, und führen wenn sie eintreten zu nicht unerheblichen Ertragseinbußen. Daher kann eine

mögliche Klimaerwärmung nun positiv und negativ bewertet werden. Eine Erhöhung der Temperatur bereits im Frühjahr vermindert das Risiko von Minustemperaturen im Zeitraum der Obstblüte. Gleichzeitig besteht aber die Gefahr, dass die Blüte verschiedener Obstarten aufgrund der höheren Temperatur früher einsetzt und dann doch wieder Gefahr läuft durch Frost geschädigt zu werden. Aus diesem Grund wurde für die Obstarten Apfel und Süßkirsche überprüft, wie groß die Anzahl der Tage mit einem Tagesminimum im negativen Bereich im Zeitraum Blüte plus und minus zehn Tage ist. Diese Überprüfung wurde für die beobachteten Blühtermine der Jahre 1951 bis 2004 durchgeführt, eine Überprüfung der zukünftigen Frostgefahr war aufgrund der gewählten Aufbereitung der simulierten Klimadaten nicht möglich. Dabei wurde zwischen Hessen insgesamt und den einzelnen Naturraumgruppen unterschieden.

Beim Apfel konnte für die Jahre 1951 bis 2004 kein Trend in der Entwicklung der Frosttage im Zeitraum der Blüte festgestellt werden. Vielmehr sind in unregelmäßigen Abständen immer wieder Jahre mit einer großen Anzahl Frosttage festzustellen. Dazwischen gibt es aber auch Jahre, in denen keine Gefährdung durch Frost zu verzeichnen war. Das letzte Mal konnte in den Daten für Gesamthessen 2002 Frost während der Apfelblüte festgestellt werden. Die Naturraumgruppen unterscheiden sich zum Teil deutlich bezüglich der Frostgefährdung (Anhang 2).

Durch die frühere Blüte der Süßkirsche ist die Frostgefährdung höher als beim Apfel. Grundsätzlich sind jedoch dieselben Aussagen zu treffen. Eine tendenzielle Abnahme der Frostgefährdung ist in den letzten 50 Jahren nicht zu verzeichnen. Es ist jedoch so, dass Jahre ohne Frost in der Blütezeit eher die Ausnahme bilden. Am wenigsten sind Frosttage in der Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland zu befürchten. Auch 2004 fielen in Hessen Frosttage in die Phase der Süßkirschenblüte. Auch hier ist eine Bewertung der zukünftigen Frostgefahr aus methodischen Gründen nicht möglich.

6 Phänologische Zeitreihen, Simulationen und Hochrechnungen

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse bilden den Hauptteil der vorliegenden Arbeit. Die Frage nach möglichen zeitlichen Verschiebungen in der Entwicklung obstbaulicher Nutz- und Wildpflanzen aufgrund möglicher klimatischer Veränderungen wird hier getrennt nach Naturraumgruppen nach zwei unterschiedlichen Methoden betrachtet. Zunächst wird der Trend aufgezeigt, der für den Eintritt der verschiedenen phänologischen Phasen aufgrund der vergangenen 50 Jahre zu erwarten ist. Danach wird anhand der Temperatursummenmethode überprüft, in wie weit sich die Pflanzenentwicklung unter Annahme der ausgewählten Klimasimulationen bis zum Jahr 2050 verändern wird. Die Berechnungen und weitere Grafiken sind komplett im Anhang 3 und 4, sortiert nach phänologischen Phasen und Naturraumgruppen, zu finden. An dieser Stelle werden exemplarisch die Ergebnisse für die Obstarten Apfel (frühe Sorten), Süßkirsche und Haselnuss in ihrer Gesamtheit aufgezeigt. Anschließend werden kurz auch Besonderheiten in der Entwicklung der übrigen untersuchten Obstarten dargestellt. Die vollständigen Berechnungen sind im Anhang 3 und 4 zu finden.

6.1 Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten

Diese phänologische Phase ist noch recht neu im Beobachtungsprogramm des Deutschen Wetterdienstes. Sie wurde erst 1991 in das Programm aufgenommen, und an einigen Stationen wird der Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten nicht erfasst. Dadurch ist die Datenbasis entsprechend klein, und die Trends resultieren aus den Daten der Jahre 1991 bis 2004.

6.1.1 Aufzeichnung und Trend

Für Gesamthessen ist der mittlere Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten am Tag 95 eines Jahres, das ist der fünfte April, zu verzeichnen. 2002 war bisher das früheste Jahr, hier war der Phaseneintritt bereits am Tag 81 (22. März) belegt. Der bisher späteste Phaseneintritt wurde mit Tag 108 (18. April) im Jahr 1996 festgestellt. Aus den Mittelwerten der Jahre 1991 bis 2000 ergibt sich ein Trend von plus 0,2 Tagen pro Jahr, also eine Verspätung des Phaseneintritts, der jedoch keinerlei statistische Sicherung aufweist. Werden in der Berechnung des Trends zusätzlich die Jahre 2001 bis 2004 berücksichtigt, so dreht sich der Trend auf eine Verfrühung von 0,2 Tagen pro Jahr um. Auch hierfür ist keine statistische Sicherheit gegeben.

Es ist festzustellen, dass sich die einzelnen Naturraumgruppen bezüglich des mittleren Phaseneintrittstermins und des Trends nicht einheitlich verhalten, sondern mehr oder weniger deutliche Unterschiede aufweisen (Abb. 16).

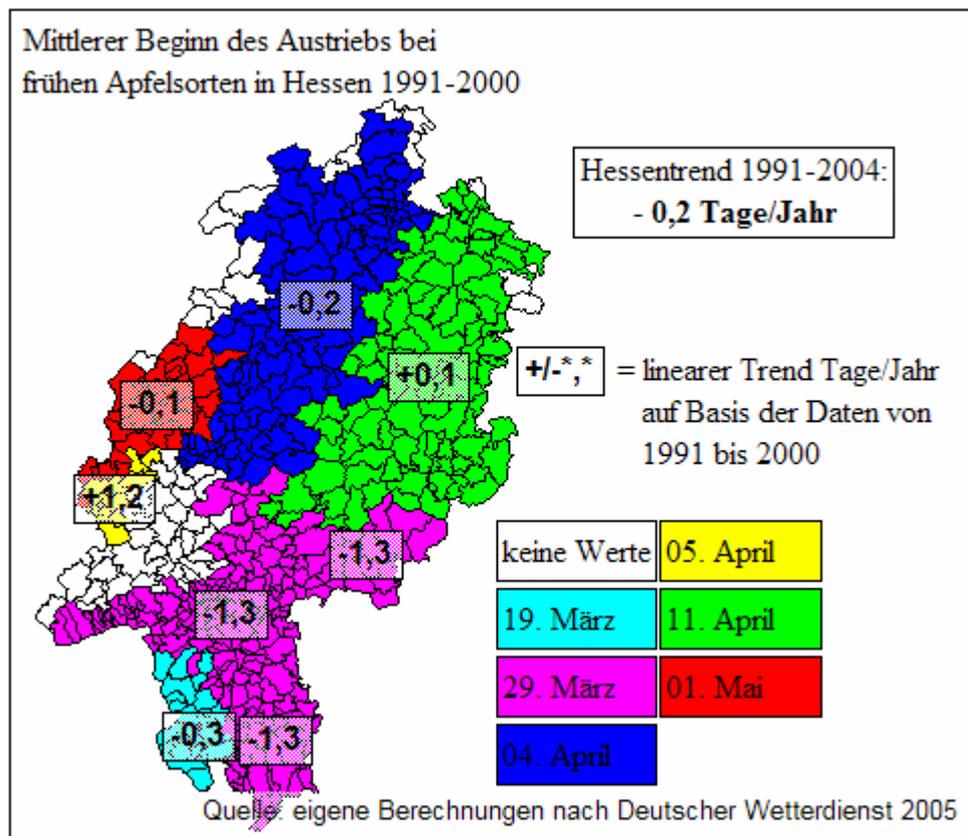


Abbildung 16: Mittlerer Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend
(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Die Naturraumgruppe mit dem tendenziell frühesten Phaseneintritt ist das Nördliche Oberrheintiefland mit einem mittleren Beginn des Austriebs am Tag 78 (19. März). Am spätesten, nämlich am Tag 121 (1. Mai), beginnt der Austrieb früher Apfelsorten in der Naturraumgruppe Westerwald. Den deutlichsten Trend zur Verfrühung des Phaseneintritts weisen die Naturraumgruppen Hessisch-Fränkisches Bergland und Rhein-Main- Tiefland auf. Auf Basis der Daten von 1991 bis 2000 wurde ein linearer Trend von minus 1,3 Tagen pro Jahr errechnet. Ebenfalls einen Trend zu einem früheren Phaseneintritt weisen die Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland (-0,3 Tage/Jahr), das Westhessische Berg- und Senkenland (-0,2 Tage/Jahr) und das Gießen-Koblenzer Lahntal (-0,1 Tage/Jahr) auf, wobei für keinen der Trends eine statistische Sicherung vorliegt. Ein umgekehrter Trend zur

Verspätung des Austriebsbeginns bei frühen Apfelsorten ist am deutlichsten in der Naturraumgruppe Westerwald (+1,2 Tage/Jahr) festzustellen. Weniger stark ausgeprägt ist dieser Trend für die Naturraumgruppe Osthessisches Bergland (+0,1 Tage/Jahr). Für die Naturraumgruppe Taunus lagen zu dieser phänologischen Phase keine Daten vor.

6.1.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Im Mittel der Jahre 1991 bis 2004 war in Hessen eine jährliche Temperatursumme von durchschnittlich 353 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius bis zum Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten nötig. Ein Vergleich zwischen beobachteten und modellierten Werten zeigt, dass eine recht gute Übereinstimmung besteht (Abb. 17), und somit auch die prognostizierten Werte bis zum Jahr 2050 unter den getroffenen Annahmen im Bereich des Möglichen sind.

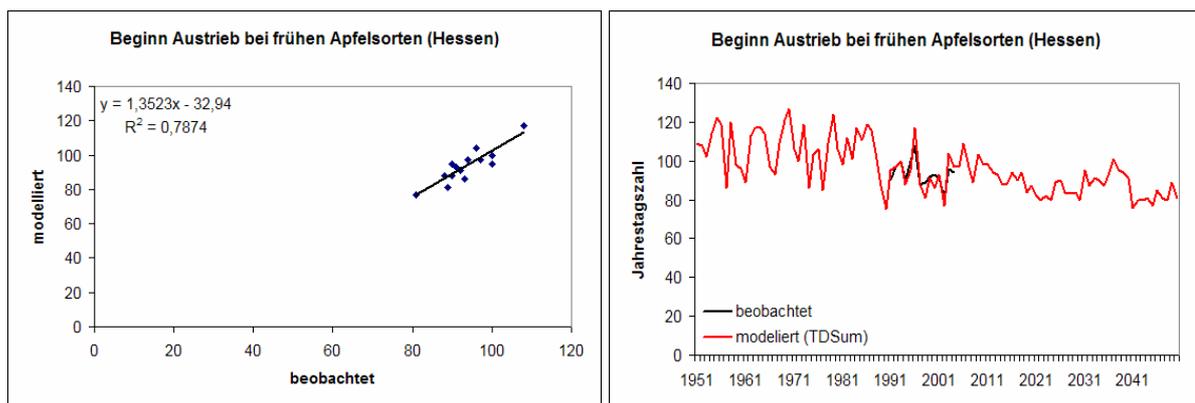


Abbildung 17: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten

(Quelle: eigene Berechnungen)

Bis zur Dekade 2041/2050 ergibt sich so für Hessen eine mögliche Verfrühung des Phaseneintritts um etwa einen halben Monat gegenüber 2001/2010 (Tab. 26).

Tabelle 26: Modellierter Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten nach Dekaden
(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn des Austriebs ¹ bei frühen Apfelsorten in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	19.4.	18.4.	5.4.	8.4.	- ²	8.5.	18.4.	23.4.
1961-1970	24.4.	24.4.	11.4.	11.4.	- ²	13.5.	22.4.	28.4.
1971-1980	16.4.	16.4.	31.3.	2.4.	- ²	10.5.	15.4.	22.4.
1981-1990	16.4.	18.4.	3.4.	9.4.	- ²	12.5.	15.4.	23.4.
1991-2000	3.4.	31.3.	18.3.	26.3.	- ²	30.4.	3.4.	10.4.
2001-2010	7.4.	6.4.	22.3.	27.3.	- ²	3.5.	7.4.	15.4.
2011-2020	2.4.	1.4.	15.3.	22.3.	- ²	30.4.	31.3.	8.4.
2021-2030	24.3.	22.3.	7.3.	15.3.	- ²	21.4.	22.3.	29.3.
2031-2040	3.4.	3.4.	15.3.	23.3.	- ²	29.4.	2.4.	9.4.
2041-2050	22.3.	20.3.	4.3.	13.3.	- ²	19.4.	19.3.	28.3.
¹ = Median der Dekade ² = Für diese Naturraumgruppe und diese phänologische Phase liegen keine Daten vor								

Es fällt auf, dass die Entwicklung des Phaseneintritts nicht gleichförmig verläuft, sondern Schwankungen zwischen den Dekaden unterworfen ist. Das liegt jedoch darin begründet, dass der Erwärmungsprozess ebenfalls von Dekade zu Dekade unterschiedlich stark ausgeprägt ist (ENKE 2003).

Für alle Naturraumgruppen gilt, dass die modellierten Werte für den Phaseneintritt recht gut mit den beobachteten Werten übereinstimmen. Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen ergeben sich vor allem bezüglich der Temperatursumme, die bis zum Beginn des Austriebs bei frühen Apfelsorten benötigt wird. Im Mittel der ausgewerteten Naturraumgruppen und in dem Zeitraum 1951 bis 2004 wurden in den 94 Tagen bis zum Beginn des Austriebs 374 Gradtage angesammelt. Besonders hervorzuheben sind hierbei die Naturraumgruppe Westerwald (NRG 32), wo durchschnittlich 516 Gradtage bis zum Phaseneintritt erreicht werden, der Beginn des Austriebs jedoch auch erst nach 122 Tagen zu verzeichnen ist. Im Gegensatz dazu werden in der Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland (NRG 14) nur 321 Gradtage in 87 Tagen erreicht.

6.2 Blühbeginn bei frühen Apfelsorten

Der Blühbeginn beim Apfel ist definiert als der Tag, an dem die ersten Blüten an dem beobachteten Baum vollständig geöffnet sind. Diese phänologische Phase ist sehr gut mit Daten belegt, weil sie bereits sehr lange in das phänologische Beobachtungsprogramm des Deutschen Wetterdienstes aufgenommen ist. Dennoch können gelegentlich Datenlücken auftauchen.

6.2.1 Aufzeichnung und Trend

Im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 konnte der Blühbeginn der frühen Apfelsorten in Hessen am zweiten Mai (JTZ 122) festgehalten werden. Der früheste Termin für den Blühbeginn war 1961 an Tag 104 (14. April) zu verzeichnen. 1979 begannen die frühen Apfelsorten erst sehr spät, nämlich am 16. Mai (JTZ 136) zu blühen. Der lineare Trend, der aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 hervorgeht lässt auf eine leichte Verfrühung des Phaseneintritts schließen, denn er liegt bei $-0,1$ Tagen pro Jahr. Jedoch kann dafür keine statistische Sicherung nachgewiesen werden. Eine Umkehrung des Trends ergibt sich nur, wenn die Jahre 1990 bis 2000 unberücksichtigt bleiben, was jedoch nicht sinnvoll ist. Bis auf die Naturraumgruppe Taunus weisen alle untersuchten hessischen Naturraumgruppen einen Trend zu einem früheren Blühbeginn bei frühen Apfelsorten auf (Abb. 18). Im Taunus ist ein Trend von plus 0,2 zu berechnen, was einem verspäteten Phaseneintritt entspricht.

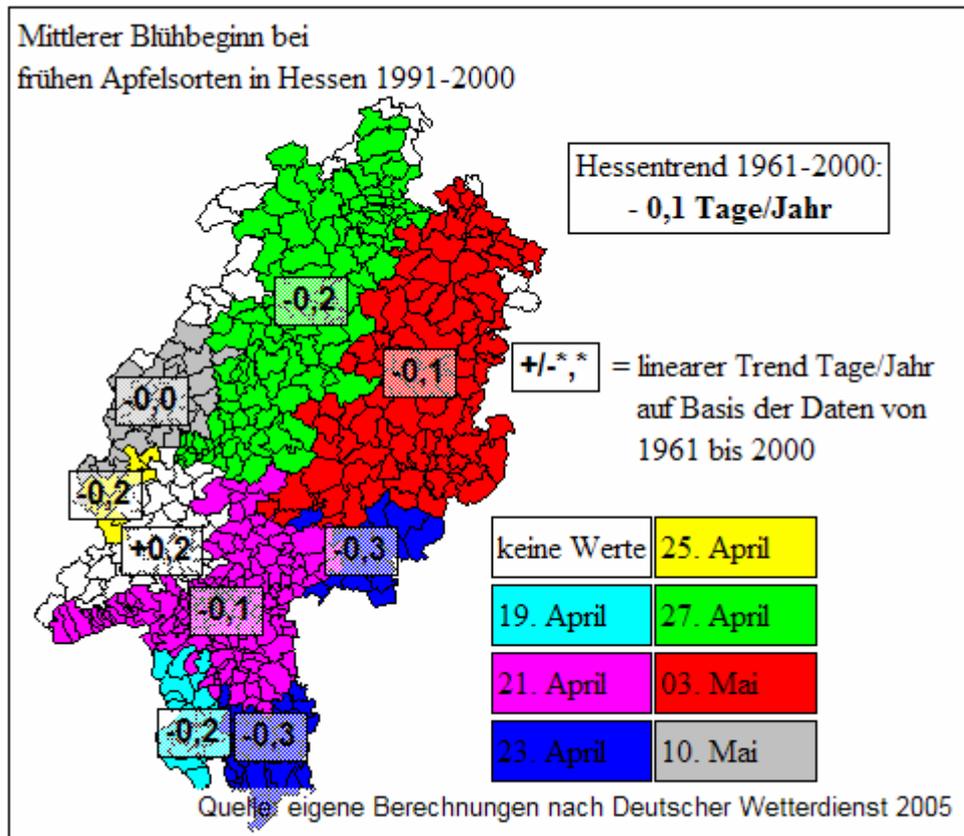


Abbildung 18: Mittlerer Blühbeginn bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Der früheste Blühbeginn bei frühen Apfelsorten in Hessen wird in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland am 19. April (JTZ 109) verzeichnet. Wie auch bereits bei dem Beginn des Austriebs bildet die Naturraumgruppe Westerwald das Gegenstück dazu. Hier tritt der Blühbeginn am spätesten, nämlich am Tag 130 (10. Mai), ein. Die linearen Trends, die auf der Basis der Daten von 1961 bis 2000 berechnet wurden, sind weniger stark ausgeprägt, als die Trends für den Austrieb bei frühen Apfelsorten. Dies ist jedoch auf die breitere Datenbasis zurückzuführen. Das Bestimmtheitsmaß für diese Trends liegt durch die größere Anzahl der Daten etwas höher, ist aber von statistischer Sicherung noch weit entfernt. Den stärksten Trend zu einem verfrühten Phaseneintritt weist die Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland mit $-0,3$ Tagen pro Jahr auf. Ein wenig schwächer, aber dennoch in Richtung Verfrühung ist der Trend mit $-0,2$ Tagen pro Jahr in den Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland, Gießen-Koblenzer Lahntal und Westhessisches Berg- und Senkenland ausgeprägt. Ein ganz schwacher Trend in Richtung einer Verfrühung des Beginns der Blüte

bei frühen Apfelsorten ist in den Naturraumgruppen Osthessisches Bergland und Rhein-Main-Tiefland (jeweils $-0,1$ Tage/Jahr) festzustellen. Aufgrund der Daten von 1961 bis 2000 ist für die Naturraumgruppe Westerwald keine zeitliche Verschiebung bezüglich des Phaseneintritts festzustellen. Einen Trend zum verspäteten Blühbeginn weist lediglich die Naturraumgruppe Taunus ($+0,2$ Tage/Jahr) auf.

6.2.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Die Temperatursumme, die bis zum Zeitpunkt des Blühbeginns bei frühen Apfelsorten in Hessen in den Jahren zwischen 1951 und 2004 durchschnittlich nötig war, liegt bei 511 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius. Auch für diese phänologische Phase besteht eine gute Übereinstimmung zwischen den beobachteten und den modellierten Werten (Abb. 19).

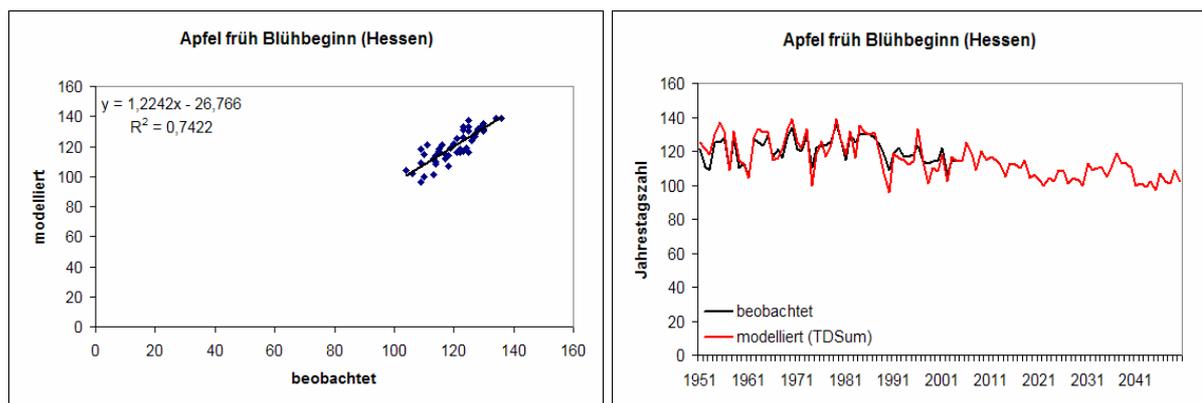


Abbildung 19: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei frühen Apfelsorten

(Quelle: eigene Berechnungen)

Der leichte Trend zum verfrühten Blühbeginn der frühen Apfelsorten in Hessen, der sich bereits bei der Betrachtung der phänologischen Daten ergeben hat, spiegelt sich auch beim Einsatz der Temperatursummenmethode wieder (Abb. 19). Die mögliche Verfrüfung des Phaseneintritts, für Gesamthessen, bis zur Dekade 2041/2050 gegenüber der Dekade 2001/2010 liegt bei 14 Tagen. Auch für die einzelnen Naturraumgruppen liegt eine Verfrüfung in ähnlicher Größenordnung vor (Tab. 27 und Anhang 4).

Tabelle 27: Modellierter Blühbeginn bei frühen Apfelsorten nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Blühbeginn ¹ bei frühen Apfelsorten in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	3.5.	3.5.	28.4.	25.4.	2.5.	12.5.	7.5.	8.5.
1961-1970	10.5.	9.5.	5.5.	3.5.	8.5.	18.5.	12.5.	15.5.
1971-1980	5.5.	5.5.	27.4.	24.4.	30.4.	13.5.	8.5.	10.5.
1981-1990	5.5.	4.5.	27.4.	30.4.	8.5.	15.5.	9.5.	11.5.
1991-2000	24.4.	19.4.	15.4.	18.4.	- ²	2.5.	28.4.	30.4.
2001-2010	26.4.	24.4.	16.4.	20.4.	- ²	7.5.	30.4.	3.5.
2011-2020	22.4.	22.4.	12.4.	14.4.	- ²	4.5.	25.4.	28.4.
2021-2030	13.4.	12.4.	5.4.	8.4.	- ²	25.4.	17.4.	20.4.
2031-2040	21.4.	22.4.	12.4.	14.4.	- ²	2.5.	25.4.	27.4.
2041-2050	12.4.	12.4.	5.4.	7.4.	- ²	23.4.	15.4.	18.4.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Die Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen bezüglich des Blühbeginns bei frühen Apfelsorten bleiben wohl auch zukünftig bestehen. Durch die Verfrühung ist es jedoch möglich, dass auch die Naturraumgruppen (NRG 32, 34, 35), die sich bislang durch einen eher späten Blühbeginn ausgezeichnet haben, und die jetzt ein Niveau erreichen, wie es den früheren Naturraumgruppen (NRG 14, 22, 23) im Zustand von 2001/2010 entspricht, obstbaulich interessanter werden. Natürlich nur, wenn negative Einflüsse wie Spätfröste in der Blütezeit, den positiven Effekt der Verfrühung nicht aufheben. Darauf wird im Rahmen der Diskussion noch näher eingegangen. Die Übereinstimmung zwischen beobachteten und modellierten Werten ist für alle Naturraumgruppen als gut zu bewerten. Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen ergeben sich vor allem bezüglich der Tage zwischen erstem Januar und dem Phaseneintritt und den in diesem Zeitraum angesammelten Gradtagen. Im Durchschnitt der Jahre 1951 bis 2004 aller ausgewerteten Naturraumgruppen wurde in den 122 Tagen bis zum Phaseneintritt eine Temperatursumme von 535 Gradtagen erreicht. Der Koeffizient (Grad Celsius pro Tag) daraus liegt bei vier. Einen deutlich höheren Koeffizienten weisen die Naturraumgruppen 22 und 23 mit jeweils fünf auf. Niedriger liegt der Wert dagegen in der Naturraumgruppe 30 mit 3,7.

6.3 Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten

Die phänologische Phase der Vollblüte ist gekennzeichnet durch etwa 50 Prozent geöffneter Blüten an den beobachteten Bäumen. Auch der visuelle Eindruck der Vollblüte ist eindeutig. Diese phänologische Phase ist nicht an allen Standorten durchgängig gut mit Daten belegt. Für Gesamthessen ergibt sich jedoch immer ein Belegungsgrad von mindestens 40 Prozent. Da auch die Vollblüte bei frühen Apfelsorten schon lange erhoben wird, sind die Daten von 1951 bis 2004 verfügbar. Die Datenbasis ist also ausreichend groß.

6.3.1 Aufzeichnung und Trend

Der Eintritt der Phase der Vollblüte bei frühen Apfelsorten ist im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 in Hessen am Tag 127 (7. Mai) festgehalten worden. Das früheste Jahr in diesem Zeitraum war 1961, hier wurde der Beginn der Vollblüte im hessischen Durchschnitt am 18. April (JTZ 108) verzeichnet. Als Gegenstück dazu ist das Jahr 1979 zu nennen. In diesem Jahr trat die Vollblüte der frühen Apfelsorten erst am 20. Mai (JTZ 140) ein. Das ist der späteste Termin im Beobachtungszeitraum. Der hessische Trend, der sich aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 ergibt lässt tendenziell auf eine Verfrüfung des Phaseneintritts schließen. Mit minus 0,15 Tagen pro Jahr ist dieser Trend aber nicht besonders deutlich ausgeprägt und noch dazu nicht statistisch gesichert. Die Trends für die einzelnen Naturraumgruppen sind ebenfalls nicht statistisch gesichert. Eine Ausnahme bildet hier die Naturraumgruppe Westhessisches Berg- und Senkenland. Dieser Trend ist auf dem Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ statistisch gesichert, weist jedoch nur ein Bestimmtheitsmaß von 0,1 auf. Bis auf die Naturraumgruppe Taunus weisen alle Naturraumgruppen in der Untersuchung einen gleichgerichteten Trend auf (Abb. 20).

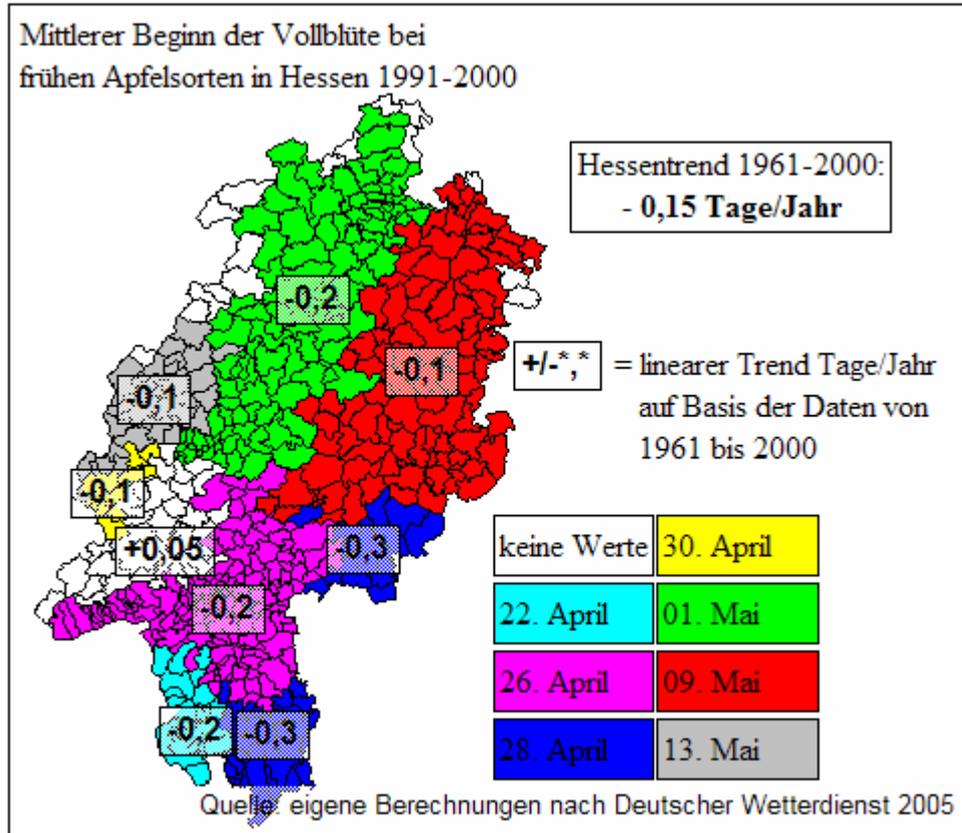


Abbildung 20: Mittlerer Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend
(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

In der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland tritt die Vollblüte der frühen Apfelsorten in Hessen zuerst ein. Im Durchschnitt der Jahre 1991 bis 2000 war dies am 22. April (JTZ 112) der Fall. Als letztes tritt die Naturraumgruppe Westerwald in die Phase der Vollblüte ein. 21 Tage nach der ersten Naturraumgruppe, am 13. Mai (JTZ 133), wurde im Durchschnitt der Jahre 1991 bis 2000 im Westerwald der Beginn der Vollblüte verzeichnet. Die Naturraumgruppe Taunus weist im Gegensatz zu allen anderen Naturraumgruppen einen sehr schwachen Trend (+0,05 Tage/Jahr) zum verspäteten Beginn der Vollblüte auf. Für die übrigen Naturraumgruppen ergibt sich auf der Basis der Jahre 1961 bis 2000 ein linearer Trend zum einem früheren Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten. Diese Trends sind jedoch nur schwach ausgeprägt. Am deutlichsten weist die Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland mit minus 0,3 Tagen pro Jahr die Verfrühungstendenz auf. Ihr folgen die Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland, Rhein-Main-Tiefland und Westhessisches Berg- und Senkenland mit jeweils minus 0,2 Tagen pro Jahr. Kaum

feststellbar ist der Trend dagegen in den Naturraumgruppen Gießen-Koblenzer Lahntal, Westerwald und Osthessisches Bergland (jeweils $-0,1$ Tage/Jahr).

6.3.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 lag die Temperatursumme, die für das Erreichen der Vollblüte bei frühen Apfelsorten nötig war, in Hessen bei 566 Gradtagen. Die Basistemperatur beträgt null Grad Celsius. Die modellierten Werte auf Basis dieser Temperatursumme weisen eine gute Übereinstimmung mit den beobachteten Werten auf (Abb. 21). Darüber hinaus wird der leichte Trend zum verfrühten Phaseneintritt, der sich aus den phänologischen Daten abgezeichnet hat, auch von dem Temperatursummenmodell dargestellt.

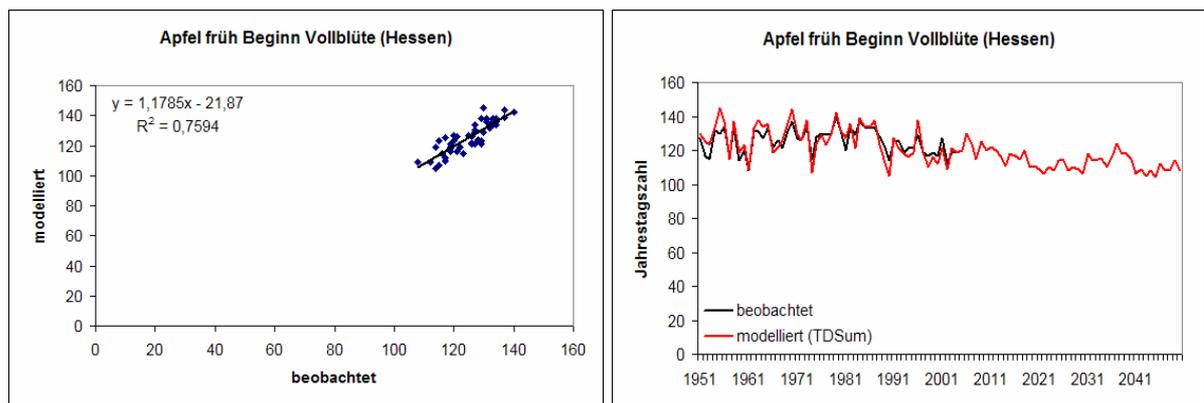


Abbildung 21: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten
(Quelle: eigene Berechnungen)

Unter den getroffenen Annahmen und den ausgewählten Temperatursimulationen ist eine Verfrühtung des Beginns der Vollblüte der frühen Apfelsorten in Hessen bis zur Dekade 2041/2050 um 13 Tage gegenüber der Dekade 2001/2010 möglich. Gegenüber der Dekade 1951/1960 beträgt die Verfrühtung sogar 20 Tage (Tab. 28).

Tabelle 28: Modellierter Beginn der Vollblüte bei frühen Apfelsorten nach Dekaden
(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Vollblüte ¹ bei frühen Apfelsorten in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	8.5.	6.5.	2.5.	2.5.	10.5.	17.5.	11.5.	14.5.
1961-1970	14.5.	13.5.	8.5.	8.5.	17.5.	21.5.	17.5.	20.5.
1971-1980	9.5.	8.5.	1.5.	3.5.	8.5.	18.5.	11.5.	15.5.
1981-1990	11.5.	10.5.	1.5.	6.5.	16.5.	18.5.	13.5.	15.5.
1991-2000	29.4.	26.4.	20.4.	25.4.	- ²	7.5.	1.5.	5.5.
2001-2010	1.5.	29.4.	22.4.	26.4.	- ²	10.5.	4.5.	8.5.
2011-2020	27.4.	26.4.	17.4.	21.4.	- ²	8.5.	30.4.	4.5.
2021-2030	19.4.	18.4.	9.4.	14.4.	- ²	29.4.	22.4.	25.4.
2031-2040	26.4.	26.4.	16.4.	20.4.	- ²	6.5.	29.4.	3.5.
2041-2050	18.4.	18.4.	9.4.	13.4.	- ²	27.4.	20.4.	24.4.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Die bereits für die phänologische Phase Blühbeginn geschilderten Veränderung in den Naturraumgruppen erfahren bezüglich des Beginns der Vollblüte eine Fortführung. Die zeitlichen Abstände zwischen den Naturraumgruppen bleiben bestehen, und die eher späteren Naturraumgruppen erreichen gegen Ende der Simulation eine Frühzeitigkeit, wie sie aktuell die eher früh Entwickelten Naturraumgruppen aufweisen. Der Phaseneintritt war im Mittel aller ausgewerteten Naturraumgruppen in den Jahren 1951 bis 2004 nach 126 Tagen erreicht. In dieser Zeit wurden 593 Gradtage angesammelt, was einem Koeffizienten (°C/Tag) von fünf Grad pro Tag entspricht. Die Naturraumgruppen verhalten sich hierbei recht gleichförmig, wobei jedoch die Naturraumgruppen 22 und 23 in kürzerer Zeit eine größer Temperatursumme angesammelt haben und somit einen Koeffizienten von über fünf aufweisen. Den niedrigsten Koeffizienten weist die Naturraumgruppe 14 auf. Hier wurde bis zum Beginn der Vollblüte die geringste Temperatursumme angesammelt.

6.4 Blühende bei frühen Apfelsorten

Die Daten für das Blühende bei frühen Apfelsorten liegen bereits ab 1951 vor. Für einige Beobachtungsstationen bestehen jedoch Lücken in den Datensätzen. Für die Betrachtung von

Hessen insgesamt erreicht der Belegungsgrad aber für jedes Jahr mindestens 38 Prozent. Und auch für die einzelnen Naturraumgruppen ist die Datenbasis, trotz einiger fehlender Jahre, groß genug. Das Blühende ist definiert als der Tag, an dem 95 Prozent der Blüten ihre Blütenblätter verloren haben. Darüber hinaus sind die ersten kleinen Fruchtsätze zu erkennen.

6.4.1 Aufzeichnung und Trend

Für Gesamthessen ist das Blühende der frühen Apfelsorten im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 am 15. Mai (JTZ 135) erreicht. Wie bereits bei den zuvor vorgestellten phänologischen Phasen ist das Jahr 1961 als besonders früh auszumachen. In diesem Jahr war das Stadium des Blühendes im Durchschnitt aller untersuchten hessischen Stationen bereits am 27. April (JTZ 117) erreicht. Besonders spät lag das Blühende bei frühen Apfelsorten im Jahr 1970 mit dem 31. Mai (JTZ 151). Das ist der späteste Termin im gesamten Beobachtungszeitraum. Aus den phänologischen Daten der Jahre 1961 bis 2000 lässt sich für Hessen ein linearer Trend errechnen, der auf eine leichte Tendenz in Richtung einer Verfrühung des Blühendes schließen lässt. Mit minus 0,1 Tagen pro Jahr fällt dieser Trend aber sehr schwach aus und ist auch nicht statistisch gesichert. Die Trendrichtung ist in allen Naturraumgruppen bis auf den Westerwald gleich. Die Tendenz zu einem früheren Eintritt des Blühendes ist jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt (Abb. 22).

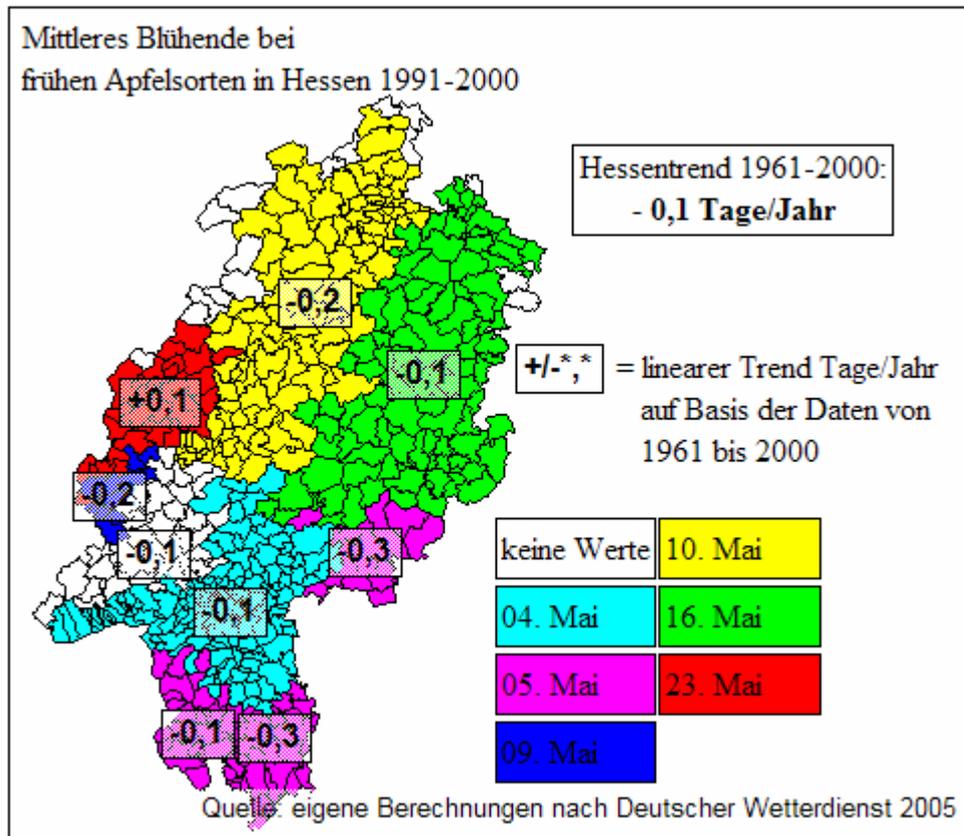


Abbildung 22: Mittleres Blühende bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Das Blühende bei den frühen Apfelsorten trat im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 in der Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland am frühesten ein. Am vierten Mai (JTZ 124) wurde dieser Phaseneintritt erfasst. Die Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland, Hessisch-Fränkisches Bergland (jeweils 5. Mai), Gießen-Koblenzer Lahntal (9. Mai) und Westhessisches Berg- und Senkenland (10. Mai) folgen aber schon bald darauf. Der späteste Phaseneintritt ist in der Naturraumgruppe Westerwald mit dem 23. Mai (JTZ 143) zu verzeichnen. Der Westerwald ist auch die einzige Naturraumgruppe, die nicht den Trend zu einem verfrühten Phasenbeginn, sondern tendenziell eine Verspätung des Blühendes um 0,1 Tage pro Jahr aufweist. Die übrigen Naturraumgruppen folgen dem hessischen Trend, hin zu einem verfrühten Eintritt des Blühendes, wobei dieser Trend unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Auf der Basis der Daten von 1961 bis 2000 ergibt sich für das Hessisch-Fränkische Bergland der deutlichste Trend (-0,3 Tage/Jahr) für ein verfrühtes Blühende. Etwas schwächer ist der Trend in den Naturraumgruppen Gießen-Koblenzer Lahntal und Westhessisches Berg-

und Senkenland (jeweils $-0,2$ Tage/Jahr) zu verzeichnen. In den übrigen Naturraumgruppen lässt der Trend lediglich eine Verfrühung um $0,1$ Tage pro Jahr erwarten. Diese Trends sind mit Ausnahme dessen für das Westhessische Berg- und Senkenland nicht statistisch gesichert.

6.4.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 wurde in Hessen eine jährliche Temperatursumme von 659 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius benötigt, um das Stadium des Blühendes zu erreichen. Die mit Hilfe der Temperatursummenmethode modellierten Daten weisen eine gute Übereinstimmung mit den beobachteten Werten auf, und lassen auch den Trend zum verfrühten Phaseneintritt aus den phänologischen Daten erkennen (Abb. 23).

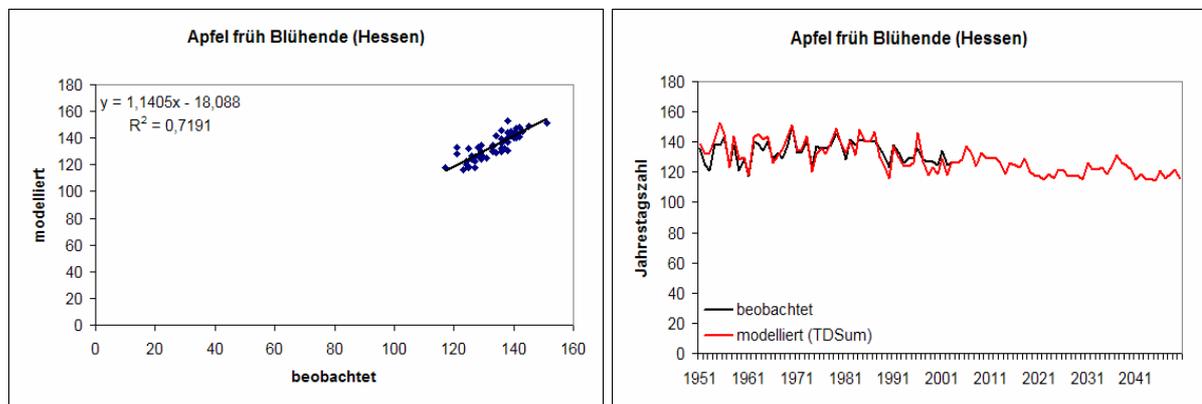


Abbildung 23: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühende bei frühen Apfelsorten

(Quelle: eigene Berechnungen)

Die zu erwartende Verfrühung des Phaseneintritts bis zur Dekade 2041/2050 liegt mit 14 Tagen gegenüber der Dekade 2001/2010 in der selben Größenordnung wie bei den zuvor vorgestellten phänologischen Phasen. Auch die Verfrühung gegenüber der Dekade 1951/1960 fällt mit 21 Tagen ähnlich aus (Tab. 29).

Tabelle 29: Modellierter Beginn des Blühendes bei frühen Apfelsorten nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn des Blühendes ¹ bei frühen Apfelsorten in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	16.5.	14.5.	13.5.	9.5.	18.5.	23.5.	19.5.	21.5.
1961-1970	23.5.	20.5.	18.5.	15.5.	25.5.	29.5.	25.5.	28.5.
1971-1980	16.5.	14.5.	11.5.	9.5.	15.5.	25.5.	20.5.	23.5.
1981-1990	17.5.	17.5.	13.5.	14.5.	22.5.	24.5.	19.5.	21.5.
1991-2000	5.5.	2.5.	30.4.	2.5.	- ²	14.5.	9.5.	13.5.
2001-2010	9.5.	6.5.	2.5.	3.5.	- ²	16.5.	11.5.	15.5.
2011-2020	6.5.	4.5.	28.4.	29.4.	- ²	15.5.	8.5.	11.5.
2021-2030	27.4.	26.4.	21.4.	22.4.	- ²	7.5.	30.4.	3.5.
2031-2040	4.5.	4.5.	27.4.	28.4.	- ²	14.5.	7.5.	10.5.
2041-2050	26.4.	26.4.	20.4.	22.4.	- ²	5.5.	29.4.	2.5.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Für das Blühende gilt das Gleiche wie für die Stadien Blühbeginn und Vollblüte. Die zeitlichen Unterschiede im Phaseneintritt zwischen den Naturraumgruppen werden sich kaum verändern. Die zeitliche Verschiebung des Blühendes ist darüber hinaus für den erwerbsmäßigen Obstbau nicht von so großer Bedeutung wie beispielsweise der Blühbeginn. Zudem ist das Blühende auch stark an den Blühbeginn gekoppelt. Im Durchschnitt aller ausgewerteten Naturraumgruppen wurden im Zeitraum 1951 bis 2004 in den 134 Tagen bis zum Blühende 692 Gradtage angesammelt. Der Durchschnittswert pro Tag (5 °C/Tag) ist damit genauso groß wie für die Phase Vollblüte. Deutlich mehr Gradtage wurden bis zum Phaseneintritt in den Naturraumgruppen 22, 23 und 31 erreicht. Die Werte zeigen hier jedoch keine sehr große Abweichung zwischen den Naturraumgruppen. Die kleinste Temperatursumme bis zum Blühende wurde in der Naturraumgruppe 14 angesammelt.

6.5 Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten

Diese phänologische Phase ist für den Obstanbau von besonderer Bedeutung, denn für den Zeitpunkt der Ernte werden viele Arbeitskräfte benötigt, und es muss ein möglichst günstiger

Weg für den Absatz der produzierten Ware gefunden werden. Für die Phänologie ist der Zeitpunkt der Pflückreife definiert als der Tag, an dem sich ein erstes Durchpflücken der Anlage lohnt. Die Früchte haben dann ihre charakteristische Färbung angenommen und lassen sich aufgrund eines gebildeten Trenngewebes leicht vom Fruchtholz lösen. Dennoch ist die Bewertung dieser phänologischen Phase schwierig. Zum einen ist die Fruchtreife stark sortenabhängig, und die Unterscheidung zwischen frühen und späten Sorten ist hier nicht differenziert genug. Zum anderen wird die Fruchtreife heute durch viele Faktoren, wie Stärkegehalt, Zucker-Säure-Verhältnis oder Penetrometerwert bestimmt. So entscheidet letztlich der Produzent selbst, auch in Abhängigkeit des Verwendungszwecks der Früchte, wann er zum ersten Mal erntet. Auf diese Weise kommt es zu starken Schwankungen und Unterschieden in den phänologischen Daten, ohne dass diese falsch sind. Aber bei der Fruchtreife des Apfels handelt es sich in obstbaulichen Intensivanlagen nicht um ein natürliches Ereignis. Dieser Umstand muss bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden. Die Belegung mit Daten für diese phänologische Phase ist recht gut, und die Zahlen stehen für den kompletten Zeitraum zwischen 1951 und 2004 zur Verfügung. Der Belegungsgrad für Hessen beträgt mindestens 31 Prozent, und auch die einzelnen Naturraumgruppen sind größtenteils gut mit Daten belegt.

6.5.1 Aufzeichnung und Trend

Im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 wurde in Hessen die Pflückreife der frühen Apfelsorten am siebten August (JTZ 219) erreicht. Es ist jedoch eine starke Schwankung zwischen den Jahren festzustellen. Im frühesten Fall wurde die Pflückreife bereits am 28. Juli verzeichnet. Anders als bei den verschiedenen Blühstadien war es aber nicht im Jahr 1961, sondern im Jahr 1966. Der späteste Beginn der Fruchtreife wurde 1984 festgehalten. In diesem Jahr war der Phaseneintritt erst am 23. August (JTZ 235). Für Hessen ergibt sich aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 ein linearer Trend, der jedoch kaum feststellbar ist, und zudem durch die große Streuung der Daten in keinster Weise statistisch gesichert ist. Tendenziell lässt sich jedoch auf einen zunehmend späteren Beginn der Pflückreife von frühen Apfelsorten schließen (+0,02 Tage/Jahr). Dem Trend für Gesamthessen folgen vier Naturraumgruppen, die vier anderen Naturraumgruppen weisen einen gegensätzlichen Trend auf, der aber ähnlich schwach ausgeprägt ist (Abb. 24).

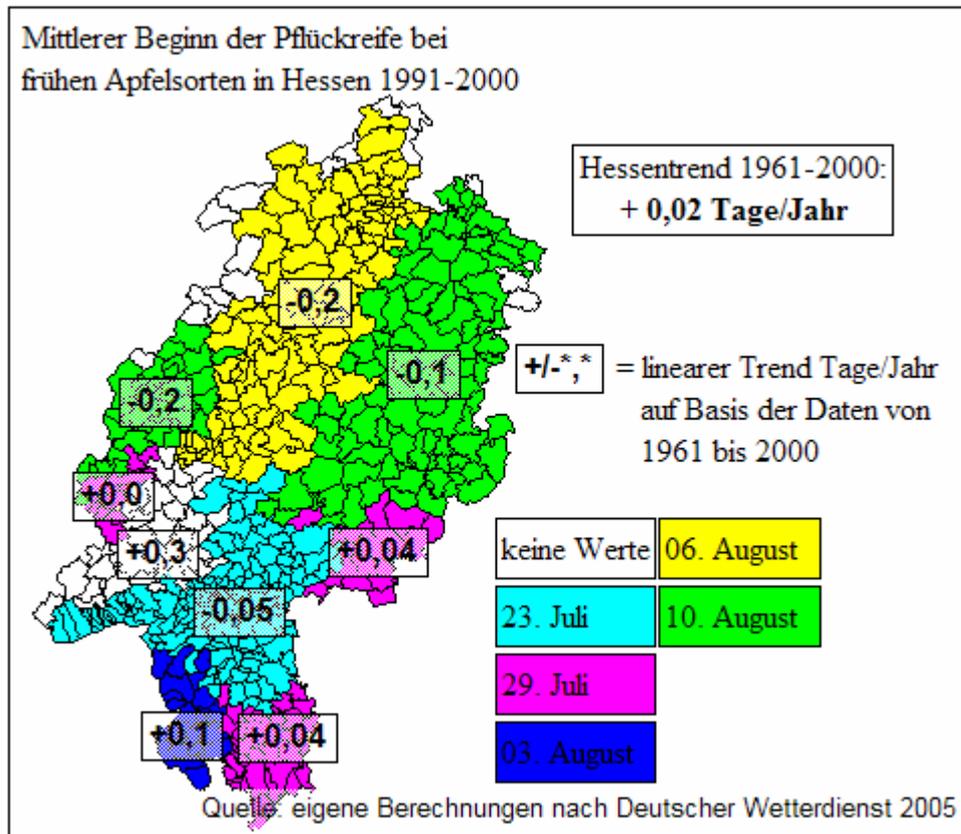


Abbildung 24: Mittlerer Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Der früheste Beginn der Fruchtreife im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 trat am 23. Juli (JTZ 204) in der Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland ein. Sechs Tage später folgen die Naturraumgruppen Hessisch-Fränkisches Bergland und Gießen-Koblenzer Lahntal. Am Ende der Skala stehen die Naturraumgruppen Westerwald und Osthessisches Bergland, wo die Fruchtreife am 10. August (JTZ 222) eintrat. Die nördlichen Naturraumgruppen Osthessisches Bergland (-0,1 Tage/Jahr), Westhessisches Berg- und Senkenland (-0,2 Tage/Jahr) und Westerwald (-0,2 Tage/Jahr), sowie die zentral gelegene Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland (-0,05 Tage/Jahr) weisen einen negativen Trend auf, der auf einen zunehmend früheren Eintritt der Fruchtreife schließen lässt. Für das Gießen-Koblenzer Lahntal ist kein Trend feststellbar. Die übrigen Naturraumgruppen weisen auf Basis der phänologischen Daten von 1961 bis 2000 einen positiven Trend und damit einen verspäteten Phaseneintritt auf. Der Trend ist jedoch nur im Taunus mit plus 0,3 Tagen pro Jahr deutlich ausgeprägt. Für das Nördliche Oberrheintiefland ergibt sich noch ein Trend von plus 0,1 Tagen pro Jahr, und für

das Hessisch-Fränkische Bergland ist ein Trend kaum zu erkennen. Für alle Trends gilt, dass sie nicht statistisch gesichert, und daher nur als Tendenzen zu verstehen sind.

6.5.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Die Temperatursumme für den Zeitraum vom ersten Januar bis zum Beginn der Fruchtreife mit einer Basistemperatur von null Grad Celsius lag im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 in Hessen bei 1.984 Gradtagen. Die Übereinstimmung zwischen modellierten und beobachteten Daten ist deutlich schlechter als bei den bisher vorgestellten phänologischen Phasen (Abb. 25). Diese Verschlechterung ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Erntereife nicht nur durch die Temperatursumme, sondern in großem Maße auch durch Entscheidungen des Produzenten beeinflusst wird.

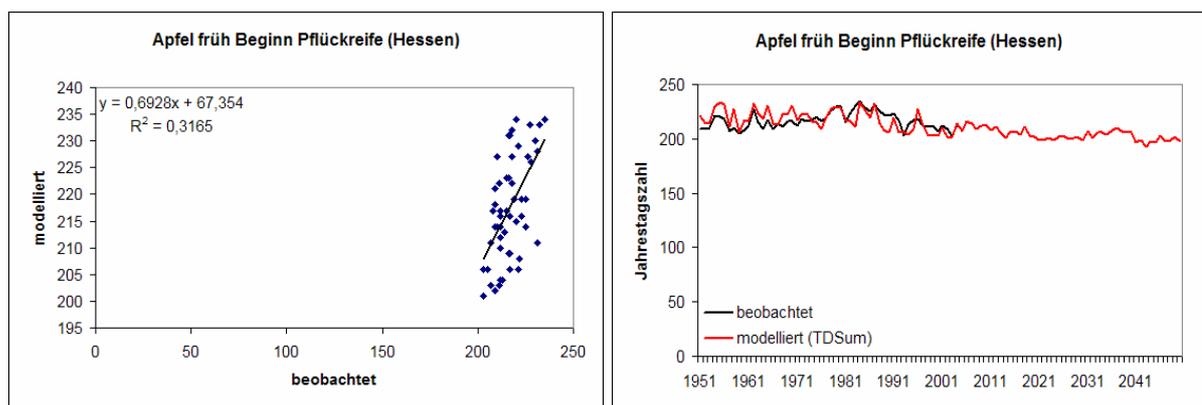


Abbildung 25: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten
(Quelle: eigene Berechnungen)

Der leichte Trend zu einem verspäteten Beginn der Fruchtreife in Hessen, der aus den phänologischen Daten hervorging, wird durch das Temperatursummenmodell nicht wiedergegeben. Hier ist tendenziell eher eine Verfrühung der Fruchtreife zu sehen. Eine mögliche Verfrühung der Fruchtreife bis zur Dekade 2041/2050 beläuft sich gegenüber der Dekade 2001/2010 auf 13 Tage. Gegenüber der Dekade 1951/1960 fällt die prognostizierte Verfrühung mit 21 Tagen noch deutlicher aus (Tab. 30).

Tabelle 30: Modellierter Beginn der Pflückreife bei frühen Apfelsorten nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Fruchtreife ¹ bei frühen Apfelsorten in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	7.8.	8.8.	2.8.	27.7.	10.8.	20.8.	15.8.	19.8.
1961-1970	11.8.	11.8.	4.8.	31.7.	14.8.	22.8.	16.8.	21.8.
1971-1980	9.8.	10.8.	1.8.	28.7.	7.8.	22.8.	15.8.	20.8.
1981-1990	5.8.	6.8.	29.7.	29.7.	8.8.	18.8.	10.8.	15.8.
1991-2000	25.7.	22.7.	20.7.	19.7.	- ²	7.8.	1.8.	6.8.
2001-2010	30.7.	29.7.	22.7.	20.7.	- ²	11.8.	4.8.	10.8.
2011-2020	25.7.	25.7.	17.7.	15.7.	- ²	7.8.	31.7.	5.8.
2021-2030	20.7.	18.7.	12.7.	10.7.	- ²	31.7.	25.7.	29.7.
2031-2040	25.7.	26.7.	17.7.	15.7.	- ²	7.8.	31.7.	5.8.
2041-2050	17.7.	17.7.	10.7.	9.7.	- ²	28.7.	22.7.	26.7.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Die Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland weist in jeder Dekade den frühesten Beginn der Fruchtreife auf. Die Simulationsergebnisse weisen darauf hin, dass das auch zukünftig so bleiben wird. Der Abstand zwischen den Naturraumgruppen bezüglich des Eintrittstermins der Fruchtreife wird sich etwas verkleinern, und die bislang durch einen eher späten Phaseneintritt gekennzeichneten Naturraumgruppen werden bis 2041/2050 ein Niveau erreichen, das dem heutigen in den eher frühen Naturraumgruppen entspricht. Im Mittel aller ausgewerteten Naturraumgruppen und im Zeitraum 1951 bis 2004 wurde in den 218 Tagen bis zur Fruchtreife eine Temperatursumme von 2.045 Gradtagen angesammelt. Die Streuung zwischen den Naturraumgruppen ist hier nicht besonders groß. Es fallen aber die Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland und Rhein-Main-Tiefland auf, die in kürzerer Zeit eine größere Temperatursumme realisieren. Die kleinste Temperatursumme bis zum Eintritt der Fruchtreife weist die Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland auf.

6.6 Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten

Der Beginn des Blattfalls stellt wieder eine natürliche phänologische Phase dar, auf die der Anbauer in den allermeisten Fällen keinen Einfluss nimmt. In das Beobachtungsprogramm des Deutschen Wetterdienstes wurde diese phänologische Phase jedoch erst 1991 aufgenommen, so dass die verfügbare Datenbasis entsprechend gering ist. Für die erwerbsmäßige Produktion ist es jedoch auch nicht relevant, wann die Bäume ihre Blätter verlieren. Der Beginn des Blattfalls ist definiert als der Tag, an dem der beobachtete Baum etwa die Hälfte seiner Blätter verloren hat. Diese Phase kann nach starkem Wind oder Frösten sehr abrupt, innerhalb einer Nacht, eintreten.

6.6.1 Aufzeichnung und Trend

In dem Zeitraum 1991 bis 2000 datierte in Hessen der mittlere Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten auf den 29. Oktober (JTZ 301). In diesem Zeitraum war 1993 das Jahr mit dem frühesten Phaseneintritt am 23. Oktober (JTZ 295). Unter Berücksichtigung der letzten vier Jahre setzte 2001 der Blattfall noch früher ein. 1991 und 1997 war der Beginn des Blattfalls erst am 2. November (JTZ 306) zu verzeichnen. Der Unterschied zwischen dem spätesten und dem frühesten Phaseneintritt ist damit nicht so groß wie bei den vorangegangenen phänologischen Phasen. Der lineare Trend, der sich aus den Mittelwerten der Jahre 1991 bis 2000 ergibt, lässt auf eine leichte Verfrühung des Phaseneintritts schließen. Mit minus 0,2 Tagen pro Jahr ist der Trend allerdings nicht besonders stark ausgeprägt, und auch nicht statistisch gesichert. Werden zusätzlich die Jahre 2001 bis 2004 für den Trend mitberücksichtigt, so fällt die Tendenz mit minus 0,5 Tagen pro Jahr deutlicher aus. Eine statistische Sicherung fehlt aber auch hierfür. Die einzelnen Naturraumgruppen weisen stark gegensätzliche Trends auf, und nur die nördlichen Naturraumgruppen folgen dem Trend für Gesamthessen (Abb. 26).

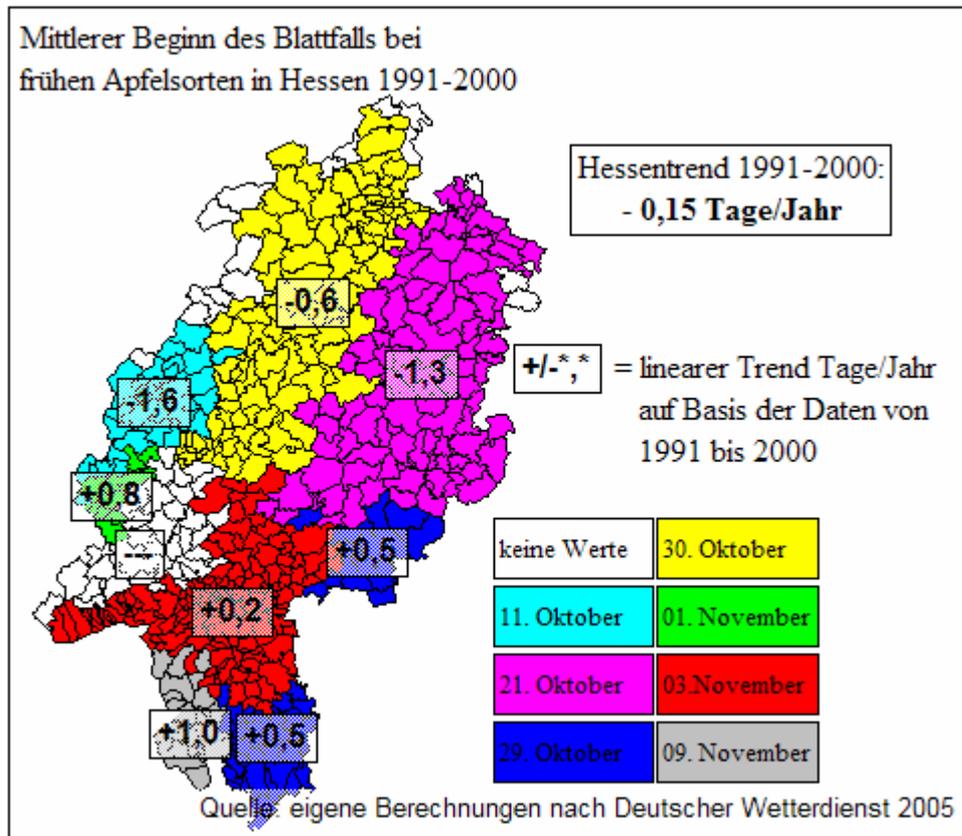


Abbildung 26: Mittlerer Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Bezüglich des Kriteriums Blattfall ergibt sich ein anderes Bild als bei den anderen Entwicklungsstadien: Der Phaseneintritt ist in den nordöstlichen Naturraumgruppen früher als in den südlich beziehungsweise westlich gelegenen Naturraumgruppen. Dies erklärt sich damit, dass die phänologische Phase des Blattfalls am Ende der Vegetationsperiode liegt, und diese endet in tendenziell kühleren Gebieten eher als in wärmeren Gebieten. Die Naturraumgruppe mit dem frühesten Beginn des Blattfalls bei frühen Apfelsorten war der Westerwald. Dort war der Phaseneintritt im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 am 11. Oktober (JTZ 283) zu verzeichnen. Am längsten blieben die Blätter in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland an den Bäumen hängen. Hier begann der Blattfall erst am 9. November (JTZ 313). Einen Trend zu einem verfrühten Beginn des Blattfalls weisen nur die drei nördlichen Naturraumgruppen 32, 34 und 35 auf, wobei der Trend im Westerwald (NRG 32) mit minus 1,6 Tagen pro Jahr am deutlichsten ausgeprägt ist. Für den Taunus liegen für diese phänologische Phase keine Daten vor, so dass auch kein Trend ermittelt werden kann.

Für die südlich gelegenen Naturraumgruppen ergibt sich auf Basis der Jahre 1991 bis 2000 ein linearer Trend, der auf einen verspäteten Phaseneintritt und damit auf eine längere Verweildauer der Blätter an den Bäumen schließen lässt. Am stärksten ist dieser Trend in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland mit plus 1,0 Tagen pro Jahr ausgeprägt. In einer ähnlichen Größenordnung liegt der Trend in der Naturraumgruppe Gießen-Koblenzer Lahntal (+0,8 Tage/Jahr). Mit plus 0,5 Tagen pro Jahr in der Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland und plus 0,2 Tagen pro Jahr in der Naturraumgruppe Rhein-Main-Tiefland fällt der Trend in den übrigen Naturraumgruppen entsprechend schwächer aus. Eine statistische Sicherung gibt es ohnehin für keinen dieser Trends, und so bleibt unklar, welcher Trend die allgemeine Entwicklungsrichtung vorgibt. Möglicherweise entfernen sich bezüglich dieser phänologischen Phase auch die nördlichen und die südlichen Naturraumgruppen zunehmend voneinander.

6.6.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Es stellt sich die Frage, ob für die Simulation des Blattfalls der Einsatz der Temperatursummenmethode überhaupt sinnvoll ist. Denn der Eintrittstermin des Blattfalls wird wohl eher durch das Unterschreiten bestimmter Temperaturen als durch das Erreichen einer bestimmten Temperatursumme beeinflusst. Dennoch wurde, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, diese Methode auch für das Merkmal Blattfall angewandt. Die mittlere Temperatursumme bis zum Beginn des Blattfalls betrug im Zeitraum 1951 bis 2004 in Hessen 3.268 Gradtage bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius. Wie zu vermuten war, stimmen die simulierten Werte für diese phänologische Phase nicht gut mit den beobachteten Werten überein. Die prognostizierten Werte weisen auf eine sehr starke Verfrühung des Phaseneintritts in allen Naturraumgruppen hin. Dieses Ergebnis ist jedoch sachlogisch als nicht richtig anzusehen, denn eine höhere Temperatur lässt eine Verlängerung der Vegetationsperiode erwarten und damit auch einen verspäteten Beginn des Blattfalls. Daher erscheint es sinnvoll, den Beginn des Blattfalls mit der Unterschreitung einer bestimmten Temperatur in Beziehung zu setzen, um auf dieser Basis den zukünftigen Phaseneintritt zu simulieren.

6.7 Blühbeginn bei Süßkirschen

Der Blühbeginn bei Süßkirschen wird für den gesamten, für diese Untersuchung ausgewählten, Zeitraum von 1951 bis 2004 erhoben. An einigen Stationen bestehen Datenlücken, der Belegungsgrad für Gesamthessen liegt aber immer bei mindestens 38 Prozent. Auch für die einzelnen Naturraumgruppen ist eine recht gute Datenbasis gegeben. Es ist festzustellen, dass die Daten der letzten zehn Jahre nicht so vollständig sind wie die älteren Daten. Für das phänologische Beobachtungsprogramm des Deutschen Wetterdienstes werden eher frühblühende Kirscharten bevorzugt. Außerhalb der phänologischen Beobachtungen ist daher mit einer gewissen Variationsbreite bezüglich des Blühbeginns bei Süßkirschen zu rechnen. Der Tag, an dem die ersten Blüten vollständig geöffnet sind, und die gelben Staubbeutel sichtbar werden, wird als Phaseneintrittstermin festgehalten.

6.7.1 Aufzeichnung und Trend

Im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 lag der Blühbeginn der Süßkirsche in Hessen auf dem 21. April (JTZ 111). Das Jahr 1961 zeichnet sich durch einen besonders frühen Beginn der Süßkirschenblüte aus. Bereits am 3. April (JTZ 93) wurde der Phaseneintritt von den phänologischen Beobachtern festgehalten. Den spätesten Blühbeginn bei Süßkirschen weist das Jahr 1970 mit dem 4. Mai (JTZ 124) auf. Für Gesamthessen ergibt sich auf Basis der Jahre 1961 bis 2000 ein linearer Trend von minus 0,1 Tagen pro Jahr. Das deutet auf einen leicht verfrühten Eintritt der Süßkirschenblüte hin. Dieser Trend lässt sich jedoch nicht statistisch absichern, und kann somit nur als grobe Richtungsvorgabe verstanden werden. Die Trendrichtung ist für alle Naturraumgruppen gleich, eine tendenzielle Verfrühung des Phaseneintritts ist zu beobachten. Lediglich die Stärke des Trends weist Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen auf (Abb. 27). Eine statistische Sicherung wurde für keinen der Einzeltrends gefunden.

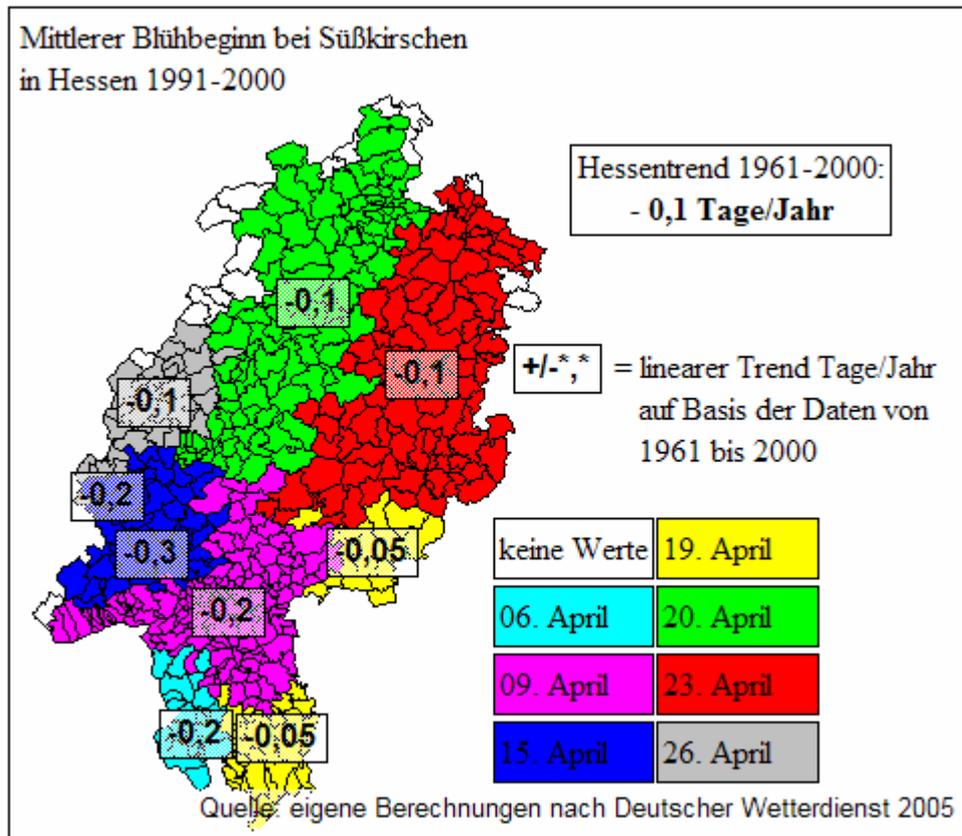


Abbildung 27: Mittlerer Blühbeginn bei Süßkirschen und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Der Blühbeginn bei Süßkirschen trat im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 innerhalb eines Zeitfensters von 20 Tagen in allen hessischen Naturraumgruppen ein. Den Anfang macht dabei das Nördliche Oberrheintiefland, wo der Blühbeginn am 6. April (JTZ 96) zu verzeichnen war. Mit einem Abstand von drei Tagen folgt das Rhein-Main-Tiefland. Etwas überraschend ist, dass der Phaseneintritt in der Naturraumgruppe Taunus früher erfolgt als im Hessisch-Fränkischen Bergland. Am 26. April erfolgt der Blühbeginn in der Naturraumgruppe Westerwald, das ist der späteste Termin aller Naturraumgruppen. Die Naturraumgruppe Taunus liegt nicht nur beim Blühbeginn erstaunlich weit vorne, sie weist für die Jahre 1961 bis 2000 auch den deutlichsten linearen Trend zu einem verfrühten Phaseneintritt auf. Mit minus 0,3 Tagen pro Jahr liegt der Trend vor denen im Gießen-Koblenzer Lahntal, im Rhein-Main-Tiefland und im Nördlichen Oberrheintiefland (jeweils 0,2 Tage/Jahr). Die drei nördlichen Naturraumgruppen Westerwald, Westhessisches Berg- und Senkenland und Osthessisches Bergland weisen noch eine Verfrüfung von etwa 0,1

Tagen pro Jahr auf, während der Trend im Hessisch-Fränkischen Bergland (-0,05 Tage/Jahr) kaum noch feststellbar ist.

6.7.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Für die Jahre 1951 bis 2004 wurde ein durchschnittlicher Bedarf von 406 Gradtagen, bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius, vom ersten Januar bis zum Blühbeginn der Süßkirsche ermittelt. Wie für die anderen früh im Jahr gelegenen phänologischen Phasen passen auch bei dem Blühbeginn der Süßkirsche die beobachteten Werte recht gut mit den, auf Basis der Temperatursumme, modellierten Werten zusammen (Abb. 28).

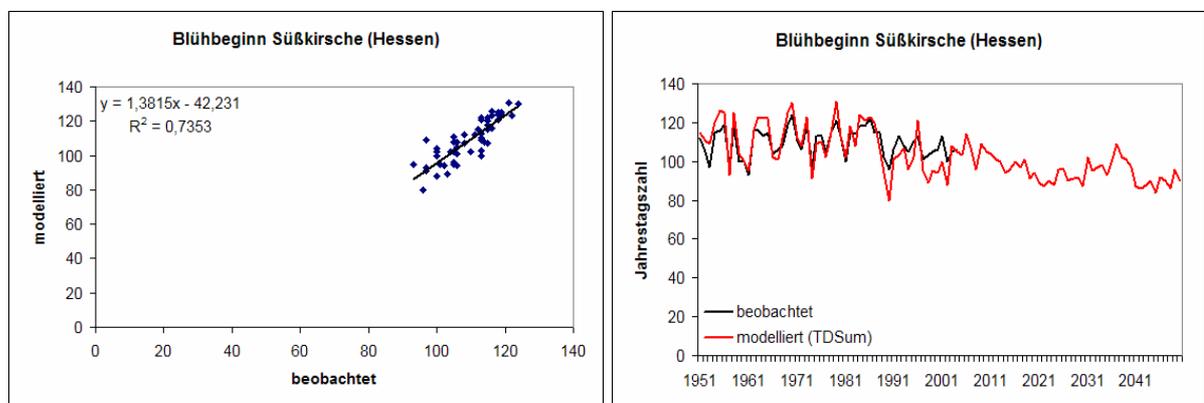


Abbildung 28: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei Süßkirschen

(Quelle: eigene Berechnungen)

Die Temperatursummenmethode prognostiziert eine stärkerer Verfrühung des Blühbeginns der Süßkirschen als eine Weiterführung des Trends aus den phänologischen Daten. Gegenüber der Dekade 2001/2010 ergibt sich eine mögliche Verfrühung um etwa 15 Tage bis zur Dekade 2041/2050 (Tab. 31).

Tabelle 31: Modellierter Blühbeginn bei Süßkirschen nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Blühbeginn ¹ bei Süßkirschen in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	23.4.	22.4.	18.4.	17.4.	25.4.	1.5.	26.4.	29.4.
1961-1970	29.4.	30.4.	23.4.	22.4.	2.5.	7.5.	2.5.	5.5.
1971-1980	21.4.	22.4.	12.4.	14.4.	25.4.	4.5.	25.4.	28.4.
1981-1990	23.4.	24.4.	15.4.	19.4.	29.4.	3.5.	27.4.	29.4.
1991-2000	9.4.	6.4.	2.4.	5.4.	- ²	23.4.	15.4.	19.4.
2001-2010	15.4.	15.4.	3.4.	5.4.	- ²	26.4.	20.4.	23.4.
2011-2020	9.4.	9.4.	29.3.	1.4.	- ²	22.4.	14.4.	17.4.
2021-2030	31.3.	30.3.	22.3.	26.3.	- ²	13.4.	4.4.	6.4.
2031-2040	10.4.	10.4.	29.3.	2.4.	- ²	22.4.	14.4.	17.4.
2041-2050	30.3.	31.3.	20.3.	25.3.	- ²	11.4.	2.4.	5.4.
¹ = Median der Dekade ² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor								

Der Blühbeginn der Süßkirsche wird sich grundsätzlich nach vorne verschieben. Die Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen bleiben dabei erhalten, so dass die bislang eher durch einen späten Blühbeginn ausgezeichneten Naturraumgruppen zwar immer noch den spätesten Blühbeginn aufweisen, der aber dann in einem Zeitraum liegt, in dem aktuell die frühesten Eintrittstermine zu finden sind. Im Mittel der ausgewerteten Naturraumgruppen werden im Zeitraum 1951 bis 2004 in 110 Tagen 429 Gradtage angesammelt. Das heißt durchschnittlich wird die Temperatursumme jeden Tag um vier Grad erhöht. Die Naturraumgruppen mit einem frühen Phaseneintritt weisen einen Wert von mehr als vier °C/Tag auf, während die späteren Naturraumgruppen unter diesem Wert liegen.

6.8 Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen

Die Vollblüte bei Süßkirschen ist dann eingetreten, wenn sich ungefähr 50 Prozent der Blüten des beobachteten Baumes geöffnet haben und die gelben Staubbeutel sichtbar sind. Für den Untersuchungszeitraum von 1951 bis 2004 liegen für Hessen insgesamt durchgängig Daten vor. Der Belegungsgrad für Gesamthessen liegt im schlechtesten Fall bei 33 Prozent. Für einzelne Beobachtungsstationen ist die Datenreihe nicht vollständig. Somit ergeben sich auch

Lücken in den Datensätzen einiger Naturraumgruppen. Dennoch ist die Datenbasis als ausreichend groß anzusehen.

6.8.1 Aufzeichnung und Trend

Der Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen ist eng gekoppelt an den Blühbeginn und folgt diesem im Abstand von nur wenigen Tagen nach. In Hessen war im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 der Beginn der Vollblüte am 26. April (JTZ 116) zu verzeichnen. Das Jahr mit dem frühesten Phaseneintritt war dabei wieder 1961. Der Beginn der Vollblüte trat in diesem Jahr bereits am 6. April (JTZ 96) ein. Im Jahr 1970 lies der Beginn der Vollblüte bis zum 7. Mai (JTZ 127) auf sich warten. Das ist der späteste Termin im gesamten Untersuchungszeitraum. Der lineare Trend aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2002 fällt von der Richtung her eindeutig aus. Ohne eine statistische Sicherung deutet der Trend für Gesamthessen mit $-0,09$ Tagen pro Jahr auf eine leichte Verfrühung des Eintrittstermins der Vollblüte bei Süßkirschen hin. Die Trends für die einzelnen Naturraumgruppen folgen von der Richtung her dem allgemeinen Trend, sind aber von der Stärke her unterschiedlich ausgeprägt (Abb. 29). Statistisch kann auch von den Einzeltrends keiner als gesichert angesehen werden.

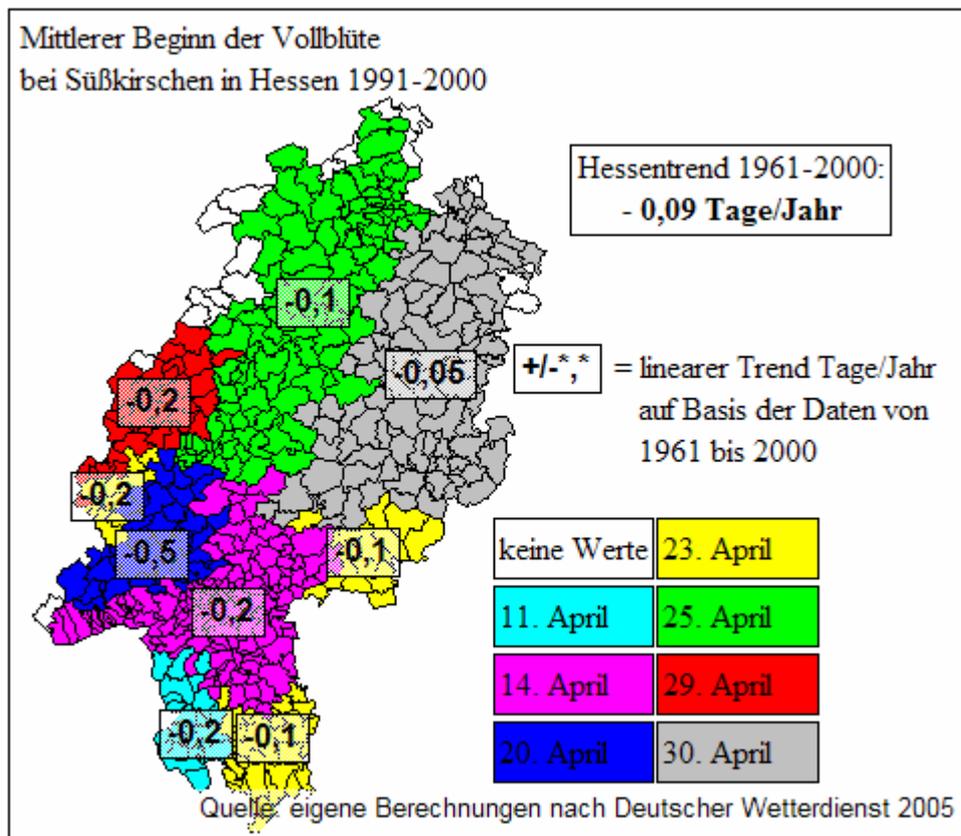


Abbildung 29: Mittlerer Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Gegenüber dem Blühbeginn gibt es bezüglich des Phaseneintritts keine großen Veränderungen. Nur die Naturraumgruppe Osthessisches Bergland wechselt den Platz in der Reihenfolge der Naturraumgruppen mit dem Westerwald. Sie stellt die Naturraumgruppe mit dem spätesten Beginn (30. April) der Vollblüte von Süßkirschen dar. Die Vollblüte im Gießen-Koblenzer Lahntal beginnt nicht zeitgleich mit der im Taunus, sondern mit der im Hessisch-Fränkischen Bergland. Der früheste Phaseneintritt ist, wie bereits beim Blühbeginn, in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland am 11. April zu verzeichnen. Der Zeitraum in dem in allen Naturraumgruppen die Vollblüte beginnt beläuft sich ebenfalls auf etwa 20 Tage. Die Naturraumgruppe Taunus weist auch bezüglich des Beginns der Vollblüte den deutlichsten Trend zu einem verfrühten Phaseneintritt auf. Dieser Trend ist mit minus 0,5 Tagen pro Jahr sogar noch etwas deutlicher ausgeprägt als der Trend für den Blühbeginn. Die westlich gelegenen Naturraumgruppen Westerwald, Gießen-Koblenzer Lahntal, Rhein-Main-Tiefland und Nördliches Oberrheintiefland lassen noch einen Trend von minus 0,2 Tagen pro

Jahr erkennen. In den Naturraumgruppen Hessisch-Fränkisches Bergland und Westhessisches Berg- und Senkenland ist ein Trend in Richtung eines verfrühten Phaseneintritts mit minus 0,1 Tagen pro Jahr gerade noch zu erkennen, während im Osthessischen Bergland kaum noch ein Trend feststellbar ist.

6.8.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Vom ersten Januar bis zum Beginn der Vollblüte der Süßkirsche in Hessen wurde im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 eine Temperatursumme von 454 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius erreicht. Es sind dabei starke Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen festzustellen. Auch für diese phänologische Phase gibt es eine gute Übereinstimmung zwischen modellierten und beobachteten Werten (Abb. 30).

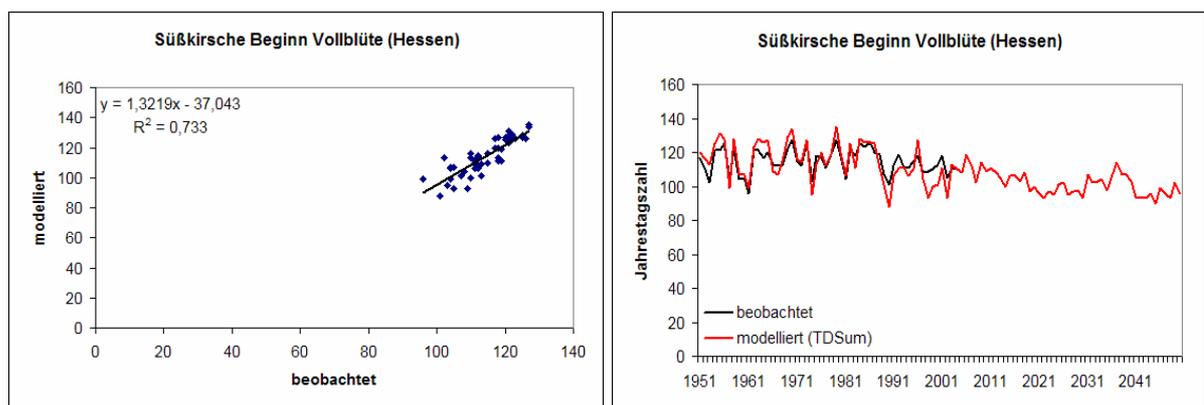


Abbildung 30: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen
(Quelle: eigene Berechnungen)

Der Verfrühungstrend aus den phänologischen Daten lässt sich auch in den Ergebnissen der Prognose mit Temperatursummen erkennen. Letztlich fällt die Verfrühung sogar deutlicher aus als bei einer bloßen Weiterführung des phänologischen Trends. Mit einem Umfang von etwa 16 Tagen zwischen der Dekade 2001/2010 und der Dekade 2041/2050 (Tab. 32) bewegt sich die prognostizierte Verfrühung im gleichen Bereich wie für den Blühbeginn.

Tabelle 32: Modellierter Beginn der Vollblüte bei Süßkirschen nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Vollblüte ¹ bei Süßkirschen in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	28.4.	27.4.	20.4.	21.4.	19.4.	4.5.	2.5.	4.5.
1961-1970	5.5.	5.5.	26.4.	26.4.	25.4.	9.5.	8.5.	10.5.
1971-1980	28.4.	28.4.	15.4.	18.4.	17.4.	7.5.	3.5.	5.5.
1981-1990	28.4.	28.4.	19.4.	24.4.	19.4.	7.5.	3.5.	6.5.
1991-2000	16.4.	10.4.	5.4.	11.4.	- ²	26.4.	24.4.	26.4.
2001-2010	21.4.	18.4.	6.4.	11.4.	- ²	28.4.	24.4.	28.4.
2011-2020	16.4.	15.4.	2.4.	7.4.	- ²	25.4.	20.4.	23.4.
2021-2030	7.4.	5.4.	26.3.	2.4.	- ²	16.4.	11.4.	14.4.
2031-2040	16.4.	15.4.	2.4.	8.4.	- ²	24.4.	20.4.	22.4.
2041-2050	5.4.	5.4.	24.3.	1.4.	- ²	14.4.	9.4.	12.4.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Bezüglich des Beginns der Vollblüte bei Süßkirschen gilt das selbe wie für den Blühbeginn. Es ist eine grundsätzliche Verschiebung nach vorne zu erwarten, die im Bereich von zehn bis 14 Tagen zwischen den Dekaden 2001/2010 und 2041/2050 liegen kann. Die zeitlichen Abstände zwischen den Naturraumgruppen werden dabei erhalten bleiben. Im Durchschnitt aller ausgewerteten Naturraumgruppen und für den Zeitraum 1951 bis 2004 wurde in den 115 Tagen bis zur Vollblüte eine Temperatursumme von 458 Gradtage erreicht. Wie bereits beim Blühbeginn entspricht das einer täglichen Zunahme der Temperatursumme um vier Grad. Es fällt auf, dass in der Naturraumgruppe Taunus die Vollblüte relativ früh eintritt, obwohl bis zur Vollblüte nur eine geringe Temperatursumme erreicht wurde. Der durchschnittliche Tageszuwachs liegt in dieser Naturraumgruppe lediglich bei 2,8 Grad. Das ist der geringste Wert von allen Naturraumgruppen.

6.9 Blühende bei Süßkirschen

Auch für diese phänologische Phase liegen Daten über den gesamten Untersuchungszeitraum vor. Bei der Betrachtung von Gesamthessen wird ein Belegungsgrad von mindestens 33 Prozent für einzelne Jahre erreicht. Einzelne Stationen weisen Lücken in den Beobachtungen

auf, welche jedoch zu großen Teilen von anderen Stationen aufgefangen werden. Das Blühende ist definiert als der Tag, an dem 95 Prozent der Blüten ihre Blütenblätter verloren haben.

6.9.1 Aufzeichnung und Trend

Das mittlere Blühende der Süßkirsche in den Jahren 1961 bis 2000 lag in Hessen auf dem 5. Mai (JTZ 125). Das früheste Blühende wurde 1961 am 14. April (JTZ 104) verzeichnet. Im Gegensatz dazu trat das Blühende 1970 erst am 18. Mai (JTZ 138) ein. Aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 ergibt sich ein linearer Trend von minus 0,06 Tagen pro Jahr. Dieser Trend ist sehr schwach und auch nicht statistisch gesichert. Dennoch deutet er auf einen zunehmend früheren Eintritt des Blühendes der Süßkirschen hin. Es ist jedoch anzunehmen, dass dies eher auf den früheren Eintritt der Vollblüte als auf die Erhöhung der Temperatur zurückzuführen ist. Die einzelnen Naturraumgruppen weisen ebenfalls in unterschiedlicher Stärke einen Trend in Richtung eines früheren Blühendes auf (Abb. 31).

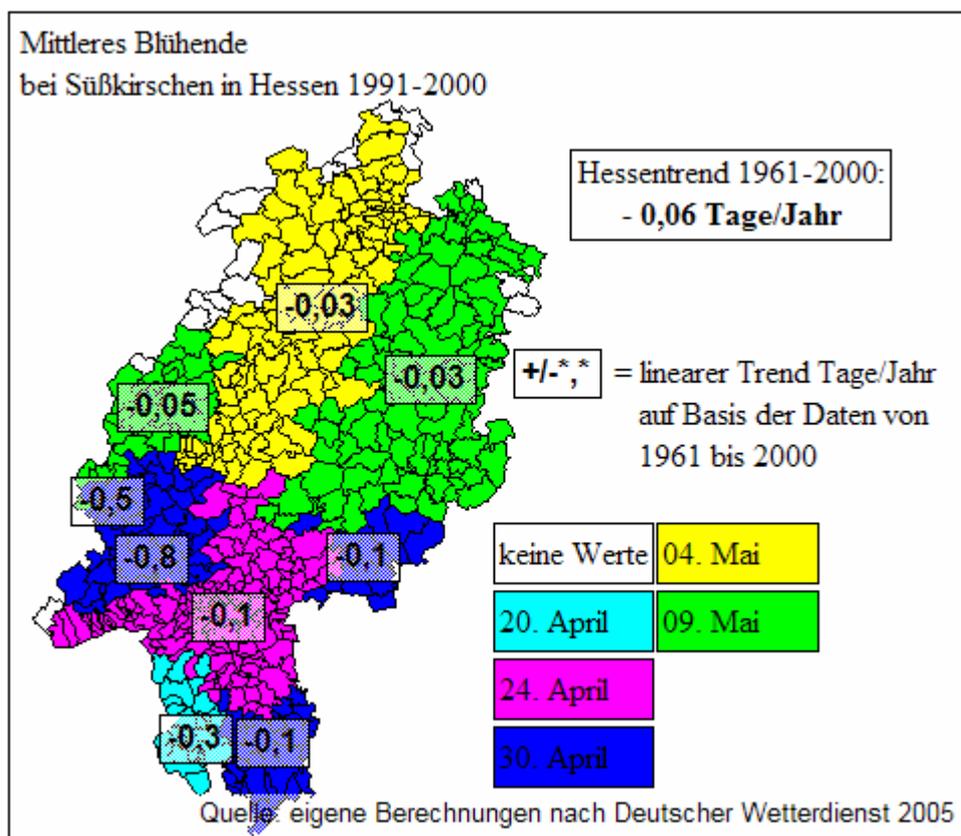


Abbildung 31: Mittleres Blühende bei Süßkirschen und phänologischer Trend
(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Die zeitliche Entwicklung des Blühendes in den einzelnen Naturraumgruppen folgt im wesentlichen den Entwicklungen von Blühbeginn und Vollblüte. Der frühesten Phaseneintritt im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 wurde in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland mit dem 20. April festgehalten. Die Blüte endet am spätesten in den Naturraumgruppen Westerwald und Osthessisches Bergland. Dort war der Phaseneintritt am 9. Mai zu verzeichnen. Für Gesamthessen gesehen tritt in einem Zeitfenster von 20 Tagen in allen Naturraumgruppen das Ende der Blüte bei Süßkirschen ein. Den stärksten Trend zu einem verfrühten Phaseneintritt weisen die Naturraumgruppen Taunus (-0,8 Tage/Jahr) und Gießen-Koblenzer Lahntal (-0,5 Tage/Jahr) auf. Jedoch ist auch für diese Trends keine statistische Sicherung nachweisbar. Etwas schwächer fällt der Trend in den südlichen Naturraumgruppen aus. In den drei nördlichsten untersuchten Naturraumgruppen ist ein Trend zur Verfrühung kaum feststellbar.

6.9.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Die mittlere benötigte Temperatursumme bis zum Eintritt des Blühendes in Hessen lag in den Jahren 1951 bis 2004 bei 544 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius. Zwischen den Naturraumgruppen sind jedoch Unterschiede von bis zu 175 Gradtagen feststellbar. Der Modellansatz mit Temperatursummen erreicht eine gute Übereinstimmung zwischen beobachteten und modellierten Werten (Abb. 32).

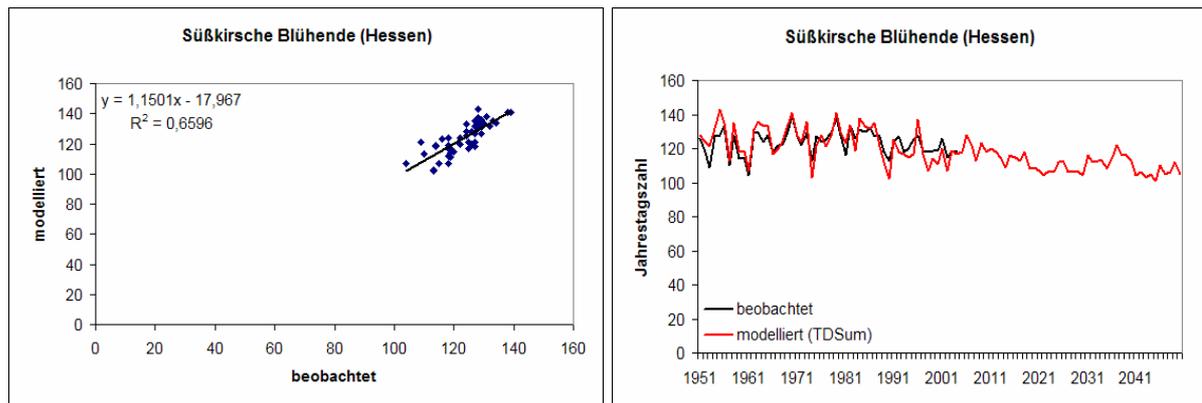


Abbildung 32: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühende bei Süßkirschen

(Quelle: eigene Berechnungen)

Durch die starke Verknüpfung mit den phänologischen Phasen Blühbeginn und Vollblüte gilt auch für das Blühende, dass der Verfrühungstrend durch das Temperatursummenmodell abgebildet wird (Tab. 33). Mit 14 Tagen bewegt sich die mögliche Verfrühung des Blattfalls zwischen den Dekaden 2001/2010 und 2041/2050 im gleichen Rahmen wie bei den zuvor genannten phänologischen Phasen der Süßkirsche.

Tabelle 33: Modellierter Beginn des Blühendes bei Süßkirschen nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Vollblüte ¹ bei Süßkirschen in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	6.5.	4.5.	1.5.	28.4.	7.5.	11.5.	10.5.	11.5.
1961-1970	12.5.	12.5.	7.5.	5.5.	14.5.	17.5.	16.5.	18.5.
1971-1980	7.5.	7.5.	30.4.	28.4.	9.5.	12.5.	10.5.	12.5.
1981-1990	8.5.	8.5.	30.4.	2.5.	14.5.	14.5.	12.5.	13.5.
1991-2000	27.4.	24.4.	19.4.	21.4.	- ²	2.5.	1.5.	2.5.
2001-2010	29.4.	27.4.	20.4.	22.4.	- ²	6.5.	3.5.	5.5.
2011-2020	25.4.	24.4.	15.4.	17.4.	- ²	4.5.	29.4.	1.5.
2021-2030	17.4.	15.4.	8.4.	10.4.	- ²	25.4.	21.4.	22.4.
2031-2040	24.4.	24.4.	15.4.	17.4.	- ²	2.5.	29.4.	30.4.
2041-2050	15.4.	14.4.	7.4.	9.4.	- ²	22.4.	20.4.	21.4.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Auch für das Blühende bei Süßkirschen hat die grundsätzliche, aber nicht gleichmäßige Verschiebung des Phaseneintritts nach vorne Gültigkeit. An dem Verhältnis der Naturraumgruppen untereinander bezüglich des Termins des Blühendes sind keine großen Verschiebungen zu erwarten, obwohl die unterschiedliche Stärke des Trends aus den phänologischen Daten darauf hingedeutet hat.

6.10 Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschensorten

Die Aufzeichnungen zu dieser phänologischen Phase liegen zwar für den Zeitraum 1951 bis 2004 vor, sind aber für die letzten zehn Jahre äußerst lückenhaft. Für Gesamthessen ergibt sich zeitweise nur ein Belegungsgrad von gerade einmal zehn Prozent. Entsprechend schlecht ist die Datenbasis für einzelne Stationen und auch Naturraumgruppen zu beurteilen. Für die

Naturraumgruppen 30, 31 und 32 kann der mittlere Phaseneintrittstermin für die Jahre 1991 bis 2000 nicht berechnet werden. An diese Stelle rückt dann der Mittelwert aus den Jahren 1961 bis 1990. Die Pflückreife ist erreicht, wenn eine ausreichend große Anzahl an Früchten vollständig rot gefärbt ist, und sich ein Durchpflücken der Anlage lohnt.

6.10.1 Aufzeichnung und Trend

Im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 war der Beginn der Pflückreife von frühen Süßkirschensorten am 23. Juni (JTZ 174) zu verzeichnen, 63 Tage nach dem Beginn der Blüte. Im Gegensatz zu den Blühstadien war bezüglich der Fruchtreife nicht im Jahr 1961, sondern im Jahr 2000 der früheste Eintritt der Fruchtreife zu verzeichnen. Im Jahr 2000 konnten bereits am 7. Juni (JTZ 158) mit der Ernte begonnen werden. Der späteste Eintritt der Pflückreife war mit dem 7. Juli (JTZ 188), also einen ganzen Monat später, im Jahr 1984 von den Beobachtern festgehalten worden. Der lineare Trend aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 für Hessen fällt mit minus 0,01 Tagen pro Jahr äußerst schwach aus, und ist auch in keinster Weise statistisch gesichert. Diese schwache Ausprägung des Trends kommt durch stark gegensätzliche Trends in den einzelnen Naturraumgruppen zustande. Die Naturraumgruppen unterscheiden sich nicht nur in der Trendrichtung, sondern auch in der Stärke des Trends (Abb. 33).

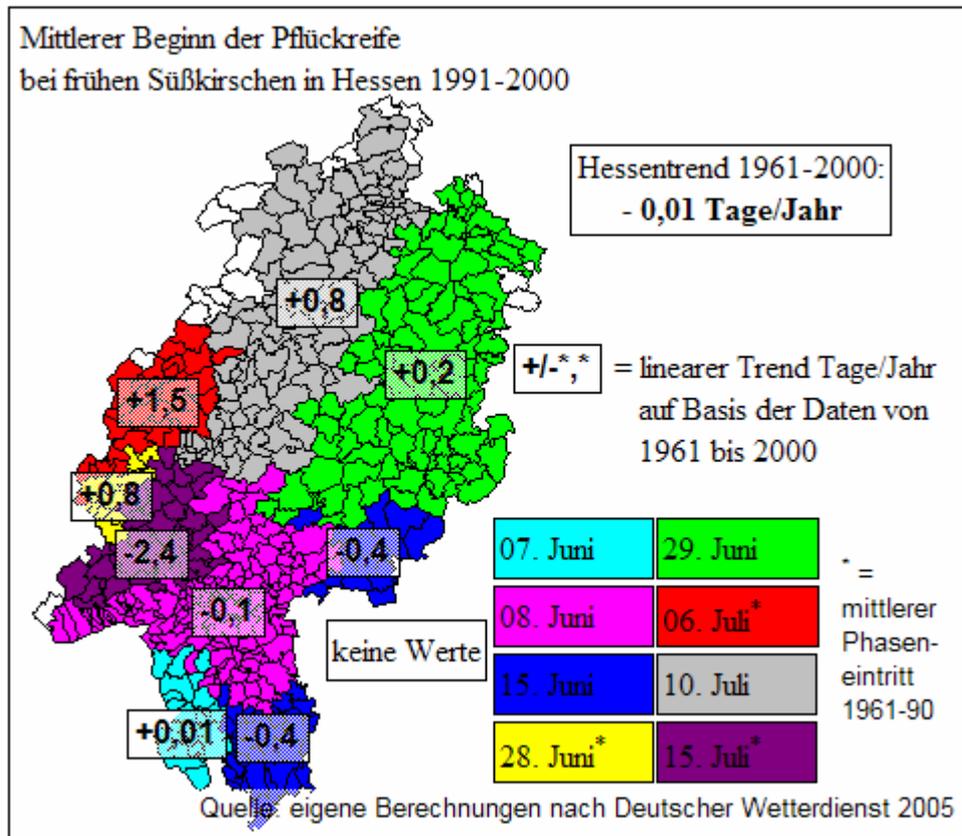


Abbildung 33: Mittlerer Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen und phänologischer Trend
(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Der früheste Erntebeginn im Zeitraum 1991 bis 2000 von Süßkirschen in Hessen ist am 7. Juni (JTZ 158) in der Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland zu verzeichnen. Nur einen Tag später folgt das Rhein-Main-Tiefland. Daran schließt sich mit einem weiteren Abstand von sieben Tagen das Hessisch-Fränkische Bergland mit Beginn der Pflückreife am 15. Juni (JTZ 166) an. Der späteste Eintritt der Pflückreife ist im Taunus zu verzeichnen, wo erst am 15. Juli (JTZ 196) mit der Ernte begonnen werden konnte. Über aller Naturraumgruppen zieht sich der Beginn der Fruchtreife über einen Zeitraum von 38 Tagen hin. Die Blühstadien lagen zeitlich enger beieinander. Bezüglich des linearen Trends aus den Jahren 1961 bis 2000 sind im wesentlichen zwei Gruppen zu unterscheiden. Auf der einen Seite stehen die nördlich gelegenen Naturraumgruppen Gießen-Koblenzer Lahntal (+0,8 Tage/Jahr), Westerwald (+1,5 Tage/Jahr), Westhessisches Berg- und Senkenland (+0,8 Tage/Jahr) und Osthessisches Bergland (+0,2 Tage/Jahr). Diese Naturraumgruppen zeichnen sich durch einen positiven Trend in unterschiedlicher Stärke aus. Das deutet auf einen

zunehmend späteren Eintritt der Fruchtreife hin. Der Trend im Nördlichen Oberrheintiefland ist kaum feststellbar, und so stehen auf der anderen Seite die südlich gelegenen Naturraumgruppen Taunus (-2,4 Tage/Jahr), Rhein-Main-Tiefland (-0,1 Tage/Jahr) und Hessisch-Fränkisches Bergland (-0,4 Tage/Jahr), wo der lineare Trend auf einen zunehmend früheren Beginn der Fruchtreife schließen lässt. Eine statistische Sicherung ist jedoch für keinen dieser Einzeltrends gegeben.

6.10.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 wurde bis zum Eintritt der Fruchtreife bei frühen Süßkirschensorten in Hessen eine Temperatursumme von 1.188 Gradtagen bei einer Basistemperatur von null Grad Celsius benötigt. Zwischen den Naturraumgruppen treten dabei Unterschiede von bis zu 360 Gradtagen auf. Die Übereinstimmung zwischen beobachteten Werten und dem modellierten Beginn der Fruchtreife ist nicht so gut (Abb. 34), wie beispielsweise bei den Blühstadien. Dies ist wie beim Apfel darauf zurückzuführen, dass die Fruchtreife nicht nur durch natürliche Parameter, sondern auch durch Entscheidungen des Produzenten definiert wird.

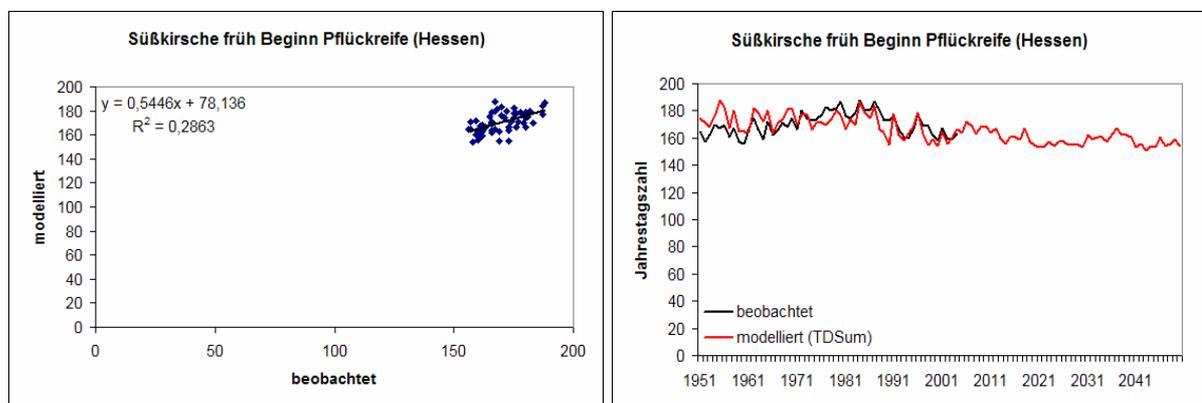


Abbildung 34: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen

(Quelle: eigene Berechnungen)

Der phänologische Trend zu einem späteren Phaseneintritt in den nördlichen Naturraumgruppen wird durch das Temperatursummenmodell nicht wiedergegeben. Vielmehr wird ein verfrühter Eintritt der Fruchtreife in allen Naturraumgruppen modelliert. Bis zur Dekade 2041/2050 wurde für Gesamthessen eine mögliche Verfrühung um etwa 12 Tage

gegenüber der Dekade 2001/2010 berechnet. Gegenüber der Dekade 1951/1960 beläuft sich die Verfrühung sogar auf 19 Tage (Tab. 34).

Tabelle 34: Modellierter Beginn der Pflückreife bei frühen Süßkirschen nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Fruchtreife ¹ bei frühen Süßkirschen in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	22.6.	21.6.	13.6.	13.6.	11.7.	5.7.	3.7.	2.7.
1961-1970	26.6.	25.6.	17.6.	16.6.	16.7.	8.7.	4.7.	3.7.
1971-1980	22.6.	24.6.	11.6.	14.6.	19.7.	6.7.	2.7.	3.7.
1981-1990	21.6.	22.6.	11.6.	16.6.	12.7.	5.7.	30.6.	30.6.
1991-2000	12.6.	8.6.	1.6.	6.6.	- ²	25.6.	22.6.	22.6.
2001-2010	15.6.	14.6.	3.6.	7.6.	- ²	30.6.	24.6.	27.6.
2011-2020	10.6.	9.6.	30.5.	2.6.	- ²	24.6.	19.6.	19.6.
2021-2030	4.6.	2.6.	24.5.	28.5.	- ²	18.6.	13.6.	12.6.
2031-2040	11.6.	10.6.	30.5.	3.6.	- ²	25.6.	20.6.	20.6.
2041-2050	3.6.	2.6.	23.5.	27.5.	- ²	16.6.	11.6.	11.6.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Es wird eine allgemeine Verfrühung der Fruchtreife in allen Naturraumgruppen deutlich. Zwischen den Naturraumgruppen kann es dabei nur zu kleinen Verschiebungen kommen. Insgesamt besteht die Möglichkeit, dass sich für Gesamthessen gesehen, das Erntefenster etwas verkleinert, weil die Naturraumgruppen bezüglich des Eintritts der Fruchtreife etwas enger zusammenrücken.

6.11 Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschensorten

Etwas besser als bei den frühen Süßkirschensorten ist die Datenbasis bei den späten Süßkirschensorten, obwohl auch dort vor allem in den letzten Jahren deutliche Datenlücken festzustellen sind. Für Gesamthessen ergibt sich eine durchgängige Datenreihe von 1951 bis 2004. Der Belegungsgrad liegt bei mindestens 23 Prozent. Einzelnen Stationen und Naturraumgruppen weisen sehr große Lücken in den Datenreihen auf, so dass eine Trendberechnung nicht sinnvoll ist. Für die Naturraumgruppe 22 ist aufgrund fehlender Daten

kein mittlerer Beginn der Fruchtreife für den Zeitraum 1991 bis 2000 berechenbar. Auch hier wird auf den mittleren Phaseneintrittstermin aus den Jahren 1961 bis 1990 zurückgegriffen. Die Pflückreife ist analog zu den frühen Süßkirschensorten als der Tag definiert, an dem sich ein Durchpflücken der Anlage aufgrund einer ausreichend großer Anzahl rot gefärbter Früchte lohnt.

6.11.1 Aufzeichnung und Trend

Der durchschnittliche Erntebeginn der späten Süßkirschensorten in Hessen war in den Jahren 1961 bis 2000 am 9. Juli (JTZ 190), gute zwei Wochen nach dem Erntebeginn der frühreifenden Süßkirschen und damit 79 Tage nach dem Beginn der Blüte. Das Jahr mit dem frühesten Erntebeginn war nicht wie bei den frühen Süßkirschensorten 2000, sondern 1966. Hier konnte bereits am 25. Juni (JTZ 176) mit der Ernte begonnen werden. Ähnlich früh war das Jahr 1964, wo der Erntebeginn am 26. Juni (JTZ 177) verzeichnet wurde. Noch früher lag der Erntebeginn mit dem 23. Juni (JTZ 174) nur in dem nicht zum untersuchten Zeitraum gehörenden Jahr 2003. Im Jahr 1980 war der mittlere Phaseneintritt im Untersuchungszeitraum am spätesten, nämlich am 21. Juli (JTZ 202). Nur einen Tag früher konnte, wie bei den frühen Sorten, 1984 mit der Ernte begonnen werden. Aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 lässt sich für Hessen ein linearer Trend von minus 0,03 Tagen pro Jahr berechnen. Die Verfrühungstendenz ist damit stärker ausgeprägt als bei den frühen Süßkirschensorten, aber im Grunde immer noch relativ schwach. Eine statistische Sicherung ist auch für diesen Trend nicht feststellbar. Dabei laufen die Trends in den einzelnen Naturraumgruppen mit einer Ausnahme in die gleiche Richtung, und sind nur in ihrer Stärke unterschiedlich ausgeprägt (Abb. 35).

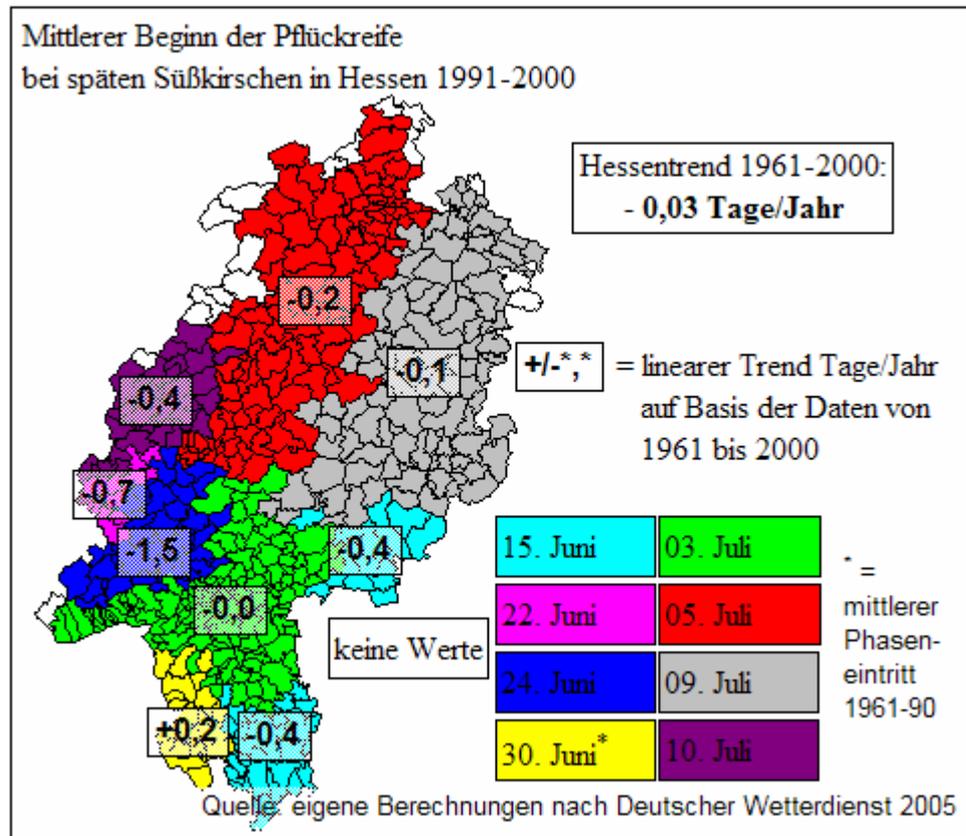


Abbildung 35: Mittlerer Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Gegenüber dem mittleren Phaseneintritt bei den frühen Süßkirschensorten ergeben sich einige Veränderungen, die jedoch kritisch zu interpretieren sind. Nicht mehr die Naturraumgruppe Nördliches Oberrheintiefland, sondern die Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland weist den frühesten Erntebeginn auf. Dabei ist zu beachten, dass der mittlere Phaseneintritt der frühen und späten Süßkirschensorten im Hessisch-Fränkischen Bergland identisch ist. Die Einzeldaten für die Erstellung des Mittelwertes unterscheiden sich dagegen. Es steht zu vermuten, dass hier die Trennung zwischen frühen und späten Sorten nicht gelungen ist. Diese Vermutung ergibt sich auch für andere Naturraumgruppen, wo der mittlere Phaseneintritt der späten Sorten vor dem der frühen Sorten liegt. Ein anderes Problem kann sich durch die Verwendung des mittleren Phaseneintritts der Jahre 1961 bis 1990 für die Naturraumgruppen 30, 31 und 32 ergeben. Wenn es einen Verfrühungseffekt gibt, dann kann der mittlere Phaseneintritt später Sorten im Zeitraum 1991 bis 2000 früher liegen als der mittlere Phaseneintritt der frühen Sorten im Zeitraum 1961 bis 1990. Aus diesem Grund sind die

Ergebnisse von frühen und späten Süßkirschensorten nicht vergleichbar und müssen als Einzelergebnisse gesehen werden. Bei den späten Süßkirschensorten war der früheste Erntebeginn im Zeitraum 1991 bis 2000 in der Naturraumgruppe Hessisch-Fränkisches Bergland am 15. Juni (JTZ 166) zu verzeichnen. Der zeitliche Abstand zu der nächsten Naturraumgruppe ist mit sieben Tagen größer als bei den frühen Sorten. In der Naturraumgruppe Westerwald ist die Pflückreife der späten Süßkirschensorten am spätesten, nämlich am 10. Juli (JTZ 191) zu verzeichnen. Innerhalb eines Zeitfensters von 25 Tagen konnte in allen Naturraumgruppen mit der Ernte begonnen werden. Der lineare Trend aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 verhält sich ganz anders als bei den frühen Süßkirschensorten. Eine Zweiteilung Hessens aufgrund unterschiedlicher Trendrichtungen ist nicht mehr gegeben. Ausnahmen bilden nur die Naturraumgruppen Nördliches Oberrheintiefland, die einen Trend von plus 0,2 Tagen pro Jahr aufweist, und Rhein-Main-Tiefland, für die kein Trend bezüglich des Phaseneintritts feststellbar ist. Die übrigen Naturraumgruppen weisen alle einen negativen Trend auf, das heißt, die Fruchtreife der späten Süßkirschensorten setzt dort zunehmend früher ein. Am stärksten ausgeprägt ist dieser Trend in der Naturraumgruppe Taunus mit minus 1,5 Tagen pro Jahr. Danach folgen das Gießen-Koblenzer Lahntal (-0,7 Tage/Jahr), der Westerwald und das Hessisch-Fränkische Bergland (jeweils -0,4 Tage/Jahr). Geringe Trends in Richtung eines verfrühten Phaseneintritts weisen die Naturraumgruppen Westhessisches Berg- und Senkenland (-0,2 Tage/Jahr) und Osthessisches Bergland (-0,1 Tage/Jahr) auf. Keiner dieser Trends kann jedoch statistisch abgesichert werden.

6.11.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Die bis zum Eintritt der Fruchtreife bei späten Süßkirschensorten benötigte Temperatursumme lag bei einer Basistemperatur von Null Grad Celsius im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 bei 1.476 Gradtagen. Die einzelnen Naturraumgruppen unterscheiden sich dabei um bis zu 326 Gradtage. Die Übereinstimmung zwischen den mit Hilfe der Temperatursummenmethode modellierten und den beobachteten Werten ist besser als bei den frühen Süßkirschensorten (Abb. 36), aber nicht so gut wie bei den verschiedenen Blühstadien. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass die natürlichen Einflüsse durch kulturtechnische Maßnahmen überlagert werden.

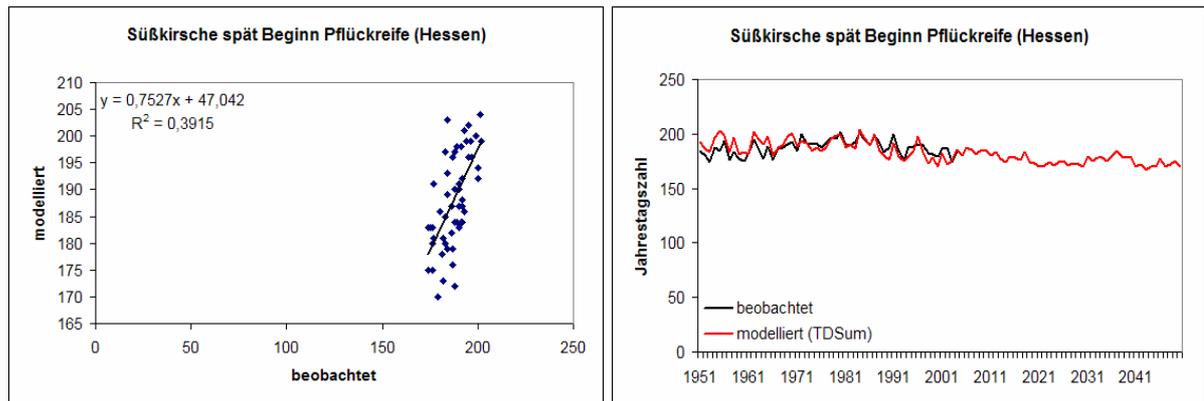


Abbildung 36: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen

(Quelle: eigene Berechnungen)

Die zu erwartende Temperaturerhöhung führt dazu, dass das Temperatursummenmodell eine stetige Verfrühung der Fruchtreife der späten Süßkirschensorten prognostiziert. Anhand der phänologischen Trends war diese Entwicklung ebenfalls zu erwarten. In Gesamthessen ist bis zur Dekade 2041/2050 eine Verfrühung um etwa 13 Tage gegenüber der Dekade 2001/2010 möglich. Im Vergleich mit der Dekade 1951/1960 fällt die Verfrühung mit 20 Tagen noch deutlicher aus (Tab. 35).

Tabelle 35: Modellierter Beginn der Pflückreife bei späten Süßkirschen nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Beginn der Fruchtreife ¹ bei späten Süßkirschen in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	9.7.	3.7.	29.6.	5.7.	9.7.	23.7.	14.7.	14.7.
1961-1970	13.7.	6.7.	1.7.	9.7.	14.7.	28.7.	17.7.	18.7.
1971-1980	10.7.	7.7.	27.6.	6.7.	6.7.	26.7.	14.7.	16.7.
1981-1990	8.7.	4.7.	26.6.	7.7.	8.7.	25.7.	12.7.	13.7.
1991-2000	28.6.	20.6.	17.6.	28.6.	- ²	13.7.	3.7.	4.7.
2001-2010	2.7.	26.6.	18.6.	29.6.	- ²	19.7.	7.7.	10.7.
2011-2020	27.6.	21.6.	13.6.	23.6.	- ²	14.7.	1.7.	3.7.
2021-2030	21.6.	14.6.	8.6.	19.6.	- ²	7.7.	25.6.	26.6.
2031-2040	27.6.	22.6.	14.6.	24.6.	- ²	13.7.	2.7.	4.7.
2041-2050	19.6.	14.6.	6.6.	17.6.	- ²	5.7.	24.6.	25.6.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Die bereits zuvor beschriebene allgemeine Verfrüfung der Fruchtreife wird für alle Naturraumgruppen ersichtlich. Die zeitlichen Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen bleiben dabei weitestgehend bestehen. Bis 2050 besteht die Möglichkeit, dass sich das Zeitfenster, in dem in den einzelnen Naturraumgruppen die Fruchtreife eintritt, etwas verlängert.

6.12 Beginn der Blüte bei Haselnuss

Der Blühbeginn bei Haselnuss wird vom Deutschen Wetterdienst schon recht lange als phänologische Phase beobachtet. Die Datenreihen liegen für viele Stationen vollständig oder mit nur kleinen Lücken vor. In die Untersuchung flossen die Daten von 1951 bis 2004 mit ein. Für Gesamthessen liegt der Belegungsgrad bei mindestens 45 Prozent, und auch für die getrennte Betrachtung der Naturraumgruppen ist eine ausreichend große Datenbasis gegeben. Bei der Haselnuss liegt die Blüte zeitlich vor der Blattentfaltung, und in einzelnen Jahren mit extremen Wetterbedingungen kommt es vor, dass der Blühbeginn bereits im Spätjahr zu beobachten ist. Definiert wird der Blühbeginn der Haselnuss als der Tag, an dem die ersten

männlichen Blüten, die sogenannten Kätzchen vollständig gestreckt sind und ihren gelben Blütenstaub abgegeben haben.

6.12.1 Aufzeichnung und Trend

Der Blühbeginn der Haselnuss war in Hessen im Mittel der Jahre 1961 bis 2000 am 21. Februar (JTZ 52) feststellbar. Im Jahr 1998 war der Phaseneintritt sehr früh. Bereits am 27. Januar (JTZ 27) hielten die Beobachter den Blühbeginn der Haselnuss fest. Im Gegensatz dazu steht das Jahr 1963, welches sich durch einen besonders späten Beginn der Haselnussblüte auszeichnet. In diesem Jahr dauerte es durchschnittlich bis zum 25. März (JTZ 84), bis die ersten Blüten ihren Blütenstaub abgegeben hatten. In zwei vereinzelt Fällen wurde der Blühbeginn bereits im Vorjahr registriert. Im Jahr 2001 war dies in Geisenheim und in Grebenstein der Fall. Aus den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 2000 lässt sich ein linearer Trend berechnen, der für Hessen bei minus 0,5 Tagen pro Jahr liegt. Das deutet auf einen immer früheren Beginn der Haselnussblüte hin. Das Bestimmtheitsmaß für diesen Trend ist zwar nicht besonders groß, dennoch weist er auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ eine statistische Sicherung auf. Die einzelnen Naturraumgruppen unterscheiden sich nicht in der Richtung des Trends. Überall ist tendenziell ein verfrühter Phaseneintritt zu beobachten. Lediglich in der Ausprägung des Trends ergeben sich Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen (Abb. 37).

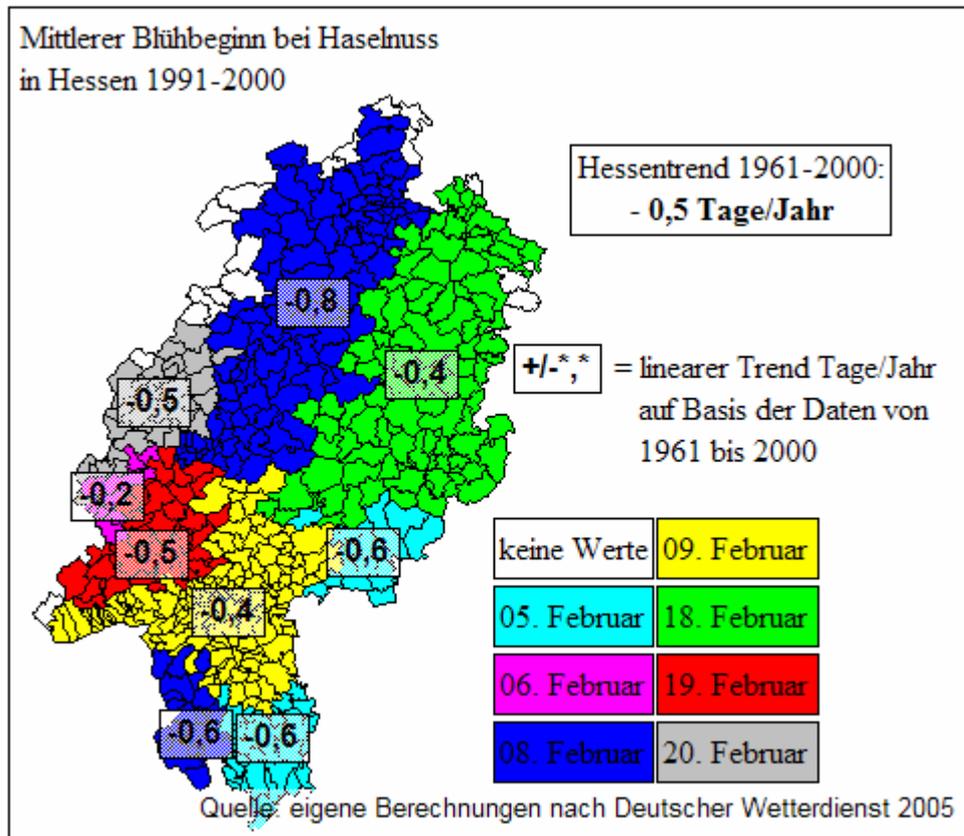


Abbildung 37: Mittlerer Blühbeginn bei Haselnuss und phänologischer Trend

(Quelle: eigene Berechnungen nach DWD 2005)

Bezüglich des Beginns der Haselnussblüte können im wesentlichen zwei große Gruppen unterschieden werden, die innerhalb der Gruppe terminlich sehr eng zusammen liegen, und die sich zwischen den Gruppen um etwa zehn Tage unterscheiden. Den früheren Phaseneintritt weisen die südlichen Naturraumgruppen mit Tiefenlagen und Tallagen auf. Beginnend mit dem Hessisch-Fränkischen Bergland am 5. Februar, folgen die Naturraumgruppen Gießen-Koblenzer Lahntal, Nördliches Oberrheintiefland, Westhessisches Berg- und Senkenland und Rhein-Main-Tiefland innerhalb weniger Tage nach. Mit deutlichem Abstand folgen die Naturraumgruppen, welche durch Höhenlagen geprägt sind. Der späteste Blühbeginn wurde im Mittel der Jahre 1991 bis 2000 in der Naturraumgruppe Westerwald am 20. Februar festgestellt. In den Naturraumgruppen Taunus (19. Februar) und Osthessisches Bergland (18. Februar) beginnt die Haselnussblüte nur wenige Tage früher. Der lineare Trend aus den Jahren 1961 bis 2000 weist eine große Homogenität zwischen den Naturraumgruppen auf. Am stärksten ausgeprägt und auch statistisch gesichert ($\alpha = 0,05$) ist

der Trend zu einem verfrühten Phaseneintritt mit minus 0,8 Tagen pro Jahr in der Naturraumgruppe Westhessisches Berg- und Senkenland. Darauf folgen das Hessisch Fränkische Bergland und das Nördliche Oberrheintiefland (jeweils $-0,6$ Tage/Jahr). Für Taunus und Westerwald (jeweils $-0,5$ Tage/Jahr) liegt keine statistische Sicherung vor. Mit einem Trend von minus 0,4 Tagen pro Jahr folgen das Rhein-Main-Tiefland und das Osthessische Bergland. Den schwächsten Trend ($-0,2$ Tage/Jahr) in Richtung eines verfrühten Blühbeginns der Haselnuss weist die Naturraumgruppe Gießen-Koblenzer Lahntal auf.

6.12.2 Simulation Temperatursumme bis 2050 und erwarteter Eintrittstermin für die Dekaden bis 2050

Die Temperatursumme, die bis zum Eintritt der Haselnussblüte erreicht wird, ist nicht besonders groß. Möglicherweise wäre es sinnvoll, bereits im Herbst des Vorjahres mit der Summierung der Gradtage zu beginnen. Dies wurde jedoch im Rahmen der aktuellen Untersuchung nicht gemacht. Im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 wurde in Hessen vom ersten Januar bis zum Phaseneintritt eine Temperatursumme von 94,9 Gradtagen erreicht. Dafür wurde ein Zeitraum von 52 Tagen benötigt. Für die phänologische Phase des Blühbeginns bei Haselnuss ist wieder eine gute Übereinstimmung zwischen den beobachteten Werten und den durch die Temperatursummenmethoden simulierten Werten festzustellen (Abb. 38). Dies gilt sowohl für Gesamthessen, als auch für die einzelnen Naturraumgruppen.

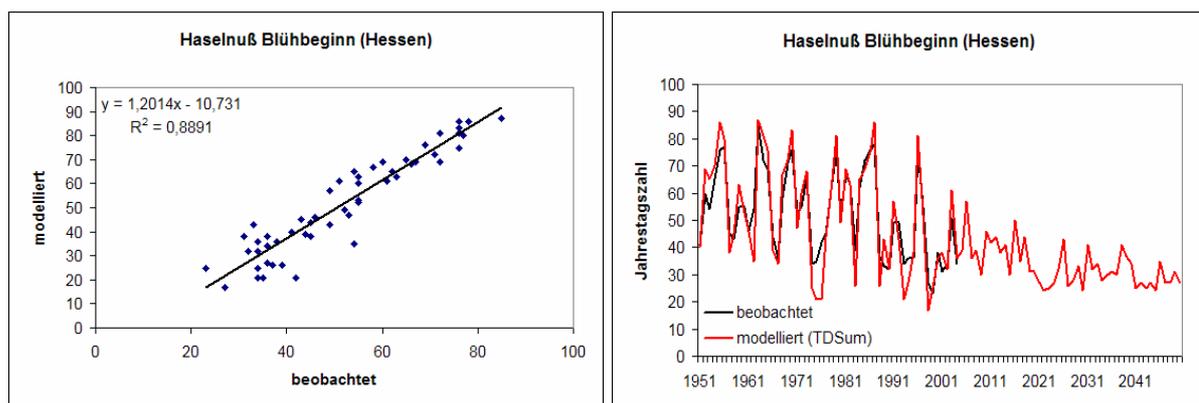


Abbildung 38: Vergleich von beobachtetem und simuliertem Blühbeginn bei Haselnuss

(Quelle: eigene Berechnungen)

Das Temperatursummenmodell liefert auch einen Trend, der auf einen verfrühten Beginn der Haselnussblüte schließen lässt. Es folgt damit dem Trend, der aus den phänologischen Daten

ersichtlich wurde. Gegenüber der aktuellen Dekade 2001/2010 kann eine Verfrühung der Haselnussblüte um etwa 12 Tage eintreten. Gegenüber den weiter zurückliegenden Dekaden fällt der Verfrühungseffekt noch deutlicher aus. Eine Verschiebung von mehr als einem Monat nach vorne ergibt sich beispielsweise gegenüber der Dekade 1951/1960 (Tab. 36).

Tabelle 36: Modellierter Blühbeginn der Haselnuss nach Dekaden

(Quelle: eigene Berechnungen)

Dekade	Modellierter Blühbeginn ¹ bei Haselnuss in							
	Hessen	NRG 14	NRG 22	NRG 23	NRG 30	NRG 32	NRG 34	NRG 35
1951-1960	5.3.	3.3.	5.3.	28.2.	4.3.	13.3.	7.3.	8.3.
1961-1970	11.3.	10.3.	26.2.	13.2.	13.3.	22.3.	16.3.	21.3.
1971-1980	17.2.	18.2.	17.2.	12.2.	27.2.	12.3.	22.2.	25.2.
1981-1990	5.3.	1.3.	27.2.	19.2.	10.3.	20.3.	10.3.	11.3.
1991-2000	6.2.	4.2.	4.2.	4.2.	- ²	19.2.	9.2.	10.2.
2001-2010	8.2.	6.2.	4.2.	3.2.	- ²	2.3.	12.2.	15.2.
2011-2020	9.2.	7.2.	5.2.	3.2.	- ²	25.2.	12.2.	14.2.
2021-2030	27.1.	26.1.	27.1.	26.1.	- ²	7.2.	29.1.	30.1.
2031-2040	2.2.	3.2.	30.1.	29.1.	- ²	17.2.	5.2.	6.2.
2041-2050	27.1.	25.1.	27.1.	26.1.	- ²	4.2.	28.1.	28.1.

¹ = Median der Dekade
² = Für diese NRG, diese phänologische Phase und diesen Zeitraum liegen keine Daten vor

Der Zeitpunkt der Haselnussblüte wies bereits in der Vergangenheit keine sehr große Streuung zwischen den Naturraumgruppen auf. Durch das Modell wird deutlich, dass sich die Naturraumgruppen bis zur Dekade 2041/2050 noch weiter annähern werden. Der Beginn der Haselnussblüte ist dann innerhalb einer Woche in allen hessischen Naturraumgruppen zu erwarten. Im Mittel der Jahre 1951 bis 2004 wurden im Durchschnitt aller ausgewerteten Naturraumgruppen in 53 Tagen, die vom ersten Januar bis zum Phaseneintritt vergingen, 103 Gradtage angesammelt. Zwischen der Naturraumgruppe mit dem frühesten und der Naturraumgruppe mit dem spätesten Blühbeginn der Haselnuss lag eine Spanne von 14 Tagen. Die Naturraumgruppen, die einen frühen Blühbeginn aufweisen erreichen eine durchschnittliche wirksame Temperatur von über zwei Grad pro Tag, während die späteren Naturraumgruppen unter der Zweigradmarke liegen.

6.13 Besonderheiten in den Trends und Entwicklungen bei anderen Obstarten

Für alle untersuchten Obstarten, sowohl die wildwachsenden als auch die kultivierten, ist die Grundrichtung des phänologischen Trends klar erkennbar. Tendenziell hat sich der Eintritt sämtlicher untersuchter Phänophasen in den letzten 40 Jahren nach vorne verschoben. Die phänologischen Phasen, die mit vielen Daten belegt sind, weisen logischerweise einen in Richtung und Stärke eindeutigeren Trend auf als phänologische Phasen, die nur in den letzten zehn Jahren mit Daten belegt sind. Die kleinen Datensätze führen auch häufig zu gegensätzlichen Trendrichtungen zwischen den Naturraumgruppen. Die eindeutigen Trends gehen meistens in die selbe Richtung. Bei den wildwachsenden Arten ist davon auszugehen, dass die Trends eher die tatsächliche unbeeinflusste Entwicklung wiedergeben als die kultivierten Arten. Wobei bei den letztgenannten unterschieden werden muss zwischen Entwicklungsstadien, die vom Produzenten nicht beeinflusst werden können, wie beispielsweise Beginn des Austriebs oder Beginn der Vollblüte, und solchen die nicht nur von den natürlichen Faktoren beeinflusst werden, wie beispielsweise die Fruchtreife. Phänologische Phasen, die unter Umständen durch anbautechnische Entscheidungen beeinflusst werden weisen eine größere Streuung zwischen einzelnen Jahren und Stationen auf.

Der Beginn des Blattfalls der Eberesche weist für Gesamthessen mit minus 1,8 Tagen pro Jahr den deutlichsten Trend in Richtung eines verfrühten Phaseneintritts auf. Danach folgt der Beginn des Austriebs der Stachelbeere mit minus 1,4 Tagen pro Jahr, wobei diese phänologische Phase noch nicht lange erfasst wird.

Bei der Eberesche sind für die gut mit Daten belegten phänologischen Phasen keine Unterschiede in der Trendrichtung zwischen den Naturraumgruppen zu erkennen. Phänologische Trends die nur aus einer kurzen Zeitreihe hervorgehen weisen hier auch unterschiedliche Richtungen auf.

Bei schwarzem Holunder ist sowohl für den Beginn der Blüte, als auch für den Beginn der Fruchtreife die Trendrichtung in allen Naturraumgruppen gleich. Die Verfrüfung des Blühbeginns bewegt sich zwischen 0,6 Tagen pro Jahr in der Naturraumgruppe Gießen-Koblenzer Lahntal und 0,2 Tagen pro Jahr im Nördlichen Oberrheintiefland. Die Fruchtreife

hat sich mit 0,5 Tagen pro Jahr im Hessisch-Fränkischen Bergland am deutlichsten verfrüht. Die geringste Verfrühungstendenz ist im Westerwald mit 0,1 Tagen pro Jahr zu verzeichnen.

Die Brombeere wurde 1991 aus dem Beobachtungsprogramm des Deutschen Wetterdienstes herausgenommen, so dass sich die Datenbasis entsprechend verkleinert. Sowohl beim Beginn der Blüte als auch beim Beginn der Pflückreife weisen die Naturraumgruppen stark unterschiedlich gerichtete Trends auf. Den deutlichsten Trend zum verfrühten Phaseneintritt weist der Taunus mit minus 1,0 Tagen pro Jahr für den Blühbeginn und minus 1,5 Tagen pro Jahr für den Beginn der Fruchtreife auf. Das Gegenstück dazu bildet das Osthessische Bergland. Hier ist eine Verspätung der Blüte um 0,7 Tage pro Jahr und eine Verspätung der Fruchtreife um 1,2 Tage pro Jahr festzustellen. In einigen Naturraumgruppen weist der Trend für den Blühbeginn eine andere Richtung auf als der Trend für den Beginn der Fruchtreife.

Die Stachelbeere ist mit vier phänologischen Phasen im Beobachtungsprogramm vertreten, wobei der Beginn des Austriebs erst seit 1991 erfasst wird. Bis auf wenige Ausnahmen ist für alle vier Phasen und alle Naturraumgruppen die Tendenz zu einem verfrühten Phaseneintritt feststellbar. Eine Ausnahme stellt der Westerwald für den Beginn von Austrieb und Blattentfaltung dar, wo entgegen den anderen Trends ein leicht verspäteter Phaseneintritt zu verzeichnen war. Der Beginn der Blüte hat sich in allen Naturraumgruppen um 0,1 bis 0,9 Tage pro Jahr verfrüht. Auch der Beginn der Pflückreife hat sich verfrüht, wobei hier das Gießen-Koblenzer Lahntal und das Osthessische Bergland die Ausnahmen bilden. Dort hat sich der Beginn der Fruchtreife tendenziell leicht verspätet.

Sehr uneinheitlich stellt sich die Situation bei den späten Apfelsorten dar, die getrennt jedoch erst seit 1991 erfasst werden. Eine längere Zeitreihe gibt es nur für den Beginn der Pflückreife. Aber auch dafür ist kein einheitlicher Trend zu erkennen. Die Naturraumgruppen Rhein-Main-Tiefland, Gießen-Koblenzer Lahntal und Westerwald weisen einen leicht verspäteten Phaseneintritt auf, während in den übrigen Naturraumgruppen eine Verfrühung um bis zu 0,6 Tage pro Jahr festzustellen ist.

Die phänologischen Trends der Sauerkirsche weisen keine Unterschiede zwischen den Naturraumgruppen auf. Sowohl der Beginn von Blüte, Vollblüte und Blühende, als auch der Beginn der Fruchtreife zeichnen sich durch ein tendenziell verfrühtes Eintrittsdatum aus. Dabei ist die deutlichste Verfrühung bei den Blühstadien in der Naturraumgruppe Taunus zu

verzeichnen. Der Beginn der Erntereife hat sich dagegen Westhessischen Berg- und Senkenland mit 0,5 Tagen pro Jahr am deutlichsten verfrüht.

7 Diskussion – Mögliche Folgen der Klimaveränderung, Maßnahmen und Kosten

Der Erfolg erwerbsobstbaulicher Tätigkeit hängt im wesentlichen von der Wahl des richtigen Standortes ab. Die Güte eines Standortes lässt sich durch einige maßgebliche Faktoren wie Temperatur, Wasser, Licht, chemische und mechanische Faktoren definieren. Einige dieser Umweltfaktoren können durch den Produzenten verändert werden, um so den wirtschaftlichen Erfolg seiner Arbeit zu gewährleisten. Dazu gehören unter anderem die Wahl der richtigen Unterlagen-Sorten-Kombination, die Abwehr von Krankheiten und Schädlingen und kulturtechnische Maßnahmen an Pflanzen und Boden (WINTER 2002). Nach wie vor wird jedoch der Erfolg des Erwerbsobstbaus in starkem Maße von den klimatischen Gegebenheiten eines Standortes beeinflusst. Da die einzelnen Komponenten des Wettergeschehens durch den Produzenten nicht verändert werden können, müssen sie bei der Wahl des Standortes als gegeben hingenommen, und die Produktion daran angepasst werden, was im Normalfall auch kein Problem darstellt. Anders sieht die Sache aus, wenn unvorhergesehen Extremereignisse wie Frost, Hagel, Trockenheit oder Starkregen auftreten. Dann muss der Produzent zusätzliche Maßnahmen ergreifen, um negative Auswirkungen auf Pflanzen und Früchte, und damit auch auf seinen Betriebserfolg, zu vermeiden oder wenigstens abzumildern. Gleiches gilt auch für Entwicklungen bei Temperatur oder Windstärke, die durch globale klimatische Veränderungen hervorgerufen werden, und die zu Beginn der obstbaulichen Tätigkeit noch nicht absehbar waren. Durch die Dauerkulturen ist der Erwerbsobstbauer auf lange Zeit an den gewählten Standort gebunden und muss, um die Produktion sicherzustellen, Maßnahmen zur Anpassung an die veränderten Gegebenheiten ergreifen. Viele dieser Maßnahmen sind mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden. Daraus erwächst die Notwendigkeit, abzuwägen was sinnvoller ist: Finanzielle Einbußen durch Ertragsverluste bei eingetretenen Schadensereignissen, oder eine Investition in Schutzvorrichtungen. Die nachfolgenden Punkte sollen einen Überblick über wetterbedingte Risikofaktoren für den Obstbau, die entsprechenden Maßnahmen und die daraus resultierenden Kosten geben. Nicht alle aufgeführten Probleme sind neu, dennoch helfen die Angaben dabei, die finanziellen Folgen von Maßnahmen abzuschätzen, die als Antwort auf veränderte klimatische Bedingungen ergriffen werden können.

7.1 Risikofaktor Frost

Schäden durch Frost gehören zu den am wenigsten kalkulierbaren Risiken im Erwerbsobstbau. Grundsätzlich müssen zwei Arten von Frost unterschieden werden. Zum einen gibt es sogenannte Advektionsfröste, die auf dem Einströmen von arktischen Luftmassen beruhen. Als Voraussetzung muss eine Windgeschwindigkeit von mindestens 1,5 Metern pro Sekunde gegeben sein. Von dieser Frostart sind Höhenlagen eher betroffen, weil aufgrund der normalen Temperaturverteilung die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Die für den Obstbau gefährlicheren Fröste sind die Strahlungsfröste, die unter bestimmten Voraussetzungen eintreten. Bei unbedecktem Himmel und Windstille strahlt die im Boden gespeicherte Wärme sehr stark in die Atmosphäre ab und ist damit am Boden verloren. Häufig sammelt sich die Kaltluft in Senken oder schwach geneigten Tallagen. Solche Lagen sollten bei der Standortwahl vermieden werden. Darüber hinaus können die Fröste nach dem Zeitpunkt ihres Auftretens zwischen Winter-, Frühjahrs- und Herbstfrösten unterschieden werden (SCHMITT 2001). Die größte Gefahr für den Erwerbsobstbau geht in unseren Breiten von den Frühjahrsfrösten aus, wenn sie in den Zeitraum der Blüte der verschiedenen Obstarten fallen. Je nach Art, Sorte und Entwicklungsstadium liegt die Toleranzgrenze der Pflanzen zwischen $-1,1\text{ °C}$ und $-5,2\text{ °C}$. Die Frostschäden an den Kulturpflanzen beschränken sich jedoch nicht nur auf Ausfälle von Blüten oder Früchten, sondern können die gesamte Pflanze betreffen (Tab. 37).

Tabelle 37: Frostschäden und ihre Ursachen

(Quelle: nach WINTER 2002)

Art des Schadens	Auswirkung	Ursachen	Voraussetzungen für erhöhtes Risiko
Schäden an Blatt- und Blütenknospen	Austrіeb verzögert; keine Blüte	plötzliche Kälteeinbrüche im Spätwinter	zuvor hohe Temperaturen; hohe Tag-Nacht-Differenz; Schneedecke
Rindenschäden an Stamm und Zweigen	Wachstumsstörungen		allgemeine Anfälligkeit
Kambiumschäden an Stamm und Zweigen	Absterben von der Schadstelle aufwärts		Schnittmaßnahmen vor dem Kälteeinbruch
Wurzelschäden	schlechter Austrіeb	tiefe Frosttemperatur im Boden	Kahlfröste, offen gehaltener Boden, frostempfindliche Unterlage
Frostrocknis	Kümmervuchs, evtl. Absterben und Neuaustrіeb	Beginn des Austrіebѕ bei gefrorenem Boden	Plötzliche Erwärmung im Frühjahr nach kaltem Winter
Frostrisse am Stamm	Infektionsgefahr	starke Temperaturgegensätze durch Sonnenstrahlung und niedrige Temperaturen	starke Sonnenkraft, dunkle Stammfarbe, Schneedecke, Windstille
Frühjahrsfrost an Blüten, Jungfrüchten und Blättern	Ertragseinbußen, Alternanzgefahr, Frostringe/Frostzungen	Nacht tiefsttemperatur einige Grad unter Null	Regen oder Schnee kurz vor Frost schnelles Absinken auf Minimum

Nicht gegen alle aufgeführten Schadursachen können Maßnahmen ergriffen werden. Die Schäden durch Winterfröste spielen im hessischen Obstanbau kaum eine Rolle. Durch den zu erwartenden leichten Anstieg der Temperatur auch im Winter wird das Risiko solcher Schäden eher verkleinert. Sollte jedoch zukünftig nach einer kalten Phase eine rasche Erwärmung eintreten, oder bei kalten Temperaturen eine hohe Einstrahlung vorliegen, so besteht die Gefahr, dass vermehrt Schäden durch Frostrocknis oder Frostrisse auftreten.

Die Frostabwehr beginnt bereits mit der richtigen Standortwahl. Mulden- oder Tallagen, sowie Gelände vor dichtem Bewuchs sind besonders frostanfällig und sollten vermieden werden. Kann eine Bewirtschaftung solcher Flächen jedoch nicht vermieden werden, so kann durch einige einfache Maßnahmen die Frostgefahr reduziert werden. Es ist sinnvoll, Kaltluftbremsen talabwärts zu entfernen, und im Gegenzug oberhalb der Fläche neue Barrieren anzulegen. Auch eine Umleitung der Kaltluftströme ist möglich. Zusätzlich ist darauf zu achten, dass in der kritischen Jahreszeit der Boden in der Anlage nicht bearbeitet

wird, um die Wärmenachlieferung nicht zu unterbrechen. Die Fahrstreifenbegrünung ist möglichst kurz zu halten, um Taubildung an den Grasspitzen zu vermeiden. Diese Maßnahmen sind gut in den allgemeinen Arbeitsablauf zu integrieren oder bei der Anlagenerstellung zu beachten. Durch sie entstehen keine wesentlichen zusätzlichen Kosten. Um die Blüten besser vor schädlichem Frost zu schützen, und so eine Blütenanzahl zu retten, die einen Normalertrag gewährleistet, ist ein höherer Aufwand nötig, der mit entsprechenden Kosten verbunden ist. Dabei ist die Rentabilität von Frostschutzmaßnahmen kaum vorhersehbar. Schon nach einem Frostjahr können sich die Anlagen bezahlt machen. Bleibt der Frost dagegen für mehrere Jahre aus, so war die Investition unnötig.

Ziel der Frostschutzmaßnahmen ist es, die Pflanzentemperatur in den Phasen mit kritischen Temperaturen über dem Gefrierpunkt des pflanzlichen Gewebes zu halten. Es gibt viele verschiedene Ansätze des Frostschutzes, von denen jedoch nur wenige in der Praxis anwendbar sind (Tab. 38).

Tabelle 38: Frostschutzmaßnahmen und ihre Wirksamkeit

(Quelle: nach WINTER 2002)

Frostschutzmaßnahme	Wirksamkeit	Probleme
Spritzung der Pflanzen mit chemischen Präparaten	bisher noch keine eindeutigen Erfolge feststellbar	Zulassungssituation Akzeptanz
Abdeckung mit Flachfolie	1,5 - 3 K	nur für bodennahe Kulturen; ungünstiges Verhältnis von Aufwand und Wirkung
Lufttrübung	bis 3 K	keine Zulassung in Deutschland
Luftverwirbelung	Durchmischung der kalten Bodenluft mit wärmerer Luft aus höheren Schichten mit stationären Windrädern	Wirkungslosigkeit bei fehlenden warmen Luftschichten; Lärmbelastung
Geländeheizung	mobile oder stationäre Heizgeräte mit Öl-, Gas- oder Holzbefuerung führen der Anlage Wärme zu; 2 - 3 K	geringer Wirkungsgrad; 95% Energieverlust; Brand- und Hitzeschäden an den Pflanzen, hohe Umweltbelastung
Abdeckung mit Foliendächern	Nutzung vorhandener Regen- oder Hagelschutzeinrichtungen; 0 - 5 K	hohe Anschaffungskosten; Landschaftsbild
Frostschutzberegnung	Wirksam bei Frösten bis -7°C	Anschaffungskosten; Vernässung des Bodens; Gefahr von Bruchschäden und übermäßigem Fruchtfall

Im Folgenden wird nur auf die Möglichkeiten und Kosten der Frostschutzberegnung eingegangen. Die Kosten für den Einsatz von Schutzdächern sind in Punkt 7.3 zu finden. Die übrigen Maßnahmen sind nicht praxisüblich und werden nicht berücksichtigt.

Bei der Frostschutzberegnung im Baumobstanbau ist nochmals zwischen Überkronen- und Unterkronenberegnung zu unterscheiden. Im Beerenobstanbau entfällt diese Unterscheidung. Beide Verfahren nutzen die Kristallisationswärme des gefrierenden Wassers, um die Temperatur der Pflanzenteile oder der gesamten Anlage zu erhöhen. Bei der Überkronenberegnung benetzt das verregnete Wasser die Blüten und gefriert. Dabei wird Wärme frei und die Gewebetemperatur sinkt nicht unter -0,5 bis -1 Grad Celsius. Es ist jedoch unbedingt notwendig, die Beregnung rechtzeitig, noch vor dem Erreichen der kritischen Temperatur, anzuschalten, und für eine dauerhafte gleichmäßige und ausreichende Benetzung zu sorgen. Der Wasserbedarf liegt bei 3,5 bis vier Litern je Quadratmeter und

Berechnungsstunde. Durch sogenannte Mikrosprinkler lässt sich der Wasserbedarf um etwa 30 Prozent reduzieren. Bei der Anlage einer Frostschutzberechnungsanlage muss darauf geachtet werden, dass eine ausreichend große Wasserreserve für mindestens drei Frostnächte (circa 1.000 m³) zur Verfügung steht. Die Verteilung des Wassers erfolgt entweder über die Vegetationsberechnung, die auf dem Unterstützungsgerüst montiert ist, über Teleskopregner, die auf einer am Boden verlaufenden Leitung montiert sind, oder über Mikrosprinkler, die in der Baumkrone befestigt werden. Die Mikrosprinkler werden durch einen Schlauch an der am Boden liegenden Leitung angeschlossen, und können im Sommer durch Umstecken auch im Unterkronenbereich als Vegetationsberechnung eingesetzt werden. Den verbesserten Frostschutzeergebnissen stehen jedoch höhere Anschaffungskosten entgegen (WINTER 2002).

Problematisch bei der Überkronenberechnung, vor allem beim Baumobst, ist das hohe Gewicht der entstehenden Eismassen. Dadurch besteht die Gefahr, dass Teile der Krone abbrechen. Bei Steinobst können darüber hinaus Befruchtungsprobleme durch verklebten Pollen auftreten. Außerdem ist eine Überkronenberechnung bei gleichzeitigem Einsatz von Hagelschutznetzen nicht einsetzbar. Abhilfe schafft hier die Unterkronenberechnung, die allerdings einen geringeren Wirkungsgrad als die Überkronenberechnung aufweist. Bei der Unterkronenberechnung werden nicht die Blüten, sondern der Boden der Anlage mit Wasser benetzt. Auch hier wird durch das gefrierende Wasser Wärme freigesetzt, die in der Anlage nach Oben steigt und somit die Umgebungstemperatur der Blüten erhöht. In Kombination mit geschlossenen Hagelschutznetzen kann die Wirkung der Unterkronenberechnung erhöht werden, weil die Abstrahlung und der Einfluss des Windes vermindert werden. Es ist sinnvoll, die Berechnungsanlage so auszulegen, dass sie als Frostschutz- und Vegetationsberechnung benutzt werden kann (OLLIG 2002).

7.2 Risikofaktor Trockenheit

Nach den simulierten Klimazeitreihen bis 2050 für Hessen ist für die Vegetationsperiode nur ein moderater Rückgang der Monatsniederschlagsmengen zu erwarten. Dennoch kann es in Extremjahren wie beispielsweise 2003 durch lang anhaltende Hitze- und Trockenperioden zu Qualitäts- und Ertragsverlusten kommen. Auch das Problem der Trockenphasen ist für den Obstanbau nicht neu, kann aber durch die Klimaveränderungen vor allem regional deutlich verschärft werden. Aus diesem Grund kommt der Zusatzbewässerung im intensiven

Obstanbau mit hohen Pflanzdichten und schwachwuchsinduzierenden Unterlagen eine immer größere Bedeutung zu (WINTER 2002). Ziel muss es dabei sein, durch die Zusatzbewässerung zur Ertragssicherung und Qualitätsverbesserung beizutragen. In Jahren mit Sommertrockenheit kann auf die Zusatzbewässerung vor allem in Junganlagen nicht mehr verzichtet werden (SCHEUER 2004). Speziell im nordhessischen Raum Waldeck erkennen immer mehr Ackerbaubetriebe den Anbau von Erdbeeren und Strauchbeeren als lohnende Alternative. In diesem Zusammenhang ist auf die unbedingte Notwendigkeit der Zusatzbewässerung speziell bei den Obstarten Rote und Schwarze Johannisbeere, sowie Himbeere und Brombeere hinzuweisen. Dieser Umstand ist bei zukünftigen Überlegungen mit zu berücksichtigen.

Bei der Planung von Bewässerungsanlagen ist zunächst die Herkunft des Wassers zu klären. Neben der allgemeinen Durchführbarkeit von Bewässerungsprojekten beeinflusst die Wasserherkunft in starkem Maße die variablen Kosten, welche durch die Bewässerung entstehen. An einigen Standorten steht Brauchwasser durch den Beregnungsverbund zur Verfügung, welches mit 0,10 bis 0,30 Euro je Kubikmeter veranschlagt wird. Andere Standorte eignen sich zur Anlage betriebseigener Brunnen. Das Wasser aus diesen Brunnen muss mit 0,20 bis 0,30 Euro je Kubikmeter berechnet werden. Eine Alternative bietet die Anlage von Regenwasserauffangbecken oder Teichen, die zwar hohe Anfangsinvestitionen verursacht, die aber später auch die Möglichkeit bietet, Beregnungswasser in guter Qualität zur Verfügung zu haben. Wo keine dieser Möglichkeiten der Beschaffung von Beregnungswasser gegeben ist, und auch kein Oberflächenwasser entnommen werden kann, dort bleiben nur die Möglichkeiten auf die Bewässerung zu verzichten, oder auf Trinkwasser zurückzugreifen. Die erste Alternative kann zu Einbußen bei Qualität und Ertrag führen, die zweite Alternative ist die teuerste von allen. Der Kubikmeter Trinkwasser verursacht Kosten in Höhe von etwa zwei Euro. Im Folgenden werden nur die Kosten für die Erstellung der Beregnungsanlage im Bestand und für das verbrauchte Wasser dargestellt. Entsprechend den örtlichen Gegebenheiten müssen darüber hinaus noch Kosten für die Wasserleitung zum Feld oder die Anlage von Brunnen oder Auffangbecken berücksichtigt werden. Für die Ausbringung des Wassers in der Anlage werden im wesentlichen drei Methoden unterschieden. Am etabliertesten ist die Methode der Über- oder Unterkronenberegnung mit Kreisregnern, die auch als Frostschutzmaßnahme eingesetzt werden kann (Abb. 39 links).

Auch der Einsatz von Mikrosprinklern in der Baumreihe ist möglich. Werden die Mikrosprinkler im Kronenbereich montiert, können auch gute Frostschutzegebnisse erzielt werden (Abb. 39 rechts).



Abbildung 39: Links: Überkronenberegnung im Apfelanbau
Rechts: Mikrosprinkler im Unterkronenbereich
(Quelle: G. LAFER, OWET, Gleisdorf)

In Hinblick auf einen sparsamen Wassereinsatz werden vermehrt überirdische oder unterirdische Tropfbewässerungssysteme eingesetzt. Mit diesen Systemen ist jedoch keine Frostschutzberegnung mehr möglich. Unterschiede zwischen den Systemen ergeben sich vor allem bezüglich der Anschaffungskosten und des Wasserverbrauchs. Für die Erstellung von Beregnungseinrichtungen für einen Hektar Obstbaufläche fallen nach unterschiedlichen Angaben (KTBL 2002, JACOB 2003, KRUG 1991) Kosten zwischen 3.000 und 10.000 Euro an. Die Nutzungsdauer dieser Anlagen wird mit sechs bis zehn Jahren angenommen, so dass sich die jährliche Belastung auf 300 bis 1.000 Euro beläuft. Hinzu kommen die Kosten für das verbrauchte Wasser, die jedoch sehr stark von der Herkunft des Wassers und vom Entwicklungsstand der Anlage abhängen. Zwei Beispiele sollen kurz eine mögliche Größenordnung aufzeigen. Für eine fünfmalige Frostschutzberegnung á acht Stunden auf einer Fläche von einem Hektar ist ein Wasserbedarf von etwa 1.600 Kubikmetern Wasser gegeben. Die Kosten dafür betragen je nach Herkunft zwischen 160 Euro für Nutzwasser und 3.200 Euro wenn Trinkwasser verwendet werden muss. Für die Tröpfchenbewässerung einer ein Hektar großen Apfelanlage mit 3.000 Bäumen ergibt sich bei einem Wasserbedarf von drei Litern je Baum und Tag bei 70 Bewässerungstagen ein Gesamtwasserbedarf von 630 Kubikmetern. Die Kosten für das Wasser liegen somit zwischen 63 und 1.260 Euro im Jahr.

Bei Überkronenberegnung ist ein wesentlich höherer Wasserverbrauch anzusetzen. Die jährlichen Bewässerungskosten bewegen sich also in einem Rahmen von 550 bis 5.500 Euro je Hektar plus möglichen Kosten für die Wasserbereitstellung. Für die Versorgung der gesamten Hessischen Obstbaufläche einschließlich der Erdbeeranbaufläche mit Frostschutz-, und oder Vegetationsbewässerung könnten zukünftig Kosten in Höhe von 0,5 bis 5,9 Millionen Euro pro Jahr. Diese Werte sind jedoch als sehr grobe Anhaltspunkte anzusehen, das vor allem der Wasserverbrauch sehr unterschiedlich ist. Veränderungen ergeben sich zudem durch neue wassersparende Technologien und durch Veränderungen beim Wasserpreis.

7.3 Risikofaktor Hagel

Neben den Schäden durch Frost sind auch die Schäden durch Hagel nur sehr schlecht vorhersehbar und kalkulierbar. Wenn jedoch Hagelereignisse auftreten, dann verursachen sie mit die größten Schäden im Intensivobstbau. Voraussetzung für die Entstehung von Hagel ist eine Gewitterfront mit einer kalten und einer warmen Luftschicht, zwischen denen die entstehenden Hagelkörner hin und her pendeln und dabei größer werden, bis sie durch die Schwerkraft zur Erde fallen. Bis zum Auftreffen auf der Erde haben die Hagelkörner in unseren Breiten noch eine Größe von 0,05 bis 0,5 Zentimetern. Durch die Hagelkörner können an den Pflanzen Blüten und Blätter abgeschlagen werden. In späteren Entwicklungsstadien können Früchte verletzt und damit nicht mehr vermarktungsfähig werden (Abb. 40).



Abbildung 40: Schäden durch Hagelschlag an Äpfeln
(Quelle: <http://www.obstbauseite.de>)

Bei sehr starken Hagelschlägen kann es auch zu Schäden am Holz der Obstbäume kommen. Eine Zunahme der Hagelhäufigkeit als Folge der zunehmenden Erwärmung der Atmosphäre ist denkbar, aus meteorologischer Sicht bisher aber noch nicht nachgewiesen (WINTER 2002). Für Rheinland-Pfalz ist beispielsweise keine Zunahme der Hagelereignisse in den letzten 50 Jahren festzustellen. Die Hagelwahrscheinlichkeit lag dort in den 50iger Jahren in einigen Regionen sogar über dem Wert von heute. Grundsätzlich weisen die Monate April, Mai, Juni und Juli die größte Hagelwahrscheinlichkeit auf, wobei immer wieder regionale Unterschiede aufgrund lokaler Gegebenheiten auftreten. Aus diesem Grund wird es auch zukünftig nicht möglich sein, gezielte Hagelvorhersagen zu treffen (SCHEUER 2004). Aufgrund der fehlenden Vorhersagemöglichkeiten wird Hagel auch in den Klimasimulationsläufen für Hessen bis 2050 nicht berücksichtigt. Da aber Hagel in aller Regel in der Verbindung mit Gewittern, und damit auch mit Schauern auftritt, lässt die zukünftig zu erwartende verstärkte Schauertätigkeit auch ein erhöhtes Hagelrisiko erwarten. Unabhängig von einer möglichen Zunahme der Hageltätigkeit fallen die Schäden durch Hagel im Intensivobstbau zunehmend gravierender aus. Die intensiven Anbausysteme sind darauf ausgelegt, die Früchte im Außenbereich des Baumes zu platzieren, um eine bessere Ausfärbung und eine Ernteerleichterung zu erreichen. Damit steigt natürlich auch die Gefahr von Hagelschlagschäden auf den Früchten, und geschädigte Früchte sind in übersättigten Märkten nicht mehr zu platzieren (WINTER 2002). Deshalb ist es für den Produzenten sinnvoll, sich um eine Absicherung gegen Hagelschäden zu bemühen. Dazu sind prinzipiell zwei Möglichkeiten gegeben: Das Abschließen einer Hagelversicherung, oder der Einsatz von Hagelschutznetzen. Auf der einen Seite ersetzt eine Versicherung dem Produzenten zwar den entstandenen finanziellen Schaden, andererseits muss aber, wenn kein Totalausfall vorliegt, die Ware aufwändig sortiert werden, und durch mehrjährige Ausfälle kann die Marktpräsenz verloren gehen. Zudem ist zu erwarten, dass bei einem zunehmenden Risiko von Hagelereignissen, die Versicherungsprämien deutlich ansteigen werden. Der Anbauer muss dann überlegen, ob die Investition in Hagelnetze nicht die bessere Alternative darstellt. Bei einer zunehmenden Strahlungsintensität könnte durch den Schattiereffekt der Hagelschutznetze ein weiterer Vorteil entstehen (7.6). Zudem können Hagelschutznetze unterstützend bei der Frostabwehr helfen (7.1). Den Vorteilen der Hagelschutznetze wie verminderter Ernte- und Sortieraufwand, durchgängige Marktpräsenz und gleichmäßige Nutzung der Betriebseinrichtungen stehen die Nachteile der Anschaffungskosten, dem hohen

Arbeitsaufwand und Lichtverlust in der Anlage gegenüber. Letztlich liegt es im Ermessen des Produzenten, für welche Alternative er sich entscheidet. An dieser Stelle sollen kurz an einem Beispiel die finanziellen Aspekte der Erstellung von Hagelschutznetzen aufgezeigt werden, um so die Folgen einer möglichen Zunahme von Hagelereignissen abschätzen zu können. Eine Vorüberlegung gilt der Auswahl der Netzfärbung aus den Möglichkeiten Schwarz, Grau oder Weiß. Die weißen Netze verringern zwar den Lichteinfall in die Anlage am wenigsten, sind aber aufgrund der geringeren UV-Stabilität nicht so lange haltbar wie graue oder schwarze Netze. Darüber hinaus fallen weiße Netze durch starke Reflektion in der Landschaft eher negativ auf. Für die Erstellung von einem Hektar Hagelschutznetz mit schwarzem Netz entstehen bei einer angenommenen Firsthöhe von 0,6 Metern, einer Traufhöhe von 2,5 Metern, einem Reihenabstand von 3,5 Metern und einem Gerüstpfahlabstand von 12 Metern, Materialkosten von etwa 8.500 Euro. Bei der Verwendung von weißen Netzen muss bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren in der Hälfte der Zeit das Netzgewebe ausgetauscht werden, wodurch zusätzliche Kosten von etwa 2.800 Euro entstehen (KTBL 2002). Für den Aufbau der Konstruktion empfiehlt sich die Verpflichtung einer Fachfirma. Soll der Aufbau selbst durchgeführt werden, so ist ein Arbeitszeitbedarf von etwa 250 Arbeitskraftstunden (2/3 Festarbeitskräfte, 1/3 Saisonarbeitskräfte) notwendig, der mit weiteren 2.800 Euro zu Buche schlägt. Damit ergibt sich für die Erstellung der Schutzvorrichtung ein Kostenaufwand von rund 11.300 Euro bei schwarzen, beziehungsweise 14.100 Euro bei weißen Netzen. Bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren entspricht das einer jährlichen Belastung von 750 bis 950 Euro. Hinzu kommen noch die Lohnkosten für das jährliche Schließen und Öffnen der Netze. Der Aufwand ist mit circa 50 Saisonarbeitskraftstunden pro Jahr anzusetzen und verursacht somit Kosten in Höhe von knapp 350 Euro. Somit liegt die komplette jährliche Belastung für einen Hektar Hagelschutzfläche zwischen 1.100 Euro und 1.300 Euro. Wäre es also nötig, die gesamten 540 Hektar der hessischen Stein- und Kernobstfläche mit Hagelschutznetzen zu versehen um eine Sicherung der Produktion nachhaltig zu gewährleisten, so würden für einen Zeitraum von 15 Jahren Kosten in Höhe von 8,9 bis 10,5 Millionen Euro anfallen, die von den Produzenten getragen werden müssten.

7.4 Risikofaktor Regen

Üblicherweise wird Regen im Obstanbau als etwas positives angesehen, vorausgesetzt er fällt zur richtigen Zeit in der richtigen Menge. Bei Beerenobst und bei Kirschen verursachen

Niederschläge kurz vor oder während der Ernteperiode zum Teil erhebliche Qualitätseinbußen, welche den Verkaufserlös oder die Erntemenge mindern. Bei Kirschen sind vor allem aufgeplatzte Früchte das Problem, beim Beerenobst ist es die allgemein schlechtere Qualität und Haltbarkeit (Abb. 41).



Abbildung 41: Links: aufgeplatzte Kirschen
Rechts: Botrytis an Himbeeren
(Quelle: <http://www.obstbauseite.de>)

Diese Probleme sind nicht neu, könnten aber durch die zu erwartenden Verschiebungen im Klima und speziell beim Niederschlag verschärft werden. Die simulierten Klimazeitreihen bis zum Jahr 2050 für Hessen zeigen Veränderungen bezüglich der Niederschläge auf (ENKE 2003). Die Zunahme der monatlichen Niederschlagssummen im Winter stellt für den Obstbau kein großes Problem dar. Mehr Beachtung kommt der großen Variabilität der Niederschlagsänderung zwischen den Simulationen und zwischen den Stationen im Sommer zu, die durch eine verstärkte Schauerstätigkeit erklärt werden. Es wird von einer leichten Abnahme der mittleren Niederschläge bei gleichzeitiger Zunahme von einzelnen Starkregenereignissen (> 40mm) ausgegangen. Vor allem in dem Zeitraum um die Ernte können starke Niederschläge zu Schäden an den fast reifen Früchten führen.

Neben dem unkalkulierbaren Risiko von Niederschlägen im Zeitraum der Ernte, sind auch die steigenden Anforderungen der Händler an die Fruchtqualität ein Grund, um über die Anschaffung von Überdachungssystemen nachzudenken. Eine Überdachung von regenempfindlichen Obstkulturen führt nicht nur zu verbesserten Qualitäten von Früchten und einem verbesserten Gesundheitszustand der Pflanzen, sondern hilft auch witterungsunabhängig Erntearbeiten durchzuführen und somit eine kontinuierliche

Marktbeschickung zu gewährleisten. Aus diesen Gründen werden solche Überdachungen in zunehmendem Maße vor Erzeugerorganisationen gefordert, und von Direktvermarktern als Notwendigkeit zur Absatzsicherung erkannt. Die Anschaffung solcher Systeme ist jedoch mit erheblichen Investitionen verbunden, die sich im normalen Preisgefüge nicht immer amortisieren (BALMER 2002). Grundsätzlich werden bei der Regenschutz-Überdachung zwei Bauarten unterschieden. Die Stahlrohrkonstruktion ist eine Ableitung aus dem Gewächshausbau, wird aber nicht immer von den Landespflegebehörden genehmigt und ist in der Anschaffung teuer. Aus diesen Gründen werden heute eher abgewandelte Hagelschutzkonstruktionen mit einer Firsthöhe von drei bis vier Metern eingesetzt, die sich durch geringere Materialkosten auszeichnen. Im Folgenden wird am Beispiel eines Regenschutzsystems mit Giebel für Steinobst der grobe Kostenrahmen für einen Hektar aufgezeigt. Dabei wird eine Firsthöhe von vier Metern, eine Traufhöhe von 3,5 Metern, ein Reihenabstand von fünf Metern und ein Gerüstpfahlabstand von sieben Metern angenommen. Die Nutzungsdauer des Gerüsts beträgt 15 Jahre. In diesem Zeitraum muss die Folie, deren Haltbarkeit bei fünf bis sechs Jahren liegt, zweimal ausgewechselt werden. Die Kosten für die Folie fallen also in der Gesamtlaufzeit dreimal an und stellen somit den größten Kostenfaktor dar. Ohne die Folie liegen die Materialkosten für Stangen, Stahlseile und Befestigungsmaterial bei knapp 9.000 Euro je Hektar. Die Kosten von rund 16.000 Euro für die Folie fallen in der Gesamtlaufzeit dreimal an und liegen somit bei insgesamt 48.000 Euro je Hektar. Die Gesamtmaterialekosten für einen Hektar und eine Laufzeit von 15 Jahren betragen demnach 57.000 Euro. Für den Aufbau der Konstruktion ist im ersten Jahr mit 250 Arbeitskraftstunden (2/3 Festarbeitskräfte, 1/3 Saisonarbeitskräfte) zu rechnen, die Kosten in Höhe von 2.800 Euro verursachen. Für das Auflegen der Folie etwa vier Wochen vor der Ernte werden etwa 30 Arbeitskraftstunden benötigt. Ebenso viele Arbeitskraftstunden fallen nochmals durch die Abnahme der Folie nach dem Ende der Ernte an. Diese Arbeiten werden durch Saisonarbeitskräfte durchgeführt und verursachen somit Kosten in Höhe von etwa 400 Euro (KTBL 2002). In 15 Jahren fallen somit für einen Hektar Regenschutz-Überdachung Kosten in Höhe von 65.800 Euro an. Daraus resultiert eine jährliche Belastung von knapp 4.400 Euro pro Hektar. Der finanzielle Aufwand für ein Regenschutzsystem im Strauchbeerenanbau liegt in einer ähnlichen Größenordnung. Für eine Überdachung der gesamten hessischen Anbaufläche von Steinobst (194 Hektar) wäre ein Gesamtaufwand im Rahmen von 12 bis 13 Millionen Euro für jeweils 15 Jahre notwendig. Die Rentabilität der

Regenschutzbedachungen ist kritisch zu bewerten und in starkem Maße abhängig von den Witterungsbedingungen in einzelnen Jahren sowie der Marktsituation. Eine finanzielle Förderung von Schutzmaßnahmen ist in bestimmten Fällen möglich. Sinnvollerweise sollte sich eine Investition aber auch ohne Fördergelder rentieren. Darüber hinaus ist zu beachten, dass eine Obstanlage entweder mit einer Regenschutz-Überdachung oder mit Hagelschutznetzen ausgestattet werden kann. Dies ist bei der abschließenden Abschätzung der Gesamtkosten zu berücksichtigen.

7.5 Risikofaktor Wind

Eine Gefährdung von Obstanlagen durch Wind ist vor allem im nordwestdeutschen Raum gegeben. Dort kommt dem Windschutz eine gewisse Bedeutung zu. Im Gegensatz dazu ist in Hessen das Risiko von Windschäden an den Kulturpflanzen nicht besonders groß. Auch die simulierten Klimazeitreihen bis 2050 für Hessen geben keinen Hinweis auf eine deutliche Zunahme der Windgeschwindigkeit. Lediglich im Winter ist eine leichte Zunahme der Windgeschwindigkeit um 0,4 Bf im Mittel aller Klimastationen zu erkennen. In den übrigen Jahreszeiten sind keine Änderungen zu erwarten (ENKE 2003). Dennoch kann vermutet werden, dass durch eine stärkere Erwärmung der Luft, zumindest kleinräumig, andere Luftströmungen entstehen und so Wind lokal doch zu kleinen Problemen führen kann. Um allen Eventualitäten etwas entgegenzusetzen zu können, erscheint es sinnvoll im Rahmen dieser Arbeit auch kurz über die Anlage von Windschutzsysteme in anfälligen Lagen nachzudenken. Die einfachste und wirkungsvollste Maßnahme um Obstanlagen vor Wind zu schützen ist die Windschutzhecke (WINTER 2002). Neben dem Schutz vor mechanischen Windschäden weisen Windschutzpflanzungen eine ganze Reihe weiterer Vorteile auf. Durch die Verringerung von Temperaturschwankungen und Verdunstung kommt es zur Verbesserung des Kleinklimas in der Anlage. Darüber hinaus können naturnahe Lebensräume für Nützlinge geschaffen werden (SACHWEH 1989). Die Schutzwirkung der Hecken beruht hauptsächlich auf der Herabsetzung der Windgeschwindigkeit in einem Bereich, welcher der 10 bis 25fachen Heckenhöhe entspricht. Bei der Zusammensetzung der Windschutzhecke sind zwei wesentliche Punkte zu beachten. Es dürfen auf keinen Fall Pflanzen verwendet werden, die als Wirtspflanze von obstbaulichen Krankheiten und Schädlingen bekannt sind. Den zweiten wichtigen Punkt stellt die Pflanzdichte der Hecke dar. Im Idealfall weist die Hecke eine Durchblasbarkeit von 50 Prozent auf. Wird die Hecke dichter gepflanzt, kann es zu

gefährlichen Verwirbelungen an der Rückseite der Hecke kommen. Traditionell wurden Schwarzerlen oder Grauerlen für Windschutzpflanzungen verwendet. Aus heutiger Sicht werden eher naturnahe Hecken gepflanzt (WINTER 2002). Eine weitere neue Alternative stellt die Randbepflanzung mit Columnar Apple Trees dar. Diese Bäume sind auf der richtigen Unterlage sehr standfest, erfordern nur einen minimalen Schnittaufwand, gelten grundsätzlich als sehr robust und können zudem im Apfelanbau als Befruchtersorten eingesetzt werden. Die Früchte dieser Bäume können zudem als Mostobst verkauft werden (JACOB 2002). Eine mehrreihige Pflanzung der Hecke ist für beide Varianten Voraussetzung für einen guten Erfolg. Eine Heckenhöhe zwischen drei und fünf Metern Höhe schützt einen Bereich der Obstanlage von 30 bis 100 Metern Breite. Neben dem Flächenverlust entstehen dem Anbauer durch die Erstellung einer Windschutzhecke Kosten für das Pflanzmaterial und für das jährliche Schneiden der Hecke, wenn keine Columnar Apple Trees verwendet wurden. Die Kosten für die Pflegearbeiten sind zu vernachlässigen, sie können den Pflegearbeiten an den Kulturpflanzen zugerechnet werden. Die Materialkosten für eine naturnahe Windschutzhecke von 25 Metern Länge nach WINTER (2002) belaufen sich auf etwa 1.500 Euro. Hinzu kommen noch die Kosten für die Pflanzung in Höhe von etwa 120 Euro. Eine Hochrechnung auf die gesamte hessische Obstbaufläche erfolgt an dieser Stelle nicht, weil nicht zwangsläufig alle Flächen mit Windschutzhecken ausgestattet werden müssen. Es ist jedoch möglich, dass den Columnar Apple Trees aufgrund ihres Zusatznutzens eine steigende Bedeutung zukommen wird, und der Einsatz von Windschutzhecken somit einen Aufschwung erfährt.

7.6 Risikofaktor Strahlung und Temperatur

In den allermeisten Jahren muss es nach wie vor das Ziel sein, durch die Auswahl des Pflanzsystems und durch die Baumerziehung eine möglichst große Menge Licht in den Baum zu bringen. Denn Licht ist in vielen Fällen der begrenzende Faktor bezüglich der Ertrags- und Qualitätsbildung. Treten jedoch extreme Witterungsbedingungen wie beispielsweise im Jahr 2003 mit lang anhaltenden Hitze- und Trockenperioden mit hoher Einstrahlung, so besteht die Gefahr von Sonnenbrand an Früchten und Blättern (Abb. 42).



Abbildung 42: Sonnenbrandschäden an Apfel und Himbeere
(Quelle: <http://www.obstbauseite.de>)

Durch die Einführung von neuen Sorten und Unterlagen kann dieses Problem verschärft werden. Zum einen durch die höhere Anfälligkeit der neuen Sorten, zum anderen durch den schwachen Wuchs der neuen Unterlagen, der es ermöglicht, viele Früchte an der Außenseite des Baumes zu platzieren und so direkt der Sonnenstrahlung auszusetzen. In Chile gehört Sonnenbrand zu den zentralen Anbauproblemen, so dass dort bereits Untersuchungsergebnisse zu Ursachen und Gegenmaßnahmen vorliegen. Die Schädigung ist unter anderem abhängig von der Sorte, dem Alter der Anpflanzung und der Ausrichtung der Anlage. Schlimmstenfalls können über 40 Prozent der Früchte, vor allem in der oberen nordwestlichen Peripherie des Baumes, von Sonnenbrand geschädigt sein. Teilweise zeigen sich die Schäden auch erst während der Lagerung. Als Hauptursache für Sonnenbrandschäden ist ein Wirkungskomplex aus Sonneneinstrahlung und Temperatur zu vermuten. Nach chilenischen Untersuchungen ist mit Sonnenbrand ab einer Lufttemperatur von 29 Grad Celsius und einer gleichzeitigen Fruchttemperatur von mehr als 40 Grad Celsius zu rechnen. Diese Bedingungen entstehen bei einer grundsätzlich hohen Lufttemperatur und einer hohen Einstrahlung auf die Fruchtschale, vor allem in der Mittagszeit und am frühen Nachmittag. Wasser- und Nährstoffmangel können die Anfälligkeit für Sonnenbrand verstärken. Im Verlauf der Vegetationsdauer nimmt die Widerstandsfähigkeit der Früchte bezüglich hohen Temperaturen ab. Auch Früchte, die zunächst im Schatten gewachsen sind und dann, beispielsweise durch den Sommerschnitt, der Sonne ausgesetzt werden, weisen eine hohe Anfälligkeit gegenüber Sonnenbrand auf. In Chile werden neben den Ursachen des Sonnenbrandes auch Möglichkeiten untersucht, um die Schädigung zu reduzieren. Die Benetzung der Früchte mit Verschiedenen Substanzen hat dabei noch keine befriedigenden Ergebnisse gebracht, oder sich als zu teuer erwiesen. Mehr Erfolg versprechen das Schattieren der Anlage, oder eine klimatisierende Überkronenbewässerung. Vergleiche haben gezeigt,

dass die kühlende Wirkung der Bewässerung eine bessere Wirkung zeigt als das Schattieren der Anlage. Diese Feststellung lässt vermuten, dass nicht die UV-Strahlung, sondern vielmehr die Temperatur Hauptursache des Sonnenbrandes ist (BERTSCHINGER et al. 2004). Nun ist es jedoch übertrieben, in Deutschland gleich von chilenischen Umständen auszugehen. Wie bereits geschildert stellen in den meisten Jahren Strahlung und Temperatur keine Risikofaktoren für den Obstanbau in Deutschland und damit auch in Hessen dar. In einzelnen Jahren können jedoch Bedingungen zusammenkommen, unter denen der Ertrag und die Qualität durch Sonnenbrandschäden gemindert wird. Durch die zu erwartende Temperaturerhöhung im Zuge des Klimawandels ist sogar verstärkt mit dem Eintritt solcher Bedingungen zu rechnen. In diesen Fällen ist es sinnvoll, Maßnahmen zu ergreifen, um die Einbußen so gering wie möglich zu halten. Dazu können weitestgehend bereits bestehende Techniken eingesetzt werden. Durch die Überdachung der Anlagen mit Hagelschutznetzen ist beispielsweise schon der Schattiereffekt gegeben. Sofern die Anlage nicht mit einer Tropfbewässerungsanlage, sondern mit Über- oder Unterkronenberegnung ausgestattet ist, kann die Bewässerung auch zu Abkühlung der Früchte eingesetzt werden. Unter Umständen ist zu überlegen, vor allem bei anfälligen Apfelsorten auf den Sommerschnitt zu verzichten, um so die Schattierwirkung der Blätter nicht zu reduzieren. Im Strauchbeerenanbau ist eine klimatisierende Bewässerung nicht möglich. Hier sollten Möglichkeiten geschaffen werden, um die bestehenden Regenschutzsysteme auch zur Schattierung benutzen zu können. Wenn also bereits Maßnahmen zum Schutz vor anderen Risikofaktoren getroffen wurden, so bedarf es nur kleiner Abwandlungen, um auch dem Problem der hohen Temperaturen zu begegnen. Daher sind mögliche Folgekosten hier nicht extra aufgeführt. Der mögliche Doppelnutzen von Schutzeinrichtungen sollte bei zukünftigen Investitionsentscheidungen aber auf jeden Fall berücksichtigt werden.

Im Zusammenhang mit der Temperaturänderung könnte sich ein weiteres Problem, speziell im Kernobstanbau ergeben. Im Gegensatz zum Stein- und Beerenobstanbau wird hier die Reife zum Herbst hin nicht durch warme Temperaturen beschleunigt. Vielmehr begünstigen kühle Nächte die Reife der Früchte. Insbesondere die Rotfärbung beim Kernobst wird durch starke Tag-Nacht-Unterschiede gefördert (WINTER 2002). In den simulierten Klimazeitreihen liegen keine Stundenwerte, sondern nur Tageswerte vor. Deshalb kann der Tag-Nacht-Unterschied nicht genau bestimmt werden. Es ist jedoch möglich, das

Tagesmaxima und das Tagesminima gegenüberzustellen. Die Differenz lag in der Vergangenheit im Zeitraum der Fruchtreife bei etwa 10 K. Diese Differenz ist auch in den simulierten Klimazeitreihen bis 2050 wiederzufinden, so dass diesbezüglich keine Probleme zu erwarten sind. Problematischer ist die generelle Erwärmung zu sehen. Möglicherweise kommt es dadurch zur verzögerten Ausfärbung der Früchte und damit zu einer verspäteten Pflückreife. Eventuell kann auch diesem Problem durch eine klimatisierende Bewässerung, wie sie bereits in Spanien oder Frankreich eingesetzt wird, abgeholfen werden.

Durch die zu erwartende Temperaturerhöhung auch im Winter kann sich die Erfüllung des für die in Mitteleuropa genutzten Arten und Sorten obligatorischen Kältereizes verzögern, so dass entgegen der Simulationen mit einem reinen Temperatursummenmodell mit einem verspäteten oder unregelmäßigen Eintritt des Austriebs kommen kann. Der Kühlbedarf der Obstarten der kühlgemäßigten Zone liegt zwischen 800 und 1.600 Stunden unter sieben Grad Celsius. Da jedoch in den simulierten Klimazeitreihen keine Stundenwerte vorliegen, kann die zukünftige Erfüllung des Kältebedürfnisses nur geschätzt werden, indem eine Tagesdurchschnittstemperatur unter sieben Grad Celsius mit 24 Stunden auf den Kältebedarf angerechnet wird. Nach dieser Methode wären 33 bis 66 Tage mit einer Durchschnittstemperatur unter sieben Grad Celsius notwendig, um das Kältebedürfnis zu erfüllen. Die Dekadenmittelwerte der Dekade 2041/2050 zeigen, dass die Tagesdurchschnittstemperatur der Monate November, Dezember, Januar und Februar unter der sieben Grad-Schwelle liegen und somit die Erfüllung des Kältebedürfnisses auch zukünftig kein Problem darstellen dürfte. Das Dekadenmaximum liegt zwar in allen Monaten bei einigen Stationen über sieben Grad Celsius, aber ein Zeitraum von insgesamt vier Monaten sollte einen Puffer darstellen, der groß genug ist um rechtzeitig das Kältebedürfnis zu erfüllen.

7.7 Weitere mögliche Risiken und Chancen

Einige mögliche Auswirkungen des Klimawandels für den hessischen Obstbau wurden in den vorangegangenen Punkten konkret erläutert. Doch es gibt auch weitere Bereiche im Rahmen des Obstbaus, auf die der Klimawandel Einfluss nehmen kann, die jedoch nicht in erforderlicher Weise konkretisiert werden können.

Mögliche Veränderungen können sich im Bereich des Sortenspektrums aller Obstarten ergeben. Sorten mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit und Hitze müssen möglicherweise auf lange Sicht aus dem Anbauprogramm entfernt werden. Auf der anderen Seite ergibt sich jedoch die Möglichkeit, die Sortenpalette durch wärmeliebende Sorten zu erweitern, deren Anbau bisher aufgrund der zu geringen Jahrestemperatursumme nicht möglich oder nicht lohnend war. Ob ein Anbau neuer wärmeliebender Arten möglich wird bleibt abzuwarten. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass bislang ungeeignete Regionen für den Obstbau erschlossen werden können. Auch ein verstärkter Anbau von Pfirsichen und Aprikosen ist zukünftig denkbar. Hier ist der Klimawandel auch als Chance zu sehen, dem Obstanbau in Hessen neuen Auftrieb zu geben.

Ein Aspekt, der in dieser Arbeit ganz außen vor gelassen wurde, der aber dennoch große Bedeutung hat, ist der Pflanzenschutz. Der Obstbau hat ohnehin schon mit einer ganzen Reihe von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten zu kämpfen. Interessant wären Einschätzungen der Entomologen, ob durch die höhere Temperatur und die größere Jahrestemperatursumme Veränderungen in den Entwicklungszyklen der Schadinsekten zu erwarten sind, und ob möglicherweise die Gefahr zusätzlicher Generationen besteht. Sollte diese Frage bejaht werden, so würde das einen Mehraufwand an Pflanzenschutzmaßnahmen bedeuten, der dann auch wieder eine finanzielle Belastung der Produzenten bedeuten würde. Bei höheren Durchschnittstemperaturen wird auch die nötige Benetzungszeit der Blätter für eine Schorfinfektion herabgesetzt, was einem erhöhten Befallsrisiko entsprechen würde. Es ist damit zu rechnen, dass eine höhere Durchschnittstemperatur die Entwicklung vieler Pflanzenpathogene positiv beeinflusst, was zu einem erhöhten Befallsdruck und damit verbundenem Mehraufwand für Bekämpfungsmaßnahmen führen kann.

Nicht zuletzt sind Überlegungen zum Konsumentenverhalten und zum Shelf-Life der Früchte von Interesse. Möglicherweise führt eine aufgrund hoher Temperaturen verringerte Haltbarkeit der Produkte am Point of Sale und beim Verbraucher zu rückläufigen Absatzmengen. Demgegenüber steht die Möglichkeit eines Anstiegs beim Obstverbrauch, weil die Menschen bei hohen Sommertemperaturen mehr Lust auf leichte Snacks als auf schwere Kost haben. In diesem Bereich gibt es wohl den meisten Platz für Spekulationen in die eine oder andere Richtung. Die tatsächliche Entwicklung bleibt letztlich abzuwarten.

Große Möglichkeiten der Einflussnahme stehen dem Produzenten hier ohnehin nicht zur Verfügung.

7.8 Bewertung und Ausblick

Viele Anbauprobleme im Obstbau hängen nicht unmittelbar mit dem Klimawandel zusammen, sondern sind schon länger bekannt. Klar ist jedoch, dass es durch den Klimawandel auch zu Verschiebungen in der Pflanzenentwicklung kommt. Diese Verschiebungen und der Trend zu extremeren Wetterereignissen können dazu führen, dass sich die Anbaurisiken für den Erwerbsobstbau verschärfen und die Produzenten so vor neue Probleme gestellt werden. Echte Anpassungsmaßnahmen an das sich ändernde Klima sind bislang nicht in Sicht. Den Betreibern von intensivem Erwerbsobstbau kann nur empfohlen werden, sich gegen mögliche Risiken zu schützen. Die Akzeptanz solcher Schutzmaßnahmen wird in Hinblick auf die hohen zu erwartenden Kosten solange gering sein, bis durch extreme Wetterereignisse regelmäßig hohe Ertrags- und Qualitätsverluste zu verzeichnen sind. Um den hessischen Obstbau vor der Mehrzahl der möglichen Risiken zu schützen, könnten umgerechnet auf die jährliche Belastung, Kosten von bis zu 7,5 Millionen Euro pro Jahr entstehen. Diese Zahl bietet einen groben Anhaltspunkt und ist sicherlich nach oben und unten veränderbar, dennoch wird klar, dass der Klimawandel auch für die hessischen Obstproduzenten große finanziellen Einbußen bedeuten kann. Denn nicht abzuschätzen sind die Verluste, die entstehen wenn auf jegliche Schutzmaßnahmen verzichtet wird. Bei allen Annahmen bleibt noch viel Raum für Spekulationen. Der Klimawandel lässt sich nicht wegreden, es wird Temperaturerhöhungen geben. Der zeitliche Ablauf der Pflanzenentwicklung wird sich durch den Klimawandel verändern. Nur ob diese Veränderungen bezüglich der Pflanzenentwicklung in dem Maße eintreten, wie sie prognostiziert wurden bleibt fraglich, weil sicherlich nicht nur die Temperatur für die Pflanzenentwicklung maßgeblich ist. Zudem wurde in dieser Arbeit auch nur mit Mittelwerten gearbeitet. Interessant ist sicher auch die Simulation zukünftiger Entwicklungen unter Anwendung der maximalen und minimalen zu erwartenden Temperaturänderung, um eine größere Bandbreite der möglichen zukünftigen Entwicklung darstellen zu können. Wichtig wird es sein, die Entwicklungen des Klimas und der Pflanzen in den nächsten Jahren gründlich zu beobachten und mit den Aufzeichnungen und Simulationen zu vergleichen, um so die Prognosen zu bestätigen, abzulehnen oder in veränderter Form weiterzuverfolgen.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes „Integriertes Klimaschutzprogramm für Hessen 2012“ wurden durch das Fachgebiet Obstbau der Forschungsanstalt Geisenheim mögliche Folgen des Klimawandels für den hessischen Obstbau untersucht. Auf der Basis von Klimadaten und phänologischen Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes der Jahre 1951 bis 2004 sowie den simulierten Klimazeitreihen für Hessen bis 2050, die aus der „Anwendung eines statistischen Regionalisierungsmodells auf das Szenario B2 des ECHAM4OPYC3 Klimasimulationslaufes, bis 2050 zur Abschätzung regionaler Klimaänderungen für das Bundesland Hessen“ hervorgegangen sind, wurden mögliche Veränderungen in der Entwicklung kultivierter und wildwachsender Obstarten untersucht. Dabei standen sowohl der phänologische Trend der letzten 50 Jahre, als auch die zukünftig zu erwartende Entwicklung, die anhand eines Temperatursummenmodells simuliert wurde, im Mittelpunkt der Arbeit. Neben den Veränderungen in der Pflanzenphänologie, die durch mögliche steigende Temperaturen verursacht werden, wurden auch mögliche Anbaurisiken, die durch extreme Wetterereignisse verursacht werden, im Hinblick auf mögliche Gegenmaßnahmen bewertet. Dabei wurden regionale Unterschiede berücksichtigt, indem die hessischen Naturraumgruppen getrennt voneinander betrachtet wurden. Die hessische Obstbaufläche wurde dafür von der Ebene der Landkreise auf Naturraumgruppenebene umgerechnet, um die Bedeutung des Obstbaus in den Naturraumgruppen abschätzen zu können. Für einige wesentliche Risikofaktoren im Obstbau wurden mögliche Gegenmaßnahmen und die dadurch entstehenden Kosten aufgezeigt.

Treten die Simulationsergebnisse zur Klimaentwicklung ein, so ist mit einer Verfrühung von pflanzlichen Entwicklungsphasen in allen Naturraumgruppen zu rechnen. Das gilt sowohl für wildwachsende als auch für kultivierte Obstarten. Dabei ist in Abhängigkeit von Obstart, Entwicklungsphase und Naturraumgruppe bis zur Dekade 2041/250 eine Verfrühung von etwa 15 Tagen gegenüber der Dekade 2001/2010 zu erwarten.

Viele Risiken für den Obstbau entstehen nicht erst durch den Klimawandel, sondern sind schon länger ein Problem. Die Tendenz zu extremen Wetterlagen kann aber zu einer Verschärfung der Anbaurisiken führen. Sollen für alle hessischen Obstbauflächen entsprechenden Schutzmaßnahmen getroffen werden, so liegen jährliche Kosten von etwa 7,5

Millionen Euro durchaus im Bereich des möglichen. Dabei sind nur direkt mit dem Wetter verbundene Risiken beachtet. Nicht berücksichtigt sind mögliche negative Folgen aufgrund stärkerem Befallsdruck durch Schädlinge und Krankheiten. In diese Richtung besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Ebenso erscheint es sinnvoll, die Entwicklungen von Klima und Pflanzenentwicklungen in den nächsten Jahren genau zu dokumentieren und mit den Prognosen zu vergleichen.

9 Literaturverzeichnis

- BALMER, M. (2002): Die Wirtschaftlichkeit einer Regenschutzüberdachung bei Himbeeren und Roten Johannisbeeren. Internetangebot der SLVA Ahrweiler; Einstelldatum 06.03.02
- BERTSCHINGER, L., BASTIAS, R., YURI, J.A., LEPE, V. und MOGGIA, C. (2004): Sonnenbrand beim Apfel. – Schweizerische Zeitung für Obst- und Weinbau 8 (140) 7-10, Herausgeber: Eidgenössische Forschungsanstalt, Wädenswil (CH)
- DEFILA, C. (2001): Veränderung der Vegetationsperioden in der Schweiz? – Schweizerische Zeitung für Obst- und Weinbau 20 (137) 553-555, Herausgeber: Eidgenössische Forschungsanstalt, Wädenswil (CH)
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2005): Schriftliche Mitteilung und Lieferung der Wetterdaten und phänologischen Daten der Jahre 1951 bis 2004
- ENKE, W. (2003): Anwendung eines statistischen Regionalisierungsmodells auf das Szenario B2 des ECHAM4OPYC3 Klima-Simulationslaufes, bis 2050 zur Abschätzung regionaler Klimaänderungen für das Bundesland Hessen. – Abschlussbericht zum Werkvertrag B.-Nr. 2003/00082 zwischen dem Landesamt für Umwelt und Geologie Hessen und der Firma Meteo-Research, Stahnsdorf
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (2005): schriftliche Mitteilung 04.03.05: Auszug aus der Agrarstrukturerhebung 2003 – Obstbaufläche auf Gemeindeebene in der Hessischen Gemeindestatistik
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (2003): Statistische Berichte – Obstanbauerhebung 2002
- IPCC (2001): Climate Change, The IPCC Scientific Assessment, Intergovernmental Panel on Climate Change; Eds.: Houghton, J.T. Jenkins, G.J. Ephraums, J.J. – Cambridge University Press 2000
- JACOB, H. (2002): Die CATS-Story, oder warum Säulenapfelbäume auch den Marktanbau bald prägen werden. Internetangebot der Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Obstbau: www.geisenheimer-obstbau.de
- JACOB, H. (2003a): mündliche Mitteilung 14.10.03: Vorlesung Kulturtechnik bei marktrelevanten Obstarten an der FH Wiesbaden Standort Geisenheim, Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Obstbau
- KLAUSING, O. (1988): Die Naturräume Hessens und ihre Haupteinheiten. Veröffentlicht im Umweltatlas Hessen 2004; Herausgeber: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden
- KRUG, H. (1991): Gemüseproduktion – Ein Lehr- und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. 2. Auflage 1991; Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg. ISBN: 3-489-55722-0

- KTBL (2002): Datensammlung Obstbau – Betriebswirtschaftliche und produktionstechnische Kalkulationsdaten. 3. Auflage 2002
- LESER, H., HAAS, H.-D., MOSIMANN, T. und PAESLER, R. (1993): Diercke Wörterbuch der Allgemeinen Geographie Band 2 N – Z. 7. Auflage, Mai 1993. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH&Co. KG, München. ISBN: 3-423-03418-1
- OLLIG, W. (2002): Frostschutz mit Unterkronenberegnung plus Hagelnetz. Obstbau 4 (27) 188-189, Herausgeber: Fachgruppe Obstbau im Bundesausschuss Obst und Gemüse, Bonn
- SACHWEH, U. (1989): Der Gärtner 3 Baumschule, Obstbau, Samenbau, Gemüsebau. 2. Auflage 1989; Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. ISBN: 3-8001-1148-9
- SCHEUER, F.-J. (2004): Erst der Hagel, dann die Hitze – 2003 das Extremjahr für die Obstbauern. Obstbau 2 (29) 100-101, Herausgeber: Fachgruppe Obstbau im Bundesausschuss Obst und Gemüse, Bonn
- SCHMITT, H.H. (2001): mündliche Mitteilung 18.10.01: Vorlesung Meteorologie an der FH Wiesbaden Standort Geisenheim; Deutscher Wetterdienst Außenstelle Geisenheim
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2003): Fachserie 3 / Reihe 3.2.1 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Wachstum und Ernte – Obst – 2003
- STOCKER, A. und TÜRK, A. (2002): Climate Change – Science and Policy. Universität Graz, Dezember 2002
- WINTER, F. (2002): Lucas' Anleitung zum Obstbau. 32. Auflage 2002; Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. ISBN: 3-8001-5545-1
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE (2003): ZMP Marktbilanz – Obst 2003. Bonn

Anhang

Inhalt der beiliegenden CD:

- Anhang 1 - Postleitzahlgebiete_Naturräume.xls
- Anhang 2 - FrosttageVergleich.xls
- Anhang 3 - Ordner „Phänologische Trends“
- Anhang 4 - Ordner „Phaseneintritt bis 2050“
- Anhang 5 - Zuordnung der Simulationsläufe zu den Jahren 2005 bis 2050
→ AuswahlSimulationsjahr.xls
- Anhang 6 - Umrechnung Datum – Jahrestag
→ Umrechnung_Datum.doc
- Anhang 7 - Zusammenstellung und Kosten von 25 Metern Windschutzhecke
→ WindschutzheckeMuster.xls