

Untersuchungen zur Optimierung der Pflegemaßnahmen der Grünflächen entlang der S-/L-Bahnen des Flughafens München

Study on the possibilities of improving the management of
grassland areas along runways at Munich Airport

von Prof. Dr. T. GRUNDLER, Fachhochschule Weihenstephan

Zusammenfassung: Mit dem Ziel langfristig extensive und kostengünstige Mulch- und Schnittvarianten auf ihre Eignung für die Pflege der Grünflächen entlang der S-/L-Bahnen des Flughafen München zu überprüfen, werden seit 1999 bzw. 2000 zwei Streifenversuche mit jeweils 4 verschiedenen Pflegevarianten durchgeführt und beobachtet. Die Pflanzenbestände auf den als 150m x 75m langen Streifen angelegten Parzellen werden mit den Pflegegeräten gepflegt, die auch auf den übrigen Grünflächen verwendet werden.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass sich Pflanzenbestände in Abhängigkeit von der Intensität (1 oder 2 Pflegeschnitte) und der Art der Pflegeschnitte (Mulchen oder Schnitt) nur unwesentlich unterscheiden. Auf den wegen ihres hohen Gehaltes an organischer Substanz viel pflanzenverfügbaren Stickstoff nachliefernden, anmoorigen Oberböden haben sich sehr grasbetonte Pflanzenbestände entwickelt. Als Hauptbestandsbildner haben sich auf allen Varianten *Festuca rubra* und *Festuca arundinacea* herausgebildet. Leguminosenarten konnten nur anfänglich höhere Bestandsanteile einnehmen, wurden aber im Laufe der bisherigen Untersuchungsjahre wieder auf Anteile von <5% insgesamt zurückgedrängt. Unerwünschte Arten wie *Euonymus europäus*, *Crataegus monogyna*, *Rubus fruticosus* und verschiedene *Salix* Species kommen in den extensiven Mulchvarianten mit nur einem Pflegeschnitt pro Jahr bzw. mit nur einem Mulchgang in zwei Jahren auf, haben aber bisher nur Anteile im Spurenbereich eingenommen. Die anfänglich auf einigen Varianten in erheblichen Anteilen vorkommende - wegen der Gefahr des Samenfluges in benachbarte landwirtschaftlich genutzte Flächen - ebenfalls unerwünschte *Cirsium arvense* ging auf allen Pflegevarianten auf unbedeutende Bestandsanteile zurück.

Die Narbendichte als wesentliches Zeichen dafür, dass die Pflanzenbestände auch die erheblichen, durch die Mulchschnitte jährlich auf den Flächen anfallenden Aufwuchsmengen sicher und ohne Schäden durchwachsen, ist auf allen Varianten nach wie vor hoch bis sehr hoch.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass auch die gut mit Pflanzennährstoffen versorgten recht wüchsigen Pflanzenbestände auf den Grünflächen des Flughafen München mit extensiven Mulchschnitten – zumindest über den bisher überschaubaren Zeitraum von 5 – 6 Jahren – ausreichend gepflegt werden können. Allerdings können gerade diese, im Zusammenhang mit der Vogelschlagabwehr wesentlichen Parameter, wie das Aufkommen unerwünschter Arten und die Geschlossenheit der Narben auf diesem Standort mit hohem Wachstumspotential nur durch langjährige Fortführung der Untersuchungen hinreichend sicher beantwortet werden.

Summary: Since 1999/2000 two strip tests with 4 different management variants have been conducted and observed. The purpose of these long-term tests is to find extensive and economic mulching and cutting options that are suitable for the management of the green areas along the runways of Munich Airport. The plant populations growing on the parcels arranged in strips of 150m x 75m are tended with the same equipment used for the other green areas, too.

The results obtained until now show that, subject to the intensity (1 or 2 cuttings) and the type of cut (mulching or cutting), there are only minor differences in plant populations. On the boggy topsoils that provide lots of available nitrogen due to their high contents of organic substances, plant populations have developed where grasses prevail. On all variants, *Festuca rubra* and *Festuca arundinacea* constitute the main populations. Legumes first were to be found in higher ratios; their occurrence, however, has been decreasing again during the study period to less than <5% of the overall test area. Until now, there have only been hints of unwanted species such as *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna*, *Rubus fruticosus*, and various *Salix* species in the extensive mulching variants with only one cut per year or only one mulching in two years. On some variants, *Cirsium arvense* - which is also unwanted due to the risk of its seeds being spread to adjacent agricultural areas - initially occurred extensively on some variants; on all variants, its occurrence has decreased by now to an insignificant ratio, though.

On all variants, the density of sward continues to be high or very high which clearly shows that the plant populations safely and without any damages penetrate the considerable amounts of volunteer plants annually resulting from mulch cutting.

All in all, the tests have been showing that extensive mulch cutting allows to sufficiently control - at least for the reasonable period of 5 to 6 years - the plants of the green areas of Munich Airport that are well supplied with nutrients and therefore rather vigorously growing. However, it will only be possible to definitely assess these parameters that may have an impact on bird strike prevention, e.g. the occurrence of unwanted species and the density of sward at this site with its high growth potential, if the tests are continued for many years.

1. Vorbemerkung

An die Pflege der großflächigen Grünflächen entlang der Start- und Landebahnen von Flughäfen werden besondere Ansprüche gestellt. Einerseits sollen die Kosten möglichst minimiert werden, andererseits müssen die Grünflächen in einem Zustand gehalten werden, der den Zielen der Vogelschlagabwehr gerecht wird, eine hohe Narbendichte garantiert und ein Aufkommen von unerwünschten Pflanzenarten weitgehend unterbindet. Um Kosten zu sparen und um die Flächen wenig attraktiv für den Flugverkehr gefährdende, Schwarm bildende Vogelarten wäre eine extensive, sich auf möglichst wenige Mulchschnitte mit Schnitthöhen über 20cm beschränkende Pflege anzustreben. Extensive Mulchschnittpflege kann aber auch dazu führen, dass sich entweder unerwünschte Arten, wie Gehölze oder auch Distelarten großflächig ausbreiten können, was zu erhöhten Kosten der Beseitigung führt, oder aber die Narbendichte soweit leidet, dass mit Winderosion und verringerter Befahrbarkeit der Flächen gerechnet werden muss. Um in diesem Zusammenhang stehende Fragen zu klären werden seit 1999 bzw. 2000 am Flughafen München auf den Grünflächen Versuche in Form von Streifenversuchen durchgeführt.

2. Versuchsanlage

2.1. Streifenversuche "NORD"

Die 1999 angelegten Versuche beinhalten vier, aus dem folgenden Lageplan ersichtliche, verschiedene Mulchvarianten. Jede Variante hat dabei eine Parzellengröße von 250m x 75m.

Lageplan Streifenversuche „NORD“

nördliche Zaunstraße				
magere Bestände		wüchsige Bestände		
Variante N3:	Mulchen hoch, Sommer, jährlich	Variante N1:	Mulchen hoch, Herbst, jährlich	75 m
Variante N4:	Mulchschnitt hoch, Sommer, alle 2 Jahre	Variante N2:	Mulchen hoch, Herbst, alle 2 Jahre	75 m
250 m		250 m		N ↑

2.2. Streifenversuche "SÜD"

Die Streifenversuche im südlichen Bereich wurden im Jahre 2000 angelegt. Sie umfassen die aus dem folgenden Lageplan ersichtlichen 4 großflächigen Streifenvarianten mit einer Parzellengröße von ebenfalls 250m x 75m.

Lageplan Streifenversuche „SÜD“

südliche Zaunstraße				
250 m		250 m		
Variante S2:	2x hoch Mähen & Abfahren	Variante S4:	1x tief Mulchen (Oktober)	75 m
Variante S1:	2x tief Mähen & Abfahren	Variante S3::	2x hoch Mulchen (Mai & Oktober)	75 m

N ↑

2.3. Pflege

Die Pflege erfolgt mit den auf den Großflächen eingesetzten Pflegegeräten. Dadurch ist die Übertragbarkeit der auf den Versuchsf lächen gewonnenen Ergebnisse auf die Großflächenpflege direkt gegeben.

2.4. Beobachtungsparameter

Auf den Varianten werden jährlich folgende Parameter festgehalten

- Pflanzenbestandsaufnahme im Frühjahr
- Narbendichte
- Nährstoffstatus im Oberboden

3. Ergebnisse

3.1. Streifenversuche „NORD“

3.1.1. Pflanzenbestände

In der nachfolgenden Tabelle 1 wird die Veränderung der Hauptbestandbildner in den Pflanzenbeständen vom Versuchsbeginn bis 2005 dargestellt.

Tabelle 1: Streifenversuche "Nord", Anteile der Hauptbestandbildner in den Pflanzenbestände 1999 - 2005

		Variante N1		Variante N2		Variante N3		Variante N4	
		2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Gräser	insg.	91	97	89	95	79	84	75	94
Grasartige	insg.	2	1	1	2	1	10	+	1
Leguminosen	insg.	5	+	7	1	15	1	23	1
Kräuter	insg.	2	2	3	2	5	5	2	4
Gehölze	insg.		+		+	+			+
Gräser									
	Festuca arundinacea	47	50	41	43	34	34	26	5
	Festuca rubra	20	26	15	30	15	10	25	25
	Agropyron repens	4	1	2	3	5	2	2	15
	Arrhenatherum elatius	2	1	3	+	5	1	7	35
	Dactylis glomerata	+	2	+	5	1	1	4	3
	Agrostis stolonifera	10		15	1	10	+	5	+
	Deschampsia caespitosa	2	10	3	3	8	30	1	1
	Poa pratensis	+	5	+	5	+	5	+	7
Grasartige									
	Carex flacca	+	+	+	+	+	10	+	1
	Carex hirta				+		3		
Leguminosen									
	Lathyrus pratensis	+	+	2	1		+	+	
	Trifolium pratense	1		+	+	1	+	3	
	Trifolium hybridum	4	+	4		12	+	15	
Übrige Kräuter									
	18 Arten < 1%								
Gehölze									
	4 Arten in Spuren vorkommend								

+ = in Spuren vorkommend

- Variante N1 :** wüchsige Bestände, Mulchschnitt hoch, Herbst, jährlich
- Variante N2 :** wüchsige Bestände, Mulchschnitt hoch, Herbst, alle 2 Jahre
- Variante N3 :** magere Bestände, Mulchschnitt hoch, Sommer, jährlich
- Variante N4 :** magere Bestände, Mulchschnitt hoch, Sommer, alle 2 Jahre

Die Pflanzenbestände der Mulch-Varianten im Norden sind geprägt durch sehr hohe Gräseranteile, die im Lauf der 6 Untersuchungsjahre sogar noch zugenommen haben. Die anfänglich z.Tl. recht hohen Leguminosenanteile von bis zu 23% (Variante N3) gingen rasch zurück, sodass die Leguminosen heute nur noch verschwindend geringe Anteile einnehmen. Dies ist einerseits auf die hohen N-Mineralisierungsraten des stark humosen Standortes zurückzuführen, andererseits werden Leguminosen wegen ihres hohen Lichtbedürfnisses in hoch wachsenden Beständen immer unterdrückt. Die übrigen Kräuter nehmen von Anfang der Untersuchung an nur geringe Anteile von 2 – 5% ein, die sich im

Laufe der Jahre auf keiner der Varianten veränderten. Die „Grasartigen“ haben sich in Form von *Carex flacca* und *Carex hirta* nur auf Variante N3 stärker ausgebreitet.



Variante N3 (=Mulchschnitt hoch, jährlich), 2005, Pflanzenbestand mit extensiver Pflege und dem Aufkommen von unerwünschten Arten

In allen Varianten sind die beiden Grasarten *Festuca arundinacea* und *Festuca rubra* die Hauptbestandsbildner. Beide Arten deuten auf wechselfeuchte bzw. magere Bedingungen hin. Auf allen Varianten ging der Anteil an *Agrostis stolonifera* von anfänglich 5 – 15% deutlich zurück auf nur noch max. 1% zurück. Demgegenüber hat sich die zu Anfang der Untersuchung nur in Spuren vorhandene *Poa pratensis* auf allen Varianten einen stabilen Anteil von 5% gesichert, was allerdings erst ab dem sehr trockenen Jahr 2003 in Erscheinung trat. Auffallend erscheint noch die Zunahme von *Deschampsia caespitosa*, die auf Variante N3 10% und auf Variante N4 sogar 30% einnimmt. Dies sind die beiden Varianten mit jährlichem Mulchschnitt, wogegen auf den alle 2 Jahre mit einem Mulchschnitt gepflegten Varianten N2 und N4 *Deschampsia caespitosa* nicht zunahm. *Deschampsia caespitosa* kann sich auf extensiv genutzten und zugleich nassen bzw. staunassen Standorten durchsetzen. Die starke Ausbreitung von *Carex flacca* auf immerhin 10% bzw. *Carex hirta* auf 3% bestätigt, dass auf Variante N3 recht staunasse Verhältnisse vorliegen. Die trockensten Bodenverhältnisse herrschen auf Variante N4, was sich in dem sehr hohen Anteil an *Arrhenatherum elatius* von 35% widerspiegelt.

Der anfänglich auf allen Varianten häufig bis sehr häufig vorhandene *Trifolium hybridum* konnte sich wegen der starken Beschattung und der hohen N-Nachlieferung des Standortes im nördlichen Teil des Flughafens mit sehr stark humosen Oberböden – wie auch die übrigen Leguminosen – nicht halten.

Von den übrigen Kräuterarten konnten insgesamt 18 verschiedene Arten beobachtet werden, allerdings jeweils nur mit Anteilen im Spurenbereich <1%.

Gehölze konnten auf allen Varianten – auch auf den nur 1x in 2 Jahren gemulchten Varianten – unabhängig davon, ob im Herbst oder im Sommer gemulcht wurde nur in Spuren vorkommend festgestellt werden.

3.1.2. Narbendichte

Hohe Narbendichten sind die beste Gewähr dafür, dass unerwünschte Arten, insbesondere Gehölzarten, nicht aufkommen können. Die extensive Pflege durch hohe Mulchschnitte hat am Untersuchungsstandort NORD die Narbendichten nicht beeinträchtigt, Nach wie vor zeigen alle Varianten dichte bis sehr dichte Grasnarben. (Tabelle 2)

Tabelle 2: Narbendichten Streifenversuche „Nord“, Vergleich 1999 - 2005

Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4	
99	05	99	05	99	05	99	05
7	8	7	8	7	7	7	8

Boniturnoten: 1-9, 9 = höchste Ausprägung

- Variante 1** = wüchsige Bestände, Mulchschnitt hoch, Herbst, jährlich
- Variante 2** = wüchsige Bestände, Mulchschnitt hoch, Herbst, alle 2 Jahre
- Variante 3** = magere Bestände, Mulchschnitt hoch, Sommer, jährlich
- Variante 4** = magere Bestände, Mulchschnitt hoch, Sommer, alle 2 Jahre

3.1.3. Nährstoffgehalte im Oberboden, Streifenversuche „NORD“, Vergleich 2001 - 2005

In Tabelle 3 sind die Nährstoffgehalte im Oberboden der Varianten am Standort „NORD“ aus den Jahren 2001 und 2005 einander gegenübergestellt. Weder die pH-Werte noch die Phosphat- und Kalium-Gehalte veränderten sich wesentlich, mit Ausnahme des Kalium-Gehaltes auf Variante N4, der überraschenderweise 2005 deutlich anstieg, was nicht erklärt werden kann. Da das gesamte Pflanzenmaterial aller Varianten durch die Mulchschnittpflege auf der Fläche verbleibt, war zu erwarten, dass die Phosphat- und Kaliumgehalte nicht abfallen, was mit Ausnahme von Variante N4 auch beobachtet wurde.

Tabelle 3: Streifenversuche „NORD“, Nährstoffgehalte im Oberboden 2001 - 2005

	pH-Wert		P ₂ O ₅ (mg/100 g)		K ₂ O (mg/100 g)		Org. S. % TM	
	2001	2005	2001	2005	2001	2005	2001	2005
Variante N1	7,5	7,4	4	7	6	6	7,8	8,8
Variante N2	7,6	7,4	2	4	10	7	7,0	9,0
Variante N3	7,5	7,3	4	4	8	9	7,2	8,2
Variante N4	7,5	7,2	4	7	11	23	6,8	6,6

Auch die ohnehin hohen Anteile an organischer Substanz stiegen noch etwas an. Durch den aus der organischen Substanz mineralisierten Stickstoff werden die Pflanzenbestände im Laufe der Vegetationsperiode mit hohen Stickstoffmengen von ca. 150 – 200 kg N/ha aus der natürlichen Mineralisation versorgt, was zu einer starken Förderung der Grasarten und bei ausreichender Wasserversorgung zu erheblicher Biomasseproduktion führt. Daher rührt der nach wie vor sehr hohe Gräseranteil von bis zu 97% auf den Varianten im Norden.

3.2. Streifenversuche „SÜD“



Variante S1 (= 2x tief mähen), 2005, dichte Narbe ohne unerwünschte Arten

3.2.1. Pflanzenbestände

Die Pflanzenbestände der im Süden gelegenen Streifenvarianten sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 4: Streifenversuche „SÜD“, Vergleich der Pflanzenbestände 2000 – 2005
+ = in Spuren vorkommend

Pflegevarianten		VarianteS1		VarianteS2		VarianteS3		VarianteS4	
		2001	2005	2001	2005	2001	2005	2001	2005
Gräser	insg.	78		88	87	83	94	82	83
Grasartige	insg.				3	1	+		5
Leguminosen	insg.	18		6	3	14	1	15	7
übrige Kräuter	insg.	4		5	7	1	5	3	5
Gehölze	insg.			+	+	+	+	+	+
Gräser									
Festuca rubra		5		58	25	40	30	17	20
Festuca arundinacea		25		15	40	24	30	40	25
Arrhenatherum elatius		39		5	10	8	15	10	10
Dactylis glomerata		5		5	5	5	15	5	2
Agropyron repens		4		3	1	1	1	4	20
Phleum pratense				2		4	+	3	+
Poa pratensis					5	1	3	3	3
Grasartige									
Carex hirta					3	1	+		5
Leguminosen									
Trifolium hybridum		2		2		10		3	
Trifolium pratense		3		1	+	2	+	4	+
Vicia cracca		4		3	+	+	+	1	+
Lathyrus pratense		2		1	1	1		1	2
Trifolium repens								5	
übrige Kräuter									
Galium mollugo		2		3	2			1	2
Cirsium arvense		1	+	1	+	+		1	+
Gehölze									
Salix spec.						+		+	
+ 3 Arten in Spuren			+		+		+		+

Variante S1: 2x tief mähen, Mähgut abfahren

Variante S2: 2x hoch mähen, Mähgut abfahren

Variante S3: 2x hoch mulchen (Mai und Oktober)

Variante S4: 1x tief mulchen (Oktober)

Die 4 im Süden gelegenen Varianten werden nach gänzlich anderen Vorgaben gepflegt. Die Varianten S1 und S2 werden 2x/Jahr gemäht und das Erntegut wird hier entfernt. Die Varianten S3 und S4 dagegen werden hoch bzw. tief gemulcht.

Von Variante 1 liegen von 2005 keine Schätzungen der Pflanzenbestandsanteile vor, da der Bestand wenige Tage vor der Bestandsaufnahme geschnitten worden war. Auch die Pflanzenbestände auf den 4 Varianten im Süden werden deutlich von den Gräsern dominiert. Allerdings wurden hier anfänglich (2001) viele Leguminosen und übrige Kräuterarten beobachtet, deren Anteile allerdings von Jahr zu Jahr zurückgingen. Zumindest in den Varianten 2 und 3 dürfte dies mit der stärkeren Beschattung durch die hohen Schnitte zusammenhängen, wodurch Leguminosen wegen ihres höheren Lichtbedürfnisses oft im Anteil zurückgehen. Bis 2004 wurden noch geringere Leguminosenanteile festgestellt, gerade 2005 stieg der Anteil von Leguminosen und auch der der „übrigen“ Kräuterarten wieder etwas an. Die anfänglich recht stark vertretene und unerwünschte *Cirsium arvense* konnte auf allen Varianten – unabhängig vom Pflegemodell – bis in den Bereich der Spuren zurückgedrängt werden.

Unerwünschte Gehölzarten spielen auch hier im Süden bis jetzt keine Rolle. Diese Aussage stützt sich aber erst auf 3 Beobachtungsjahre. Erst nach weiteren 3 - 5 Beobachtungsjahren kann dazu eine abgesicherte Aussage gemacht werden.

3.2.2. Narbendichte

Tabelle 5: Narbendichten Streifenversuche „SÜD“, Vergleich 2001 - 2005

Variante S1		Variante S2		Variante S3		Variante S4	
2001	2005	2001	2005	2001	2005	2001	2005
7	9	7	8	7	8	7	8

Boniturnoten: 1-9, 9 = höchste Ausprägung

Tabelle 6: Streifenversuche „SÜD“, Nährstoffgehalte im Oberboden 2001-2005

	pH-Wert		P ₂ O ₅ (mg/100 g)		K ₂ O (mg/100 g)		Org. S. (% TM)	
	2001	2005	2001	2005	2001	2005	2001	2005
Variante S1	7,5	7,3	11	12	7	28	6,6	6,3
Variante S2	7,5	7,3	3	6	6	13	6,4	7,6
Variante S3	7,4	7,3	9	10	15	18	6,3	6,5
Variante S4	7,5	7,4	6	6	6	9	6,4	6,2

Auch auf der südlichen Versuchsfläche werden – wegen des kalkhaltigen Ausgangsgesteins - hohe pH-Werte über pH 7 festgestellt.

Auf den Versuchsflächen im Süden veränderten sich vom 2001 bis 2005 die Phosphat-Gehalte nicht, auch nicht auf den Varianten mit Schnittnutzung, was auf diesen Varianten wegen des stattfindenden Nährstoffzuges eigentlich zu erwarten wäre. Dagegen werden 2005 sogar etwas höhere Kalium-Gehalte als 2001 beobachtet, was nicht erklärt werden kann.



Variante S3 (= 2x hoch mulchen), 2005, hoher Pflanzenbestand mit viel abgestorbener Pflanzenmasse

Die Böden auf den Versuchsflächen im Süden enthalten etwas weniger organische Substanz als die sehr humosen Oberböden im Norden. Zudem sind die Böden im Süden skelettreicher und damit weniger Wasser haltend, sodass die Biomasseproduktion im Süden insgesamt etwas niedriger ist, insbesondere in trockenen Jahren. Sofern dagegen im Frühjahr und Sommer ausreichende Niederschläge zu einer guten Wasserversorgung führen, lassen die hohen Anteile an organischer Substanz zusammen mit den z. T. recht hohen Phosphor- und Kalium-Gehalten mittelfristig auch an diesem Standort eine starke Biomasseproduktion erwarten.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Thomas Grundler
Fachhochschule Weihenstephan
Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft
85350 Freising