

Einfluss der Solarpaneele auf die Vegetationsentwicklung am Beispiel der Deponie Bautzen-Nadelwitz

Christina Seidler, Henning Haase, Katja Blechinger, Matthias Kändler, Jacqueline Kamenz

TU Dresden, Internationales Hochschulinstitut Zittau

Einleitung

Solaranlagen als regenerative Energiequelle entstehen nicht mehr nur auf Dächern sondern zunehmend auf anderen Standorten wie Böschungen, Ödland, Wiesen und Deponien. Es gibt bisher nur wenige Untersuchungen zum Einfluss der Solarpaneele auf die Entwicklung der Vegetation. Wesentliche Faktoren, die auf das Wachstum wirken sind die ständige Abschattung bestimmter Bereiche für das Sonnenlicht und für den Niederschlag, d.h. den Pflanzen steht dort weniger Sonnenenergie für die Fotosynthese zur Verfügung und es gelangt weniger Wasser in den Boden. Weitere Konsequenzen sind die Änderung des Windfeldes und der Verdunstung. Es entsteht ein spezielles Mikroklima unter den Paneelen (Herden et al. 2009).

Standortbedingungen

Die klimatischen Bedingungen an der Deponie Bautzen-Nadelwitz sind durch geringe Jahresniederschläge von 675 mm/Jahr und eine Jahresmitteltemperatur von 8,2 °C gekennzeichnet (Reihe 1961 – 90). Das monatliche Niederschlagsmaximum und die höchsten Niederschlagsintensitäten treten in den Sommermonaten auf. Insbesondere in den Monaten April bis Juni kommt es häufig zu längeren Trockenperioden (LfULG, 2010).

Der Boden ist ein anthropogener, skelettreicher sandiger Lehm mit inhomogener Verteilung auf der Deponieoberfläche. Er ist teilweise stark verdichtet. Die pedologischen Standortbedingungen für die Vegetation sind sehr variabel.

Vegetation

Die für den Aufbau der Solaranlagen genutzte Deponiefläche war vor dem Bau bereits begrünt. Von der vorher existierenden Vegetationsdecke blieben insbesondere unter den Paneelen Reste bestehen (Abb. 1). Nach der Fertigstellung der Anlage wurden für die Untersuchungen auf zwei Teilgebieten der Deponie (Baufeld 1) zwei verschiedene Rasenmischungen mittels Nassansaat ausgebracht (Tab. 1, Abb. 2). Auf dem Baufeld 1 wurde im nördlichen Teil ein Landschaftsrasen (RSM 7.2.2) angesät, der zu 97,5 % aus Gräsern und nur 2,5 % Kräutern bestand mit insgesamt 23 Arten, im südlichen Teil eine Saatgutmischung für artenreiches Extensivgrünland (RSM 8.1 Variante 2) mit einem Grasanteil von nur 70 %. Diese Saatgutmischung bestand aus insgesamt 35 Arten.



Abb. 1: Zustand der Deponiefläche nach der Installation der Solarpaneele

Tab. 1: Artenzusammensetzungen [%] der verwendeten Saatgutmischungen

Baufeld 1 (Nord): Landschaftsrasen - Trockenlagen mit Kräutern (RSM 7.2.2, 23 Arten) 97,5 % Gräser, 2,5 % Kräuter		Baufeld 1 (Süd): artenreiches Extensivgrünland (RSM 8.1 – Variante 2, 35 Arten) 70% Gräser 30% Kräuter	
Gräser			
Bromus erectus	5,0	Briza media	3,0
Festuca ovina	52,5	Festuca ovina	15,0
Festuca rubra commutata	10,0	Festuca rubra commutata	15,0
Festuca rubra rubra	10,0	Festuca rubra rubra	13,0
Festuca rubra trichophylla	10,0	Anthoxanthum odoratum	5,0
Lolium perenne	10,0	Bromus mollis	5,0
		Cynosurus cristatus	5,0
		Agrostis canina oder Agrostis capillaris	5,0
		Holcus lanatus	2,0
		Trisetum flavescens	2,0
Kräuter			
Achillea millefolium	0,2	Achillea millefolium	0,5
Centaurea jacea	0,1	Centaurea jacea	1,5
Centaurea scabiosa	0,1	Anthemis tinctoria	1,5
Daucus carota	0,1	Daucus carota	1,5
Dianthus carthusianorum	0,2	Campanula rotundifolia	0,2
Galium album	0,1	Centaurea cyanus	1,5
Galium verum	0,1	Galium verum	0,5
Leontodon spec.	0,1	Leontodon hispidus	0,5
Leucanthemum vulgare	0,2	Leucanthemum vulgare	1,5
Pimpinella saxifraga	0,1	Pimpinella saxifraga	1,5
Plantago lanceolata	0,1	Hypericum perforatum	1,5
Salvia pratensis	0,2	Salvia pratensis	2,0
Sanguisorba minor	0,1	Sanguisorba minor	2,5
Anthyllis vulneraria	0,2	Dianthus deltoides	1,5
Lotus corniculatus	0,2	Lotus corniculatus	0,3
Medicago lupulina	0,2	Malva moschata	1,5
Onobrychis viciifolia	0,2	Onobrychis viciifolia	1,5
		Papaver rhoeas	1,0
		Knautia arvensis	1,0
		Rumex acetosella	1,0
		Hieracium pillosella	0,2
		Agrostemma githago	2,0
		Silene vulgaris	1,0
		Thymus serpyllum	0,5
		Tragopogon pratensis	1,8

Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen wurden Ende Juli 2012 entsprechend der Methode nach Braun-Blanquet (Dierßen, 1990) durchgeführt. Die Größe für jede Aufnahmefläche wurde mit 1,5 m x 4 m (6 m²) festgelegt. Auf dieser Fläche werden alle Pflanzenarten erfasst und ihr Deckungswert eingeschätzt (Tab. 2).

Tab. 2: Deckungsgrade für die Pflanzenarten bei der Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet (Dierßen, 1990)

	Artenmächtigkeit
r	rare; ein oder wenige Individuen, Deckung < 1%
+	spärlich; 2-5 Individuen; Deckung 1...5%
1	reichlich; 6-50 Individuen mit sehr geringer Deckung, < 5%
2	sehr reichlich; > 50 Individuen und 5-25% Deckung
2m	sehr reichlich; > 50 Individuen, < 5% Deckung
2a	Individuenzahl beliebig, Deckung >5% und ≤ 12,5%
2b	Individuenzahl beliebig, Deckung >12,5% und ≤ 25%
3	Individuenzahl beliebig, Deckung >25% und ≤ 50%
4	Individuenzahl beliebig, Deckung >50% und ≤ 75%
5	Individuenzahl beliebig, Deckung >75%

Ziel der Aufnahmen war es herauszufinden, inwiefern die durch die Solarpaneele hervorgerufenen Änderungen des Mikroklimas und damit der Wachstumsbedingungen besonders unter den Paneelen Einfluss auf die Vegetationsdecke haben. Um diese unterschiedlichen Bedingungen zu berücksichtigen, wurden die Aufnahmeflächen nach folgenden Kriterien bestimmt:

- unterschiedliche Aussaatmischungen auf dem Baufeld 1 nördlicher und südlicher Teil
- westliche und östliche Hanglage auf jedem Teilbaufeld
- Ober- und Unterhang
- Lage zu den Solarpaneelen.

Um das letzte Kriterium zu erfüllen, wurden die einzelnen Aufnahmeflächen an jeder Aufnahmestelle so gelegt, dass jeweils eine Fläche vollständig unter den Paneelen lag (ständig Schatten), eine im Halbschatten davor und eine im ständig besonnten Bereich (Abb. 2). Insgesamt ergaben sich aus diesen Randbedingungen 36 Flächen à 6 m² (Abb. 3), auf denen die Untersuchungen stattfanden. Sehr wenige Pflanzen konnten nicht bestimmt werden, weil die Pflänzchen noch sehr jung waren bzw. sie nicht blühten. Die Bestandsaufnahme wurde 2013 Ende Mai/Anfang Juni vor der ersten Mahd wiederholt. Statistische Auswertungen dafür liegen noch nicht vor.



Abb. 2: Lage der Aufnahmefläche (1,5m x 4 m) im Halbschatten der Solarpaneele für die Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet auf der Deponie Bautzen-Nadelwitz Baufeld 1 nördlicher Teil, Westhang, 25.07.12.

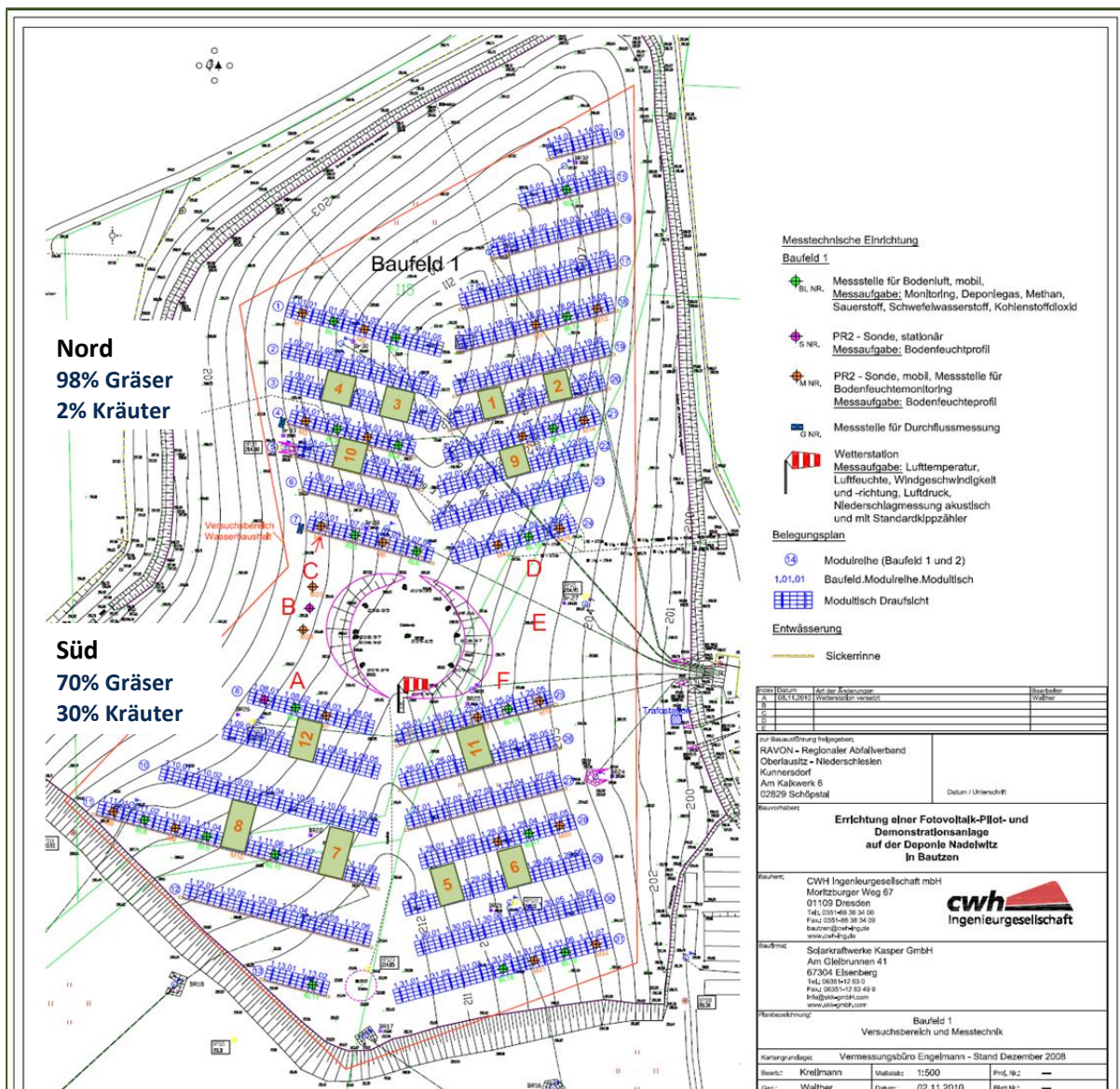


Abb. 3: Lage der 36 Flächen für die Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet auf der Deponie Bautzen-Nadelwitz (Baufeld 1). Die grünen Flächen verkörpern jeweils 3 Flächen a 6 m² im Schatten, im Halbschatten und vollständig in der Sonne

Ergebnisse

Die Vegetation auf der Untersuchungsfläche kann charakterisiert werden als Ruderalvegetation (Pflanzenwelt stark anthropogen überprägter Standorte) des Offenlandes. Insgesamt wurden 90 Pflanzenarten gefunden, einige davon nur in wenigen Exemplaren. Dabei traten nicht nur Arten aus den Saatgutmischungen auf sondern es trieben auch vegetative Teile der vorhergehenden Vegetation wieder aus bzw. keimte verbliebenes und herangewehtes Saatgut.

Wie nicht anders zu erwarten, sind die deckenden Arten bei fast allen Aufnahmen die Gräser (Rotschwengel *Festuca rubra*, Schafschwingel *Festuca ovina*, Deutsches Weidelgras *Lolium perenne*, Rispengräser *Poa spec.*), Leguminosen wie Rotklee (*Trifolium pratense*) und Weißklee (*Trifolium repens*) sowie Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*).

Aus der Ähnlichkeitsanalyse mit dem Statistik-Programm PC-ORD (Var. 5.19) wurden 3 Vegetationsgruppen ausgegrenzt, die in ihrer Zusammensetzung gut übereinstimmten (Abb. 4):

- 1 (rot) - unter den Paneelen (Schatten)
- 2 (blau) - nördlicher Teil des Baufeldes Halbschatten und Sonne
- 3 (pink) - südlicher Teil des Baufeldes Halbschatten und Sonne.

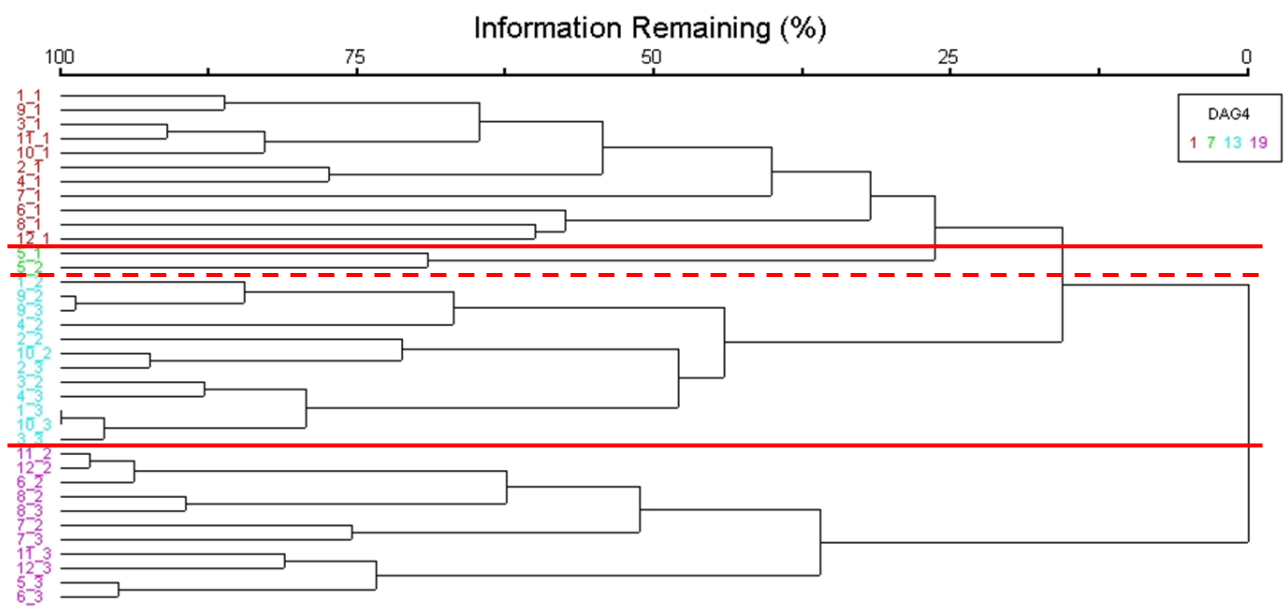


Abb. 4: Dendrogramm für die Ähnlichkeit der Bestandsaufnahmen nach Braun-Blanquet auf dem Baufeld 1 der Deponie Bautzen Nadelwitz. Die erste Zahl verkörpert die Nr. der Bestandsaufnahme (vgl. Abb.3), die zweite die Lage zum Paneel (1 – unter dem Paneel, Schatten; 2 vor dem Paneel, Halbschatten; 3 zwischen den Paneelreihen, Sonne)

Eindeutig abgrenzen ließen sich alle Bestandsaufnahmen unter den Paneelen unabhängig von der verwendeten Saatgutmischung (Schattenstandort Gruppe 1, rot in Abb. 4). Eine Ausnahme war die Aufnahme 5-1, die ihrer halbschattigen Nachbarnaufnahme (5-2) etwas ähnlicher war als den anderen Schattenstandorten. Für weitere Analysen wurde sie der

Gruppe 1 zugeordnet. Die Gruppe 2 (blau) verkörpert alle Aufnahmen aus dem halbschattigen und vollsonnigen Bereich auf dem nördlichen Teil des Baufeldes (Rasenmischung mit 97,5 % Gräsern). Gruppe 3 (pink) umfasst alle Aufnahmen auf dem Baufeld 1 Süd sowohl in halbschattiger als auch in vollsonniger Lage. Die Aufnahme 5-2 wird mit in diese Gruppe eingeordnet (vgl. Abb. 3). Die Trennung in Gruppe 2 und 3 sind ursächlich bedingt durch die unterschiedlichen Rasenmischungen. Tabelle 3 fasst wesentliche Kennwerte für die Vegetationsgruppen zusammen.

Tab. 3: Mittlere Kenngrößen für die drei definierten Vegetationsgruppen auf der Deponie Bautzen-Nadelwitz, Baufeld 1 (BF 1)

	BF 1 Nord u. Süd unter Paneelen Schatten Gr. 1	BF 1 Nord vor und zwischen den Paneelen Halbschatten, Sonne Gr. 2	BF 1 Süd vor und zwischen den Paneelen Halbschatten, Sonne Gr. 3
Rasenmischung	Beide Rasenmischungen je nach Standort	RSM 7.2.2 98 % Gräser 2 % Kräuter	RSM 8.1 – Variante 2 70% Gräser 30% Kräuter
Bestandeshöhe h [cm]	28	26	32
Deckungsgrad D [%]	67	72	85
Mittlere Artenzahl/Fläche	19	20	22
Differenzarten	<i>Chenopodium album</i> <i>Stellaria media</i> <i>Capsella bursa-pastoris</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Sisymbrium loeselii</i>	<i>Plantago lanceolata</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Festuca ovina</i> agg. <i>Onobrychis viciifolia</i>	<i>Trifolium repens</i> <i>Bromus hordeaceus</i> <i>Centaurea jacea</i> <i>Anthemis tinctoria</i> <i>Galium album</i>
Bemerkungen	Pflanzen geiltriebig, tw. stark lagernd		Charakter der Bestände etwas mesophiler

Die Pflanzen unter den Paneelen wuchsen häufig üppiger, waren aber sehr „weich“ und neigten deshalb leicht zum Umfallen. Die sogenannte Vergeilung, d. h. deutlich beschleunigtes Längenwachstum und schlecht entwickeltes Festigungsgewebe ist dem Mangel an photosynthetisch nutzbarer Strahlung zuzuschreiben. Deshalb war nach dem Mähen an vielen Stellen unter den Paneelen die gesamte grüne Vegetation entfernt und aus den Resten nur kümmerlicher Austrieb (Quecke, Löwenzahn, kriechender Hahnenfuß) möglich. Besonders im Bereich zwischen unterer Paneelkante und Paneelmitte trat kaum Bewuchs auf, sondern für längere Zeit waren lediglich abgestorbene Pflanzenteile und Streu zu sehen. Die mittlere Bestandeshöhe ließ sich in dieser Gruppe nur schwer schätzen.

Die Unterschiede zwischen schattigen, halbschattigen und ständig besonnten Flächen sind auch visuell sehr gut zu wahrzunehmen (Abb. 5). Während im Schatten und Halbschatten der Solarpaneele der Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) noch blüht, fruchtet er im Sonnenbereich bereits.



Abb. 5: Unterschiede in der pflanzlichen Entwicklung zwischen schattigem und halbschattigem Bereich und dem ständig besonnenen Bereich zwischen den Paneelreihen (unteres Baufeld, Osthang)

Die Wiederfindungsrate der durch Aussaat aufgebraachten Arten ist schwer zu bestimmen, da gleiche Arten teilweise bereits vorher auf der Deponie vorhanden waren. Von den mit Rasenmischung RSM 8.1 aufgebraachten Kräutern haben sich nur wenige etabliert (Tab. 4), insbesondere auf den schattigen Standorten unter den Paneelen.

Tab. 4: Wiederfindungsrate (Anzahl und %) der mit den Rasenmischungen ausgebrachten Arten getrennt nach Standort Baufeld 1 Nord und Süd, Deponie Bautzen-Nadelwitz

	Im Saatgut		Wiederfindungsrate		
			Schatten	Halbschatten	Sonne
Nord RSM 7.2.2 23 Arten	Gräser (6)	Anzahl	5	5	5
		%	83	83	83
	Kräuter (16)	Anzahl	6	10	10
		%	35	59	59
Süd RSM 8.1 – Var. 2 35 Arten	Gräser (10)	Anzahl	6	4	4
		%	60	40	40
	Kräuter (25)	Anzahl	7	7	10
		%	28	28	40

Schlussfolgerungen und Ausblick

Eine Vegetationsdecke hat sich auf allen Bereichen des Solarstandorts auf der Deponie Bautzen-Nadelwitz gebildet. Ein Schutz vor Erosion ist dadurch auf jeden Fall gegeben.

Deckungsgrad und Entwicklungszustand sind jedoch unterschiedlich. Insbesondere unter den Solarpaneelen im Bereich ständiger Abschattung ist die Bedeckung geringer und nicht gleichmäßig, was teilweise auch durch das Abtropfen von Niederschlag verursacht ist.

Das Wachstum unter den Paneelen unterscheidet sich deutlich von den anderen Standorten (Arten, Zustand, Vergeilung). Die statistische Analyse wies alle diese Bestandsaufnahmen in einer Gruppe aus, unabhängig von den ausgesäten Arten.

Die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung der beiden anderen Vegetationsgruppen war stärker durch die aufgebrachten Aussaatmischungen bedingt. Die Pflanzen der Saatgutmischungen haben sich nur zum Teil etabliert. Insbesondere die Vielfalt der Kräuter (25 Arten) in der Rasenmischung RSM 8.1 – Variante 2, die besonders für trockene Standorte geeignet ist, brachte keine Vorteile bei der Begrünung dieser Standorte. Nur maximal 10 Arten wurden auf den vollsonnigen Standorten identifiziert. Die Begrünung ging nicht schneller vonstatten. Saatgutmischungen mit wenigen robusten Arten reichen zur schnellen Begrünung aus.

Die Entwicklung der Artenzusammensetzung ist stark abhängig von den sehr variierenden Standortbedingungen auf der Deponie und wird beeinflusst durch bereits vorhandene Samen und vegetative Pflanzenteile sowie vom Eintrag von Arten aus der Umgebung. Es wird also weitere Veränderungen der Vegetationsdecke der einzelnen Standorte auf dem Solarfeld geben. Die Vegetationsuntersuchungen werden deshalb fortgesetzt.

Für eine dichtere Vegetation unter den Paneelen sollten künftig Pflanzen berücksichtigt werden, die an Schattenstandorte angepasst sind wie z.B. *Poa supina* (Lägerrispe) und die stärker züchterisch bearbeitete *Deschampsia cespitosa* (Rasenschmiele).

Um die Unterschiede im Mikroklima und damit in den Wachstumsbedingungen unter den Solarpaneelen besser einschätzen zu können, wurden Sensoren für Temperatur und Luftfeuchte an zwei Standorten (Ost- und Westhang) als Transekt über alle Bereiche (Schatten, Halbschatten, Sonne) installiert.

Literatur

Dierßen, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

Herden, C., J. Rasmus & B. Gharadjedaghi (2009): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen. BfN – Skripten 247.

LfULG (2012): Kompendium Klima - Sachsen im Klimawandel.

www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/24253.htm (aufgerufen 20.05.2013)

Kontakt

Dr. Christina Seidler
IHI Zittau
Tel. 03583 612760
seidler@ihi-zittau.de