

Hydrologische und ökologische Aspekte bei Kurzumtriebsplantagen

Ökologisch wertvoll: KUPs liefern mehr als nur nachwachsende Energie

Martina Zacios, Jörg Niederberger, Hannes Seidel, Christoph Schulz, Lothar Zimmermann und Frank Burger

Das Nachhaltigkeitskonzept der Gemeinde Kaufering umfasst neben der Gewinnung von Wärme und Strom aus lokalen KUP-Hackschnitzeln auch die Begründung von Energiewäldern im Trinkwasserschutzgebiet zur Verbesserung der Trinkwasserqualität. Zusätzlich wird eine ökologische Aufwertung der Flächen im Vergleich zu der vormaligen landwirtschaftlichen Nutzung erhofft. Die Untersuchungsergebnisse bestätigen die positiven ökologischen und bodenverbessernden Auswirkungen der Kurzumtriebsplantagen. Von hydrologischer Seite betrachtet fällt die wesentlich bessere Trinkwasserqualität unter den Energieholzflächen besonders auf.

Kurzumtriebsplantagen (KUPs) werden meist auf Acker- oder Grünlandflächen angelegt. Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Produktion ist abgesehen von der Bestandsbegründung und den damit einhergehenden Vorarbeiten weder Bodenbearbeitung, Düngung noch Pflanzenschutz notwendig. Auf Grund der extensiven Bewirtschaftung und der Filterfunktion der Agrarholzflächen erhofft sich die Marktgemeinde Kaufering positive Auswirkungen auf die Qualität des zur Trinkwassererzeugung genutzten Grundwassers. Die Nutzungsänderung geht zudem mit einem grundlegenden Wandel der Vegetationsstruktur einher. Das Anpflanzen von Bäumen führt – im Vergleich zur konventionellen landwirtschaftlichen Nutzung – zu einer Erhöhung des Struktureichtums und zu Veränderungen der mikroklimatischen Gegebenheiten (BUND 2010). Um die hydrologischen und ökologischen Auswirkungen von KUP-Flächen zu untersuchen, hat das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 beauftragt, die im Jahre 2008 angelegten Kurzumtriebsplantagen der Gemeinde Kaufering wissenschaftlich zu begleiten (Projekt KLIP 11 »Energiewälder Kaufering«).

Um die Auswirkungen der Landnutzungsänderung von landwirtschaftlich genutzter Fläche zur Kurzumtriebsplantage auf die Sickerwasserqualität sowie -quantität erfassen zu können, hat die LWF im Sommer 2009 auf der KUP und auf der landwirtschaftlich genutzten Referenzfläche unter anderem je einen Messschacht installiert, über den seither Bodenwassergehalte gemessen sowie Sickerwasserproben gewonnen werden (vgl. Niederberger et al. 2010; Zacios und Niederberger 2011).

Weniger Trinkwasser, aber bessere Qualität

Um die Auswirkungen der Landnutzungsänderung von landwirtschaftlich genutzter Fläche zur Kurzumtriebsplantage auf die Sickerwasserqualität sowie -quantität erfassen zu können, hat die LWF im Sommer 2009 auf der KUP und auf der landwirtschaftlich genutzten Referenzfläche unter anderem je einen Messschacht installiert, über den seither Bodenwassergehalte gemessen sowie Sickerwasserproben gewonnen werden (vgl. Niederberger et al. 2010; Zacios und Niederberger 2011).

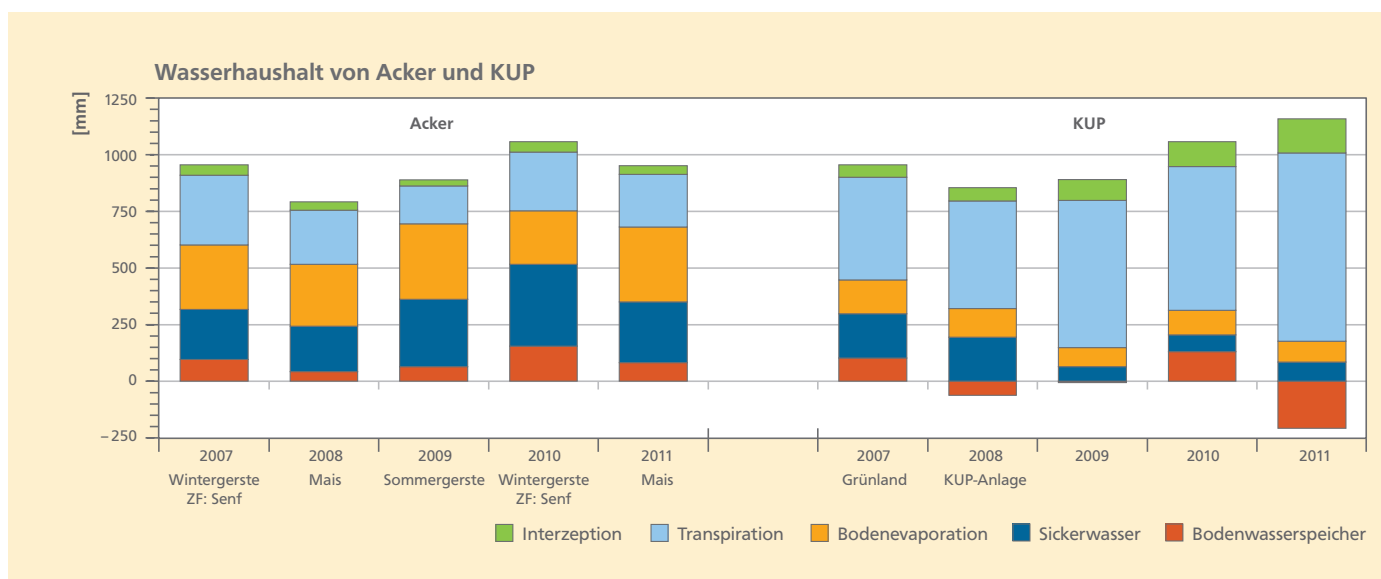


Abbildung 1: Berechnete Wasserhaushaltskomponenten der Kurzumtriebsplantage sowie des Ackers von 2007 bis 2011; ZF= Zwischenfrucht

Tabelle 1: Stofffrachten von Calcium, Magnesium, Nitrat-Stickstoff, Phosphor, Sulfat-Schwefel [kg/ha*a] unter KUP und Acker

		Acker	KUP	Differenz KUP/Acker [%]
Calcium	2010	191,6	60,1	-69
	2011	155,1	48,1	-69
Magnesium	2010	95,3	19,5	-80
	2011	79,7	20,0	-75
Nitrat-N	2010	11,8	7,1	-40
	2011	9,7	4,5	-54
Phosphor	2010	0,18	0,07	-59
	2011	0,06	0,02	-58
Sulfat-S	2010	7,4	0,2	-98
	2011	7,3	0,3	-96

Die Wasserhaushaltsmodellierung

Die den Wasserhaushalt beeinflussenden Unterschiede zwischen KUP und Acker liegen vor allem in der längeren Vegetationsperiode, der größeren Blattfläche der Pappeln sowie der tieferen Erschließung des Bodens durch die Baumwurzeln. Zusätzlich liegt die Bodenoberfläche des Ackers bewirtschaftungsbedingt länger offen.

Der Wasserentzug der Pappeln ist gegenüber dem der Ackerkulturen während des Modellierungszeitraumes (2007–2011) deutlich stärker. Auf den ersten Blick fällt in Abbildung 1 die Transpiration als dominierende Größe im Wasserhaushalt der KUP auf. In allen Jahren, auch während der Grünlandnutzung (2007) sowie dem Jahr der KUP-Anlage (2008), liegen die transpirierten Wassermengen deutlich über jenen der Ackerfläche. Die Interzeptionsverluste, also die Menge des Niederschlagswassers, das von der Pflanzenoberfläche verdunstet, unterscheidet sich auf dem Acker nicht deutlich zwischen den Jahren. Die Interzeption der KUP hingegen nimmt analog zur maximalen Blattfläche der Pappeln mit zunehmendem Alter zu und liegt durchgehend über jener der Ackerfläche. Auf dem Acker werden in den Jahren 2007 und 2008 die daraus resultierenden Differenzen in den Sickerwassermengen noch annähernd über eine erhöhte Boden evaporation ausgeglichen. Die mit zunehmender maximaler Blattfläche der KUP steigenden Transpirationsraten in den Jahren 2009 bis 2011 gehen hingegen deutlich zu Lasten der Sickerwassermengen. Alle beschriebenen Prozesse haben Auswirkungen auf den Bodenwasserspeicher. Konnte sich der Bodenwasserspeicher unter Acker in allen Jahren etwas auffüllen, wurde unter KUP dagegen im Anlagejahr (2008) sowie im Jahr 2011 eine negative Bilanz im Bodenwasserspeicher verzeichnet.

Ab 2009 wurde unter KUP, bedingt durch den hohen Wasserverbrauch der Pappeln, erheblich weniger Wasser dem Grundwasserkörper zugeführt als unter Acker. Während unter Acker ganzjährig Grundwasser neu gebildet wurde, konnte unter der KUP nur von Januar bis September 2009 und 2010 sowie von Dezember 2010 bis Mai 2011 überhaupt Versicke-

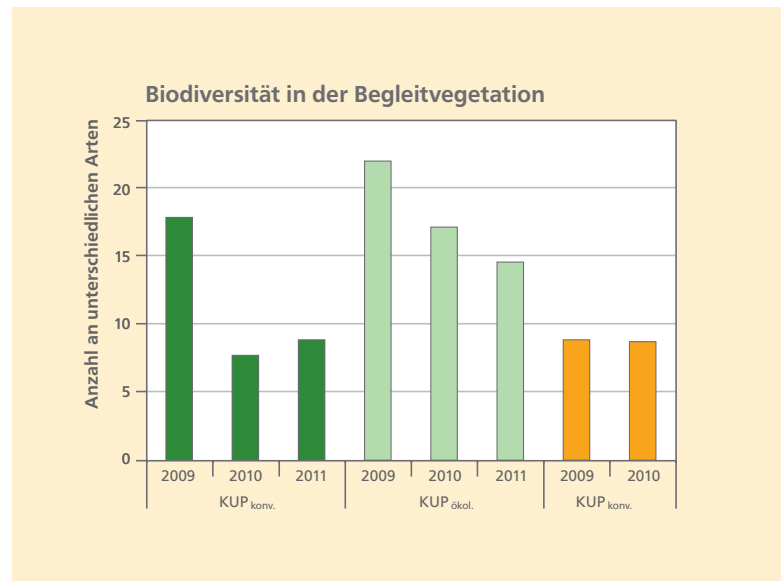


Abbildung 2: Artenzahl der Begleitvegetation in Kurzumtriebsplantagen mit (KUP_{konv.}) und ohne (KUP_{ökol.}) Herbizideinsatz sowie in der Ackerfläche

rung berechnet werden. So wurden unter KUP, mit 12 Prozent des Jahresniederschlags, dem Grundwasserkörper in den Jahren 2010 und 2011 rund 75 Prozent weniger Wasser zugeführt als unter der landwirtschaftlichen Referenzfläche. Ähnlich niedrige Grundwasserneubildungsraten mit im Mittel neun Prozent des Jahresniederschlags konnten auch Petzold et al. (2009) für sächsische KUPs ermitteln.

Stoffeinträge ins Grundwasser

Der bestimmende Unterschied im Stoffhaushalt der beiden Landnutzungsformen ist die fehlende Düngung auf der Kurzumtriebsplantage. Die Analyse der Sickerwasserproben ergab zusammen mit den berechneten Sickerwasserraten die in Tabelle 1 aufgeführten Stofffrachten für die Jahre 2010 und 2011. Demzufolge sind alle berechneten Stofffrachten unter KUP und damit die Stoffverluste aus dem Boden sowie die Stoffeinträge in den Grundwasserkörper verglichen mit dem Acker deutlich geringer. Der für die Trinkwasserqualität ausschlaggebende Eintrag von Nitrat-Stickstoff unter KUP beträgt im Mittel knapp 50 Prozent des Eintrages unter der intensiv genutzten Ackerfläche. Deutlich geringere Stoffverluste unter KUP konnten beispielsweise auch für Calcium, Magnesium, Phosphor sowie besonders Sulfat-Schwefel verzeichnet werden.

Die berechneten mittleren Nitrat-Stickstoff-Frachten unter der Käuferinger KUP liegen mit 5,3 kg/ha*a ebenso deutlich unter den von der LfL auf Ackerflächen erhobenen Werten von rund 13 kg/ha*a (LfL 2006). Die geringen Stoffausträge unter Grünland mit 1,6 kg/ha*a (LfL 2006) bzw. jene für die Waldklimastationen im langjährigen Mittel berechneten von 2,7 kg/ha*a (StMELF 2012) konnten jedoch nicht erreicht werden.

Was blüht denn da?

Die Untersuchungen zur Begleitvegetation wurden auf den beiden Intensivmessflächen Acker und KUP (KUP_{konv.}) sowie zusätzlich auf einer benachbarten, ohne Herbizideinsatz angelegten KUP_{ökol.} durchgeführt. Untersucht wurden sowohl der Deckungsgrad der Baumschicht sowie der Begleitvegetation als auch ihre Artenzusammensetzung, jeweils in den Jahren 2009 bis 2011.

Mit zunehmender Deckung durch die Baumschicht reduzieren sich sowohl der Deckungsgrad der Begleitvegetation als auch die Anzahl der vertretenen Arten. Der Deckungsgrad lag in der KUP_{konv.} zunächst bei durchschnittlich 99 Prozent in der zweiten Vegetationsperiode 2009 und fiel in den darauffolgenden Jahren stark ab (2010: 12 %, 2011: 15 %). In der KUP_{ökol.} verlief diese Entwicklung bei weitem nicht so schnell und deutlich. Dort erreichte die Begleitvegetation im Jahr 2009 einen Deckungsgrad von 93 % und fiel dann auf 74 % (2010) bzw. 40 % (2011).

Die zunehmende Beschattung sowie der steigende Konkurrenzdruck um Wasser und Nährstoffe sind generell mit einer Abnahme der Artenzahl (Abbildung 2) in beiden Kurzumtriebsplantagen verbunden, welche jedoch in der KUP_{konv.} schneller und stärker von statten geht als in der KUP_{ökol.} KUPs können – abhängig von Bestandsalter, Bestandsstruktur sowie Umtriebszeiten – artenreicher sein als angrenzende Äcker. Deckungsgrad und Artenzahl der Vegetation nehmen jedoch mit zunehmendem Alter der KUP stark ab. Der Zusammenhang zwischen fortschreitender Bestandsentwicklung und zurückgehender Bodenvegetation wurde schon von Lamersdorf et al. (2008) für eine hessische KUP-Fläche beschrieben. Die höheren Artenzahlen in der KUP_{ökol.} können im Zusammenhang mit dem Einsatz von chemischen Mitteln bei der Begründung zur Eindämmung der Begleitvegetation in der KUP_{konv.} stehen, da sich diese negativ auf die Artenzahl in den Folgejahren auswirken können (Wolf und Bönisch 2004). In Hinblick auf die Phytodiversität sollte daher auf den Einsatz von Herbiziden verzichtet werden. Um maximale Artenanzahlen und ein ausgewogenes Verhältnis von lichtbedürftigen und schattenresistenten Waldarten gewährleisten zu können, wäre eine Bewirtschaftung mit unterschiedlichen Altersstrukturen bzw. Umtriebszeiten sinnvoll.

Da ist der Wurm drin!

Regenwürmer beeinflussen durch ihre Lebens- und Fressgewohnheiten sowohl die Bodenstruktur als auch die Bodenfruchtbarkeit positiv (vgl. Graff 1983). Daher wurde die Regenwurmpopulation unter verschiedenen Landnutzungen in den Jahren 2010 und 2011 auf KUP und Acker sowie 2012 zusätzlich auf Grünland und unter einem etwa 40jährigen, bewirtschafteten Fichtenbestand untersucht.

Die Regenwurmaufnahmen unter KUP zeigten deutlich höhere Individuenzahlen als unter allen anderen untersuchten Flächen. Besonders hohe Individuenzahlen waren unter KUP im Jahre 2011 festzustellen. In diesem Jahr wurde dort, trotz der verhältnismäßig geringen Bodentemperaturen vor

und während der Aufnahmen, die mit Abstand höchste Anzahl an Individuen gefunden. Dies ist möglicherweise auf das große Nahrungsangebot durch die zurückgehende Bodenvegetation, sicherlich jedoch auch auf den feuchten und kühlen Sommer des Vorjahres zurückzuführen. Diese Annahme kann durch die ebenfalls erhöhten Individuenzahlen unter Acker im gleichen Jahr bestärkt werden. Zwischen der Regenwurmdichte der Kurzumtriebsplantage 2010 und 2012 sowie derer des Grünlandes 2012 konnten keine eindeutigen Unterschiede nachgewiesen werden. Wie unter Acker sind jedoch auch die Individuenzahlen unter Fichte signifikant kleiner als unter KUP. Keine Unterschiede konnten hingegen zwischen den drei Ackeraufnahmen 2010 bis 2012 und der Erhebung unter dem Fichtenforst 2012 festgestellt werden.

Die beschriebenen Diskrepanzen lassen sich auf Grund verschiedener Faktoren erklären. Zunächst herrscht unter der KUP ein größeres Nahrungsangebot (Begleitvegetation, Streufall) als auf intensiv bewirtschafteten Ackerflächen. Dazu kommt der Wegfall regelmäßiger Befahrung mit schweren Maschinen über die gesamte Umtriebszeit. Die damit einhergehende geringere Bodenverdichtung fördert die Aktivität der Regenwurmfaua unter KUP ebenso, wie die unter KUP ausbleibende Bodenbearbeitung. Die geringe Regenwurmdichte unter Fichte lässt sich auf den, unter anderem durch die Nadelstreu bedingten, niedrigeren pH-Wert des Bodens zurückführen, welcher nicht den Ansprüchen der Regenwürmer entspricht.

Die Umstellung der Landnutzung und die damit einhergehende Extensivierung der Bewirtschaftung wirken sich positiv auf die Regenwurmpopulation einer Fläche aus. Die Anwesenheit und die gesteigerte Aktivität der Bodenfauna wirken sich wiederum positiv auf die Bodenstruktur sowie die Bodenfruchtbarkeit aus. Die grabende Tätigkeit der Würmer bewirkt eine verbesserte Wasseraufnahmefähigkeit sowie ein gesteigertes Wasserspeichervermögen des Bodens. Die Nährstoffe aus dem durch die Regenwürmer aufbereiteten organischen Material können von den Pflanzen leicht aufgenommen werden. Die Anlage einer Kurzumtriebsplantage kann zu einer nachhaltigen Verbesserung der Bodenqualität beitragen.

Literatur

im Internet unter www.lwf.bayern.de/Publikationen

Martina Zacios ist Mitarbeiterin in der Abteilung »Wasser und Boden« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Jörg Niederberger war Mitarbeiter der LWF und ist nun am Waldbauinstitut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg beschäftigt. Dipl. Biologe Hannes Seidel fasste die Ergebnisse der vegetationskundlichen Aufnahmen zusammen. Christoph Schulz ist Mitarbeiter in der Abteilung »Forstpolitik« der LWF und war bis 2011 Projektleiter des Teilprojektes Hydrologie. Dr. Lothar Zimmermann ist Mitarbeiter in der Abteilung »Wasser und Boden« der LWF und leitet seit 2012 das Teilprojekt Hydrologie. Dr. Frank Burger ist Mitarbeiter der Abteilung »Holz und Logistik« der LWF und leitet federführende das Projekt KLIP 11.

Korrespondierende Autoren: martina.zacios@lwf.bayern.de; Frank.Burger@lwf.bayern.de