

Phänologische Uhren der ausgewerteten Haupteinheitengruppen Hessens

Haupteinheitengruppe 14 - Hessisch-Fränkisches Bergland

Im Hessisch-Fränkischen Bergland scheint sich der innere Ring der Uhr gegen den Uhrzeigersinn verschoben zu haben (Abb. 1).

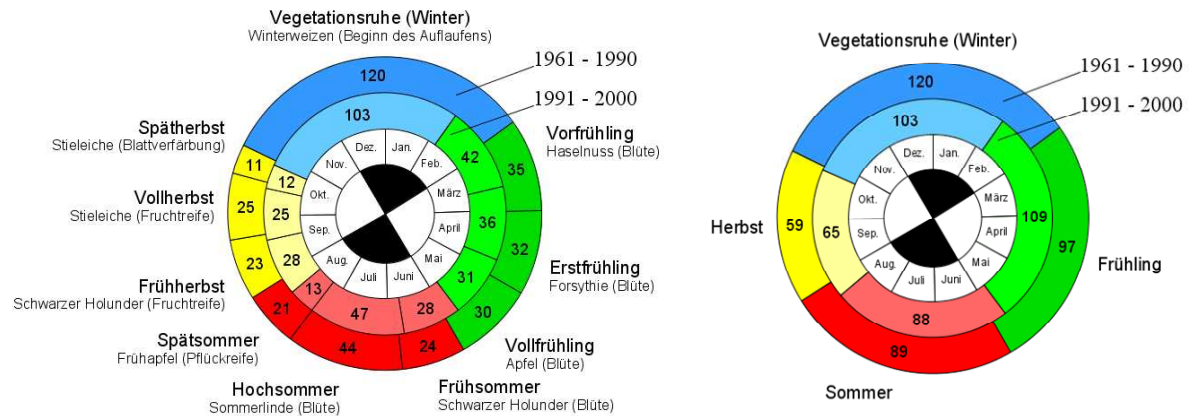


Abb. 1: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 14 - Hessisch-Fränkisches Bergland

Alle phänologischen Jahreszeiten haben sich in der Dekade von 1991 bis 2000 vorverlagert, mit Ausnahme des Spätherbstes, welcher auch im Zeitraum von 1961 bis 1990 am gleichen Tag (Tag 261 im Jahr) beginnt (Tab. 1).

Tab. 1: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Hessisch-Fränkische Bergland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend	
			1961-1990	1991-2000	(Tage/10a)	Signifikanz
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	18	56	37	-6,9	**
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	18	91	79	-3,7	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	18	123	115	-2,1	*
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	18	153	146	-2,4	*
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	14	177	174	-0,6	n.s.
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	18	221	221	-0,4	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	18	242	234	-2,9	*
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	19	265	262	-1,1	(*)
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	19	290	287	-1,1	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	18	301	299	-1,6	(*)

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$
 : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ *: höchst signifikant; $p \leq 0,001$
 JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Der Vorfrühling hat sich mit 19 Tagen am stärksten verfrüht, gefolgt vom Erstfrühling (12 Tage) und Vollfrühling (acht Tage). Die Tendenz, dass sich die frühen Phasen der Jahreszeit um einen größeren Zeitraum verfrühen als die späteren ist auch im Sommer und Herbst erkennbar.

Zusätzlich haben sich im Zeitraum von 1991 bis 2000 im Vergleich zu 1961 bis 1990 beinahe alle phänologischen Jahreszeiten im Mittel um ein bis sieben Tage verlängert, wobei die Länge der frühen Phasen einer Jahreszeit tendenziell stärker zugenommen haben als die späteren (Abb. 1, links). Eine Ausnahme stellen der Spätsommer und der Winter dar. Diese haben sich um acht bzw. 17 Tage verkürzt.

Auffällig ist, dass sich die Vegetationsperiode im Hessisch-Fränkischen Bergland um insgesamt 17 Tage verlängert hat (Abb. 1, rechts). Ähnliche starke Tendenzen sind auch im Nördlichen Oberrheintiefland, Bergisch-Sauerländischen Gebirge und im Thüringer Becken mit Randplatte zu beobachten. Die Verlängerung der Vegetationsperiode liegt vor allem an der Verlängerung des Frühlings um 12 Tage und an der des Herbstes (sechs Tage), der Sommer hat sich sogar um einen Tag verkürzt, bedingt durch die Abnahme der Länge des Spätsommers.

Haupteinheitengruppe 22 - Nördliches Oberrheintiefland

Im Nördlichen Oberrheintiefland beginnen, vergleicht man die Periode von 1991 bis 2000 mit dem Zeitraum von 1961 bis 1990, alle phänologischen Jahreszeiten, mit Ausnahme des verspäteten Eintritts des Spätsommers und des gleich gebliebenen Eintrittsdatums des Spätherbstes, früher (Abb. 2).

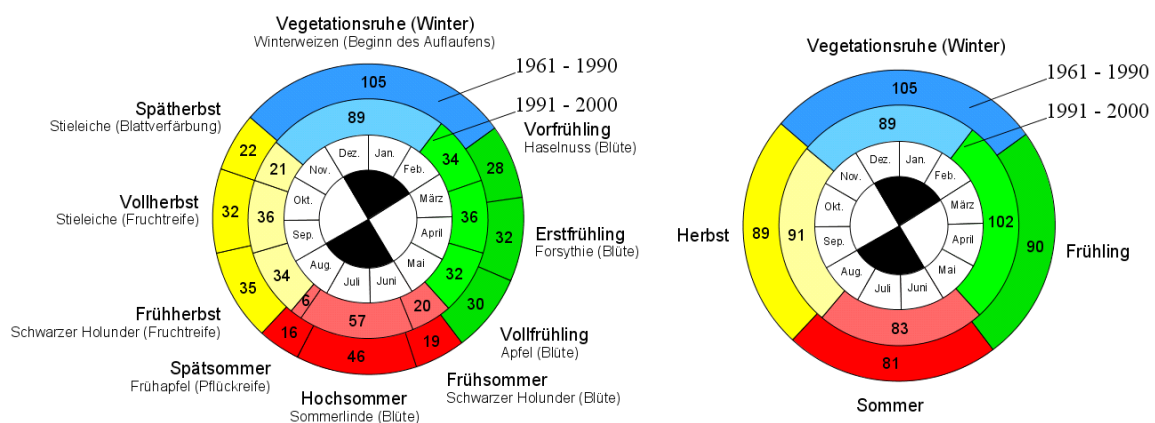


Abb. 2: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 22 - Nördliches Oberrheintiefland

Der Frühling zeigt die größte Vorverlagerung mit 17 Tagen (Tab. 2). Dieser verfrühte Eintritt der Phasen nimmt im Laufe des Jahres ab. Die Vegetationsruhe beginnt im Zeitraum von 1991 bis 2000 lediglich einen Tag früher als noch in der Periode von 1961 bis 1990 (Tab. 2).

Beim Vergleich der phänologischen Jahreszeiten bezogen auf die Dauer ist keine einheitliche Tendenz erkennbar. In der Dekade von 1991 bis 2000 haben sich alle Frühlingsphasen verlängert, bei den Sommer- und Herbstphasen treten hingegen auch Verkürzungen auf (Abb. 2, links).

Die Veränderung im Bezug auf die Dauer der Vegetationsperiode ähnelt der im Hessisch-Fränkischen Bergland in hohem Maße. Die Vegetationsperiode hat sich verlängert, im nördlichen Oberrheintiefland um insgesamt 16 Tage. Die Ursache hierfür liegt in dem früheren Beginn der Vegetationsperiode, das Vegetationsende ist gleich geblieben. Die Länge des Frühlings hat um 12 Tage, die des Sommers und des Herbstes allerdings nur um zwei Tage zugenommen (Abb. 2, rechts).

Tab. 2: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das nördliche Oberrheintiefland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Signifikanz
			1961 - 1990	1991 - 2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	4	56	39	-8,5	**
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	4	84	73	-4,0	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	4	116	109	-1,8	n.s.
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	4	146	141	-2,5	**
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	3	165	161	-1,6	n.s.
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	3	211	218	0,2	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	4	227	224	-1,2	n.s.
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	2	262	258	-2,6	n.s.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	4	294	294	3,3	(*)
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	4	316	315	0,2	n.s.

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Haupteinheitengruppe 23 - Rhein-Main-Tiefland

Die doppelte phänologische Uhr für das Rhein-Main-Tiefland ist ähnlich gestaltet wie die der Haupteinheitengruppen 14 und 22. Der innere Ring scheint sich auch hier entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht zu haben (Abb. 3).

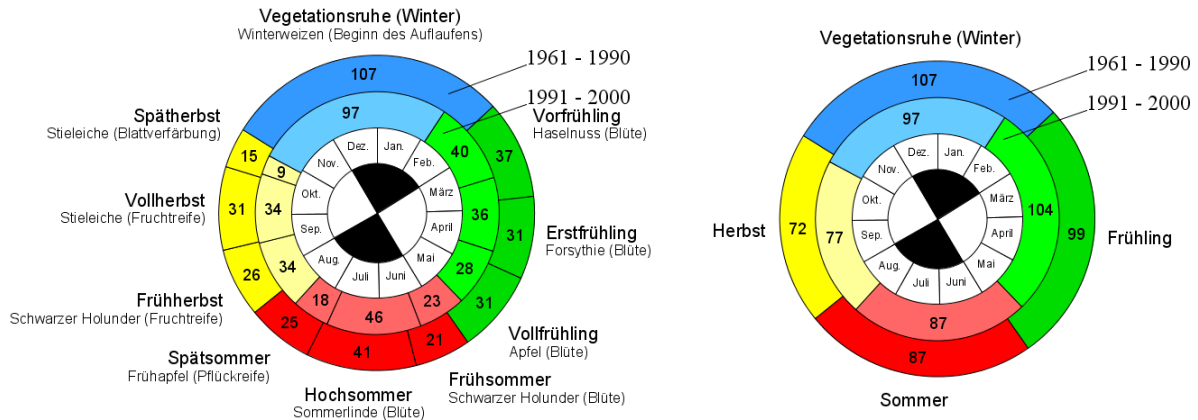


Abb. 3: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 23 - Rhein-Main-Tiefland

Die Jahreszeiten haben sich, vergleicht man den Zeitraum von 1991 bis 2000 mit 1961 bis 1990, verfrüht, wobei das Ausmaß der Vorverlagerung im Laufe des Jahres abnimmt (Tab. 3). Die einzige phänologische Jahreszeit, welche in der Dekade von 1991 bis 2000 mit Verspätung eingetreten ist, ist der Spätherbst (Abb. 3, links).

Tab. 3: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Rhein-Main-Tiefland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend	
			1961 - 1990	1991 - 2000	(Tage/10a)	Signifikanz
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	30	49	35	-5,7	*
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	30	86	75	-4,4	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	27	117	111	-1,9	*
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	30	148	139	-3,1	**
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	29	169	162	-2,4	*
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	26	210	208	1,2	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	30	235	226	-3,4	**
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	29	261	260	-0,7	n.s.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	30	292	294	1,2	*
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	21	307	303	-0,7	n.s.

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Die Eintrittstermine von Spätsommer und Vollherbst haben sich kaum verändert. Am stärksten verfrüht haben sich die jeweils frühen Phasen einer Jahreszeit, nämlich der Vorfrühling (zwei Wochen), Erstfrühling (elf Tage) sowie Frühsommer und Frühherbst (um jeweils neun Tage) (Tab. 3).

Ein Überblick über die Dauer der phänologischen Jahreszeiten zeigt, dass sich die ersten beiden Phasen von Frühling, Sommer und Herbst stets verlängert haben, während sich die jeweils letzte Phase (Vollfrühling, Spätsommer, Spätherbst) verkürzt hat (Abb. 3, links).

Bedingt durch diese Verlängerung ist die Vegetationsperiode in der Dekade von 1991 bis 2000 zehn Tage länger als im Zeitraum von 1961 bis 1990. Die Ursache hierfür ist die Verlängerung des Frühlings und des Herbstes um jeweils fünf Tage (Abb. 3, rechts).

Haupteinheitengruppe 30 – Taunus

Die doppelte phänologische Uhr des Taunus ist im Vergleich zu den anderen Haupteinheitengruppen anders gestaltet. Die Jahreszeiten haben sich, vergleicht man die Mittelwerte von 1991 bis 2000 mit denen von 1961 bis 1990, mit einer Differenz von einigen Tagen bis zu einer Woche nur sehr wenig verfrüht (Abb. 4, rechts). Alle phänologischen Jahreszeiten haben sich vorverlagert, wobei der Spät- und der Vollherbst beinahe zum gleichen Zeitpunkt eintreten (Tab. 4; Abb. 4, links).

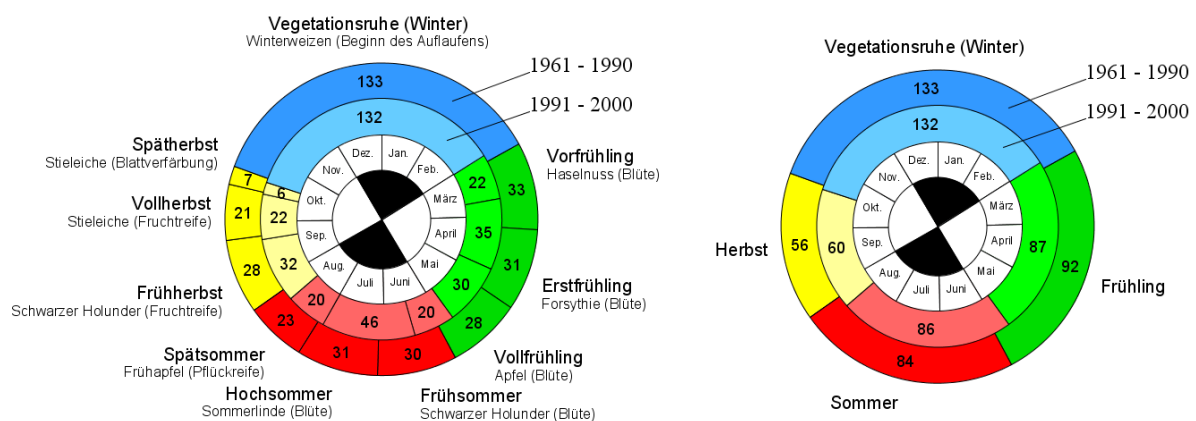


Abb. 4: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 30 - Taunus

Betrachtet man die Dauer der phänologischen Jahreszeiten, ist keine Tendenz erkennbar. Frühsommer, Spätsommer, Spätherbst und Vorfrühling haben sich verkürzt, die zuletzt genannte Phase sogar um elf Tage. Bei allen anderen phänologischen Phasen ist eine Verlängerung zu beobachten, wobei der Hochsommer mit 15 Tagen die stärkste Zunahme zeigt (Abb. 4, links; Tab. 4).

Tab. 4: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für den Taunus gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000.

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Trend Signifikanz
			1961 - 1990	1991 - 2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	8	63	60	-3,3	n.s.
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	8	96	82	-4,8	**
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	7	127	117	-2,8	**
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	8	155	147	-3,2	**
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	7	185	167	-4,5	**
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	7	216	213	-2,9	*
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	8	239	233	-3,1	**
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	8	267	265	-1,4	n.s.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	8	288	287	0,4	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	7	295	293	-0,2	n.s.

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$
 : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ *: höchst signifikant; $p \leq 0,001$
 JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Die Länge der Vegetationsperiode im Taunus hat sich im Gegensatz zu vielen anderen Haupteinheitengruppen nicht verändert. Dies liegt daran, dass die Verkürzung des Frühlings durch die Verlängerung des Herbstes kompensiert wird (Abb. 35, rechts).

Haupteinheitengruppe 31 – Gießen-Koblenzer-Lahntal

Auffällig an der doppelten phänologischen Uhr des Gießen-Koblenzer-Lahntals ist, dass sich die Vegetationsperiode in der Dekade von 1991 bis 2000 im Vergleich zu dem Zeitraum von 1961 bis 1990 verkürzt hat (um zwei Tage) (Abb. 5).

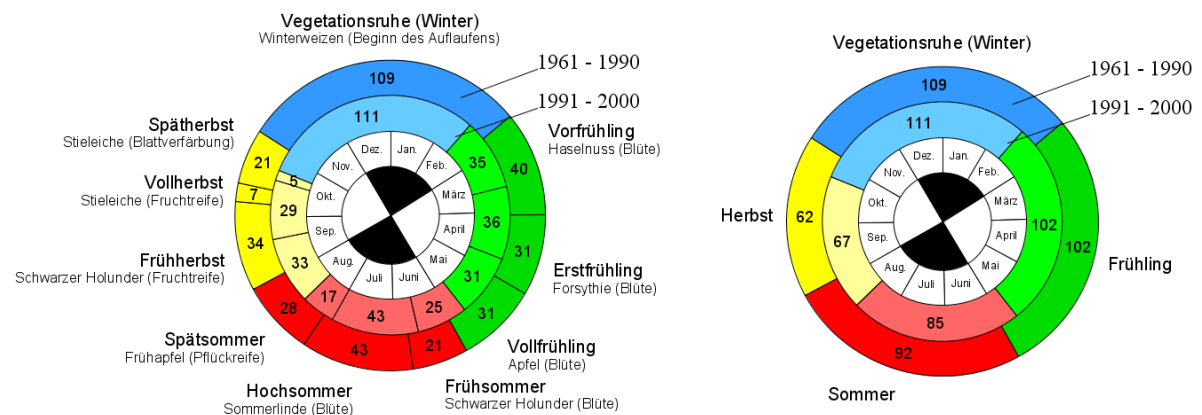


Abb. 5: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 31 - Gießen-Koblenzer-Lahntal

Diese Beobachtung konnte in keiner weiteren Haupteinheitengruppe Hessens gemacht werden. Die Verkürzung der Vegetationsperiode liegt zum Großteil an der Verkürzung des Sommers von 92 auf 85 Tage, infolge der Abnahme der Länge des Spätsommers (Abb. 5). Während die Dauer des Frühlings unverändert geblieben ist, hat sich der Herbst um fünf Tage verlängert.

Betrachtet man die Dauer der phänologischen Jahreszeiten von 1991 bis 2000 und 1961 bis 1990, so ist keine eindeutige Tendenz zu erkennen. Die Länge von Vollfrühling und Hochsommer ist exakt gleich geblieben. Verkürzt haben sich Erstfrühling und Frühherbst, besonders stark jedoch der Spätsommer (elf Tage) und der Spätherbst (16 Tage). Alle übrigen Phasen haben an Länge zugenommen, in besonderem Maße der Vollherbst, welcher sich von sieben auf 29 Tage verlängert hat.

Mit anderen Uhren übereinstimmend ist der frühere Eintritt der Jahreszeiten. Alleine der Spätherbst beginnt mit einer leichten Verzögerung von fünf Tagen. Frühherbst und Vollherbst zeigen mit 16 und 17 Tagen die größte Verfrühung auf (Tab. 5).

Tab. 5: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Lahntal gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend	
			1961 - 1990	1991 - 2000	(Tage/10a)	Signifikanz
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	4	52	43	-2,8	n.s.
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	4	92	78	-5,0	**
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	4	123	114	-2,4	*
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	4	154	145	-3,2	*
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	4	175	170	-1,7	n.s.
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	4	218	213	0,8	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	4	246	230	-6,3	***
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	2	280	263	-7,5	***
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	4	287	292	1,6	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	4	308	297	-5,1	***

n.s.: nicht signifikant (*) : Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ * : signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ *** : höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Haupteinheitengruppe 32 – Westerwald

Im Westerwald scheint sich der innere Ring der doppelten phänologischen Uhr übereinstimmend mit den übrigen hessischen Uhren im Zeitraum von 1991 bis 2000 gegenüber 1961 bis 1990 gegen den Uhrzeigersinn gedreht zu haben. Die phänologischen Jahreszeiten treten früher ein, wobei sich der Vor- und Erstfrühling am stärksten, nämlich um zwei Wochen vorverlagert haben (Abb. 6, links). Lediglich der Beginn des Spätherbstes bleibt unverändert (Tab. 6; Abb. 6, links).

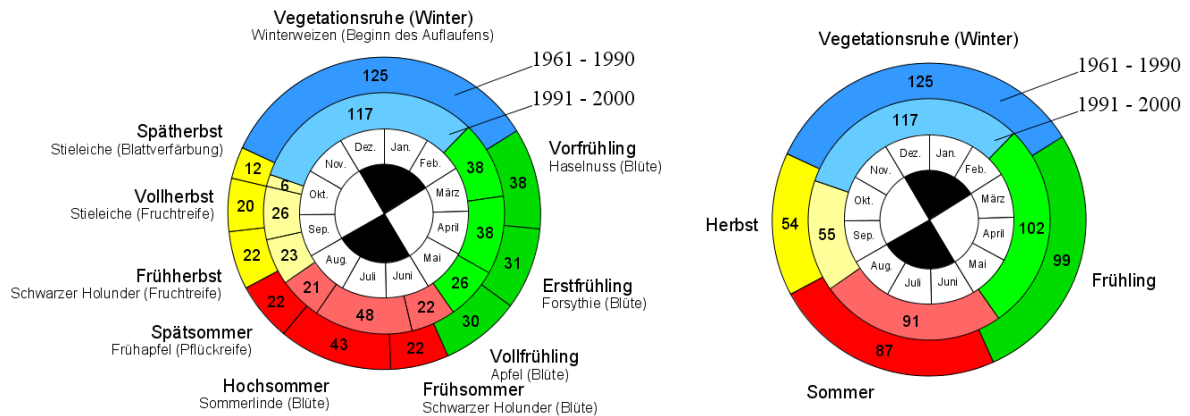


Abb. 6: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 32 - Westerwald

Im Hinblick auf die Dauer der phänologischen Jahreszeiten ist folgende Tendenz erkennbar: Die frühe Phase von Frühling, Sommer und Herbst ist exakt oder annähernd gleich geblieben, die zweiten Phasen haben sich verlängert und die jeweils späten verkürzt (Abb. 6, links). Dies führt dazu, dass sich der Frühling um drei Tage sowie Sommer um vier Tage und Herbst um einen Tag verlängern.

Folglich hat sich die Vegetationsperiode im Westerwald im Zeitraum von 1991 bis 2000 bezogen auf den Zeitraum von 1961 bis 1990 um gut eine Woche verlängert (Abb. 6, rechts).

Tab. 6: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für den Westerwald gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend	
			1961 - 1990	1991 - 2000	(Tage/10a)	Signifikanz
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	9	60	46	-5,2	*
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	9	98	84	-4,6	**
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	9	129	122	-1,7	(*)
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	9	159	148	-4,4	**
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	9	181	170	-3,9	**
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	9	224	218	-1,7	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	9	246	239	-2,3	*
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	9	268	262	-2,3	*
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	9	288	288	0,2	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	10	300	294	-2,2	**

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Haupteinheitengruppe 33 – Bergisch-Sauerländisches Gebirge

Im Bergisch-Sauerländischen Gebirge ist die größte Differenz in der Dauer der Vegetationsperiode zwischen 1991 bis 2000 und 1961 bis 1990 im Vergleich mit allen anderen Haupteinheitengruppen in Hessen zu beobachten. Die Vegetationsperiode hat sich um drei Wochen (22 Tage) verlängert (Abb. 7, rechts). Dies basiert auf einem früheren Beginn der Vegetationsperiode, denn das Vegetationsende hat sich zeitlich nicht verschoben.

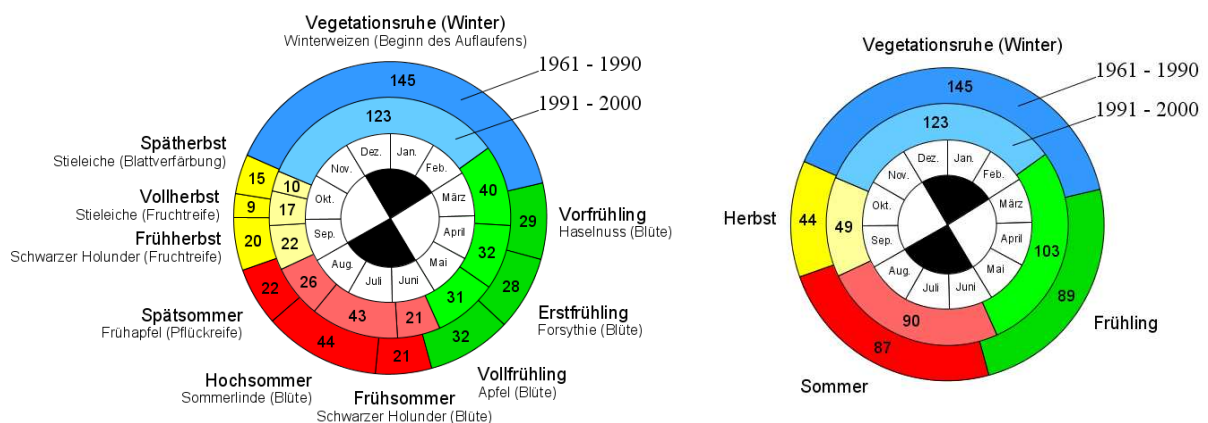


Abb. 7: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 33 - Bergisch-Sauerländisches Gebirge

Tab. 7: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Bergisch-Sauerländische Gebirge gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Signifikanz
			1961 - 1990	1991 - 2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	5	79	56	-7,3	**
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	5	108	96	-5,4	***
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	5	136	128	-2,1	(*)
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	5	168	159	-4,1	**
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	5	189	180	-2,8	(*)
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	5	233	223	-3,7	**
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	5	255	249	-2,0	(*)
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	5	275	271	0,5	n.s.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	5	284	288	2,5	**
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	5	299	298	-3,0	(*)

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Alle phänologischen Jahreszeiten mit Ausnahme des Spätherbstes treten zu einem früheren Zeitpunkt ein (Abb. 7, links). Am stärksten vorverlagert sind Vorfrühling (23 Tage) und Erstfrühling (12 Tage) (Tab. 7). Der Beginn der Vegetationsruhe hat sich nicht verschoben.

Beim Vergleich der phänologischen Jahreszeiten bezogen auf ihre Dauer zeigt sich, dass sich Vorfrühling, Erstfrühling, Spätsommer, Früh- und Vollherbst verlängert haben. Der Frühsommer ist in seiner Länge unverändert geblieben. Alle anderen Phasen haben sich verkürzt (Abb. 7, links).

Haupteinheitengruppe 34 - Westhessisches Berg- und Senkenland

Im Westhessischen Berg- und Senkenland zeigt die doppelte phänologische Uhr im Zeitraum von 1991 bis 2000 gegenüber 1961 bis 1990 auch einen verfrühten Beginn der phänologischen Jahreszeiten. Dieser wird im Jahresverlauf jedoch kleiner. Eine Ausnahme stellt der Spätherbst dar, welcher drei Tage später beginnt (Abb. 8, links).

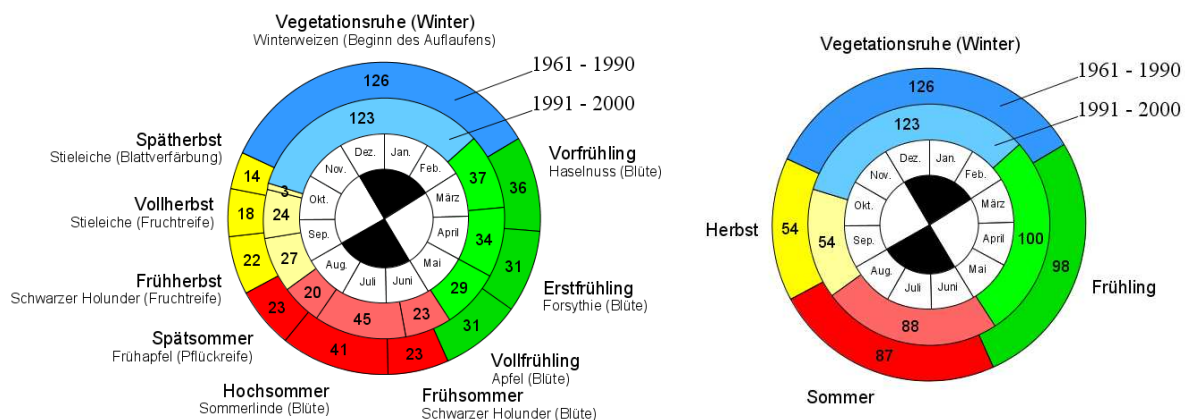


Abb. 8: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 34 - Westhessisches Berg- und Senkenland

Im Vergleich der beiden Zeiträume im Hinblick auf die Dauer haben sich die früheren Phasen von Frühling, Sommer und Herbst verlängert, während sich die jeweilige späte Phase verkürzt hat. Der Spätherbst zeigt dabei die stärkste Verkürzung. Während er im Zeitraum von 1961 bis 1990 noch 14 Tage lang war, dauerte er in 1991 bis 2000 nur noch drei Tage. Hingegen hat der Frühsommer seine Dauer beibehalten (Abb. 8, links).

Die Vegetationsperiode hat sich in der Dekade von 1991 bis 2000 im Vergleich zu 1961 bis 1990 nur minimal verlängert, bedingt durch die Ausdehnung der Frühlings- und Sommerphase. Die Dauer des Herbstes ist unverändert geblieben (Abb. 8, rechts).

Tab. 8: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Westhessische Berg- und Senkenland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Trend Signifikanz
			1961-1990	1991-2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	40	61	50	-4,0	n.s.
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	40	97	87	-3,8	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	38	128	121	-2,2	**
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	40	159	150	-3,5	***
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	36	182	173	-3,1	*
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	33	223	218	-0,7	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	40	246	238	-3,0	*
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	32	268	265	-1,2	n.s.
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	34	286	289	0,9	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	37	300	292	-4,0	***

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$
 : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ *: höchst signifikant; $p \leq 0,001$
 JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Haupteinheitengruppe 35 - Osthessisches Bergland

Im Osthessischen Bergland hat sich der Eintritt der Jahreszeiten verschoben. Ein Vergleich der Dekade von 1991 bis 2000 mit dem Zeitraum von 1961 bis 1990 zeigt, dass sich die phänologischen Phasen verfrüht haben, am stärksten der Vorfrühling mit über zwei Wochen. Nur der Spätherbst beginnt noch am gleichen Tag (Abb. 9, links; Tab. 9).

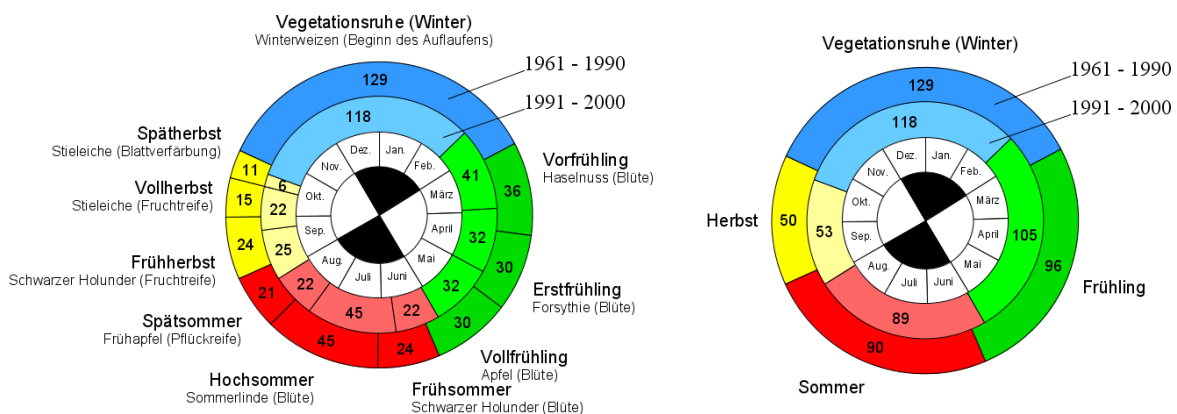


Abb. 9: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 35 - Osthessisches Bergland

Zusätzlich zum Eintritt hat sich auch ihre Dauer verändert. Der Spätherbst und der Frühsommer haben sich um einige Tage, der Winter um eineinhalb Wochen verkürzt.

Vorfrühling und Vollherbst zeigen eine einwöchige Verlängerung, alle anderen Phasen sind unverändert.

Tab. 9: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Osthessische Bergland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Signifikanz
			1961-1990	1991-2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	44	64	48	-5,9	(*)
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	45	100	89	-3,7	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	45	130	121	-2,3	*
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	45	160	153	-2,7	*
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	44	184	175	-2,6	*
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	40	229	220	-2,0	(*)
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	45	250	242	-2,4	**
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	43	274	267	-2,7	***
Spätherbst	Stiel-Eiche (Blattverfärbung)	44	289	289	0,2	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	46	300	295	-2,3	***

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Auffällig ist, dass sich die Vegetationsperiode im Osthessischen Bergland, vergleicht man 1991 bis 2000 mit 1961 bis 1990, um elf Tage verlängert hat. Die Ursache hierfür liegt zum Großteil an dem früheren Beginn der Vegetationsperiode und an der Verlängerung der Frühlingsphase (Abb. 9, rechts). Die Dauer des Herbstes hat insgesamt zugenommen, da die Verkürzung des Spätherbstes durch die Verlängerung des Vollherbstes ausgeglichen wurde.

Haupteinheitengruppe 36 - Oberes Weserbergland

In dieser Naturraumgruppe befinden sich in Hessen nur zwei phänologische Beobachtungsstationen. Die Datenmenge für die Auswertung dieser naturräumlichen Einheit ist daher lückenhaft. Folglich werden zur Charakterisierung einiger phänologischer Phasen Zeigerpflanzen herangezogen, welche nach Angaben des DWD ersatzweise benutzt werden können.

Der Beginn des Erstfrühlings kann nicht durch die Forsythie (Blüte) charakterisiert werden, da der Datensatz lückenhaft ist. Als Zeigerpflanze für diese Phase dient ersatzweise der Beginn der Blattentfaltung der Stachelbeere (Tab. 10, Abb. 10).

Zur Berechnung des Beginns des Spätherbstes können die Daten der Blattverfärbung der Stiel-Eiche nicht verwendet werden, denn diese phänologische Phase tritt erst fünf Tage nach dem Beginn des Auflaufens des Winterweizens, welche den Beginn der Vegetationsruhe

anzeigt, ein. Mit diesen Daten kann die phänologische Uhr nicht erstellt werden. Daher werden zur Charakterisierung des Beginns des Spätherbstes der Daten der Blattverfärbung der Rosskastanie benutzt (Tab. 10, Abb. 10).

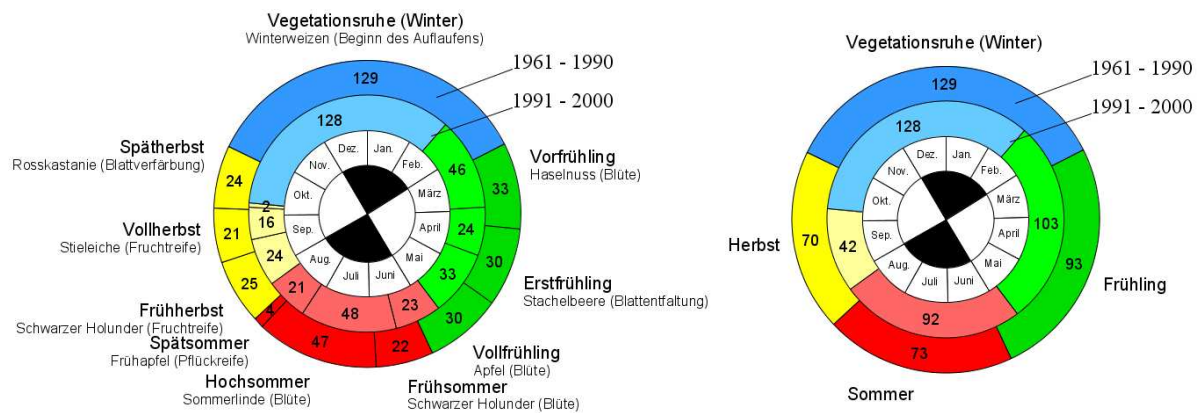


Abb. 10: Vollständige doppelte phänologische Uhr (links) und vereinfachte doppelte phänologische Uhr (rechts) für die Naturraumgruppe 36 - Oberes Weserbergland

Auffällig an der doppelten phänologischen Uhr des Oberen Weserberglandes ist, dass der Beginn des Herbstes im Zeitraum von 1991 bis 2000 gegenüber 1961 bis 1990 erst mit einer einwöchigen Verspätung einsetzt. Im Gegensatz dazu haben sich die Eintrittstermine von Frühling, Sommer und Vegetationsruhe mit einer Differenz von bis zu zwei bis drei Wochen sehr stark verfrüht. (Abb. 10, rechts; Tab. 10). Mit Ausnahme der drei Herbstphasen haben sich alle phänologischen Jahreszeiten vorverlagert (Abb. 10, links).

Tab. 10: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das obere Weserbergland gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Signifikanz
			1961-1990	1991-2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	2	65	43	-8,6	**
Erstfrühling	Stachelbeere (Blattentfaltung)	2	98	89	-4,4	*
Vollfrühling	Apfel (Blüte)	2	128	113	-5,1	**
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	2	158	146	-5,4	***
Hochsommer	Sommer-Linde (Blüte)	2	180	169	-2,7	n.s.
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	2	227	217	-1,0	n.s.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	2	231	238	1,0	n.s.
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	2	256	262	0,4	n.s.
Spätherbst	Roskastanie (Blattverfärbung)	2	277	278	-3,0	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	2	301	280	-11,1	***

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

** : hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ ***: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Ein Vergleich der Dauer der phänologischen Jahreszeiten zwischen 1991 bis 2000 und 1961 bis 1990 zeigt, dass sich der Sommer mit 19 Tagen am stärksten verlängert hat (Abb. 42). Während die Vegetationsruhe nahezu gleich geblieben ist, hat sich der Herbst sehr stark verkürzt, um insgesamt einen Monat (Abb. 36, rechts). Dies liegt hauptsächlich an der Verkürzung des Spätherbstes von 24 auf zwei Tage (Abb. 36, links).

In ihrer Länge abgenommen haben zudem noch Vollherbst und Erstfrühling. Vorfrühling, Vollfrühling und Spätsommer haben sich verlängert. Alle anderen Phasen sind in ihrer Dauer unverändert geblieben.

Die Länge der Vegetationsperiode ist, wie im Taunus auch, nahezu gleich geblieben (Abb. 10, rechts).

Haupteinheitengruppe 48 - Thüringer Becken mit Randplatten

In Hessen befindet sich im Gebiet des Thüringer Beckens mit Randplatten nur eine phänologische Station. Die Auswertung für diese Haupteinheitengruppe basiert daher auf einer sehr geringen Datengrundlage. Die doppelte phänologische Uhr für die Haupteinheitengruppe 48 kann nicht erstellt werden, da der Beginn des Spätsommers nicht berechnet werden kann. Eine Auswertung der Daten der beiden Zeigerpflanzen für den Beginn des Spätsommers (Frühapfel (Pflückreife) und Eberesche (Pflückreife)) ist nicht sinnvoll, da beide Datenreihen lückenhaft sind.

Tab. 11: Beginn der "phänologischen Jahreszeit" für das Thüringer Becken mit Randplatten gemittelt für die Dekaden 1961-1990 und 1991-2000

Phänologische Jahreszeit	Zeigerpflanze und phänologische Phase	Anzahl der Stationen	Eintrittsdatum der Phänophase (JTZ)		Trend (Tage/10a)	Trend Signifikanz
			1961 - 1990	1991 - 2000		
Vorfrühling	Haselnuss (Blüte)	1	71	45	-7,7	(*)
Erstfrühling	Forsythie (Blüte)	1	103	92	-4,0	*
Vollfrühling	Stiel-Eiche (Blattentfaltung)	1	136	127	-3,0	*
Frühsommer	Schwarzer Holunder (Blüte)	1	163	157	-1,6	n.s.
Hochsommer	Rote Johannisbeere (Fruchtreife)	1	191	179	-4,6	*
Spätsommer	Frühapfel (Pflückreife)	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Eberesche (Pflückreife)	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Frühherbst	Schwarzer Holunder (Fruchtreife)	1	244	243	-2,2	n.s.
Vollherbst	Stiel-Eiche (Fruchtreife)	1	260	255	-6,8	n.s.
Spätherbst	Rosskastanie (Blattverfärbung)	1	279	281	-0,9	n.s.
Vegetationsruhe	Winterweizen (Beginn des Auflaufens)	1	296	289	-5,1	**

n.s.: nicht signifikant (*): Tendenz; $0,10 > p > 0,05$ *: signifikant; $0,05 \geq p > 0,01$

.: hoch signifikant; $0,01 \geq p > 0,001$ *.: höchst signifikant; $p \leq 0,001$

JTZ: Jahrestagszahl des Julianischen Kalenders

Ein Vergleich der Eintrittstermine der Phänophasen der Dekade von 1991 bis 2000 mit denen von 1961 bis 1990 in Tab. 32 zeigt, dass sich die phänologischen Jahreszeiten mit Ausnahme des Spätherbstes, welcher zwei Tage später beginnt und des Frühherbstes, welcher fast gleich geblieben ist, stark verfrüht haben. Der Vorfrühling beginnt fast einen Monat früher, Frühsommer und Vegetationsruhe haben sich um eine Woche vorverlagert.

Zusätzlich sind Unterschiede im Bezug auf die Dauer der phänologischen Jahreszeiten zu beobachten. Alle Frühlingsphasen und der Vollherbst haben sich verlängert. Eine Verkürzung konnte beim Frühsommer, Früh- und Spätherbst festgestellt werden. Die Länge der Vegetationsruhe hat mit drei Wochen am stärksten abgenommen (Tab. 32).

Im Thüringer Becken mit Randplatten hat sich die Vegetationsperiode um insgesamt 19 Tage verlängert. Sie basiert zum Großteil auf dem früheren Vegetationsbeginn (Vorverlagerung des Vorfrühlings um 26 Tage) und auf der Verlängerung der Vorfrühlingsphase.