

Versuchsbericht

Dauergrünlandnutzung am Standort Lichtenhain 1992 – 2016

Aufgaben-Nr.: 25.20



Abbildung Deckblatt: Versuchsanlage Lichtenhain / Bergbahn

Impressum

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

Autor: Dorit Zopf
Tel.: 036258/557799, Fax: 036258/557040
Mail: dorit.zopf@tll.thueringen.de

Foto auf Titelseite: Dorit Zopf

Dezember 2018

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Material und Methoden.....	4
3	Witterung.....	5
4	Ergebnisse	8
4.1	Boden	8
4.2	Ertrag.....	10
4.3	Futterqualität.....	12
4.4	NPK-Bilanz	14
4.5	Pflanzenbestand	15
5	Zusammenfassung	19
6	Abkürzungsverzeichnis.....	20
7	Quellenverzeichnis	21

1 Einleitung

Die Versorgung des Tierbestandes mit Grundfutter in der DDR hatte eine Intensivierung auch des Berggrünlandes zur Folge. Aus diesem Grund fanden auf dem Dauergrünlandstandort in Lichtenhain /Bergbahn auch Versuche zur Nachsaat bzw. Kaliumdüngung statt. Mit dem massiven Tierbestandsabbau zu Beginn der 1990er Jahre unterlagen diese Standorte dann einer Extensivierung, die unterschiedlich stark ausfiel.

Mittels des 1992 etablierten Versuchs sollten unterschiedliche Extensivierungsstufen und deren Auswirkungen auf Quantität und Qualität der Aufwüchse bzw. die Biodiversität und den Pflanzenbestand untersucht werden.

Die Palette reichte vom Verzicht auf einzelne Nährstoffe über die Reduzierung der Düngermenge bis zum Unterlassen jeglicher Düngung bzw. der Verschiebung des Nutzungstermins des ersten Aufwuchses oder eine Kombination aus Beidem. Damit wurde die Bandbreite der verschiedenen Extensivierungsstufen im Berggrünland Thüringen widerspiegelt.

2 Material und Methoden

Die einfaktorielle Blockanlage mit 4 Wiederholungen befindet sich auf einem sehr flachgründigen, steinigen Nordhang mit mittlerer Neigung im Hohen Thüringer Schiefergebirge auf 630 m ü. NN. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur der Luft beträgt +6,4 °C und pro Jahr fallen durchschnittlich 902 mm Niederschlag (Agrarmeteorologie Thüringen).

In der 25-jährigen Untersuchungsperiode gab es bei einigen Varianten eine Nutzungsänderung, wie Tabelle 1 zeigt. Während Variante 7 weiterhin jährlich im Juli eine Nutzung erfuhr, erfolgte bei Variante 9 eine weitere Extensivierung. Durch die Herabsetzung der Nutzungshäufigkeit bzw. Erweiterung des Versuches um eine Sukzessionsvariante sollte geprüft werden, ob mit diesen Maßnahmen das Dauergrünland auch weiterhin in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (glöZ) erhalten werden kann.

Tabelle 1: Charakteristik der Varianten am Standort Lichtenhain

Variante	Nutzungen pro Jahr	Termin erste Nutzung	Düngung	Laufzeit
1	3	letzte Maidekade	NPK	seit 1992
2	2	20. Juni	NPK	seit 1992
3	2	Anfang Juli	NPK	seit 1992
4	3	letzte Maidekade	PK	seit 1992
5	2	20. Juni	PK	seit 1992
6	2	Anfang Juli	PK	seit 1992
7	1	Mitte Juli / Anfang Juli	PK ohne	1992 – 1999 ab 2000
8	2	20. Juni	ohne	seit 1992
9	1 ½	Mitte Juli / Ende Juli	ohne	1992 – 1999 ab 2000
10	1	Mitte August	ohne	seit 1992
Sukzession	keine	---	ohne	ab 2000

In Tabelle 2 ist die jeweilige Menge an Grund- bzw. Stickstoffdünger verzeichnet. In der ersten Periode von 1992 – 1999 wurde Phosphor und Kalium in Form unterschiedlicher Mehrnährstoffdünger ausgebracht. Es erfolgte keine Ausgleichsdüngung, um konstant einheitliche Mengen zu verabreichen. Daraus ergaben sich die in den Klammern dargestellten Spannweiten. Die Varianten mit 3-Schnittnutzung (Var. 1, 4) erhielten während dieser Periode die jeweils höchste Menge, gefolgt von den anderen mit Stickstoff gedüngten Varianten (2, 3). Ab dem Jahr 2000 erfolgte die Grunddüngung je Nährstoff getrennt, mit Triplesuperphosphat bzw. 60er- oder 40er-Kali. Von

Beginn an kam Kalkammonsalpeter als N-Dünger zum Einsatz. Die Varianten 1 bis 6 erhielten 2007 eine Kalkgabe.

Tabelle 2: Höhe der Düngergabe der einzelnen gedüngten Varianten am Standort Lichtenhain

Var.	Düngermenge (kg/ha Reinnährstoff)								
	1992 – 1999			2000 – 2006			2007 – 2016		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	100	35 (35-37)	118 (115-120)	160	25	180	150	25	160
2	50	30 (25-37)	104 (90-120)	60	20	150	110	20	120
3	50	27 (25-35)	99 (90-115)	60	15	130	70	15	100
4		32 (25-35)	110 (90-120)		15	120		15	100
5		26 (25-27,5)	96 (90-100)		15	100		15	90
6		26 (25-27,5)	96 (90-100)		15	100		15	90
7		26 (25-27,5)	96 (90-100)						

Für die Berglehm-Braunerde liegen jährliche Bodenergebnisse für 1992 bis 1996 vor und danach im zweijährigen Rhythmus. Die Ertragsfeststellung erfolgte jeweils mittels Probemahd und VDLUFA-Standardmethoden kamen bei allen Laboruntersuchungen zum Einsatz. Die statistische Auswertung der Erträge geschah mittels paarweisem Vergleich nach Tukey mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 5\%$. Der Pflanzenbestand wurde mit Hilfe der Ertragsanteilsschätzung nach KLAPP-STÄHLIN (1936) bis 1996 jährlich und danach alle 2 Jahre aufgenommen. Die zugrunde liegenden Witterungsdaten stammen aus dem Agrarmeteorologischen Messnetz der TLL. Die Wetterstation in Oberweißbach wurde aber erst im Laufe des Jahres 1994 in Betrieb genommen, so dass für die Jahre 1992 – 1994 keine Wetterdaten von diesem Standort zur Verfügung standen. Auf die Nutzung der Daten der nächstgelegenen Station des Deutschen Wetterdienst (DWD) Neuhaus am Rennweg wurde aufgrund der räumlichen Entfernung und der damit nicht direkten Vergleichbarkeit verzichtet. Es wurden somit nur 22 Jahre (1995 – 2016) dargestellt. Das 30-jährige Mittel für die Station Oberweißbach von 1981 bis 2010 herausgegeben vom DWD dient als Vergleich (Agrarmeteorologie Thüringen). Die Anzahl an markanten Wittertagen pro Jahr wurde aus den einzelnen Tageswerten berechnet. Als Frosttag gilt, wenn die Minimum-Tagestemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt ($T_{\min} < 0\text{ °C}$) und an Eistagen steigt auch der höchste Wert nicht über diesen Punkt ($T_{\max} < 0\text{ °C}$). Sommertage beziehen sich auch auf den Maximalwert pro Tag, nur muss dieser dann mindestens 25 °C betragen und bei Temperaturen von $\geq 30\text{ °C}$ spricht man von heißen Tagen. Mit Hilfe der Grünland-Temperatur-Summe (GTS) wurde der Vegetationsbeginn ermittelt. Der Zeitpunkt ab dem die Tagesmitteltemperatur unter $+5\text{ °C}$ und danach auch nicht mehr über $+10\text{ °C}$ ansteigt lieferte das Vegetationsende. Die Differenz beider Daten ergibt dann die Anzahl der Vegetationstage für das jeweilige Jahr.

3 Witterung

Wie Abbildung 1 zeigt, lagen die durchschnittlichen monatlichen Temperaturen leicht oberhalb des 30-jährigen Mittels von 1981 – 2010. Besonders deutlich im Monat April ($+0,8\text{ Kelvin}$), gefolgt vom Februar und November ($+0,7\text{ Kelvin}$) und August mit $+0,5\text{ Kelvin}$. Die geringste Schwankungsbreite zwischen minimaler und maximaler monatlicher Durchschnittstemperatur war im Mai zu beobachten. Im Monat Dezember war sie dafür am ausgeprägtesten und bewegte sich zwischen $-5,9\text{ °C}$ bzw. $+4,6\text{ °C}$. Insgesamt wiesen nur 6 Jahre seit 1995 im Dezember positive Monatsmittel auf, allerdings wurden 4 davon seit 2011 verzeichnet. Der Monat Januar zeigte zwar auch viermal positive Monatsmittel im Beobachtungszeitraum, aber zufällig verteilt. Dagegen war die Wahrscheinlichkeit im Februar im Bereich oberhalb 0 °C zu liegen bei 45% . Die Monate März bzw. November wiesen nur selten (drei- bzw. einmal) negative Monatsmittel auf. Das niedrigste Monatsmittel betrug im Beobachtungszeitraum $-6,6\text{ °C}$ (Januar 2006) und das höchste $+19,8\text{ °C}$ (Juli 2010).

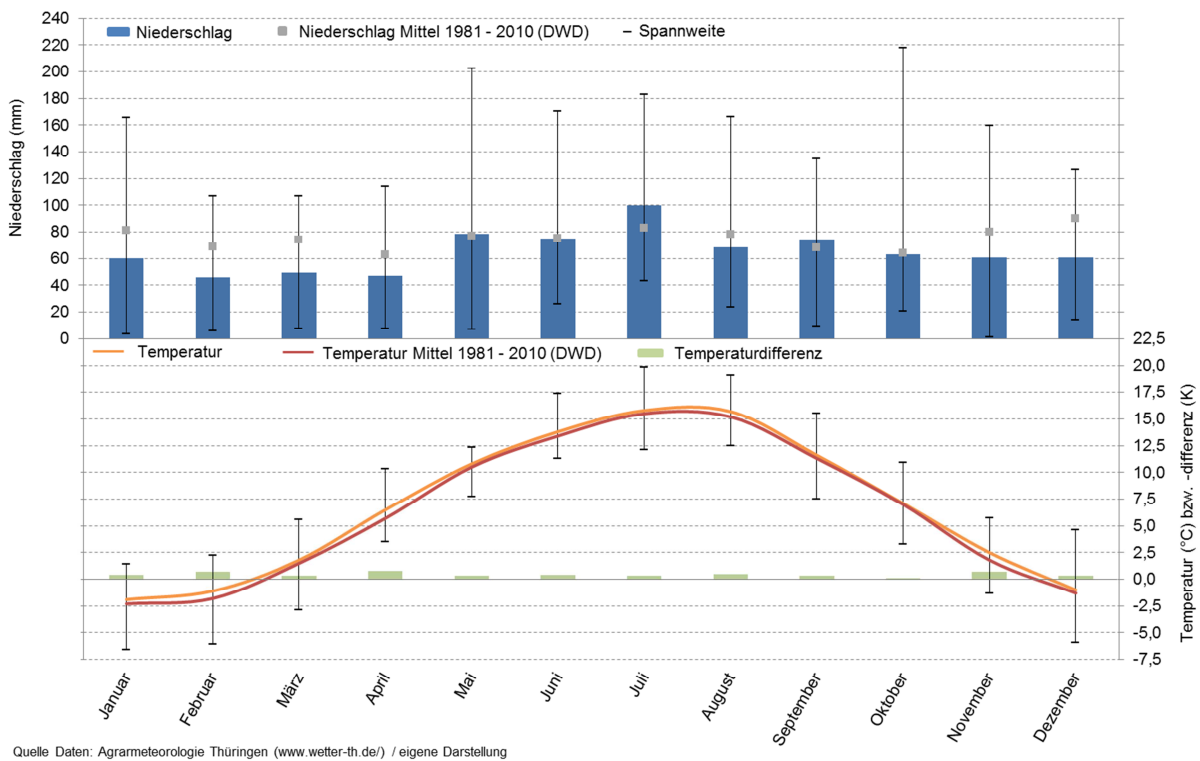


Abbildung 1: Durchschnittliche monatliche Temperatur- und Niederschlagsverteilung am Standort Lichtenhain, 1995 – 2016

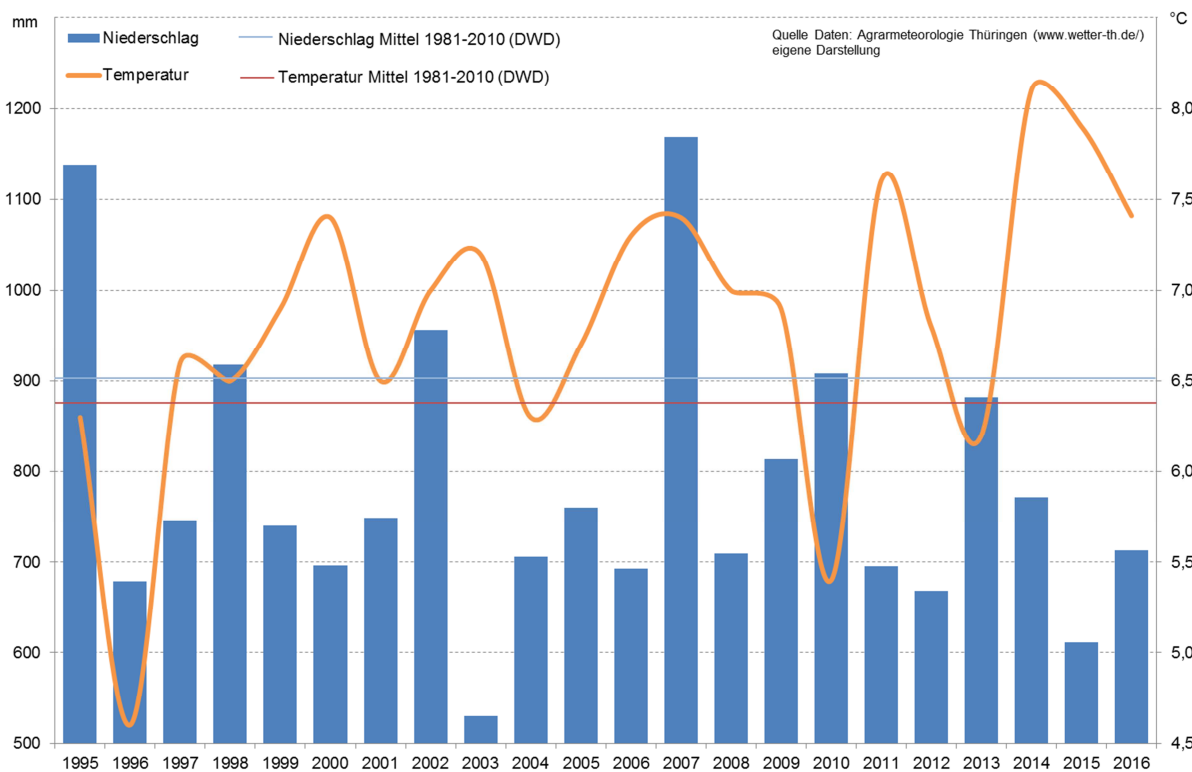


Abbildung 2: Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme am Standort Lichtenhain, 1995 – 2016

Die Unterschiede in der monatlichen Niederschlagsmenge im Zeitraum von 1995 – 2016 bewegten sich zwischen 0,9 mm (November 2011) und 217,5 mm (Oktober 1998). Die größte Schwankungsbreite zwischen Minimum und Maximum mit knapp 200 mm zeigten die Monate Mai und Oktober. Gleichzeitig lagen die durchschnittlichen Niederschlagssummen von Mai bis Oktober, mit Ausnahme vom August, im Bereich der Erwartungswerte des 30-jährigen Mittels. Wobei, wie im allgemeinen Trend für Thüringen, im Juli deutlich mehr Regen fiel. Der Zeitraum von November bis April zeigte dagegen im Mittel eine deutlich unter den Erwartungswerten liegende Niederschlagsmenge. Damit ist an diesem Standort mit einer Winter- und/oder Frühjahrstrockenheit häufiger zu rechnen.

Die in der Mehrzahl der Jahre insgesamt niedrigere Niederschlagsmenge pro Jahr stützt diese Annahme noch (Abb. 2). Im Zeitraum von 1995 – 2016 waren 17 Jahre unterdurchschnittlich mit Niederschlag versorgt. In 41 % der Jahre betrug das Defizit gegenüber dem 30-jährigen Mittel mehr als 200 mm. Die geringste Niederschlagsmenge fiel im Jahr 2003 mit 529 mm und dagegen mehr als das Doppelte im Jahr 2007 mit 1168 mm. Nur fünfmal wurde das 30-jährige Mittel von 1981 bis 2010 beim Niederschlag über- und bei der Lufttemperatur unterschritten und davon jeweils zweimal deutlich. Damit zeigte auch dieser Standort einen positiven Trend bei der Jahresdurchschnittstemperatur bei gleichzeitig sinkenden Niederschlagsmengen. Die Temperaturamplitude bewegte sich von +4,6 °C bis +8,1 °C.

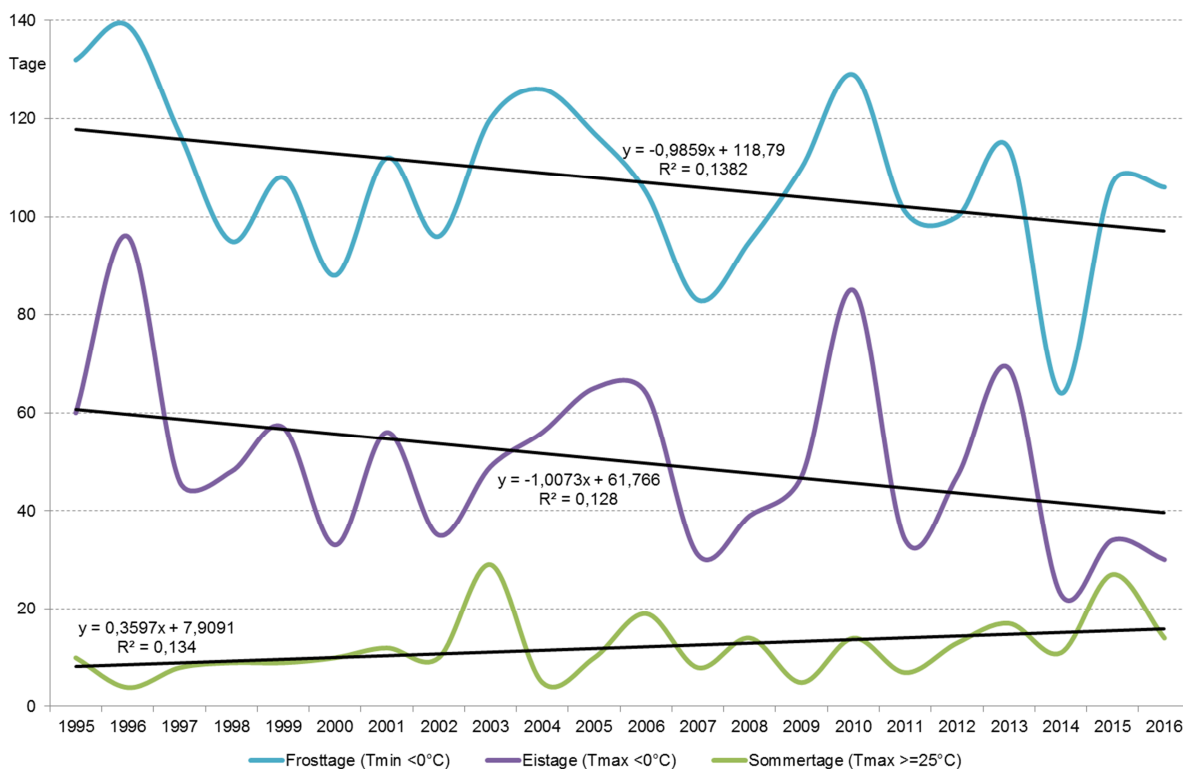


Abbildung 3: Anzahl und Trend der Frost-, Eis- bzw. Sommertage am Standort Lichtenhain, 1995 – 2016

Die hohen Jahresdurchschnittstemperaturen spiegelten sich auch in der jeweiligen Anzahl an Frost- bzw. Eistagen wider (Abb. 3). Bei niedrigen Jahrestemperaturen wie 1996 und 2010 wurde die höchste Anzahl an beiden Tagen beobachtet und umgekehrt wies 2014 die geringste Anzahl beider Tage auf. Sowohl Frost- als auch Eistage zeigten einen leicht negativen Trend im Beobachtungszeitraum. Es traten zwischen 64 – 139 Frosttage sowie 23 – 96 Eistage auf.

Die Anzahl der Tage an denen die maximale Lufttemperatur mindestens 25 °C betrug zeigte gleichzeitig einen leicht positiven Trend. In jedem Beobachtungsjahr traten Sommertage auf, 1996 nur 4 und 2003 sogar 29. Heiße Tage dagegen waren nur in der Hälfte der Jahre im Zeitraum 1995

bis 2016 zu verzeichnen. In der Mehrzahl dieser Jahre (7) gab es nur einen heißen Tag. Spitzenreiter mit 8 Tagen war 2015.

Im Zeitraum von 1994 – 2016 betrug die mittlere Vegetationszeit in Lichtenhain 203 Tage mit einer Schwankungsbreite von 171 bis 225 Tage. Mit dem Beginn der Vegetation kann in der Regel ab der letzten März- bzw. ersten Aprildekade gerechnet werden und das Ende liegt spätestens in der letzten Novemberdekade. Im Durchschnitt von 1994 – 2016 begann die Vegetationszeit am 13. April und endete am 02. November.

4 Ergebnisse

4.1 Boden

Der pH-Wert im Boden befand sich zu Beginn der Versuchsperiode mit Werten um 5,4 an der oberen Grenze der pH-Wertklasse B. Bis auf die Varianten 1 – 3 sank der pH-Wert aller anderen Varianten über den Beobachtungszeitraum minimal ab und lag 2016 zwischen 5,0 und 5,2. Die 2000 hinzugekommene Sukzession zeigte sich von Beginn an deutlich saurer mit Werten von 4,2. Die P- und K-Gehalte im Boden befanden sich 1992 in der GHK B oder C (Abb. 4). Zunächst kam es bei allen P-gedüngten Varianten zu einem deutlichen Anstieg der Gehalte im Boden mit Wechsel in eine höhere GHK, um danach fast kontinuierlich abzusinken. Bis auf Variante 1 und 2 lagen die Werte 2016 eine GHK niedriger als der Ausgangswert trotz jährlicher P-Zufuhr. Für die nur mit Grunddünger versorgten Varianten (4 – 6) stellten diese Werte gleichzeitig das niedrigste Niveau bisher dar. Die drei Varianten mit zusätzlicher N-Düngung (1 – 3) zeigten dagegen in den letzten Jahren wieder einen Anstieg der P-Gehalte im Boden, wobei das Niveau gegenüber dem Ausgangswert nur bei den Prüfgliedern 1 und 2 positiv beeinflusst wurde.

Alle 1992 P-ungedüngten Varianten (8 –10) zeigten ebenfalls einen Anstieg der Werte ohne jedoch das Niveau der GHK zu verlassen. Ebenfalls identisch zu den anderen Varianten erfolgte eine stetige Reduzierung der P-Werte im Boden. 2016 waren alle P-ungedüngten Prüfglieder (7 bis Suk) in der GHK A angekommen und wiesen Gehalte um 1 mg P/100g Boden auf. Ausnahme hier die zu Beginn (8 Jahre) mit P versorgte Variante 7.

Die Kaliumversorgung im Boden stellte sich etwas differenzierter dar. Bei den Varianten 1 und 2 blieb das Ausgangsniveau langfristig erhalten. Zwar zeigte sich zu Beginn ein Absinken der Gehalte und damit Änderung der GHK, aber mit der deutlichen Erhöhung der K-Menge ab 2000 konnten sich auch die Gehalte im Boden wieder erholen. Auch die Prüfglieder 3 und 4 wiesen 2016 keine Änderung in der GHK gegenüber dem Ausgangsjahr auf. Ebenfalls war zu Beginn der Untersuchungsperiode ein absinken zu beobachten, allerdings stiegen die Gehalte wieder schneller als bei den beiden ersten Varianten an. Danach kam es nochmals zu einem kurzen Absinken der Gehalte, gefolgt von einer Stabilisierung besonders bei Variante 4. Bei den anderen mit Kalium versorgten Varianten (5, 6) reichte langfristig die jährlich verabreichte Menge nicht für den Erhalt der GHK und damit des Ausgangsniveaus. Die ungedüngten Varianten 8 – 10 zeigten dagegen zu Untersuchungsbeginn bzw. in den ersten Versuchsjahren die höchsten Gehalte im Boden und die Werte stabilisierten sich danach auf einem Niveau von 5 – 6 mg K/100g Boden. Die ebenfalls ungedüngte Sukzession weist nach wie vor hohe K-Gehalte im Boden auf.

Am Standort Lichtenhain wurden auch in unregelmäßigen Abständen Untersuchungen zum Stickstoff- bzw. organischen Kohlenstoffgehalt im Boden vorgenommen (Tab. 3). Die Gehalte bewegten sich für Stickstoff zwischen 0,30 – 0,53 % und für Kohlenstoff von 3,7 – 6,7 %. Es deutete sich bei beiden Parametern eine geringfügige Zunahme im Boden über den Zeitraum von 25 Jahren an. Allerdings bestanden zwischen den Varianten keine nennenswerten Unterschiede. Auch die Gehalte der Sukzession bewegten sich in diesen Bereichen, allerdings schienen hier die Gehalte seit 2000 leicht zu sinken (0,46 % auf 0,43 % bei Stickstoff sowie von 5,5 % auf 4,5 % bei organischem Kohlenstoff).

Das aus den Gehalten resultierende C/N-Verhältnis veränderte sich aufgrund der gleichlaufenden Entwicklung der beiden Parameter nicht wesentlich. Es bewegte sich an diesem Standort zwischen 11 und 13.

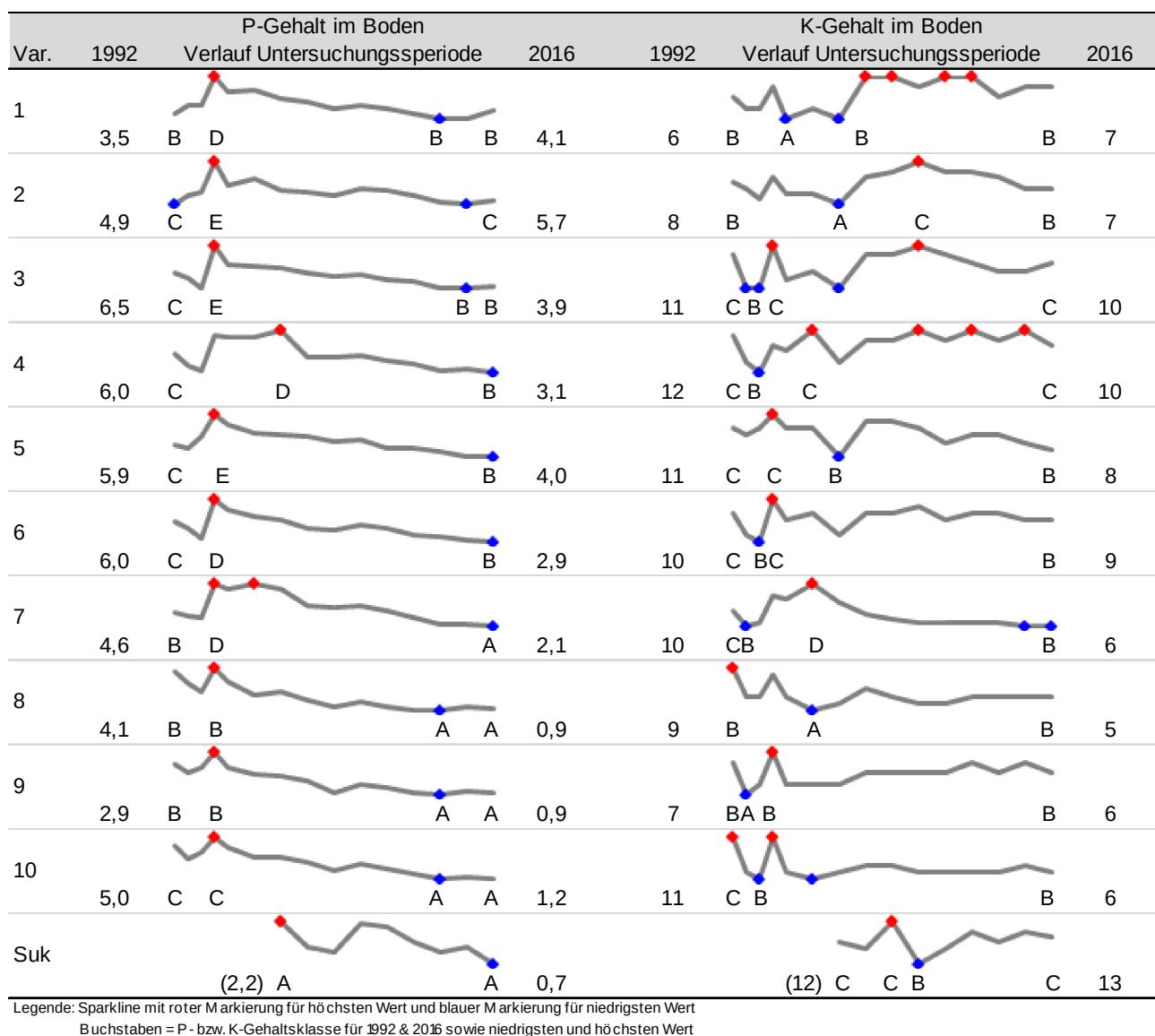


Abbildung 4: P- und K-Gehalt im Boden (mg/100 g Boden) zu Beginn und Ende der Versuchsperiode inklusive Verlauf je Variante am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

Tabelle 3: Stickstoff- und organischer Kohlenstoffgehalt im Boden sowie das daraus resultierende C/N Verhältnis am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stickstoff (%)										
1993	0,39	0,38	0,39	0,35	0,37	0,37	0,34	0,36	0,37	0,33
2016	0,43	0,40	0,41	0,41	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39
organischer Kohlenstoff (%)										
1993	4,4	4,3	4,4	4,1	4,1	4,0	3,7	3,9	4,2	3,8
2016	5,2	5,0	5,1	4,8	5,0	4,7	4,9	4,7	4,9	4,9
C / N – Verhältnis										
1993	11	11	11	12	11	11	11	11	11	11
2016	12	13	12	12	12	12	13	12	13	13

4.2 Ertrag

Der Trockenmasse-Ertrag zeigte am Standort Lichtenhain einen deutlichen Bezug zur Düngung (Abb. 5). So lag das mittlere Niveau bei den NPK-gedüngten Varianten um 60 dt TM/ha. Nur mit Grundnährstoffen versorgt sank der Ertrag auf ca. 40 – 45 dt TM/ha ab und betrug bei Verzicht auf Düngung nur noch die Hälfte der NPK-Varianten (ca. 30 dt TM/ha). Auch die nur alle 2 Jahre genutzte Variante lag mit 34 dt TM/ha in diesem Bereich (Abb. 5). Die jeweiligen Düngungsstufen unterschieden sich signifikant voneinander ($GD_{\text{Tukey}, p=5\%} = 5,8 \text{ dt TM/ha}$). Aber nur innerhalb der NPK-Stufe traten ebenfalls statistisch sicherbare Differenzen zwischen der intensivsten Variante (1) und dem Spätschnitt Anfang Juli (3) auf.

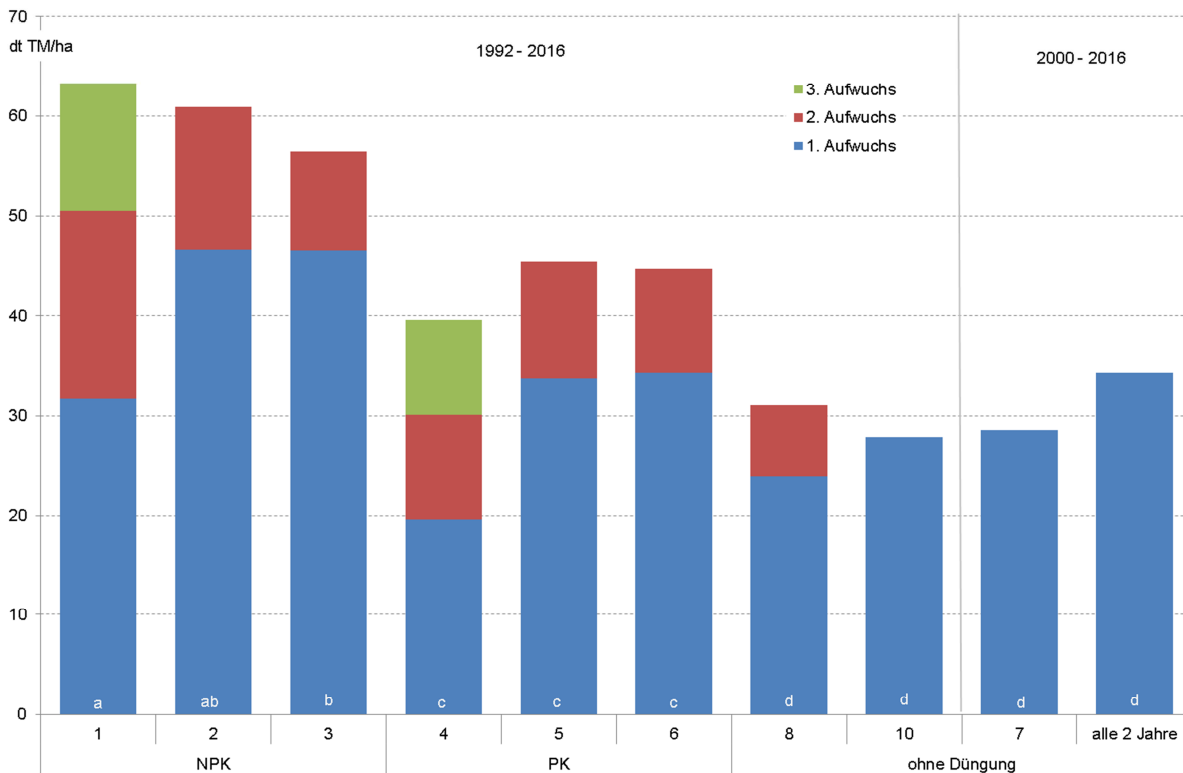


Abbildung 5: mittleres Ertragsniveau (dt TM/ha) der Varianten am Standort Lichtenhain

Während die 3-Schnittnutzung mit NPK (1) die höchsten Erträge gegenüber vergleichbaren Varianten erreichte, kam es zu Ertragsdepressionen der 3-Schnittnutzung mit PK-Zufuhr (4) gegenüber den anderen Varianten mit PK-Düngung. Hier konnten die aufgrund der längeren Aufwuchszeit im 1. Aufwuchs höheren Erträge der Vergleichsvarianten 5 und 6 in den Folgeaufwüchsen (4) nicht mehr kompensiert werden.

Insgesamt zeigte die 3-Schnittnutzung die größte Differenz (24 dt TM/ha) zwischen der NPK- bzw. PK-Düngung (1, 4). Bei Spätschnitt lag diese zwischen den jeweils vergleichbaren Varianten (2, 5 bzw. 3, 6) um ca. 10 dt TM/ha niedriger.

Aus Abbildung 5 wird aber auch deutlich, dass sich die Erträge der Spätschnitt-Nutzungstermine 20. Juni (2, 5, 8) und Anfang Juli (3, 6, 7) im jeweiligen Düngungsniveau nicht gravierend voneinander unterschieden.

Unabhängig vom Düngungsniveau bzw. Nutzungstermin kam es bei allen Varianten während der Untersuchungsperiode zu Schwankungen im Ertrag. Die einzelnen Schwankungsbreiten sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Ertrag innerhalb der jeweiligen Variante bewegte sich zwischen 16 bis 43 dt TM/ha. Die geringste Differenz zeigte die Nutzung alle 2 Jahre (9), gefolgt von Variante 7. Allerdings sind das die beiden Varianten mit verkürzter Untersuchungsdauer (2000 bis 2016). Bei allen anderen Varianten (1992 – 2016) lag

die Differenz zwischen Minimum und Maximum immer über 30 dt TM/ha. Die größten Unterschiede um 40 dt TM/ha zeigten die Varianten 1 – 4.

Das Ertragsniveau des Standortes bewegte sich zwischen 13,3 und 82,5 dt TM/ha (Tab. 4). Auch hier zeigte sich eine Differenzierung nach Düngungsstufen. So lag das Niveau bei NPK-Düngung um 40 – 80 dt TM/ha, bei PK-Düngung um 25 – 60 dt TM/ha und bei Düngeverzicht um 15 – 45 dt TM/ha. Es traten damit Ertragsschwankungen zwischen dem 2- bis 3-fachen auf.

Tabelle 4: Spannweite des Trockenmasse-Ertrages (dt/ha) der einzelnen Varianten am Standort Lichtenhain

Variante	1	2	3	4	5	6	8	10	7	9
Zeitraum	1992 – 2016								2000 – 2016	
	Ertrag (dt TM/ha)									
Minimum	38,7	43,2	37,9	23,9	27,6	25,7	17,2	13,3	18,8	26,7
Maximum	82,0	82,5	79,6	61,9	61,1	60,2	49,3	46,5	37,6	43,1

Die einzelnen Ertragsschwankungen waren zwar variantenspezifisch zeigten aber einen Zusammenhang zum jeweiligen Untersuchungsjahr, wie am Beispiel der 20. Juni-Varianten dargestellt (Abb. 6). Die Jahre 1994, 1995, 2009 und 2014 wiesen die höchsten Erträge auf unabhängig vom Düngungsniveau. Die niedrigsten Erträge wurden in den Jahren 1998, 2000, 2003 und 2011 verzeichnet.

Eine direkte Beziehung zum Wetter des jeweiligen Jahres (Abb. 2) lässt sich kaum herstellen. So waren die hier aufgeführten Jahre (für 1994 keine Aussage möglich) normal temperiert bis zu warm (2014 Wärmste, 2011 zweit Wärmste). Auch beim Niederschlag zeigte sich kein eindeutiger Trend. Nur 1995 wurde überdurchschnittlich viel Niederschlag registriert, 1998 hingegen normal versorgt und die anderen Jahre zeigten Defizite. Das Größte allerdings 2003. In diesem Jahr war auch die Regenmenge in der Vegetationsperiode am geringsten. Nur 2000 zeigte ebenfalls unterdurchschnittlichen Niederschlag von April bis Oktober. Dagegen fiel 1998 ca. 150 mm mehr Regen in dieser Periode, ohne dass dieser ertragswirksam wurde.

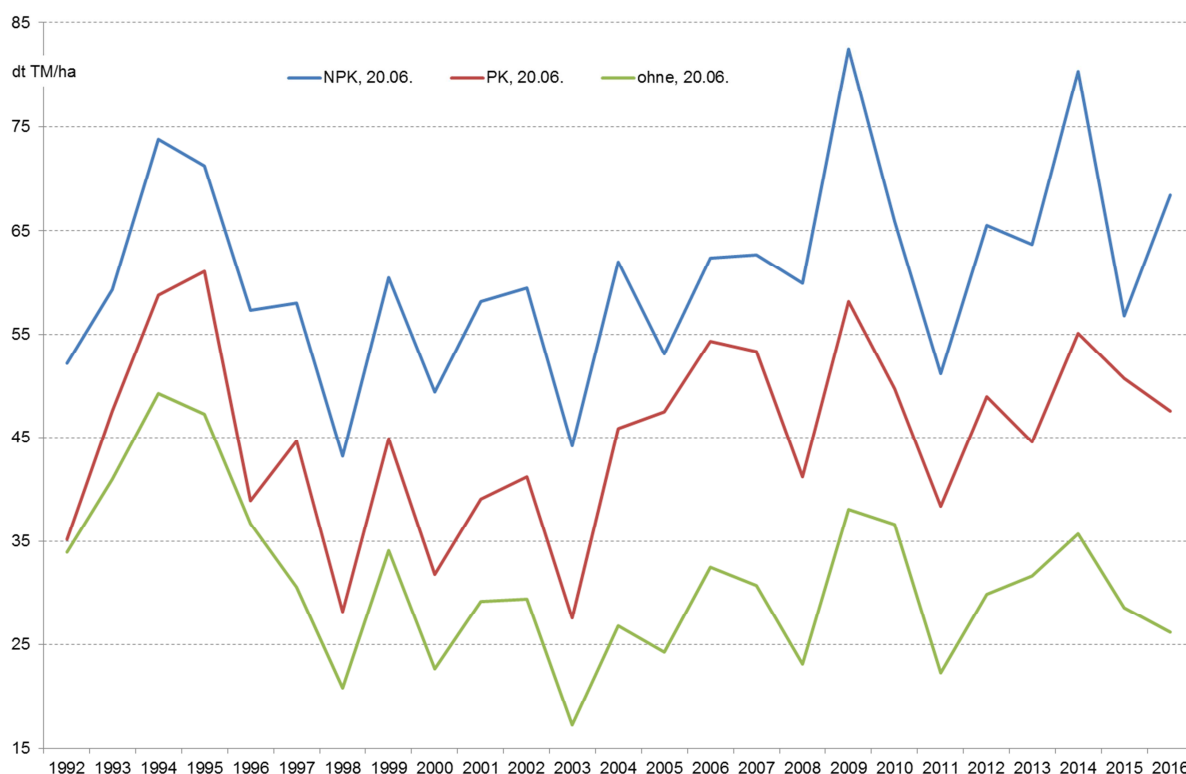


Abbildung 6: Trockenmasse-Ertrag (dt TM/ha) der 20. Juni-Varianten am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

4.3 Futterqualität

Die Qualitätsparameter zeigten auch in diesem Versuch einen engen Zusammenhang zum jeweiligen Nutzungszeitpunkt im 1. Aufwuchs. Gleichzeitig trat zu den jeweiligen Terminen inklusive Folgeaufwüchse eine charakteristische Reihung in Abhängigkeit von der Düngungsstufe auf (Tab. 5). So wiesen jeweils die NPK-Varianten die niedrigsten Gehalte bei ELOS sowie Energie und bei RFa den Höchsten auf, gefolgt von der PK-Variante und dem ungedüngten Prüfglied. Nur der RP-Gehalt zeigte dieser Reihung nicht immer.

Der mittlere Rohproteingehalt war bereits bei Nutzung in der letzten Maidekade mit ca. 13 % in der TM niedrig und sank auf rund 10 % i.d. TM bei Nutzung am 20. Juni ab. Jede weitere Verzögerung der 1. Nutzung ging mit einem Verlust an RP im Futter einher und der Gehalt sank unter 10 % RP i.d. TM ab. Gleiches gilt für Nutzung alle 2 Jahre (Tab. 5). Die mittleren RP-Gehalte in den Folgeaufwüchsen lagen bei allen Varianten mit Werten zwischen 11,2 – 15,0 % i.d. TM auf einem höheren Niveau., begründet durch das überwiegend vegetative Entwicklungsstadium zum Zeitpunkt der Nutzung.

Die mittleren RFa-Gehalte des 1. Aufwuchses bewegten sich zwischen 24,1 – 29,7 % i.d. TM und lagen damit für die meisten Varianten in der anzustrebenden Nutzungsspanne von 24 – 28 % (Tab. 5, 6). Mit regelmäßigen Überschreitungen muss bei den spät genutzten NPK-Varianten (2, 3) und dem absoluten Spätschnitt im August (10) gerechnet werden. Die Folgeaufwüchse zeigten durchweg geringe mittlere RFa-Gehalte, wobei auch hier jeweils die spätgenutzten NPK-Varianten die höchsten Werte aufwiesen.

Tabelle 5: Qualitätsparameter und Mineralstoffgehalt der einzelnen Varianten am Standort Lichtenhain (Mittel 1992 – 2016)

Variante	RP	RFa % i.d. TM	ELOS	NEL ¹⁾ MJ/kg TM	P	K g/kg TM	Ca	Mg
1. Aufwuchs								
1	13,9	25,9	62,1	6,23	3,4	26,0	5,6	2,4
4	13,2	24,1	64,3	6,37	3,3	24,3	7,3	2,7
2	9,3	29,7	54,4	5,77	2,6	20,2	6,1	2,5
5	10,3	27,0	56,6	5,98	2,7	20,4	8,7	3,0
8	10,0	25,2	60,9	6,21	2,3	13,9	10,1	3,8
3	8,6	29,2	53,5	5,78	2,4	18,9	6,6	2,7
6	9,2	27,4	56,1	5,90	2,5	18,4	10,0	3,3
10	8,1	29,4	48,0	5,71	2,0	10,8	11,2	3,7
2. Aufwuchs								
1	14,4	23,0	67,9	6,13	3,5	23,9	9,4	4,0
4	14,7	20,8	68,1	6,12	3,6	24,9	13,0	4,2
2	11,2	23,8	62,4	5,94	3,3	21,6	11,3	4,0
5	13,5	21,8	64,4	6,06	3,6	22,1	15,1	4,6
8	12,4	21,5	65,9	6,14	2,8	15,6	16,0	5,6
3	12,3	22,3	63,0	6,04	3,3	21,1	13,6	4,3
6	13,9	21,3	63,7	6,08	3,5	20,9	15,2	4,6
3. Aufwuchs								
1	12,3	24,2	61,5	6,01	3,5	19,1	11,1	4,1
4	15,0	21,6	60,9	6,03	3,5	21,9	14,8	4,2

1) Roh Nährstoffformel, GfE (1998)

Die enzymlösliche Organische Substanz (ELOS) als Maß für die Verdaulichkeit der organischen Masse zeigte ebenfalls einen engen Bezug zum Nutzungszeitpunkt und Düngungsniveau. Bei gleichem Schnitttermin wiesen die jeweils ungedüngten Varianten die höchste Verdaulichkeit der organischen Masse auf, gefolgt von den PK- und NPK-Varianten. Nur der früheste Nutzungstermin des 1. Aufwuchses wies mittlere Werte über 60 % i.d. TM auf. Bereits bei Nutzung im Juni (2, 5) bewegten sich die Werte unter 60 % i.d. TM, außer das ungedüngte Prüfglied (8). Erfolgte die erste Nutzung im August (10) sank die Verdaulichkeit der organischen Masse unter 50 % ab. Die

Folgeaufwüchse wiesen auch hier deutlich höhere Werte auf und bewegten sich generell über 60 % Verdaulichkeit der organischen Masse.

Der Energiegehalt als berechnete Größe aus den Qualitätsparametern zeigte erwartungsgemäß eine Tendenz zum Nutzungszeitpunkt und Düngungsniveau. Er wurde allerdings mit der Rohnährstoffformel (GfE, 1998) sehr hoch geschätzt mit Werten um 6 MJ NEL/kg TM (Tab. 5, 6). Seit 2008 stehen neue Schätzgleichungen zur Verfügung (GfE, 2008) mit denen deutlich niedrigere Gehalte ermittelt werden, besonders bei späten Nutzungsterminen. So zeigte auch die 3-Schnittnutzung im 1. Aufwuchs (1, 4) bei Verwendung der Gasbildungsformel annähernd vergleichbare Werte, die nur um 0,20 MJ NEL/kg TM geringer ausfielen. Die Differenz der 20.06.-Varianten (2, 5, 8) betrug ca. 0,80, die der Anfang Juli-Varianten (3, 6, 7) bereits um 0,90 und bei der späten Nutzung im August (10) schon ca. 1,20 MJ NEL/kg TM. Auch für das nur alle 2 Jahre genutzten Prüfglied (9) wurde eine Differenz von ca. 1,00 MJ NEL/kg TM ermittelt. Im Folgeaufwuchs belief sich die Differenz um ca. 0,40 bis 0,60 MJ NEL/kg TM niedriger.

Das bedeutet, dass nur beim frühesten Nutzungstermin im 1. Aufwuchs noch Energiegehalte über 6 MJ NEL/kg TM erreicht wurden. Die Nutzung im Juni erzielte Werte um 5,3 und eine weitere Verzögerung um 14 Tage brachte nur noch Werte um 5 und im August bzw. Nutzung alle zwei Jahre deutlich unter 5 MJ NEL/kg TM. Die Energiegehalte in den Folgeaufwüchsen lagen generell unter 6 MJ NEL je kg TM.

Tabelle 6: Qualitätsparameter und Mineralstoffgehalt der Varianten 7 und 9 am Standort Lichtenhain (Mittel 2000 – 2016)

Variante	RP	RFa % i.d. TM	ELOS	NEL ¹⁾ MJ/kg TM	P	K g/kg TM	Ca	Mg
1. Aufwuchs								
7	9,1	25,8	57,9	6,05	2,5	15,0	11,7	3,9
9	9,1	27,0	54,6	5,97	1,9	12,8	10,7	3,8

1) Rohnährstoffformel, GfE (1998)

Auch in diesem Versuch bestätigt sich, dass die P- und K-Gehalte in der Pflanze von der Düngung beeinflusst wurden (Tab. 5, 6). Die höchsten mittleren Gehalte im 1. Aufwuchs wiesen die Varianten (1, 4) der 3-Schnittnutzung auf und lagen damit deutlich über dem angestrebten Richtwert von 3,0 g P/kg TM. Die 20. Juni- bzw. Anfang Juli-Varianten (2, 5 bzw. 3, 6) bewegten sich zwischen 2,3 bis 2,7 g P/kg TM, wobei jeweils das PK-Prüfglied einen geringfügig höheren Gehalt gegenüber der jeweiligen NPK-Variante zeigte. Nur bei sehr später Mahd im August (10) und Nutzung alle 2 Jahre (9) lagen die Gehalte um 2,0 g P/kg TM. In den Folgeaufwüchsen wurden bei allen gedüngten Varianten Gehalte deutlich über 3,0 g P/kg TM verzeichnet und nur das ungedüngte Prüfglied 8 lag leicht darunter.

Die mittleren K-Gehalte des 1. Aufwuchses zeigten eine analoge Reihung zu den P-Gehalten, je früher die erste Nutzung umso höherer der Gehalt in der Pflanze. Sie bewegten sich zwischen 10,8 bis 26,0 g K/kg TM. Die geringsten Gehalte wiesen in allen Aufwüchsen jeweils die ungedüngten Varianten auf. Diese Reihung blieb auch in den Folgeaufwüchsen erhalten, obwohl die Gehalte insgesamt zumeist höher ausfielen.

Die Kalzium- und Mg-Gehalte zeigten ebenfalls deutlich höhere Werte in den Folgeaufwüchsen. Allerdings wiesen jeweils die ungedüngten Varianten die höchsten Gehalte auf. Sie bewegten sich im 1. Aufwuchs im Bereich zwischen 5,6 – 11,7 g Ca/kg TM und 2,4 – 3,9 g Mg/kg TM (Tab. 5, 6).

4.4 NPK-Bilanz

Die NPK-Düngung der einzelnen Varianten, als Ausgleich der über den Ertrag entzogenen Nährstoffe, erfolgte während der 25-jährigen Versuchsperiode nicht konstant (Tab. 2). Die erste Periode von 1992 – 1999 zeigte negative N-Salden bei allen Varianten (Tab 7). Dagegen war die P-Düngung (Var. 1 – 7) generell höher als der Entzug. Die Kaliumdüngung der Prüfglieder 1 – 7 induzierte kein so einheitliches Bild. Bei den gleichzeitig mit N versorgten Varianten 1 bis 3 traten zumeist negative Salden auf, dies spiegelt sich auch in den mittleren Salden von **-5 bis -19 kg K/ha** wider. Die nur mit PK versorgten Varianten (4 – 7) wiesen sowohl negative als auch positive Salden auf und bewegten sich im Mittel der Periode von 1992 – 1999 von **-2 bis 29 kg K/ha**.

Tabelle 7: Mittlere Nährstoffbilanz der einzelnen Varianten am Standort Lichtenhain (Versuchsperiode 1992 – 1999 bzw. 2000 – 2016)

	Düngung (kg/ha)			Entzug (kg/ha)			Bilanz (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1992 – 1999									
1	100	35	118	132,3	21,3	131,5	-32,3	13,7	-13,5
2	50	30	104	91,7	17,3	123,1	-41,7	12,7	-19,1
3	50	27	99	78,8	14,2	104,2	-28,8	12,8	-5,2
4	0	32	110	81,0	13,9	95,1	-81,0	18,1	14,9
5	0	26	96	73,1	13,5	98,3	-73,1	12,5	-2,3
6	0	26	96	65,5	11,5	78,1	-65,5	14,5	17,9
7	0	26	96	45,3	9,0	66,6	-45,3	17,0	29,4
8	0	0	0	61,0	10,8	61,2	-61,0	-10,8	-61,2
9	0	0	0	47,0	7,1	40,1	-47,0	-7,1	-40,1
10	0	0	0	36,2	6,9	39,1	-36,2	-6,9	-39,1
2000 – 2016									
1	154	25	169	141,7	22,0	158,3	12,3	3,0	10,7
2	89	20	134	97,0	16,8	125,9	-8,0	3,2	8,1
3	66	15	114	85,3	14,3	109,4	-19,3	0,7	4,6
4	0	15	109	93,0	13,2	92,5	-93,0	1,8	16,5
5	0	15	95	84,3	13,2	92,3	-84,3	1,8	2,7
6	0	15	95	76,9	11,9	85,1	-76,9	3,1	9,9
7	0	0	0	41,8	7,1	42,3	-41,8	-7,1	-42,3
8	0	0	0	48,9	6,3	38,2	-48,9	-6,3	-38,2
9	0	0	0	49,9	6,8	45,1	-49,9	-6,8	-45,1
10	0	0	0	35,8	5,5	28,3	-35,8	-5,5	-28,3

Obwohl sich die K-Düngermenge der nur mit PK-gedüngten Varianten (4 – 6) im Mittel ab 2000 nicht wesentlich veränderte, lag das K-Saldo seitdem leicht im positiven Bereich (Tab. 7). Die NPK-Varianten erhielten dagegen seit 2000 höhere K-Gaben, was in der Veränderung hin zu durchschnittlich leicht positiven K-Salden auch deutlich wurde. Die Reduzierung der P-Düngermenge spiegelt sich fast eins zu eins in der Reduzierung der P-Salden wider. Auch die Veränderung der N-Mengen zeigte sich in der Bilanz, so weist die 3-Schnittnutzung (1) nunmehr einen mittleren N-Überschuss von 12 kg N/ha auf. Alle anderen Varianten entzogen in der Versuchsperiode 2000 bis 2016 im Durchschnitt mehr als zugeführt wurde.

Die von Beginn an ungedüngten Varianten zeigten mittlere Entzüge von 35 – 50 kg N/ha, 5 bis 10 kg P/ha und 30 – 45 kg K/ha. Auch die Nutzung alle 2 Jahre wies in den jeweiligen Nutzungsjahren vergleichbare Entzüge auf.

4.5 Pflanzenbestand

Die Bergwiese in Lichtenhain wurde zu Beginn der 1980er Jahre für Nachsaaten der unterschiedlichsten Arten in Kleinparzellen genutzt. Einige auch heute noch auftretende Wirtschaftsgrünlandarten wie z.B. Knautgras, Glatthafer oder Wiesenschweidel gehen in ihrem Ursprung darauf zurück. Zu Versuchsbeginn konnte als Grünlandgesellschaft eine Wald-Storchschnabel-Goldhaferweise bestimmt werden. Am Standort Lichtenhain fiel sie sehr artenreich aus. Sie enthielt 39 – 51 Spezies, die Meisten davon stammten aus der Gruppe der Kräuter mit 26 bis 33 Arten (Tab. 8).

Tabelle 8: Ertragsanteile sowie Arten- und Wertzahlen zu Beginn und Ende der Versuchsperiode der einzelnen Varianten am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

Var.	Jahr	Gräser	Kräuter	Leg	Gräser	Kräuter	Leg	ges.	WZ	G-Wert	G-Wert- Art
		% EA			Anz						Anz.
1	1.	48	49	3	12	31	2	45	5,2	99	31
	25.	60	35	5	11	30	4	45	5,2	98	34
2	1.	50	48	2	13	33	1	47	4,9	101	34
	25.	66	31	3	12	29	3	44	4,9	103	32
3	1.	59	39	2	11	26	2	39	5,2	86	27
	25.	62	33	5	12	22	3	37	4,9	87	26
4	1.	45	44	11	13	30	3	46	4,9	103	32
	25.	43	34	23	13	30	5	48	5,4	108	35
5	1.	36	50	14	15	31	3	49	5,1	108	32
	25.	59	25	16	15	30	5	50	5,4	113	36
6	1.	45	44	11	12	27	2	41	5,2	98	28
	25.	48	27	25	15	30	4	49	5,4	113	36
7	1.	45	43	12	15	30	2	47	5,3	105	31
	25.	47	32	21	14	30	5	49	5,2	122	36
8	1.	43	43	14	15	28	2	45	5,3	99	29
	25.	51	37	12	13	31	4	48	4,9	128	38
9	9.	39	54	7	12	32	5	49	5,2	135	37
	25.	52	41	7	12	28	5	45	4,6	119	34
10	1.	44	48	8	15	33	3	51	5,1	107	33
	25.	47	40	13	13	26	5	44	4,8	109	32
Suk	1.	52	41	7	12	24	5	41	4,3	130	33
	17.	47	52	1	14	26	2	42	3,9	111	34

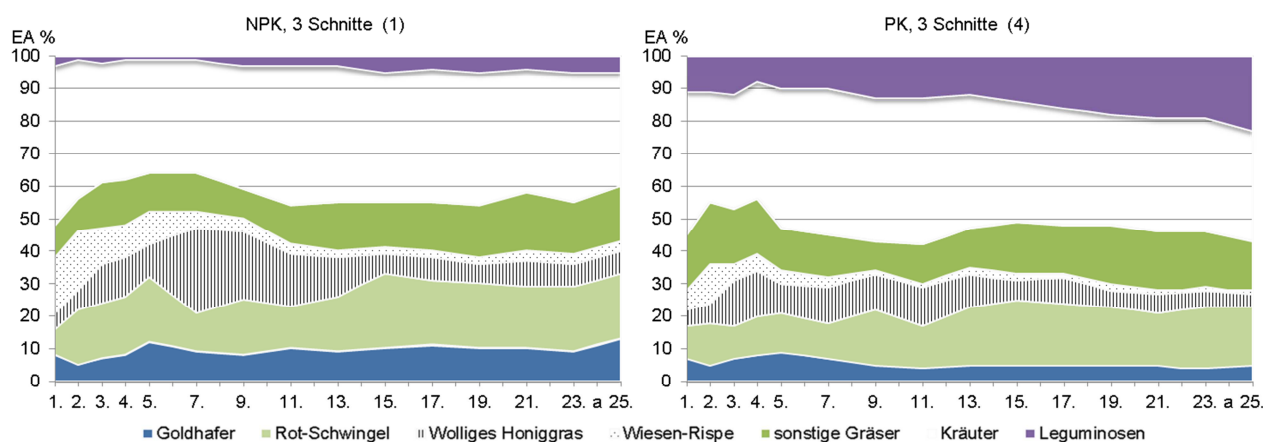


Abbildung 7: Veränderung der Bestandeszusammensetzung bei 3 Schnittnutzung am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

Auch nach 25 Jahren wurden kaum Verluste in der Gesamtartenzahl verzeichnet, obwohl bei Betrachtung der einzelnen Varianten durchaus Veränderungen stattfanden. Artenverluste, vor allem in der Kräuterfraktion traten bei NPK-Düngung und späterem Schnitt (2, 3) sowie bei Nutzung erst im August (10) bzw. alle 2 Jahre (9) auf. Eine positive Entwicklung zeigte nur Variante 6 (PK, Anfang Juli) mit einem Zuwachs von 8 Arten. Ebenfalls positiv ist die Zunahme der Leguminosenarten im Bestand, bis auf die Sukzession, zu bewerten.

Dieser geringe Artenverlust bzw. die Verschiebung des Artenspektrums spiegelte sich auch im naturschutzfachlichen Wert (gewogene G-Wert; JÄGER 2003) des Pflanzenbestandes wider. Sowohl die von Beginn an hohe Anzahl an grünlandtypischen Arten als auch der hohe G-Wert blieb, bis auf die überjährige Nutzung und Sukzession, erhalten bzw. entwickelte sich positiv. Dies traf besonders auf die Varianten 6 – 8 zu (Tab. 8).

Die Wertzahl nach KLAPP (1953) ging bei sehr später oder Nutzung alle 2 Jahre (10, 9) deutlich zurück. Ebenfalls zeigten die Varianten 3 und 8 diesen Trend. Auch der ohnehin niedrige Futterwert der Sukzession sank weiter.

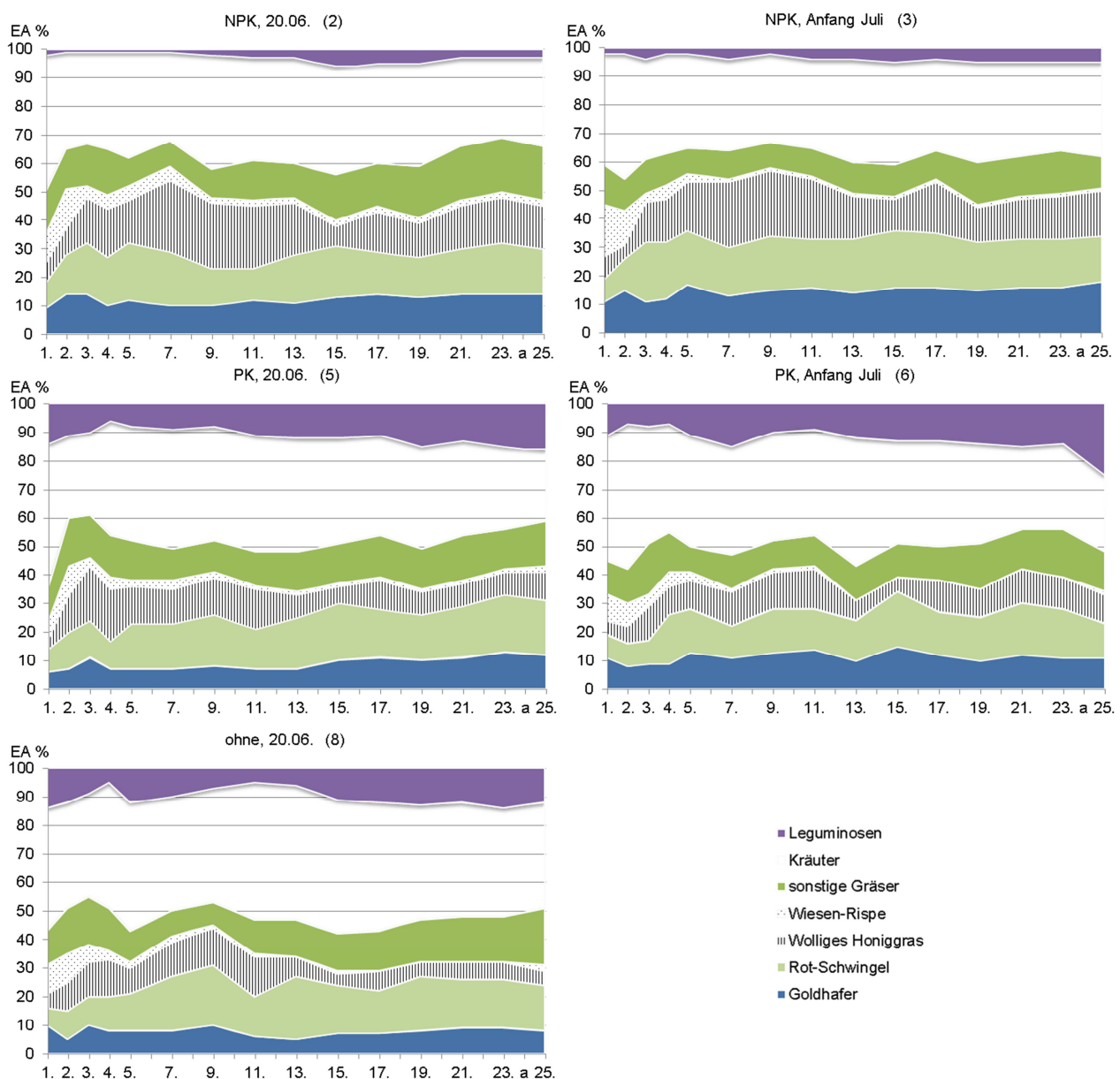


Abbildung 8: Veränderung der Bestandeszusammensetzung der 20. Juni- bzw. Anfang Juli-Varianten am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

Trotz der geringen Veränderung in den Artenzahlen während der 25-jährigen Untersuchungsperiode traten bei den Ertragsanteilen deutliche Verschiebungen zwischen den Gruppen der Gräser, Kräuter und Leguminosen auf (Tab. 8, Abb. 7 – 9). Die Verluste gingen bis auf die Sukzession zu Lasten der Kräuter. Sie betrugen zwischen 6 bis 25 %. Allerdings konnte diese Veränderung nicht an einzelnen Arten dieser Gruppe festgemacht werden. Zu Beginn der Untersuchung wiesen 12 – 20 verschiedene Kräuter Ertragsanteile ≥ 1 % auf, zum Ende der Untersuchungsperiode immer noch 11 – 16 Arten und damit waren nach wie vor 1/3 bis 50 % der vorhandenen Kräuter der jeweiligen Variante an der Ertragsbildung beteiligt. Je extensiver die Nutzung wurde, umso mehr traten Magerkeitszeiger im Bestand auf. Die am häufigsten vorkommenden Spezies waren Spitzwegerich (mit zunehmenden Ertragsanteilen), Tüpfel-Hartheu, Steifhaariger Löwenzahn oder auch Bärwurz und dieser vor allem in den sehr extensiven Varianten (10, 9, Suk) [Abb. 9]. Ansonsten fanden sich Wald-Storchschnabel, Schafgarbe, Wiesen-Labkraut und in den intensiven Varianten (1, 4, 2) auch Löwenzahn mit deutlichen Anteilen. Bei den 20. Juni-Varianten traten in der ungedüngten Variante 8 die geringsten Verluste (6 %) in der Kräuterfraktion auf (Abb. 8). Dagegen zeigte die mit Grunddüngung versorgte Variante 5 die größten Verschiebungen überhaupt von 25 %. Die NPK-Variante 2 lag mit 17 % dazwischen. Wobei, wie bereits beschrieben, die Verluste nicht auf wenigen Arten beruhten, sondern viele Arten nachgaben, aber sich gleichzeitig auch Magerkeitszeiger, wie Spitzwegerich, ausbreiteten. Diese Verschiebungen gingen bei allen drei 20. Juni-Varianten eindeutig zu Gunsten der Gräser, da sich der Leguminosenanteil während der 25-jährigen Versuchsperiode nur marginal veränderte. Aber auch bei der Variante mit Grunddüngung und erstem Schnitt Anfang Juli (6) gab die Kräuterfraktion deutlich nach, allerdings profitierten hier die Leguminosen von den entstanden Lücken (Abb. 8). Dagegen zeigte die vergleichbare Variante zu diesem Zeitpunkt mit NPK (3) nur geringfügige Verschiebungen in allen drei Fraktionen und erwies sich damit als sehr stabil.

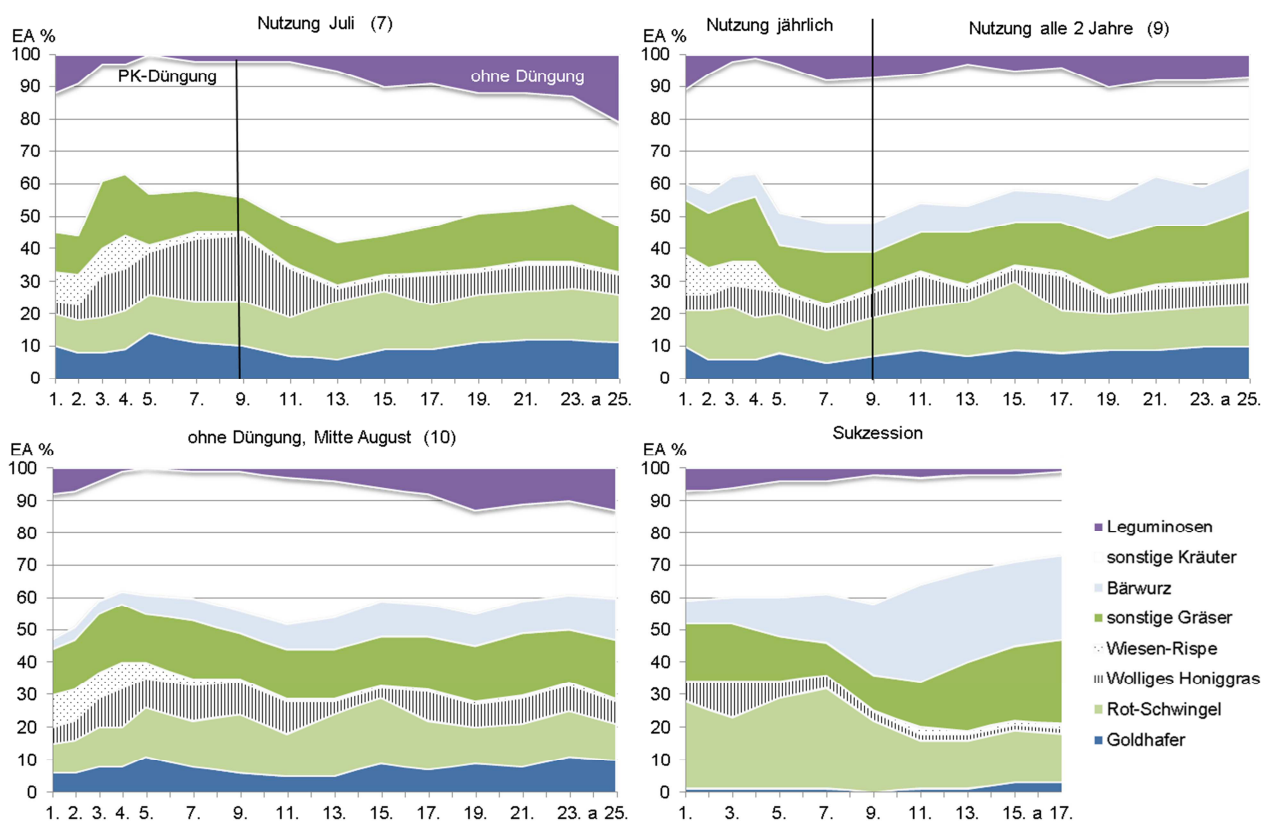


Abbildung 9: Veränderung der Bestandeszusammensetzung der Spätschnitt- bzw. glöZ-Varianten am Standort Lichtenhain, 1992 – 2016

Wie bereits im glöZ-Versuchsbericht (ZOPF, 2017) beschrieben, gab es in der Gruppe der Kräuter keine dominierende Art bis auf 3 Varianten. Es handelt sich in allen Fällen um Bärwurz. Bei Mahd im August und Mahd alle 2 Jahre lagen die Ertragsanteile um 10 % und machten damit etwa ein Drittel des Ertrages der Kräuter aus (Abb. 9). Der andere Teil wurde von rund 15 weiteren Arten mit Ertragsanteilen von mindestens 1 % abgedeckt. Im Fall der Sukzession stiegen die Bärwurzanteile von Jahr zu Jahr stetig an und nahmen nach 17 Versuchsjahren 26 % ein. Bärwurz stellte damit bereits die Hälfte der Ertragsanteile der Kräuter. Die Sukzession war auch die einzige Variante in der ein Anstieg des Kräuteranteils zu Lasten der Gräser und Leguminosen, in diesem Fall der Berg-Platterbse, stattfand.

Bei allen anderen Varianten war der Wiesen-Rotklee die bedeutendste Art. Daneben wurden aber auch Weißklee, Zaunwicke, Berg-Platterbse u.a. gefunden. Aus den Abbildungen 7 und 8 wird deutlich, dass auch bei den intensiv bewirtschafteten Varianten (1 – 3) die Leguminosen nie nur als Einzelpflanzen im Bestand präsent waren. Die von Beginn an geringen Anteile in den NPK-Varianten beruhten auf der vorangegangenen Nutzung als Kaliumdüngungsversuch bei gleichzeitiger Zufuhr von N und P. Nach anfänglichem Rückgang bzw. Stagnation konnten sich die Leguminosen mit rund 5 % Ertragsanteil im Bestand bei NPK-Düngung behaupten.

Alle anderen Varianten starteten zu Versuchsbeginn mit einem höheren Anteil an Leguminosen (Tab. 8, Abb. 7 – 9). Dies lag ebenfalls an der vorangegangenen Nutzung (2 Schnitte pro Jahr und Grunddüngung). Besonders die PK-Varianten (4, 6) zeigten eine kontinuierliche Ausbreitung. Dagegen wies die zuerst mit PK versorgte Variante 7 einen deutlichen Rückgang im Leguminosenanteil auf, allerdings stieg dieser seit dem Verzicht auf Düngung wieder deutlich an. Eine ähnliche Entwicklung zeigte ebenfalls die erst im August genutzte Variante (10). Auch noch extensivere Nutzung (9) bewirkte keinen Verlust in dieser Fraktion.

Alle Varianten in denen der Leguminosenanteil deutlich während der Untersuchungsperiode anstieg, wiesen kaum Zunahmen in der Klasse der Gräser auf und damit konnte nach wie vor ein Gras – Kräuter Verhältnis von ca. Mitte 40 % zu Mitte 50 % (Tab. 8) verzeichnet werden. Dagegen zeigten alle 20. Juni-Varianten eine Zunahme des Grasanteils (Abb. 8). Dabei kam es zu Beginn des Betrachtungszeitraumes bei den gedüngten Varianten (2, 5) zu einer starken Zunahme der Gräser und pendelte sich dann auf einem variantentypischen Niveau ein, allerdings wies die NPK-Variante dabei die größte Schwankungsbreite auf. Auch die NPK-Variante der 3-Schnittnutzung (1) zeigte einen tendenziellen Anstieg des Gräseranteils. Dagegen waren das dritte NPK-Prüfglied (3) des Versuches sowie die mit PK-versorgte Variante 4, aber auch die späte Nutzung im August (10) sehr stabil über den gesamten Betrachtungszeitraum (Abb. 7 – 9). Größere Schwankungen zeigten in den ersten Jahren die Mitte Juli genutzten Varianten (7, 9). Nach der Nutzungsänderung gerade dieser beiden Varianten trat in einem Fall (7) wieder eine Reduzierung des Grasanteils auf, besonders durch den Rückgang des Anteils an Wolligem Honiggras bzw. Ausbreitung der Leguminosen. Zum anderen stabilisierte sich der Grasanteil im Bestand bei Nutzung alle 2 Jahre.

Allgemein stellten Rotschwingel und Goldhafer neben Wolligem Honiggras die wichtigsten Gräser dar (Abb. 7 – 9). Dabei unterlag der Anteil an Goldhafer (um 10 %) den geringsten Schwankungen über den Betrachtungszeitraum. Rotschwingel mit einem Ausgangswert von ca. 10 % breitete sich in den ersten Jahren im annähernd gleichen Umfang aus und verdoppelte damit seinen Anteil. Allerdings konnte dieses Fünftel des Ertrages nur in den beiden 3-Schnittvarianten und der 20. Juni-Variante mit Grunddüngung gehalten werden. Die restlichen Prüfglieder zeigten in den letzten Jahren wieder einen Rückgang auf Anteile zwischen 10 – 15 %. Ebenfalls deutliche Schwankungen im Beobachtungszeitraum wies das Wollige Honiggras auf. Im Ausgangsbestand lagen die Anteile um 5 %. Sie stiegen am Anfang kontinuierlich an, auf Werte zwischen 15 – 25 % und sanken etwa ab dem 13. – 15. Versuchsjahr wieder ab. Im Jahr 2016 lagen die Ertragsanteile zwischen 5 bis 10 %. Neben diesen Hauptbestandbildnern traten noch weitere Gräser zwar mit geringen aber stabilen Anteilen auf, wie Rot-Straußgras, Knaulgras, Flaumiger Wiesenhafer, Gemeines Ruchgras und Gemeine Hainsimse. Als einziges Gras ging die Wiesen-Rispe in ihren Anteilen konstant bei den Varianten 1 – 10 zurück. In der Sukzession zeigte sich diese Art neben dem Goldhafer bereits von Anfang an mit wenigen Einzelpflanzen. Rotschwingel stellte hier die dominierende Art dar, welche aber stark rückläufig ist. Den Verlust kompensierten zunehmend Glatthafer, Rot-Straußgras und Drahtschmiele, ohne das Ausgangsniveau halten zu können.

Allgemein wurde in den letzten Jahren das vermehrte Auftreten von Glatthafer auf diesem Mittelgebirgsstandort beobachtet.

Dieser Dauergrünlandbestand in Lichtenhain war trotz der teilweise lockeren Grasnarbe nicht sehr anfällig gegenüber Gehölzsamen. Erst seit dem 24. Versuchsjahr traten bei Nutzung alle 2 Jahre Pappelschösslinge auf. Allerdings zeigte sich bei der Sukzession früher der erste Gehölzbewuchs (nach 17 Jahren).

5 Zusammenfassung

Die sehr breite Nutzungsspanne des Versuchs, von gedüngter 3-Schnittnutzung über extensive Varianten bis zur Sukzession, ermöglichte die Auswirkung der unterschiedlichen Wirtschaftsweise auf Quantität und Qualität sowie Pflanzenbestand einer Goldhafer-Storcheschnabel-Wiese zu beleuchten.

Im Kontext dazu standen die jeweiligen Witterungsbedingungen in den einzelnen Versuchsjahren. Insgesamt gestaltete sich die 25-jährige Versuchsperiode wärmer und trockener als das 30-jährige Mittel von 1981 bis 2010. Dabei zeigte auch die Verteilung der Niederschläge eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine Winter- und/oder Frühjahrstrockenheit.

Der leicht saure Standort wies zu Beginn der Untersuchung P- und K-Gehalte im Boden in der GHK B oder C auf. Bei Phosphor stiegen die Gehalte zuerst an, um dann nach wenigen Jahren kontinuierlich abzusinken. Mittlerweile fielen die P-Gehalte bis auf die Varianten 1 und 2 um jeweils eine GHK. Auch bei K traten Veränderungen auf. Besonders die gedüngten Varianten zeigten Schwankungen zwischen den Jahren, ohne dass ein eindeutiger Trend zu erkennen war. Zumeist bewegten sich die Veränderungen innerhalb der GHK und so zeigten die Varianten 1 – 4 auch 2016 noch die selbe GHK, bei den Prüfgliedern 5 – 7 sanken die Gehalte trotz K-Zufuhr um eine GHK und bei den ungedüngten Varianten blieb das Ausgangsniveau erhalten.

Die Erträge zeigten einen eindeutigen Zusammenhang zum jeweiligen Düngungsniveau. So betrug der durchschnittliche Ertrag bei NPK-Düngung ca. 60 dt TM/ha, mit Grunddüngung ca. 40 bis 45 dt TM/ha und bei Verzicht auf Düngung ca. 30 dt TM/ha. Signifikante Differenzen traten zwischen den einzelnen Düngungsstufen (NPK, PK, ohne) auf. Nur innerhalb der NPK-Varianten gab es noch weitere Abstufungen. Unabhängig vom Düngungsniveau bzw. Nutzungsstermin kam es bei allen Varianten während der Untersuchungsperiode zu Schwankungen im Ertrag, sie bewegten sich zwischen 13 – 83 dt TM/ha an diesem Standort.

Wie nicht anders zu erwarten, zeigte sich auch in diesem Versuch der Einfluss des Nutzungszeitpunktes auf die Qualitätsparameter. Mit zunehmender Verzögerung des Schnittzeitpunktes verschlechterten sich auch die wertgebenden Inhaltsstoffe. Varianten mit identischem Nutzungszeitpunkt zeigten eine Abstufung in Abhängigkeit vom Düngungsniveau. Das physiologisch älteste Futter wies dann jeweils die vollgedüngte Variante auf, gefolgt von der PK-versorgten Variante und der Variante ohne Nährstoffzufuhr. Ebenfalls identisch zu anderen Versuchen zeigte sich der positive Einfluss der Grunddüngung auf die PK-Gehalte in der Pflanze.

Die variantenspezifische Düngung spiegelte sich auch in den Salden am Standort Lichtenhain wider. Durch die mehrfache Anpassung der konkreten Düngermenge der Varianten wurde insgesamt eine fast ausgeglichene Bilanz erreicht. Nutzung ohne Nährstoffausgleich führte, wie nicht anders zu erwarten, zu negativen Salden.

Der Dauergrünlandbestand am Standort Lichtenhain präsentierte sich sehr artenreich und stabil, mit nur geringen Artverlusten über den Untersuchungszeitraum. Allerdings kam es in den einzelnen Ertragsanteilen doch zu deutlichen Verschiebungen. Zumeist gab die Gruppe der Kräuter nach, obwohl dies nicht an einzelnen Kräutern festgemacht werden konnte. Zunehmend breiteten sich Magerkeitszeiger wie Spitzwegerich, Steifhaariger Löwenzahn, Tüpfel-Hartheu aber teilweise auch Bärwurz aus. Unabhängig von der Nutzung fanden sich immer Leguminosen im Bestand. Allerdings variierten auch hier die jeweiligen Ertragsanteile in Abhängigkeit von der Nutzung. Geringe Anteile fanden sich bei NPK-Düngung und bis zu einem Viertel des Ertrages bei PK-Düngung. Auch die ungedüngten, extensiv genutzten Varianten zeigten Anteile um 10 %. Rotschwingel, Goldhafer aber auch Wolliges Honiggras bildeten die bestandesbestimmenden

Gräser. Weitere Grasarten wie Rot-Straußgras, Knaulgras, Flaumiger Wiesenhafer, Gemeines Ruchgras und Gemeine Hainsimse waren stabil im Bestand vorhanden. Nur Wiesen-Rispe ging im Lauf der Untersuchungsperiode bis auf Einzelpflanzen verloren.

Bei Sukzession verlief die Entwicklung gegenteilig zum restlichen Bestand. Der Kräuteranteil stieg an, besonders zu Gunsten von Bärwurz. Gleichzeitig ging der Anteil von Rotschwingel deutlich zurück und wurde von Rot-Straußgras oder Drahtschmiele ersetzt. Auch die Leguminosen verschwanden bis auf geringe Anteile. Gleichzeitig kam es deutlich früher als im Restbestand zum Aufkommen von Gehölzaufwuchs.

6 Abkürzungsverzeichnis

% i.d. TM	Prozent in der Trockenmasse
Anz.	Anzahl
C/N	Kohlenstoff / Stickstoff-Verhältnis
Ca	Kalzium
Corg	organischer Kohlenstoff
dt	Dezitonne
dt/ha	Dezitonnen je Hektar
DWD	Deutscher Wetterdienst
EA	Ertragsanteil
ELOS	Enzymlösliche organische Substanz
g/kg TM	Gramm je Kilogramm Trockenmasse
GHK	Gehaltsklasse
glöZ	guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand
GTS	Grünland-Temperatur-Summe
G-Wert	Grünlandwert, gewichtet nach Ertragsanteilen (naturschutzfachlicher Wert, ermittelt anhand wertgebender Arten denen ein Zeigerwert aus Magerkeitszahl, Gesellschaftsbindung und Seltenheit zugrunde liegt) nach VON BRACKEL UND LIEPELT (1998), modifiziert nach JÄGER (2003)
ha	Hektar
K	Kalium
kg/ha	Kilogramm je Hektar
Leg	Leguminosen
m ü. NN	Meter über normal Null
Mg	Magnesium
MJ/kg TM	Mega-Joule je Kilogramm Trockenmasse
N	Stickstoff
NEL _{GB} (GfE 2008)	Netto-Energie-Laktation berechnet nach Gasbildungsformel (GfE, 2008)
NEL _{RN} (GfE 1998)	Netto-Energie-Laktation berechnet nach Rohnährstoffformel (GfE, 1998)
NPK	Stickstoff - Phosphor - Kalium
P	Phosphor
PK	Phosphor-Kalium
RFa	Rohfaser
RP	Rohprotein
Suk	Sukzession
TM	Trockenmasse
Var.	Variante
WZ	Wertzahl nach KLAPP (1953)

7 Quellenverzeichnis

Brackel von, W. und S. Liepelt (1998): Überlegungen zu einer nachvollziehbaren Klassifizierung von genutztem (gepflegtem) Grünland in Thüringen aufgrund floristisch-soziologischer Kriterien. - Gutachten im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. Jena. (unveröffentlicht).

Agrarmeteorologie Thüringen: 30-jähriges Mittel 1981 – 2010 für die Referenzstation Oberweißbach (DWD).

http://www.wetter-th.de/Internet/AM/inetcntrtl.nsf/cuhome.xsp?src=2060D27LT4&p1=title%3D1981-2010%7E%7Eurl%3D%2FInternet%2FAM%2FNotesDWD.nsf%2F%28Web_Refstat_n_Th%C3%BCrigen_JM%29%2F38DBD5A394E43EA8C1257FED00315C4B%3FOpenDocument&p3=SV564_YH0G3 zuletzt aufgerufen am 21.08.2018

GfE, Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen.- Proc. Soc. Nutr. Physiol., 7 S. 141 – 150

GfE, Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2008): Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten.- Proc. Soc. Nutr. Physiol., 17 S. 191 – 198

GTS: Definition und Berechnungsalgorithmus für die Grünland-Temperatur-Summe (GTS).

http://www.wetter-th.de/Internet/AM/inetcntrtl.nsf/cuhome.xsp?src=4AIU403JIQ&p1=title%3DGrünland-Temperatur-Summe+%28GTS%29%7E%7Eurl%3D%2FInternet%2Fglobal%2Fthemen.nsf%2F%28XP_+Web_P_BAM_Lexikon%29%2F109BCC35E29B5560C1257A30004B458B%3FOpenDocument&p3=E98YUO647V

zuletzt aufgerufen am 21.08.2017

Jäger, U. (2003): Fortentwicklung der Klassifizierung von genutztem Grünland in Thüringen aufgrund floristisch-soziologischer Kriterien (Grünlandwert). (unveröffentlicht).

Klapp, E. und A. Stählin (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. - Verlag E. Ulmer, Stuttgart.

Klapp, E.; Boeker, P.; König, F. und A. Stählin (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. – Das Grünland 2/53, Verlag Schaper, Hannover., S. 38-40

Zopf, D. (2017): Versuchsbericht „Erhaltung Dauergrünland in gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ)“.- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 39 S.

https://www.thueringen.de/th9/tll/pflanzenproduktion/futterbau_gruenland/gruenland/index.aspx zuletzt aufgerufen am 21.08.2018