
Der Naturpark Westhavelland als Sternepark? - Aspekte von Ökologie, Beleuchtung und Tourismus -



Bachelorarbeit
zur Erlangung des Grades „Bachelor of Science“ im Studiengang
Landschaftsnutzung und Naturschutz

von Hanna Weickelt



Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Schulz, Dr. Andreas Hänel
Matrikelnummer: 220758 * Geburtsdatum: 14.05.1987 * Abgabe: 14.11.2010

Foto auf dem Titelblatt:
Der Himmel bei Lochow im Naturpark Westhavelland, drei Minuten Belichtungszeit
(Dr. Andreas Hänel 2010)

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	4
TABELLENVERZEICHNIS.....	5
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Das Untersuchungsgebiet.....	2
1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen.....	3
2 ZUVIEL LICHT IN DER LANDSCHAFT - EIN INHALTLICHER ÜBERBLICK.....	4
2.1 Globale Erleuchtung?.....	4
2.2 Veränderung natürlicher Prozesse durch Kunstlicht.....	5
2.3 Licht als Energieverbraucher und Emmitent.....	6
2.4 Sternenparks - Schutzgebiete für den Himmel.....	7
3 METHODIK.....	9
3.1 Besuche vor Ort.....	9
3.2 Dokumentenanalyse.....	9
3.3 Kartierung der Straßenleuchten.....	9
4 ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VON FREMDLICHT AUF DIE FAUNA.....	11
4.1 Lichtsensible Arten im Naturpark	11
4.1.1 Klasse Aves: Auswirkungen von Kunstlicht auf Zugvögel	12
4.1.1.1 Lichtverschmutzung und Kraniche.....	14
4.1.1.2 Lichtverschmutzung und Wiesenbrüter.....	14
4.1.2 Klasse Insecta: Insekten und Lichtverschmutzung.....	15
4.1.3 Klasse Amphibia: Lichtverschmutzung und Amphibien.....	16
4.2 Diskussion der Ergebnisse.....	17
5 DIE BELEUCHTUNGSSITUATION IM NATURPARK	20
5.1 Kartierung der Straßenleuchten.....	20
5.2 Diskussion der Ergebnisse.....	27
5.2.1 Vergleich der Leuchtmittel.....	27
5.2.1.1 Energieeffizienz.....	27
5.2.1.2 Ökologische Eignung.....	28
5.2.1.3 Abstrahlung	29
5.2.2 Neuinstallation und Umrüstung als Alternativen?.....	30
6 STERNENPARK UND TOURISMUS	32
6.1 Erleben des Nachthimmels	32
6.2 Akteure rund um den Sternenpark im Westhavelland.....	33
6.3 Markenbildung und Destinationsmarketing.....	34
6.3.1 Strategie entwickeln für den Thementourismus.....	35
6.3.2 Abgrenzung des Vermarktungsraumes.....	36
6.3.3 Marke und Markenstrategie entwickeln.....	36

6.3.4 Angebote auf den Markt bringen.....	37
6.3.5 Qualitätssicherung und Erfolgskontrollen durchführen.....	38
6.4 Diskussion der Ergebnisse.....	38
7 GESAMTDISKUSSION.....	40
8 AUSBLICK.....	41
8.1 Methodenkritik.....	41
8.2 Weitere Schritte.....	41
9 ZUSAMMENFASSUNG.....	43
LITERATURVERZEICHNIS.....	45
DANKSAGUNG.....	50
PERSÖNLICHE ERKLÄRUNG.....	51
ANHANGVERZEICHNIS.....	52

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abs.	Absatz
Aufl.	Auflage
Bearb.	Bearbeiter
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
bzw.	beziehungsweise
Hrsg.	Herausgeber
HQL	Quecksilberdampf-Hochdrucklampe
IDA	International Dark-Sky Association
i.d.F.	in der Fassung
MUGV	Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Mwst.	Mehrwehrtsteuer
NA	Natriumdampf-Hochdrucklampe
NP	Naturpark
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
S.	Seite
W	Watt

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Satellitenfoto der Erde bei Nacht	6
Abbildung 2: Lage des NP Westhavelland in Brandenburg	7
Abbildung 3: Dunkelheitsklassen Nordostdeutschlands	7
Abbildung 4: Desorientierte Vögel im Lichtkegel, "Tribute in Light" am 11. 12. 2004	17
Abbildung 5: Leuchte Nr. 1.....	24
Abbildung 6: Leuchte Nr. 2.....	25
Abbildung 7: Leuchte Nr. 3.....	26
Abbildung 8: Leuchte Nr. 4.....	26
Abbildung 9: Leuchte Nr. 5.....	26
Abbildung 10: Leuchte Nr. 6.....	27
Abbildung 11: Leuchte Nr. 7.....	27
Abbildung 12: Leuchte Nr. 8.....	27
Abbildung 13: Leuchte Nr. 9.....	28
Abbildung 14: Leuchte Nr. 10.....	28
Abbildung 15: Leuchte Nr. 11.....	28
Abbildung 16: Leuchte Nr. 12.....	29
Abbildung 17: Leuchte Nr. 13.....	29
Abbildung 18: Leuchte Nr. 14.....	29
Abbildung 19: Leuchte Nr. 15.....	30
Abbildung 20: Leuchte Nr. 16.....	30
Abbildung 21: Leuchte Nr. 17.....	30
Abbildung 22: Leuchte Nr. 18.....	31
Abbildung 23: Leuchte Nr. 19.....	31
Abbildung 24: Leuchte Nr. 20.....	31
Abbildung 25: Leuchte Nr. 21.....	32
Abbildung 26: Spektrum einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.....	34
Abbildung 27: Spektrum einer Natriumdampf-Hochdrucklampe.....	34
Abbildung 28: Nutzbarer Anteil des Lichts verschiedener Leuchtentypen	35
Abbildung 29: Übersicht der kartierten Leuchten, Klassifikation Abstrahlung.....	35
Abbildung 30: Vergleichende Aufnahmen vor und während der Initiative zu globalem Lichtausschalten	38
Abbildung 31: Akteure im Sternenpak Westhavelland.....	39
Abbildung 32: Fünf Schritte eines Markenkonzeptes.....	40
Abbildung 33: Faktoren für den Thementourismus.....	41
Abbildung 34: Logo des Galloway Forest Dark Sky Park in Schottland.....	42
Abbildung 35: Logo des Zselici Csillagoségbolt-Park in Ungarn.....	42

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Relative Anzahl lokalisierter Nester der Uferschnepfe pro Hektar	19
Tabelle 2: Kenndaten der vorkommenden Lampentypen im NP.....	33

1 EINLEITUNG

1.1 Problemstellung

Betrachtet man Satellitenfotos der Erde bei Nacht, so müsste man die Redewendung „schwarz, wie die Nacht“, ändern. Denn helle Flächen und Punkte - künstlich errichtete Lichtquellen, be-

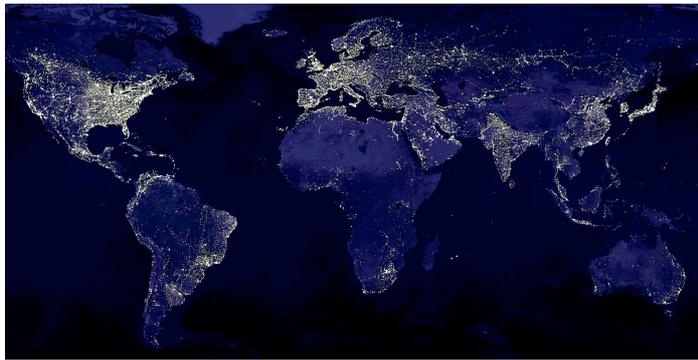


Abbildung 1: Satellitenfoto der Erde bei Nacht (© Mayhew, C. & Simmon R.)

decken großflächig die Kontinente. Vor allen Dingen große Teile von Nordamerika, Europa und dem Süden Asiens sind leuchtende Beispiele hierfür. Für diese zunehmende Tendenz, den Nachthimmel durch anthropogen geschaffene Beleuchtungssysteme zu erhellen, entwickelte sich der Begriff Lichtverschmut-

zung. Das künstliche Licht selbst wird dabei als „Verschmutzer“ bezeichnet, welches durch Streuung in die unteren Schichten der Atmosphäre gelangt, die himmelsgegebene Dunkelheit beeinflusst und den circadianen Rhythmus (24 h) verändert. Die negativen Folgen dessen sind zum großen Teil erforscht, zum Teil vermutet und wesentliche Wechselwirkungen sind noch unbekannt. Klar scheint, dass durch die Überilluminiierung Flora, Fauna und der Mensch nachteilig beeinflusst werden. Mit dem steigenden Bewusstsein für dieses Thema der Neuzeit entwickelten sich auch Initiativen, deren Ziel die Aufklärung über ein Zuviel des Lichts ist. Eine Idee, Dunkelheit zu präsentieren, ist das Konzept der Schutzgebiete für den unbeeinflussten Himmel. Zum ersten sogenannten „International Dark Sky Park“ ernannte die International Dark Sky Association (IDA) in den USA das National Bridges Monument in Utah. Eine weiteres Aktionsbündnis, die „Initiative Starlight“, mobilisierte unter der Schirmherrschaft der UNESCO zahlreiche Akteure mit dem Ergebnis der Unterzeichnung einer Deklaration, die den natürlichen nächtlichen Himmel schützt. Seit 2009 bestehen Empfehlungen und Kriterien, mithilfe derer von der Initiative zertifizierte Dunkelreservate entstehen. Der Naturpark Westhavelland in Brandenburg, laut Messungen (HÄNEL 2009, CINZANO 2000) eine der dunkelsten Regionen Mitteleuropas, hat das Potenzial, ebenfalls als Himmelsschutzgebiet ausgezeichnet zu werden. Dieser Prozess wurde von dem Astronom und Physiker Dr. Andreas Hänel im Jahr 2009 angeregt. Für die Region ist für die Zukunft der Name „Sternenpark“ ausgewählt worden. Die vorliegende Studie begleitet den Prozess vor der Bewerbung zur Auszeichnung zum ersten Sternenpark Deutschlands.

1.2 Das Untersuchungsgebiet

Der Naturpark Westhavelland, rund 70 km westlich von Berlin gelegen, besteht seit 1998.

Mit einer Fläche von 1.315 km² ist er das größte Großschutzgebiet Brandenburgs. Geprägt



Abbildung 2: Lage des NP Westhavelland in Brandenburg (© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, verändert)

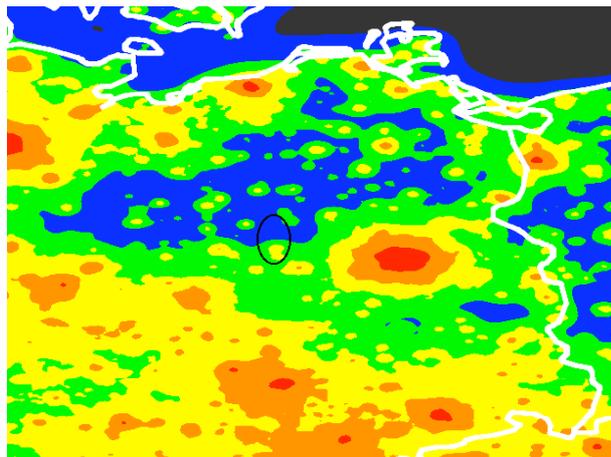


Abbildung 3: Dunkelheitsklassen Nordostdeutschlands. Relative Farbskala von rot (intensiv beleuchtet) über orange, gelb grün bis blau (extensiv beleuchtet) mit der Lage des NP (© Cinzano, P., verändert)

wurde der Raum durch Gletschermassen und Schmelzwasserströme der Weichselkaltzeit. Das Wasser gilt auch heute als Charakteristikum der Gegend. Moore, Sümpfe, Seen und die Havel mit ihren Niederungen schaffen hydrologische Besonderheiten. Den so entstandenen Feuchtgebieten wie zum Beispiel dem Gülper See, aber auch anderen Ökosystemtypen wurde durch Ausweisungen national und international Bedeutung beigemessen. Vergeben worden sind die Kategorien Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Feuchtgebiet internationaler Bedeutung, Special Protected Area und Fauna-Flora-Habitat. So dienen beispielsweise Gebiete des Naturparks als „größtes mitteleuropäisches Rast- und Brutgebiet für Wat- und Wasservögel im Binnenland“ (MUGV 2010). Unzählige Entenarten, Saat- und Blässgänse, Kraniche, aber auch Sing- und Zwergschwäne, sowie Limikolen, wie Bekassine, Kampfläufer oder Goldregenläufer geben ein Beispiel des Vogelartenspektrums. Auch eine Population der Europäischen Sumpfschildkröte existiert. Der Naturpark ist ein dünn besiedeltes Gebiet, er liegt in einer der dunkelsten Regionen Deutschlands. Die Bevölkerungsdichte beträgt 60 Einwohner pro km² (MUGV 2010), im Bundesdurchschnitt sind es 229 pro km² (UNITED NATIONS 2009). Hoheitlich sind die Einwohner auf 78 Gemeinden, Städte und Ortsteile verteilt. Besucher können die über den Naturpark verteilten Informationspunkte und das Besucherzentrum in Milow nutzen, den geführten Routen der ausgebildeten Natur- und Landschaftsführer folgen oder auf eigene Erkundungstouren auf ausgewiesenen Rad- und Wanderwegen gehen.

wurde der Raum durch Gletschermassen und Schmelzwasserströme der Weichselkaltzeit. Das Wasser gilt auch heute als Charakteristikum der Gegend. Moore, Sümpfe, Seen und die Havel mit ihren Niederungen schaffen hydrologische Besonderheiten. Den so entstandenen Feuchtgebieten wie zum Beispiel dem Gülper See, aber auch anderen Ökosystemtypen wurde durch Ausweisungen national und international Bedeutung beigemessen. Vergeben worden sind die Kategorien Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Feuchtgebiet internationaler Bedeutung, Special Protected Area und Fauna-Flora-Habitat. So dienen beispielsweise Gebiete des Naturparks als „größtes mitteleuropäisches Rast- und Brutgebiet für Wat- und Wasservögel im Binnenland“ (MUGV 2010). Unzählige Entenarten, Saat- und Blässgänse, Kraniche, aber auch Sing- und Zwergschwäne, sowie Limikolen, wie Bekassine, Kampfläufer oder Goldregenläufer geben ein Beispiel des Vogelartenspektrums. Auch

1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen

Gegenstand der Betrachtung ist das Zusammenbringen interdisziplinärer Aspekte zur Ausweisung eines Sternenparkes als Zeichen gegen Lichtverschmutzung im Naturpark Westhavelland. Dazu wurden drei Schwerpunkte mit entsprechenden Forschungsfragen ausgewählt:

- *Ökologie und Lichtverschmutzung*
Welche Arten des Naturparkes werden potenziell von künstlichem Licht beeinflusst?
- *Gestaltung der Beleuchtung*
Wie sind die installierten Leuchten im Naturpark zu bewerten?
- *Tourismus im Sternenpark*
Wie kann man die neue Destination besuchergerecht vermarkten?

Um diese Fragestellungen zu beantworten, wurden Publikationen zu Lichtverschmutzung in den Kontext des Naturparkes übertragen und durch eigene erhobene Daten ergänzt.

Mit den Ergebnissen dieser Auswahl soll die Vorbereitung zu der Bewerbung zum Sternenpark inhaltlich unterstützt werden. Anhand der verschiedenen Bereiche wird auch die Komplexität des Themas Lichtverschmutzung verdeutlicht.

Der Titel der Arbeit gibt viel Spielraum, denn Himmelsschutzgebiete sind in Deutschland eine Neuheit. Es existieren noch keine diesbezüglichen Veröffentlichungen. Hierbei handelt es sich somit um eine Pionierstudie, die keinesfalls den Anspruch auf vollständige Bearbeitung aller Facetten des Themas erheben kann.

2 ZUVIEL LICHT IN DER LANDSCHAFT - EIN INHALTLICHER ÜBERBLICK

2.1 Globale Erleuchtung?

Hell bestrahlte nächtliche Straßenzüge, Leuchtreklamen, Sehenswürdigkeiten im Scheinwerferlicht, ... - eine Angewohnheit von Menschen der Neuzeit. Denn noch bis ins 17. Jahrhundert gab es keine öffentliche Beleuchtung, da der Raum vor dem Wohngebäude als erweiterter Hausbereich galt. Erst mit der fortschreitenden Modernisierung des gesellschaftlichen Miteinander und dem wachsenden Bedürfnis nach Mobilität, räumlich wie sozial, wurde Transportwegen und Beleuchtung ein anderer Stellenwert beigemessen (BIRKEFELD & JUNG 1994). Der Polizeipräsident von Hannover fand 1800 dafür folgende Worte:

„Eine öffentliche Beleuchtung der Stadt gehört mit zu den Vorzügen der Städte und ist von einem unverkennbaren Nutzen [...]. Reiche, Fremde und auswärtige wohlhabende Leute [...] halten sich gern da auf, wo es ihnen gefällt, wo Sicherheit, Reinlichkeit, Erleuchtung und Überfluss der nothwendigen Dinge sich finden“ (MÜLLER 1800).

Mit der Erfindung der Glühbirne durch Edison im Jahr 1879 wurde schließlich der Grundstein der elektrischen Beleuchtung gelegt. Im Zuge der Industrialisierung und der Moderne blieb es nicht mehr bei einer behaglichen Beleuchtung- „Megacities“ und Industrieanlagen entstanden. Flutlichtanlagen, Leuchtreklamen und sogenannte Skybeamer hellen die Ballungsgebiete der Menschen auf. Aber auch in entlegenen Regionen gibt es mittlerweile Helligkeit, zum Beispiel durch beleuchtete Leuchttürme, Bohrinseln oder Kreuzfahrtschiffe. Laut einer Studie von KLAUS et al. (2005, S.7) sind in Europa die Hälfte aller Einwohner von dem Phänomen der Lichtverschmutzung betroffen. Jährlich nehme in Deutschland der Verschmutzungsgrad um sechs Prozent zu. Vor allem Neuerschließungen von Flächen sind dafür als Ursache auszumachen. Wie macht man die zunehmende Lichtmenge quantifizierbar? Von CINZANO et al. (2001) publizierte Karten stellen die globale Lichtverschmutzung visuell dar- bei diesen Grafiken wurde auch die Lichtstreuung berechnet. Damit sind diese aussagekräftiger als Satellitenbilder, die nur direkt nach oben gerichtete Strahlung erfassen.

2.2 Veränderung natürlicher Prozesse durch Kunstlicht

Durch den Zugewinn an Helligkeit war und ist man imstande, den menschlichen Aktionsradius auszuweiten und den naturgegebenen Wechsel von Tag und Nacht außer Kraft zu setzen.

Erst in jüngster Zeit wurden Stimmen laut, dass die unnatürliche Vermischung von Nacht mit Tag durch Kunstlicht auch negative Auswirkungen auf Umweltgeschehen hat. Sicherlich lag der Beginn allen Lebens auf der Erde auch im Zusammenhang mit dem Faktor Licht: Photosynthese, Energiespeicherung und Energieumwandlung, Phototaxis, Wasserkreisläufe- ja das ganze Klimasystem beruht auf der Einstrahlung der Sonne. Aber nicht nur die An- oder Abwesenheit des Lichtes- vor allem der rhythmische Wechsel von Tag und Nacht beeinflusst zahlreiche ökologische Prozesse. Dieser Wechsel wirkt steuernd und lenkend- räumlich, sowie zeitlich. Daran schließt sich die Frage an, welche Auswirkungen unnatürliches Licht auf Ökosysteme hat. Was passiert, wenn das Licht aus dem Takt gebracht wird?

Eine Publikation, die wesentliche Erkenntnisse des aktuellen Forschungsstandes im Bezug auf die Auswirkungen von Lichtverschmutzung auf ökologische Systeme darstellt, ist von LONGCORE & RICH (2006) verfasst worden. Diese und andere Veröffentlichungen zeigen, wie verschiedene Tierarten von Kunstlicht beeinflusst werden. Systematische Beobachtungen existieren derzeit vor allem für Zugvögel, Fledermäuse, Meeresschildkröten und Insekten. Der Tenor vieler Autoren ist jener, dass noch ein großes Wissensdefizit besteht. Von Nutzen wären zum Beispiel Indikatorarten für Lichtverschmutzung, wie es beispielsweise die Schmetterlinge sind (KOLLINGS 2003). Diese erleichtern das Monitoring.

In der anschaulichen aktuellen Veröffentlichung „Das Ende der Nacht“ von POSCH et al. (2009) wird die globale Lichtverschmutzung mitsamt ihren Folgen interdisziplinär geschildert. Neben Geschichte und aktuellen Ausmaßen der Kunstbeleuchtung, sowie Auswirkungen auf Fauna werden auch mögliche Auswirkungen derer auf den Menschen aufgezeigt. So sind beispielsweise die sogenannten Suprachiasmatischen Kerne hinter der Nasenwurzel für die circadiane Rhythmik von uns Menschen hauptverantwortlich. Mit diesem „Taktgeber“ wird laut MOORE & EICHLER (1972) während der Dunkelheit das Neurohormon Melatonin gebildet, welches als Antioxidant gegen Depressionen und Krebs wirkt. Es bestehen Thesen, dass eine Störung der inneren Uhr das Krebsrisiko erhöhe (KLOOG et al. 2009).

2.3 Licht als Energieverbraucher und Emmitent

Verursacher von Lichtemissionen sind jegliche Arten der künstlichen Beleuchtung- besonders ins Gewicht fallen Straßenbeleuchtungen, die nicht nur die Straße unter ihnen, sondern auch den Raum oberhalb der Lampe beleuchten. Auch die Abstrahlung zu den Seiten stellt eine Verschwendung von Energie und Verschmutzung der Dunkelheit dar.

Weiterhin fallen die inszenierte nächtliche Bestrahlung von Gebäuden und so genannte Skybeamer ins Gewicht: hochleistungsfähige Lampen, die mit einem in den Himmel gerichteten Lichtkegel zu Werbezwecken dienen oder Sehenswürdigkeiten betonen sollen.

In manchen Zusammenhängen ist bei Lichtverschmutzung auch von Lichtsmog die Rede. Die typischen hellorangenen Lichtglocken über Städten entstehen durch die Anwesenheit von Aerosolen oder Schmutzpartikeln in der Anthroposphäre, welche das Licht brechen, reflektieren und Streuen. Feinstaub und Smog als altbekannte Probleme der Großstädte intensivieren somit die Lichtverschmutzung.

Das Problem des Zuviel an Licht wird zusätzlich komplex durch den damit einhergehenden Energieverbrauch. Energieeffizienz und -suffizienz sollten in Zeiten der Ressourcenknappheit weltweit zugkräftige Argumente sein. Nach Schätzungen von CRAWFORD (1998) wurde aber allein in den USA während der 90er Jahre fast eine Milliarde Dollar pro Jahr für Beleuchtung ausgegeben- eine Summe, die für Unmengen verbrauchter Energie steht. Initiativen, wie der Naturschutz Bund mit dem Projekt „Ökologische Stadtbeleuchtung“ (GROSSE RUSE & WACHHOLZ 2009) oder die Broschüre „Die helle Not“ (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009) zeigen demgegenüber Wege, wie Beleuchtung effektiver und kostengünstiger gestaltet werden kann.

Neben der direkten Umgestaltung und Neuinstallation von künstlichen Lichtquellen steht die direktive Anordnung im Rahmen von Gesetzen. Laut Bundesimmissionsschutzgesetz (BIMSchG 1974) ist Licht ein Umweltfaktor, der als Immission gehandhabt wird. Damit einher geht die Definierung des Faktors Licht als „schädliche Umwelteinwirkung“. Dieser Fall tritt ein, sobald „Art, Ausmaß und Dauer“ von Licht „Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeiführen“ (§3 BIMSchG). Die Definition von dem Wort „erheblich“, sowie ein für das BimSchG übliches technisches Regelwerk zum Thema bleiben dabei noch offen.

Weitere Reglements finden sich in Deutschland in der länderorganisierten Lichtrichtlinie, dem Baurecht sowie der Eingriffsregelung (BNatschG). Diese liefern Anhaltspunkte, wie in Einzelfällen der Konflikt zwischen Außenbeleuchtung und Naturschutz geregelt werden kann.

Europaweit gibt es seit 2004 eine Norm (EN 13 201), die Standards für Straßenbeleuchtung darlegt. Tschechien, Italien, und Spanien sind Beispielländer für die Einführung von Reglements zur Eindämmung der Lichtverschmutzung. Hervorhebenswert ist Slowenien: dort wurde 2007 ein Gesetz gegen Lichtverschmutzung initiiert (MAPPES-NIEDIECK 2010).

2.4 Sternenparks - Schutzgebiete für den Himmel

DAN DURISCOE (2001) formulierte mit folgenden Worten einen optimistischen Appell, sich für den dunklen Nachthimmel einzusetzen:

„Unlike losing a species to extinction, topsoil to erosion, or virgin lands to development, the night sky is 100% recoverable“. (Anders als eine Spezies an das Aussterben zu verlieren, Humus an die Erosion oder unberührtes Land an die Entwicklung, ist der Nachthimmel 100- prozentig zurückzugewinnen)

Dieses Ziel, die Wirkung des unverfälschten Himmels zu bewahren und wiederherzustellen, wird auch mit der Ausweisung von Dunkelreservaten angestrebt. Ausgezeichnet werden Gebiete, die nachts besonders dunkel sind, deren Horizont nicht von den hellorangenen Lichtglocken angrenzender Städte erleuchtet wird und wo die ungetrübte Sicht zu den Sternen und Himmelskörpern möglich ist. Weltweit gibt es sieben Dark-Sky Parks: in den USA, Schottland und Ungarn. Weiterhin werden auch Gemeinden und Reservate gewürdigt. Sie alle wurden von der IDA zertifiziert, die sich 1988 gründete und als erste Organisation ihr Engagement seitdem dem Einhalt der Lichtverschmutzung entgegenbringt.

Zukünftig wird auch der Titel „Starlight Reserve“ vergeben werden können. In den von der „Initiative Starlight“ entwickelten Kriterien dafür wurden verschiedenen Kategorien aufgezeigt (MARÍN, ORLANDO 2009). So kann ein Gebiet zum Beispiel die Würdigung „Starlight Natural Site“ oder „Starlight Landscape“ bekommen. Mitunterzeichner der Initiative sind beispielsweise Deligierte der „Ramsar Convention on Wetlands“ (Peter Bridgewater), der „Landscape Convention“ Maguelonne Déjeant-Pons) oder der „Convention on Biological Diversity“ (Ahmed Djoghla) (MARÍN & JAFAR 2007).

Auf den Aspekt des Himmels als Kulturgut fokussierte sich ebenso die UNESCO im Rahmen der Studie „Astronomie und Welterbe“ (RUGGLES & COTTE 2010). Diese ebnete den Weg für die sogenannten „Windows to the Universe“, Orte, wo astronomische Einblicke in den Himmel mit besonderer Qualität möglich sind.

Für eine Ausweisung zum Sternenpark nach der IDA können sich bestehende Schutzgebiete bewerben. Diese ist stets an Bedingungen geknüpft. Gefordert ist ein außergewöhnlicher Einsatz und Erfolg im Erhalt und der Wiederherstellung der natürlichen Nacht. Dazu gehören laut den Kriterien (LUGINBUHL et al. 2006, komplett siehe Anhang) auch entwickelte Beleuchtungsrichtlinien oder ein Management Plan für diese. Alle öffentlichen Lichtpunkte müssen dazu erfasst werden. Ziel ist es, dass mindestens zwei Drittel der Leuchten voll abgeschirmt sind und somit kein ungewolltes Licht emittieren. Weiterhin muss man als Sternenpark ein Projekt umgesetzt haben. Die Schutzgebietsverwaltung kann hierbei wählen, ob sie veranlasst, ein vorbildlich beleuchtetes Gebiet zu definieren, sowie zu entwickeln und dieses öffentlichkeitswirksam als solches zu kennzeichnen. Oder mit zwei externen Gemeinden bzw. Kooperationspartnern zusammenzuarbeiten, um die Wiederherstellung des Nachthimmels zu fördern oder die Beleuchtungsrichtlinien auf angrenzende Gebiete auszudehnen. Schließlich besteht die Möglichkeit, die Qualität des Nachthimmels einem örtlichen Monitoring auszuwerten und diese in der Umweltbildung zu verwenden. Die IDA empfiehlt, eine Zonierung im Sternenpark vorzunehmen: eine der Kernzone bei Nationalparks ähnliche Dunkelzone, eine Zone mit wenig installiertem Licht und eine intensiv beleuchtete Zone.

3 METHODIK

3.1 Besuche vor Ort

Um einen Überblick der Ist-Situation des Naturpark Westhavelland zu bekommen, fanden Besuche und Besichtigungen statt. Dabei stellten sich die Naturparkverwaltung und die Gemeinde Rhinow als Praxispartner vor Ort zur Verfügung. Gemeinsam wurden entscheidende Orte des Naturparkes angefahren.

Um einen Eindruck über die Besucherzahlen bereits bestehender Sterneparks anderer Länder zu bekommen, ersetzten Anfragen per E-Mail einen persönlichen Besuch.

3.2 Dokumentenanalyse

Für die Ergebnisse von Kapitel 4 (Ökologische Auswirkungen von Fremdlicht auf die Fauna) und 6 (Sternepark und Tourismus), sowie für Kapitel 2 (Zuviel Licht in der Landschaft- eine inhaltliche Einführung) fand eine Literaturrecherche statt, die sich auf Monographien, Zeitschriften, Graue Literatur und Internetquellen ausdehnte.

Die Artenlisten der von der Naturparkverwaltung 1993 in Auftrag gegebenen Kartierungen dienten zur Auswahl gefährdeter und als lichtsensibel in Frage kommender Tierarten. Diese wurden mit bestehenden Publikationen in Beziehung gesetzt.

Bei der touristischen Betrachtungsweise fand eine Sekundärerhebung hinsichtlich der neuen Etablierung einer Destinationsmarke „Sternepark“ statt. Neben einem theoretischen Grundkonzept zur speziellen Vermarktungssituation im Schutzgebiet wurden Akteure situationsgerecht in den Prozess eingegliedert.

3.3 Kartierung der Straßenleuchten

Vor dem Hintergrund einer notwendigen Bestandsaufnahme im Hinblick auf die Beleuchtungssituation im Naturpark wurde ein repräsentatives Gebiet ausgewählt, das die Dörfer Gülpe, Kiez, Prietzen, Strodehne (mit den Ortsteilen Galberg und Scheunenstelle), sowie die Stadt Rhinow in der Gemeinde Rhinow beinhaltet. Das Gebiet wurde unter anderem ausgewählt, weil alle Ortschaften rund um den Gülper See gelegen sind. Dieser ist ein Feuchtgebiet Internationaler Bedeutung. Dort fand innerhalb von drei Tagen eine Kartierung der Straßenleuchten statt. Die Vorgehensweise war, auf Arbeitskarten (Digitales Orthophoto 100, Landesvermessung und Geoba-

sisinformation Brandenburg, 2006) jede Leuchte mit einem mit einem Punkt einzutragen. Dabei wurden Straßenleuchten optisch gleichen Aussehens zu insgesamt 21 verschiedenen Typen zusammengefasst und per Foto dokumentiert. Von drei dieser Typen ließen sich Hersteller und Bezeichnung ermitteln. Zur Beurteilung der Abstrahlungen des Lichtes nach oben und zu den Seiten hin wurde anhand Abbildung 28 eine verbale Klassifikation für jeden Leuchtentyp ermittelt. Diese lautet „ungenügend abgeschirmt“ für alle Leuchten, deren Anteil des effektiv genutzten Lichtes bis 25 % beträgt, „mäßig abgeschirmt“, wenn der Anteil des effektiv genutzten Lichtes von 30 % bis 50 % reicht und „gut abgeschirmt“, wenn dieser 50 % überschreitet. Die Leuchtmittel und Wattage für jede Leuchte wurden durch Befragung eines Experten herausgefunden (LANGE 2010). Bei der Recherche zu und Abstrahlungen wurden Fachleute befragt (DREWES 2010, HAISCH 2010, HÄNEL 2010, HOHENSEE 2010). Das so entstandene Leuchtenkataster dokumentiert jeden öffentlichen Lichtpunkt mit Bild, Leuchtmittel, verbaler Beurteilung der Leuchte und genauem Standpunkt dieser.

Dazu wurde die Darstellung mit Geoinformationssystem-basierten Karten (GIS) gewählt. Im Ortsteil Strodehne-Galberg sind keine öffentlichen Leuchten vorhanden, auf dessen Darstellung wurde deswegen verzichtet. Zusammenfassend war somit eine erste Beurteilung hinsichtlich der Eignung der Beleuchtung für das Sternenreservat möglich. Dieser schlossen sich Verbesserungsvorschläge an, deren damit einhergehende Berechnungen auf die Broschüre Helle Not (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009) gestützt sind.

4 ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VON FREMDLICHT AUF DIE FAUNA

4.1 Lichtsensible Arten im Naturpark

In diesem Kapitel soll auf die ökologisch sensiblen und potenziell störungsempfindlichen Arten des Naturpark Westhavelland im Hinblick auf den Faktor Licht eingegangen werden. Dies geschieht im Spiegel der derzeit existierenden Veröffentlichungen, in denen einzelne Tierarten, -gruppen oder -gilden in Bezug auf Beeinflussungen durch Lichtverschmutzung untersucht wurden.

Stellt man wissenschaftlich publizierte Beobachtungen im Bezug auf spezielle Arten und Lichtverschmutzung den im Naturpark vorkommenden Arten gegenüber, so finden sich Übereinstimmungen. Diese betreffen die Stämme Chordatiere (*Chordata*) und Gliederfüßer (*Arthropoda*). Differenzierter betrachtet kann man sagen, dass Arten der Klassen Vögel (*Aves*), Amphibien (*Amphibia*) und Insekten (*Insecta*) potenziell von Lichtverschmutzung im NP betroffen sind.

Nahezu jede Spezies ist auf circadiane Rhythmen angewiesen. Diese 24 Stunden umfassenden Perioden steuern und lenken viele Lebensprozesse. Sind sie gestört, gelten folgende generelle Beeinträchtigungen in der Biologie und dem Verhalten von Tieren (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009, EISENBEIS 2002):

- Fehlverhalten bei der *Orientierung* durch Störungen von Wanderungen, durch permanente punktuelle Orientierung an Lichtquellen, durch „Leitplankeneffekte“ von Lichterketten, durch (Flug)kollisionen mit beleuchteten und leuchtenden Objekten, durch Blendung
→ Barrierewirkung, Vertreibung, eingeschränkter Aktionsradius
- negative *Energiebilanz* aufgrund der fremdbestimmten Bewegungen
- Störung der *Fortpflanzung* durch fehlgeleitete Kommunikation der Geschlechter
- Störung der *Nahrungsbiologie* durch Fehlverhalten bei der Nahrungssuche
- *Populationsverluste* durch direkte oder indirekte Tötung der Individuen an den Leuchten oder in ihrem Umfeld

- Störungen im *Hormonhaushalt*
- Störungen in der *Biorhythmik* (im Tagesablauf und saisonal), gestörte Ruhephasen
- veränderte *Räuber-Beute Beziehungen*

4.1.1 Klasse Aves: Auswirkungen von Kunstlicht auf Zugvögel

Vögel migrieren aus dem Grund, um zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein. Dadurch können sie ihre Lebensbedingungen verbessern. Dies geschieht, in dem sie keinen Extremtemperaturen an einem Ort ausgesetzt sind oder das bessere Nahrungsangebot in anderen Erdregionen ausnutzen können. Ungefähr zwei Milliarden Europäische Zugvögel überwintern deswegen Jahr für Jahr in Afrika. Dabei wandern zwei Drittel der sonst tagaktiven Vögel nachts, da sie den Tagesverlauf brauchen, um ihre Energiereserven durch Ruhen und Nahrungsaufnahme aufzufüllen (HÜPPOP 2009).

Den richtigen Weg finden Vögel, indem sie sich mit der sogenannten Kompassorientierung anhand einer Richtungsinformation und mithilfe der Zielorientierung ausrichten. Hierfür ist eine Art Landkarte mit der Information des eigenen Standortes vonnöten. Die Navigation zum Zielgebiet muss erlernt werden. Dazu nutzen sie verschiedene Techniken- unter anderem die Orientierung anhand des Sternenhimmels. Klare Nächte sind dafür eindeutig von Vorteil, günstige Windlagen verbessern das Vorankommen.

Normalerweise befindet sich die Beleuchtung der Anthroposphäre, welche die Navigation behindert, dabei weit unter ihnen. Verschlechtert sich jedoch die Wetterlage durch Wolkenfelder, Regen, Starkwinden oder Nebel sind die Tiere gezwungen, tiefer zu fliegen. Damit gelangen sie in den Bannkreis der Lichter. Das Licht suggeriert einen Landeplatz, die Tiere folgen dem Reiz und verirren sich, bzw. kommen von ihrem eigentlichen Weg ab. Sie sind im Schein des Lichtes gefangen und ziehen, ähnlich wie Motten, endlose Kreise um die Lichtquelle. Es kann zu Massenankünften kommen. Durch diesen zusätzlichen Energieverbrauch schwinden ihre Kräfte und es kommt zu Erschöpfungserscheinungen. Besonders dort, wo keine Landeplätze zur Verfügung stehen, hat dies oft den Tod der Individuen zur Folge. Dieser tritt auch ein, wenn die Tiere, geblendet vom Licht und durch hohe Geschwindigkeiten, mit nicht wahrgenommenen Hindernissen zusammenstoßen. Drosseln haben beispielsweise eine Fluggeschwindigkeit von 40 km/h, Watvögel zwischen 30 und 50 km/h, und Enten sogar bis 80 km/h (HÜPPOP 2009, S: 86).

Den Vogelflug beeinflussende Lichtquellen können sein: Leuchttürme, Windkraftanlagen, Bürohäuser, Flutlichter, Gewächshäuser, Schiffe oder Bohrinseln.

Bereits vor über 100 Jahren wurde das Phänomen des Vogelzuges in Kombination mit Fremdlicht beschrieben: GÄTHKE (1900) thematisierte dies mit Beobachtungen, die er an einem Leuchtturm auf Helgoland gemacht hatte in dem Buch „Die Vogelwarte von Helgoland“.



Abbildung 4: Desorientierte Vögel im Lichtkegel, "Tribute in Light" am 11. 12. 2004 (© John de Guzman)

Vögel nutzen Licht laut HERBERT (1970) als visuellen Bezug und würden bei Kunstlicht die Orientierung verlieren. VERHEJEN beschrieb 1985, dass der zunehmende Nutzen von künstlichem Licht des Nachts einen nachteiligen Effekt auf Vogelpopulationen habe. Dabei seien insbesondere diese betroffen, welche bei Nacht wandern (zum Beispiel Kraniche, Gänse und Limikolen.). Jährlich fliegen beispielsweise 60 Millionen Zugvögel über die Nordsee, das Licht der beleuchteten Öl- und Gasplattformen lenkt dabei circa 10 % der Vögel ab (HAUPT 2001). Insbesondere Großstädte mit ihren unzähligen Lichtquellen sind Fallen für Vögel. Hier fand bereits eine Anpassung der Prädatoren statt: in New York beobachtet man am hell erleuchteten Empire State Building Wander-

falken, die erschöpfte und dem Tod nahe Vögel erbeuteten (HÜPPOP 2009).

Dem 160 Meter hohen „Post-Tower“-Hochhaus in Bonn fielen laut Studien von HAUPT (2009) mehr als 1000 Vögel innerhalb von 13 Monaten zum Opfer. Betroffen waren 29 Arten - auch wenn nicht alle direkt starben, wurden viele verletzt und starben zeitverzögert.

Da der NP mit seiner naturräumlichen Ausstattung als Fadenkreuz vieler Wanderbewegungen von Zugvögeln dient, kann man dort zahlreiche Wasser- und Watvögel antreffen. Im Herbst finden bis zu 100.000 Saat- und Blässgänse, sowie rund 1.200 Kraniche und Singschwäne Rastplätze (HAASE & RYSLAVY 1998). Hinzu kommen weitere Enten- und Schnepfenvögel als Rastvögel, sowie Wiesenbrüter. Zum Beispiel Uferschnepfe, Wachtelkönig, Bekassine, Rotschenkel, großer Brachvogel und Kampfläufer. Viele von ihnen stehen auf der Roten Liste der bedrohten Tierarten Brandenburgs (siehe Anhang 2). Da viele der oben genannten Aussagen auf die Gilde

der Zugvögel zutreffen, kann man davon ausgehen, dass potenziell alle wandernden Arten im Naturpark von Lichtverschmutzung betroffen sind. Zudem existieren für einige Arten spezielle Beobachtungen. Das Ergebnis der Recherche ergab dabei Übereinstimmungen bei Kranichen und Uferschnepfen.

4.1.1.1 Lichtverschmutzung und Kraniche

Beobachtungen in Deutschland ergaben, dass Kraniche durch Lichtverschmutzung deutlich beeinträchtigt sind. So beschreibt KRAFT (1999), dass Tiere der Art von Lampen erleuchtete Flächen wie nasse Straßen oder Gewächshäuser für Wasserflächen halten und darauf landen. Offenbar sind sie von den Reflektionen irritiert. Ein eindrückliches Beispiel dafür schildert auch NETZ (2007): „Angelockt vom Flutlicht einer Burgruine setzten über der hessischen Kleinstadt Ulrichstein mehrere tausend Kraniche zur Landung an. Überall im Stadtgebiet gingen die Vögel nieder; landeten auf Straßen, Häusern und Garagen; prallten gegen Fenster, Autos und Lichtmasten. Vier Stunden lang hielten sie Polizei und Feuerwehr in Atem. [...] Erst nachdem die grellen Burglichter und die Lampen hell erleuchteter Straßenzüge gelöscht wurden, sammelten sich die Kraniche und stiegen wieder auf zu ihrem Flug ins Winterquartier.“

4.1.1.2 Lichtverschmutzung und Wiesenbrüter

Für Wiesenbrüter existiert eine systematische Untersuchung von DE MOLENAAR et al. (1997). Dieser führte eine Pionierstudie mit der Indikatorart für diese Gilde durch und dokumentierte den Bruterfolg der Uferschnepfe (*Limosa limosa*) an einem beleuchteten Straßenzug. Er schlussfolgerte, dass Straßenbeleuchtung einen kleinen, aber „statistisch nachweisbaren signifikant negativen“ Effekt auf die Habitatqualität und damit auf den Bruterfolg der Art habe (S. 129).

Abstand zu Lichtpunkten (m)	Anzahl der Nester pro Hektar Anteil der jährlichen Gesamtsumme		Relative Anzahl der Nester pro 100 m
	1998 (dunkel)	1999 (beleuchtet)	1998 : 1999
0 - 300	1,37	0,9	1 : 0,7
300 - 500	1,05	1,96	1 : 1,9
500 - 1000	0,7	0,75	1 : 1,1

Tabelle 1: Relative Anzahl lokalisierter Nester der Uferschnepfe pro Hektar (© DE MOLENAAR et al.)

Ort der Studie ist das Umfeld eines Straßenzuges gewesen, der in zwei aufeinanderfolgenden Jahren einmal vollständig unbeleuchtet und einmal beleuchtet war. Wie in der Tabelle 1 ersichtlich, nisteten die Uferschnepfen in dem Jahr, als die Straßenleuchten in Betrieb waren in einem größeren Abstand zu diesen, als im Vorjahr. Weiterhin stellte DE MOLENAAR et al. einen „negativen, aber kleinen Effekt“ auf den Brutzeitpunkt fest- die Vögel, welche näher an den Lichtquellen brüteten, begannen später, als ihre Artgenossen.

4.1.2 Klasse Insecta: Insekten und Lichtverschmutzung

Entscheidend für die Gefährdungen der Tiergruppe der Insekten ist die Intensität des Lichts, sowie die Wellenlänge. Bei klarem Wetter und ungünstigen Leuchtmitteln werden Individuen dabei aus bis zu 700 m Entfernung angezogen. Als Erklärung dafür dient, dass Insekten positiv phototaktisch fliegen- eine Navigationsmethode, mit der sie sich auch an Mond und Sternen orientieren können. Geraten sie dabei in den Bannkreis einer Leuchte, kommt es zu Blendwirkungen und Fehlnavigationen. Der UV- und der blau-grüne Bereich (300nm - 500nm) des Emissionsspektrums einer Lampe sind besonders ausschlaggebend. Man weiß, dass solche mit hohem UV-Anteil (wie zum Beispiel Quecksilberdampf-Hochdrucklampen) Insekten besonders stark anziehen. Je größer die Wellenlänge des Lichtes ist, desto geringer wirkt sich dies zum Beispiel negativ auf Nachtfalter aus (CLEVE 1964).

Im Naturpark sind sensible Arten der Macrolepidoptera kartiert worden: 717 Großschmetterlinge konnten nachgewiesen werden. 275 davon, also rund 38 % stehen auf der Roten Liste der BRD, der Roten Liste der Tiere des Landes Brandenburg, sowie der Bundesartenschutzverordnung (EICHSTÄDT 1993). „Bei den Schmetterlingen sind es etwa 80–90 % der Arten, die teilweise oder ausschließlich nachts fliegen.“, so NÄSSIG (2005). Sie stellen gleichzeitig auch die Ordnung innerhalb der Insekten dar, die am meisten in Bezug auf Lichtverschmutzung erforscht wurden. Schmetterlinge und Insekten generell besitzen hocho sensible, leistungsfähige Augen, mit denen sie verschiedene Wellenlängen wahrnehmen können, an Schwachlicht adaptieren können oder mit zusätzlichen Stirn- (Ocellen) die Grundhelligkeit zu messen imstande sind. Derart lichtsensibel ausgestattet ist es nicht verwunderlich, dass Insekten massenweise Leuchten ansteuern. Laut einer Studie von EISENBEIS und HASSEL (2000) liegt die durchschnittliche Individu-

enzahl, die durch eine Straßenlaterne in Deutschland zu Tode kommen, bei 150 pro Nacht. Dies hat Veränderungen der eigentlichen Tag-Nacht-Biologie der Tiere zur Folge, sowie Verletzungen durch Kollisionen, bis hin zum Tod.

4.1.3 Klasse Amphibia: Lichtverschmutzung und Amphibien

Nachtaktivität ist unter den Amphibien weit, jedoch unregelmäßig verteilt. Folgende Auflistung zeigt kartierte Froschlurche, Schwanzlurche und Schuppenkriechtiere, die im Umfeld des Gülper Sees im NP vorkommen, sowie ihre Aktivitätsschwerpunkte (JASCHKE ?, BERNS2009):

- Grasfrosch (*Rana temporaria*) : dämmerungs- und nachtaktiv
- Erdkröte (*Bufo bufo*) : dämmerungs- und nachtaktiv
- Kreuzkröte (*Bufo calamita*) : dämmerungs- und nachtaktiv
- Kammolch (*Triturus cristatus*) : vorwiegend dämmerungs- und nachtaktiv
- Seefrosch (*Rana ridibunda*) : tag- und nachtaktiv
- Wechselkröte (*Bufo viridis*) : vorwiegend nachtaktiv
- Zauneidechse (*Lacerta agilis*) : relativ tagaktiv
- Ringelnatter (*Natrix natrix*) : weitgehend tagaktiv
- Kreuzotter (*Vipera berus*) : tagaktiv
- Moorfrosch (*Rana arvalis*) : zur Fortpflanzungszeit tag- und nachtaktiv, sonst nachtaktiv
- Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) : zur Fortpflanzungszeit tag- und nachtaktiv, sonst nachtaktiv
- Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*) : zur Fortpflanzungszeit tag- und nachtaktiv, da nach vorwiegend tagaktiv
- Teichmolch (*Lissotriton vulgaris*) : in der aquatischen Phase (April bis August) tagaktiv, während der terrestrischen Phase vorzugsweise dämmerungs- und nachtaktiv

Mit ihrem Aktivitätsfokus auf die Nacht gerichtet, kann man auch diese und ähnliche Individuen in Bezug auf Lichtverschmutzung untersuchen. Bereits 1958 stellte VERHEJEN die Aussage auf, dass tag- und nachtaktive Froschlurche von Kunstlicht angezogen würden.

Viele sind abhängig von Tag-Nacht Rhythmen, um wichtige physiologische Prozesse zu synchronisieren (KUMAR 1997). In Bezug auf Amphibien existieren statt systematischen Beobachtungen eher Vermutungen über die exakten Auswirkungen des unnatürlichen Lichtes. PERRY & FISHER (2006) stellten die These auf, dass es zu „komplexen Interaktionen“ kommen würde. Zum Beispiel profitieren die Linsenaugen der Amphibien von jedem zusätzlichen Lichtstrahl, was die Aktivitätsperiode erhöhen müsste und die Nahrungsbeschaffung optimieren dürfte. PETREN &

CHASE (1996) veröffentlichten Beobachtungen von Hawaii, wo Geckos des Nachts Invertebraten jagten, die im Licht der Scheinwerfer flogen. Hier fand also eine Anpassung statt. Es ist aber auch denkbar, so die Autoren, dass die Beute bei mehr Licht besser ausweichen könnte, weswegen die Prädatoren gegebenenfalls sogar ihre Jagdaktivitäten einschränken könnten.

Zu bedenken ist, dass Froschlurche wie zum Beispiel die Erdkröte, extraretinale Lichtrezeptoren haben. Somit sind sie sensibel, selbst bei geschlossenen Augen (UNDERWOOD & MENAKER 1970).

Ähnlich dem menschlichen Lärmempfinden ist hier denkbar, dass ein abiotischer Reiz, dem man sich nicht entziehen kann, Stress auslöst.

Die Erdkröte fängt ihre Beute in Umgebungen (10^{-5} Lux), die den Konditionen des Sternenlichts entsprechen (LARSEN & PEDERSEN 1982). Ein Experiment von BAKER (1990) veranschaulicht, dass juvenile Erdkröten aus ihrem eigentlichen, dunkleren Habitat gelockt wurden: die Kröten sammelten sich unter Straßenlampen, wo sie Insekten fingen. BUCHANAN (2006) ergänzt, dass unter hellen Lampen mehr Kröten waren. Laborversuche mit Schreifröschen (*Rana clamitans*) und Waldfröschen (*Rana sylvatica*), Vertretern der Echten Frösche, hätten laut dem Autor auch die gerichtete Phototaxis der Tiere belegt. Dem Straßenverkehr ausgesetzt, laufen die Tiere Gefahr, überfahren zu werden.

BUCHANAN (2006) führte ein Gedankenexperiment durch: in Nähe zu aquatischen Ökosystemen habe die nächtliche Beleuchtung einen positiven Einfluss auf das Algenwachstum zufolge. Eine gesteigerte Primärproduktion bedeute höhere Überlebensraten der Kaulquappen und später intraspezifische Nahrungskonkurrenz um Insekten. Aber auch interspezifische Konkurrenzen zwischen beleuchteten und unbeleuchteten Habitaten seien denkbar. Was diese neuen Konditionen für Auswirkungen auf den Genpool oder die Populationsgröße hätten, sei dabei noch unklar.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Nachdem dargelegt wurde, dass einige Arten des NP potenziell gefährdet durch die zunehmende nächtliche Bestrahlung sind, ist anzumerken, dass nicht unbedingt eine akute überdurchschnittliche Gefahr der Individuen vor Ort besteht. Keine hellbeleuchteten Hochhäuser, überdimensionale Gewächshäuser oder „Megacities“ befinden sich im Untersuchungsgebiet. Im Gegenteil die Dunkelheit in den vielen ruralen Gebiete ohne jegliche Leuchten kommt den Ökosystemen des NP zugute. Mit einer Auszeichnung als Sternenpark würde der lichttechnischen Ausbau in jedem Fall kritisch begleitet werden, was eine Erhaltung der dunklen Zonen auch in Zukunft

verspricht. Vielmehr muss dies im Kontext betrachtet werden. Man könnte sagen, der Naturpark zeigt stellvertretend, dass es in vielen ökologisch wertvollen Gebieten lichtsensible Arten gibt. Zum Tragen kommt auch, dass viele Individuen mehrere Habitate beanspruchen. Markantes Beispiel hierfür ist die Gilde der Zugvögel: selbst, wenn im NP der Sternenhimmel für sie als Orientierung noch gut wahrnehmbar ist, kann dies an anderen Stellen des Vogelzuges nicht mehr der Fall sein. Als Folge dessen würden im NP weniger Rastvögel landen, da sie unterwegs zu Schaden gekommen wären. Inwieweit solche Überlegungen schon eingetreten sind, ist schwer nachzuweisen- fest steht jedoch, dass eine der Zielarten des NP, der Kranich, zu einer Art Wahrzeichen geworden ist. Sein Ausbleiben im Herbst würde auch die Einschränkung eines eindrucksvollen Naturschauspiels und das Fernbleiben vieler Besucher bedeuten.

Inwiefern für den globalen Artenrückgang vor allem bei Amphibien (STUART et al. 2004) aber auch Großschmetterlingen (HEATH 1974) neben Faktoren wie Intensivierung der Landwirtschaft, Zunahme der Umweltgifte und weiteren Einflüssen auch die zunehmende Kontaminierung von Landschaften mit Licht verantwortlich ist, kann nur hypothetisch beantwortet werden. Was passiert, wenn die „genetischen Flaschenhälse“ durch mehr Licht am falschen Platz zur falschen Zeit verstärkt werden? Wenn Tiere durch die Fehlbeleuchtung in die Irre geleitet werden und es zu einer Evolutionsfalle kommt? Wie wirkt sich die Veränderung der Lebensräume auf die Biodiversität aus? Durch den Ausfall vieler Schlüsselarten, Bestäuber oder Funktionsträger in der Nahrungskette sind komplexe, sich nachteilig auswirkende Folgen möglich. Es lässt sich zusammenfassen, dass Beeinträchtigungen der Fauna durch Licht auf verschiedenen Ebenen stattfinden können: das individuelle Tier kann unter Schaden leiden, seltene Arten ganze Populationen, sowie Biozönosen. Hinzu kommen Summeneffekte und langfristige Effekte. Summeneffekte treten dort auf, wo Landschaften bereits zersiedelt sind, die Habitatansprüche der Arten nur knapp erfüllt werden können, beziehungsweise die Lebensraumstrukturen stark verarmt sind. Populationen und Arten stehen dann durch eine hinzukommende Beeinträchtigung durch Lichtverschmutzung zusätzlich unter Stress. Dieser Gefahr wird in der Praxis oft nicht genug Rechnung getragen. Die Ausweisung des NP als Sternenhimmel würde diesen Argumenten gegenüber ein positives Zeichen für den Artenschutz setzen.

Tipps zum Umsetzen in die Praxis

- Neuinstallationen kritisch begleiten
- Niedriger Beleuchtungsgrad verträglich mit Sicherheit im Straßenverkehr
- Optimale und artenfreundliche Beleuchtungsmittel wählen:
Natriumdampf- Niederdrucklampen, weniger Rotanteile für vogelzugrelevante Gegenden (Beispielkooperation an Ölplattform Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) und Philips (BOER & KELSO 2007))
- Kritische Effektdistanzen heranziehen, Konfliktanalysen durchführen
- blinkendes statt dauerhaft installiertes Licht wirkt sich positiv auf die Avifauna aus (HÜPOPP 2006)
- Eingriffe in ökologisch sensible Gebiete laut § 19 des BUNDESNATURSCHUTZGESETZES verhindern
- Verträglichkeitsprüfungen durchführen (§ 14 BNATSCHG)
- Monitoring durchführen, mehr systematische Untersuchungen

5 DIE BELEUCHTUNGSSITUATION IM NATURPARK

5.1 Kartierung der Straßenleuchten

Zur Beurteilung der öffentlichen Beleuchtung in Teilen des Naturpark Westhavelland wurde eine Kartierung der Straßenleuchten in den Dörfern rund um den Gülper See des Amtes Rhinow durchgeführt. Die insgesamt 515 kartierten Leuchten lassen sich unterschiedlich gliedern. Zum einen wurden zwei verschiedene Leuchtmittel installiert: Natriumdampf-Hochdrucklampen (NA) und Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (HQL). Zum anderen ist die Verteilung der Art der Leuchten sehr variabel. Sie lassen sich in 21 verschiedene Typen unterscheiden. Eine zusammenfassende tabellarische Darstellung derer findet sich auf den folgenden Seiten. Die GIS-basierten Karten mit den Standpunkten der Leuchten ist im Anhang zu finden.

Die Leuchten sind geordnet nach der Anzahl ihres Vorkommens, der Upward Light Ratio beschreibt das emittierende Licht oberhalb der Lampenhorizontalen.



Abbildung 5: Leuchte Nr. 1

Anzahl	82
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Leuchte „Village“ ULR = 19 % (Drewes 2010) nach oben strahlendes Licht ungenügend abgeschirmt



Abbildung 6: Leuchte Nr. 2

Anzahl	81
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Leuchte „Hellux 036“ ULR = 0% (HOHENSEE 2010) nach oben strahlendes Licht gut abgeschirmt



Abbildung 7: Leuchte Nr. 3

Anzahl	56
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Leuchte „Alpha“ ULR = 5,5 % (HAISCH 2010) nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 8: Leuchte Nr. 4

Anzahl	50
Leuchtmittel	HQL 125
Bemerkungen	Nach oben strahlende Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 9: Leuchte Nr. 5

Anzahl	44
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	ULR = 10-15 % (HOHENSEE 2010) nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 10: Leuchte Nr. 6

Anzahl	44
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht ungenügend abgeschirmt



Abbildung 11: Leuchte Nr. 7

Anzahl	40
Leuchtmittel	HQL 125 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt durch exakt horizontale Montage verbesserbar



Abbildung 12: Leuchte Nr. 8

Anzahl	24
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 13: Leuchte Nr. 9

Anzahl	22
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt nachts jede zweite der Leuchten abgeschaltet



Abbildung 14: Leuchte Nr. 10

Anzahl	22
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht gut abgeschirmt, wenn exakt horizontal montiert



Abbildung 15: Leuchte Nr. 11

Anzahl	9
Leuchtmittel	HQL 125 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 16: Leuchte Nr. 12

Anzahl	8
Leuchtmittel	HQL 125
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht gut abgeschirmt, wenn exakt horizontal montiert



Abbildung 17: Leuchte Nr. 13

Anzahl	8
Leuchtmittel	HQL 125 Watt
Bemerkungen	ULR = 24 % (HÄNEL 2010) nach oben strahlendes Licht ungenügend abgeschirmt



Abbildung 18: Leuchte Nr. 14

Anzahl	4
Leuchtmittel	HQL 125 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht ungenügend abgeschirmt



Abbildung 19: Leuchte Nr. 15

Anzahl	4
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht ungenügend abgeschirmt



Abbildung 20: Leuchte Nr. 16

Anzahl	4
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 21: Leuchte Nr. 17

Anzahl	4
Leuchtmittel	HQL 125
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 22: Leuchte Nr. 18

Anzahl	3
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 23: Leuchte Nr. 19

Anzahl	3
Leuchtmittel	HQL 125
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 24: Leuchte Nr. 20

Anzahl	2
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	Nach oben strahlendes Licht mäßig abgeschirmt



Abbildung 25: Leuchte Nr. 21

Anzahl	1
Leuchtmittel	NA 70 Watt
Bemerkungen	ULR = 3 % (HÄNEL 2010) nach oben strahlendes Licht gut abgeschirmt Lichtlenkung durch Spiegelung

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Anhand der vorgestellten Kenndaten der Straßenleuchten ist möglich, diese hinsichtlich Energieeffizienz, ökologischer Eignung und Abstrahlung zu beurteilen (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009).

Lampentyp	Leistung (in W)	Lichtstrom (in Lumen)	Lichtausbeute (in Lumen/Watt)	Mittlere Lebensdauer (in Stunden)	Anzahl im UG
Natriumdampf-Hochdrucklampe	70	5.600	80	28.000	389
Quecksilberdampf-Hochdrucklampe	125	6.800	54	15.000	126

Tabelle 2: Kenndaten der vorkommenden Lampentypen im NP

5.2.1 Vergleich der Leuchtmittel

5.2.1.1 Energieeffizienz

Aus den Werten von Tabelle 2 lässt sich entnehmen, dass Natriumdampf-Hochdrucklampen effizienter sind, als Quecksilberdampf-Hochdrucklampen. Konkret haben sie eine mehr als 1,8 mal längere Lebensdauer. Während dieser Zeit verbrauchen sie 87,5 % weniger Strom.

Zwar erscheinen die mit Quecksilberdampf betriebenen Lampen dem menschlichen Auge heller. Der Wirkungsgrad (Lichtausbeute) der Natriumdampf Lampe ist jedoch um 43,2 % höher.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wahl des richtigen Leuchtmittels Strom und Gelder spart. Weiterhin werden durch Einsparungen weniger CO₂ Äquivalente verbraucht.

Im Rahmen der ÖKODESIGN RICHTLINIE (EG 245/2009), die Forderungen an die „umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte“ stellt, ist es ab April 2015 verboten, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen in den Verkehr zu bringen. Damit ist auch von politischer Seite ein Zeichen gegen ineffektive Beleuchtungsmittel gesetzt worden. Im Untersuchungsgebiet sind 24,47 % der Leuchten mit Lampen vom Typ der Quecksilberdampf-Hochdruckdruck ausgestattet.

5.2.1.2 Ökologische Eignung

Aus entomologischen Gesichtspunkten ist als Leuchtmittel stets eine mit Natriumdampf-Hochdruck betriebene Lampe dem Quecksilberdampf- Pendant vorzuziehen. Dies lässt sich aus dem Emissionsspektrum ableiten, welches beide Lampen aufweisen.

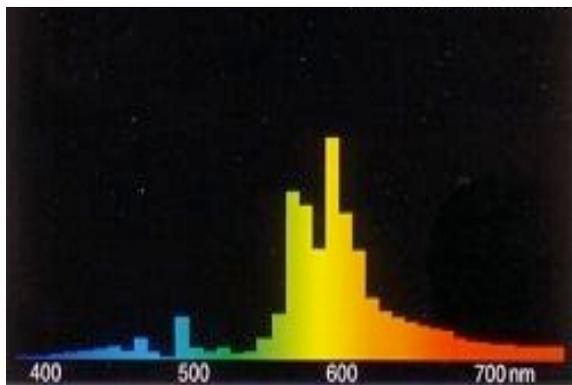


Abbildung 27: Spektrum einer Natriumdampf-Hochdruckdampf Lampe (© Radium)

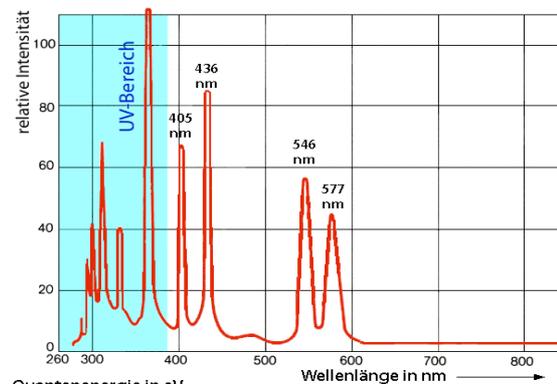


Abbildung 26: Spektrum einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe (©ERCO)

Denn wie in der Abbildung ersichtlich, hat jene der Quecksilberdampf-Hochdrucklampen hat eine starke Abstrahlung im Wellenlängenbereich der Ultravioletten Strahlung (<400 nm), sowie im Bereich zwischen 400 und 450 nm. Die Aussage von EISENBEIS (2002) komplettiert die Argumentation:

„So verfügen Insekten häufig über sensibilisierende Proteine in ihren Augen, wodurch sich ihre Empfindlichkeit für UV-Licht im Wellenlängenbereich zwischen 300 und 400

nm erhöht, doch auch der blau-grüne Bereich zwischen 400 und 450 nm hat vermutlich noch große Bedeutung für ihre Anlockung“.

Laut Versuchen EISENBEIS' (2006, S. 67) wurde eine Quecksilberdampf-Hochdrucklampe von 2,33 mal mehr Insekten angefliegen, als eine Natriumdampf-Hochdrucklampe. Somit sind letztere, welche in geringer Intensität hauptsächlich im Wellenlängenbereich um 600 nm emittieren, wesentlich insektenfreundlicher.

Im Hinblick auf verschiedene Gilden ist weiterhin bekannt, dass Vögel vor allem von Rottönen des Lichtspektrums angezogen werden (HÜPPOP 2009). Blau- und Grüntöne lassen sie im Gegensatz zu Insekten eher unbeeinflusst. Die geringen Emissionen im Bereich um 700 nm der Natriumdampf-Hochdrucklampen dürften aber schätzungsweise kaum einen markanten negativen Einfluss auf die Avifauna haben.

5.2.1.3 Abstrahlung

Lampen sind im Sternenpark dann als geeignet einzustufen, wenn sie nur die Bereiche erhellen, die auch tatsächlich gebraucht werden. Bei Straßenlampen ist das der Gehweg und die Fahrbahn. Eine gute Lichtlenkung wird erreicht durch den Bau der Leuchte und des Gehäuses, mit Spiegelung und durch Reflektoren. Kugelleuchten ohne Gehäuse tragen somit zum Beispiel mehr zur Lichtverschmutzung bei, als eine horizontal montierte Kofferleuchte mit Spiegelsystemen (Grafik ganz linkes und ganz rechtes Bild).

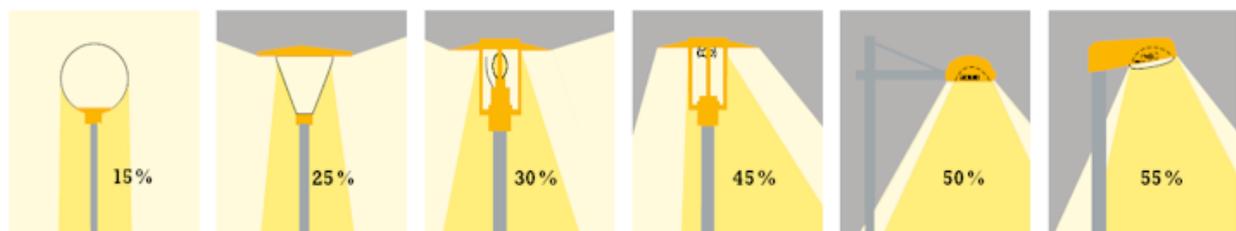


Abbildung 28: Nutzbarer Anteil des Lichts verschiedener Leuchtentypen (© S.A.F.E.)

Eine Messgröße für ungenutzt abgestrahltes Licht ist der Upward Light Ratio. Er beschreibt, wieviel Prozent des Lichtes im gedachten Halbkreis oberhalb der Lampe in die Atmosphäre gelangen. Optimalerweise sollte dieser Wert Null betragen. So wird es auch in den Kriterien für Dark-Sky Parks (LUGINBUHL et al. 2006) beschrieben. Die europäische ÖKODESIGN RICHTLINIE (EG 245/2009) fordert, dass „in Gebieten, in denen die Lichtverschmutzung besorgniserregende Ausmaße annimmt, [...] unabhängig von der Beleuchtungskategorie und der Lichtleistung höchstens

1 % des Lichts oberhalb der Horizontalen abgestrahlt“ wird (L 76/43). Eine Abschirmung des Lichtes verringert dessen Fremdeinwirkung in die Landschaft und kommt damit der Fauna und Anwohnern, deren Schlafzimmerfenster sich im Lichtkegel der Straßenleuchten befindet, zugute.

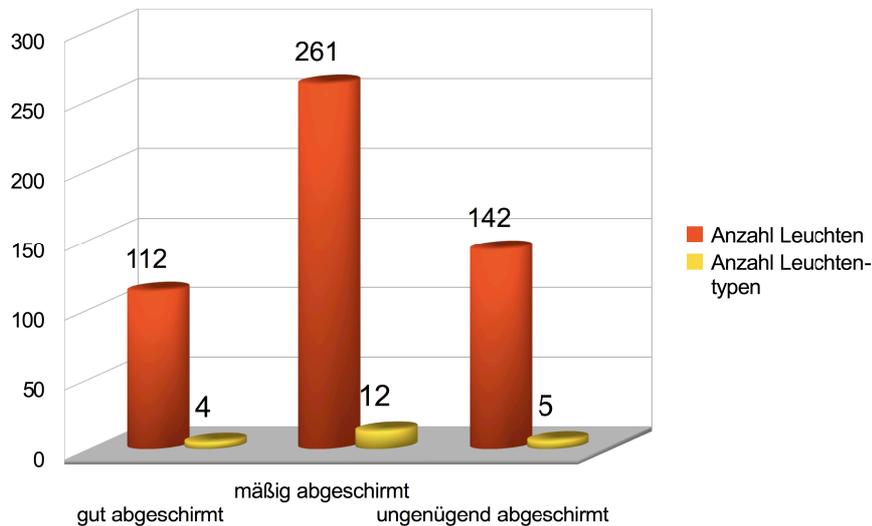


Abbildung 29: Übersicht der kartierten Leuchten, Klassifikation Abstrahlung

Die dargestellten Leuchten des Naturpark Westhavelland entsprechen nur zu 21,75 % den anstrebenswerten Verhältnissen der Klassifizierung „gut abgeschirmt“ und somit dem Prädikat: sternenparktauglich.

5.2.2 Neuinstallation und Umrüstung als Alternativen?

Um Straßenbeleuchtung so zu gestalten, dass sie den Zielen von Naturschutz und Astronomie entspricht, gibt es die Möglichkeit die Leuchten direkt, sowie ihr Management und die Betriebsweise zu verändern. Für eine direkte Umgestaltung der Leuchten muss geklärt werden, ob es sich lohnt, nur die Lampen umzurüsten (passen Leuchtmittel und Vorinstallation zusammen? Alter der Leuchten?) oder ob eine Neuinstallation getätigt werden soll.

Berechnung für eine Umrüstung der Leuchtmittel von 126 Quecksilberdampf- Hochdrucklampen zu Natriumdampf-Hochdrucklampen (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009):

Lampeninvestition:	40,70 € pro Stück (ohne Mwst.)
	40,70 € x 126 = 5128,20 €
technische Umrüstungskosten:	113 € pro Leuchte
	113 € x 126 = 14.238 €
	→ 5128,20 € + 14.238 € = 19.366, 20 €

Aus dem unterschiedlichen Energieverbrauch der beiden Lampen lassen sich Einsparungen pro Jahr bestimmen. Angenommen ist ein Preis von 0,12 € / kWh (genaue Berechnung Anhang 3) :

Energiebezug von 126 Quecksilberdampf-Hochdrucklampe (pro Jahr):	72500,40 kWh
→ Kosten pro Jahr	8700,05 €
Energiebezug Natriumdampf-Hochdrucklampe (pro Jahr) :	43394,40 kWh
→ Kosten pro Jahr	5207,33 €

Durch die Installation von Natriumdampf-Hochdrucklampen spart man 3492,72 € Jahr.

Nach etwas über sieben Jahren haben sich die Kosten für die Umrüstung amortisiert.

Berechnung der von der Gemeinde in Erwägung gezogenen Neuinstallation der Straßenleuchten der Werner Seelenbinder Straße in Rhinow

Ist-Situation: sechsmal Leuchte Nummer 12 (siehe Abbildung 16), HQL 125 Watt

viermal Leuchte Nummer 17 (siehe Abbildung 21), HQL, 125 Watt

Soll-Situation: zehn Natriumdampf-Hochdrucklampen, die gut abgeschirmt sind (möglichst ULR=0)

Pauschale Kostenkalkulation der Firma Semperlux AG (ANONYMUS 2010):

Demontage der Altanlage

5.000 €

Installation von zehn Leuchten des Modells „Stradex“

10.000 € (ohne MWst)

Laut IDA (2010) verhilft der Einsatz von planen Gläsern statt gewölbten bei den von der Organisation zertifizierten Dark-Sky Leuchten zu einem besseren ULR Wert. Nach Aussagen von HÄNEL (2010) sollte fachmännisch geprüft werden, ob man den großen Anteil der Leuchten im Naturpark dementsprechend nachbearbeiten kann. Man kann auch durch Lichtmanagement Wirkung erzielen. Dunkelheitsschonender und energiesparender ist es beispielsweise, wenn zu man veranlasst, jede zweite oder alle Leuchten für eine definierte Zeit nachts auszuschalten. Die Gemeinden Lemgo und Groß Pankow erproben derzeit ein Modell, bei dem Licht genau dann gezielt verfügbar ist, wenn es gebraucht wird. Aktiviert wird die bedarfsorientierte Straßenbeleuchtung hierbei per Handy durch die Bürger (WENDT 2009). Auch die Betriebsweise der Leuchten ist steuerbar: wird eine Reduzierungsschaltung installiert, kann man -gleich einer Dimmfunktion- die Beleuchtungsstärke herunter regeln. Werden zwei Lampen pro Leuchte installiert, so kann man eine während der Nacht ausschalten. 50 % weniger Licht bedeutet 50 % weniger eingesetzte Energie (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009).

Größere Umrüstungen und Neuinstallationen gehen mit einer hohen Investitionssumme einher. Durch sogenanntes „Contracting“ bietet sich die Möglichkeit, mit niedriger Eigenbeteiligung Straßenbeleuchtung zu modernisieren. Partner wären beispielsweise eine Gemeinde und eine Bank. Die Vorfinanzierung übernimmt hierbei der Contractor, welcher durch die gewonnenen Einsparungen im Nachhinein sein Investitionsvolumen abdeckt (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009).

6 STERNENPARK UND TOURISMUS

6.1 Erleben des Nachthimmels

Das BRANDENBURGER NATURSCHUTZGESETZ weist den Naturparks eine besondere Eignung zur „naturverträglichen Erholung“ zu und definiert diese als vorgesehene Räume für „Erholung und Fremdenverkehr“ (§ 26). Der Naturpark Westhavelland ist somit eine touristische Destination – also ein Gebiet, was von Besuchern als Reiseziel ausgewählt werden kann. Wenn der Naturpark Westhavelland die Auszeichnung zum Sternenpark erlangt, wäre dies eine Kombination, die es in Deutschland zum ersten Mal geben würde. Erste Überlegungen zu dieser viel versprechenden Verflechtung sollen die folgenden Abschnitte liefern.

Von Astronomen und Sternenliebhabern ist schon längst beobachtet worden, dass durch die Aufhellung der Nacht Himmelsbeobachtungen erschwert oder unmöglich werden. Sternwarten in Ballungsräumen mussten geschlossen werden und selbst Laien dürfte auffallen, dass durch die Lichtglocken der Städte nur noch Flugzeuge als „Himmelsobjekte“ markant scheinen – von Sternbildern, der Milchstraße oder Planeten und Ähnlichem aber selten ein Schimmer zu sehen ist. Laut Zählungen liegt in Ballungsgebieten die Zahl der Sterne, die man mit bloßem Auge heutzutage sehen kann, zwischen 200 und 500. Früher betrug sie ohne den Einfluss des künstlichen Lichtes das Fünffache dessen (LONGCORE & RICH, 2006).

Auf der anderen Seite versuchen zahlreiche Initiativen mit öffentlichkeitswirksamen Ereignissen Zeichen gegen die Ausbreitung des Kunstlichtes zu setzen. International wurde das Jahr 2009 zum „Astronomiejahr“ gekürt. Mehr als 40.000 Veranstaltungen informierten mehr als zwei Millionen Besucher über die aktuellen Belange des Himmels (ASTROPHYSIKALISCHES INSTITUT POTSDAM 2009). So schaltete beispielsweise die Stadt Jena am 24. Oktober einen Großteil der öffentlichen

Beleuchtung für mehrere Stunden aus. Eine globale Initiative trägt den Namen EARTH HOUR (2010). Sie will Menschen und Institutionen dazu bewegen, jedes Jahr an einem definierten Tag für 60 Minuten die Lichter auszuschalten. Im Jahr 2010 konnte am 27. März ein Rekord aufgestellt werden: 128 Länder und Territorien beteiligten sich an der Aktion. Was ursprünglich zum Schutz des Klimas initiiert worden ist, entwickelt sich nun auch zu einer Kampagne gegen Lichtverschmutzung. Die genannten und zahlreichen weiteren Aktionen, sowie Initiativen be-



Abbildung 30: Vergleichende Aufnahmen vor und während der Initiative zu globalen Lichtausschalten (© www.earthhour.org)

weisen, dass dieses Thema Menschen bewegt und fasziniert. Damit sind gute Voraussetzungen gegeben, um den Erhalt des Nachthimmels touristisch zu thematisieren. Den bestehenden Schutzgebietstourismus stellt dies vor neue Herausforderungen. Erstmals steht ein deutsches Großschutzgebiet davor, öffentlich als eines der dunkelsten Gebiete Mitteleuropas ausgelobt zu werden. Im Urlaub Sterne beobachten und den Nachthimmel

erleben- eine ganz neue Reiseerfahrung. Der Berater für Politik und Wirtschaft OPASCHOWSKI (2001) prognostiziert, dass die Natur im 21. Jahrhundert zum Event werde: „'Natur pur', also intensives Naturerleben in unberührter Landschaft, stellt den bedeutendsten Urlaubswunsch für die Zukunft dar“. Um diesen Trend zu nutzen ist eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Tourismus gefragt.

6.2 Akteure rund um den Sternepark im Westhavelland

Bei der Etablierung eines Sterneparks im Naturpark Westhavelland ist das Wirken zahlreicher Akteure nötig (Abbildung 31). Zum Einen sollten konzeptionell Werte und Wissen zu vielen Facetten des Themas zusammengetragen werden. Hierbei kommt Wissenschaftlern, bestehenden Dunkelreservaten und anderen Informationsträgern eine besondere Rolle zu. Regionale Tourismusverbände tragen die Hauptverantwortung der Vermarktung des Konzeptes durch attraktive Angebote. Bei allen Prozessen steht die Naturparkverwaltung als koordinierende Stelle im Mittelpunkt. Um eine positive Akzeptanz zu erreichen, bietet es sich an, die Bevölkerung im Umfeld partizipativ teilhaben zu lassen. Wie das Projekt aufgenommen wird, hängt letztendlich

auch von den Gästen ab. Sie bestätigen den Grad des Erfolges und dienen als „Boten“ für die Idee des Sternenparks, indem sie ihre Erlebnisse mit anderen teilen.

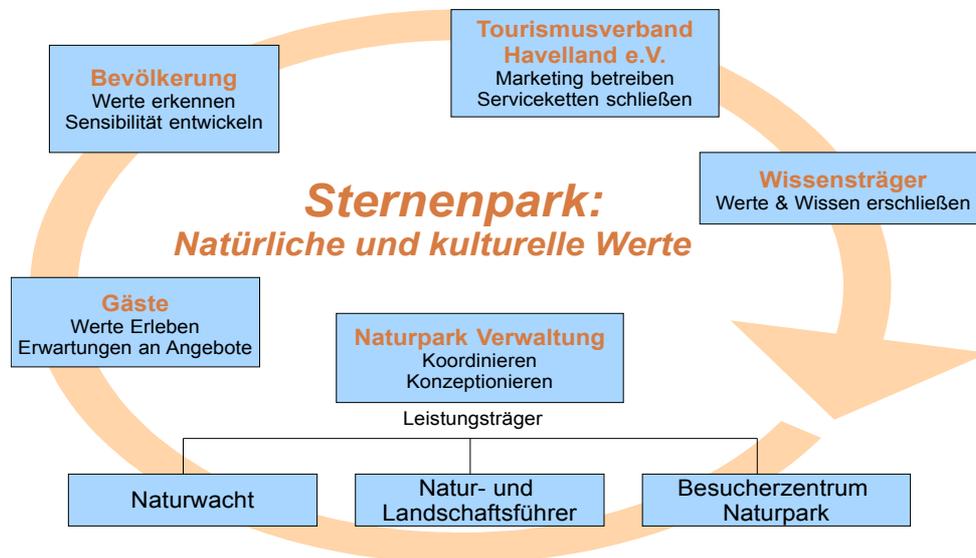


Abbildung 31: Akteure im Sternenpark Westhavelland (eigene Darstellung nach SIEGRIST, D. & STREMLow, M. 2010)

Durch die Vernetzung aller Akteure nach besten Möglichkeiten bietet sich durch den Sternenpark eine Chance für die Region. Durch eine Imagebildung und zunehmende Besucherzahlen steigert sich die Attraktivität der Gegend. Dies spiegelt sich optimalerweise in höheren Einnahmen für die Region wider.

6.3 Markenbildung und Destinationsmarketing

Im Gegensatz zum Konzept eines Freizeit- oder Tierparks stehen bei einem Sternenpark keine Geräte, Installationen oder Tiere im Mittelpunkt. Stattdessen ist das „Ausstellungsobjekt“ der pure, naturgegebene Nachthimmel. Eigentlich etwas, wovon jeder Menschen glaubt, dass es ihm

Entwicklung eines Markenkonzeptes	
1. Strategie entwickeln, Vision, Mission (nach innen)	
2. Abgrenzung des Vermarktungsraumes, der Destination	
3. Marke und Markenstrategie entwickeln	
4. Angebote auf den Markt bringen durch die fünf <i>Marketinginstrumente</i> :	
• Produktpolitik	(Auswahl & Weiterentwicklung eines Produktes)
• Preispolitik	(Anreize setzen durch Preisgestaltung)
• Distributionspolitik	(Maßnahmen zur Verteilung der Leistungen)
• Kommunikationspolitik	(Gestaltung aller Informationen nach außen)
• Kundenbindungspolitik	(Gästebedürfnisse verstehen, Vertrauen schaffen)
5. Qualitätssicherung und Erfolgskontrollen durchführen	

Abbildung 32: Fünf Schritte eines Markenkonzeptes (eigene Darstellung nach Ast 2009)

vertraut ist. Die Kunst einer guten Vermarktung besteht nun darin, die besondere Qualität des Nachthimmels im Westhavelland zu betonen und sie mit Angeboten zu beleben. Es bietet sich an, anhand der fünf vorgestellten Schritte vorzugehen, wenn man den Sternenpark Westhavelland als touristische Destination etablieren möchte.

6.3.1 Strategie entwickeln für den Thementourismus

Bei der Entwicklung eines Konzepts und eine Strategie „Sternenpark im Naturpark“ ist es förderlich, wenn die beteiligten Akteure auf ein gemeinsames Leitbild entwickeln. Dabei gilt: Je klarer die Ziele, Vorstellungen und Erfordernisse zwischen den Beteiligten kommuniziert werden, desto eindeutiger lassen sich diese in späteren Prozessen nach außen tragen. Wichtig scheint, die Schnittstellen zwischen Naturschutz und Tourismus zu finden, zu entwickeln und zu festigen. Um den Prozess in Gang zu setzen ist es notwendig, eine *Projektgruppe Sternenpark* zu gründen, die durch regelmäßige Treffen und Partizipation von Vertretern aller Akteursgruppen Ergebnisse erzielt.

Den Nachthimmel und die Nacht erleben: Verknüpfen kann man dies mit den verschiedensten Inhalten. Denkbar wären da: Himmelsobjekte kennenlernen, Auswirkungen der Dunkelheit auf ökologische Belange, Gesundheitliche Aspekte von zu viel Licht, technische Möglichkeiten effektiverer Beleuchtung und vieles mehr. Zusammenfassen lässt sich, dass es sich hierbei um Thementourismus handelt (SCHWARK 2000). Im Zentrum steht das Thema: Faszination und Besonderheit eines natürlichen Nachthimmels.

SCHWARK beschreibt Faktoren für die Umsetzung eines Themas im Tourismus. Demnach ist ein

<i>Grundsätzliches</i>	<i>Anlässe</i>
Allgemeiner Bekanntheitsgrad des Themas	interdisziplinäre Bedeutung
Größe der relevanten Zielgruppe	Aktuelle Bezüge und Zeitgeist
Touristisches Umfeld und Dienstleister	zeitliche Abstände zu den Ereignissen (z.B. Jubiläen)

Abbildung 33: Faktoren für den Thementourismus (© SCHWARK 2010)

räumlicher Bezug (Dienstleistungsumfeld) und ein zeitlicher Kontext (an welche Ereignisse kann man thematisch anknüpfen?) determinierend für die Verwirklichung des Themas. Es ergibt sich folgende Ausgangssituation: Auf der einen Seite ist ein vermarktungsfähiges Angebot vorhanden, mit

der besonderen Qualität des Nachthimmels. Auf der anderen Seite stehen potenzielle Gäste, die den Park noch nicht besucht und den besonderen Nachthimmel noch nicht „konsumiert“ haben. Die Frage lautet also: Wie vermittelt man am Besten zielgruppengerecht zwischen diesen beiden Seiten und unter Berücksichtigung der ökologischen, kulturhistorischen, landschaftlichen und moralischen Bedeutung des Themas?

6.3.2 Abgrenzung des Vermarktungsraumes

Das räumliche Vermarktungsgebiet ist abhängig von dem letztendlich ausgewiesenen Gebiet des Sternenparks, entspricht dem aber nicht komplett. Egal, welche Größe das zukünftige Dunkelreservat hat, vermarktet werden sollte über dessen Grenzen hinaus, um Menschen zum Besuch zu bewegen. Zu überlegen ist: will man regional, landesweit oder bundesweit Besucher werben? Definiert werden sollte parallel auch der Raum, den man vermarkten will. Dieser hängt zum Einen von landschaftlichen und soziokulturellen Gegebenheiten, kulturhistorischen Faktoren und der allgemeinen und touristischen Infrastruktur ab. Den Standortfaktoren sozusagen. Zum Anderen definiert das subjektive Empfinden der Besucher die räumliche Ausdehnung der Destination (LUFT 2007). Es dürfte sich nach einiger Zeit herauskristalisieren, welcher Raum als Destination empfunden wird: Ist es der Sternenpark mit seinem direkten Umfeld? Oder das weiträumigere Umfeld des Westhavellandes?

Berücksichtigt werden sollte die Tatsache, dass Gäste einen Aktionsradius von 50 Kilometern während ihres Aufenthaltes haben (LUFT 2007). Der Standort, an dem touristische Bedürfnisse befriedigt werden und an dem es eine entsprechende touristische Infrastruktur gibt (Mobilität, Verpflegung, Übernachtung, Erlebnisangebote), wird allgemein als Tourismusstandort akzeptiert.

6.3.3 Marke und Markenstrategie entwickeln

Klar scheint, dass mithilfe einer Marke die Wiedererkennung eines Produktes, einer Dienstleistung oder Gegend erhöht wird. Unterstützt wird dies durch die Einbindung eines Logos und Slogans. Logos bestehender Sternenparks geben ein Beispiel dafür:



Abbildung 35: Logo des Zselici Csillagoségbolt-Park in Ungarn
(© Kolláth Zoltán)



Abbildung 34: Logo des Galloway Forest Dark Sky Park in Schottland
(© Crown Copyright)

AST formuliert in der Abschlussarbeit zum Thema „Destination Branding“ (2009 S. 88), dass „nur gut organisierte Schutzgebietsregionen mit Destination- und Markencharakter den Anforderungen an ein effizientes und anspruchsvolles Besuchermanagement gewachsen sein werden“. Beim Prozess der Markenbildung sollte eines besonders kommuniziert werden: die Unique Selling Proposition (USP), sozusagen das Alleinstellungsmerkmal des Sternenparkes. Denn bisher kann kein Gebiet in Deutschland mit der Einzigartigkeit eines „zertifizierten Nachthimmels“ aufwarten. Zur Markenstrategie gehört weiterhin die Bestimmung von Zielgruppen. Auf diese können dann bestimmte Angebote abgestimmt werden. Innerhalb der Netzwerke von Astronomen und Sternenliebhabern würde die Destination Sternenpark mit Sicherheit schnell kommuniziert werden. Weiterhin sollte man auch das Interesse eines anderen Klientel zu wecken versuchen. Für UNESCO Weltkulturerbegebiete in der Schweiz gelten „Familien mit Kindern und über 50-Jährige“ als „Hauptinteressenten“ (SIEGRIST 2009, 107). Inwiefern dies auch für den Naturpark Westhavelland zutrifft, bedarf genauerer Überlegungen.

Touristen wählen nicht nur einzelne Angebotskomponenten- in der Regel wird das ganze touristische Angebot als „Leistungsbündel“ wahrgenommen (LUFT 2007). Demnach eignet es sich gut, sich durch einzelne „Kernangebote“ im Wettbewerb hervorzuheben. Also wiederholbare Ereignisse, die charakteristisch für den Sternenpark werden. Dies könnten zum Beispiel Führungen, Beobachtungen und Exkursionen im Sinne des klassischen Schutzgebietstourismus sein. Aber auch Konzerte oder Lesungen unter dem Sternenhimmel sind denkbar. Im Vordergrund sollte eine starke Erlebnisorientierung stehen. Dazu ist es wichtig, passende Leistungsträger auszusuchen und abzustimmen.

6.3.4 Angebote auf den Markt bringen

Marketing wird üblicherweise anhand der vier Marketinginstrumente betrieben (Abbildung 32). Da es sich bei dem hier vorgestellten Fall nicht um ein klassisches Produktmarketing handelt, müssen diese um die Kundenbindungspolitik ergänzt werden (AST 2009). Deren gerichtete Aktionen haben das Ziel, Besucher direkt einzubeziehen und sie zum Wiederkehren anzuregen. Bei der Vermarktung des Sternenparks sollte trotz klassischer Mechanismen auf die individuellen Grundvoraussetzungen und Gegebenheiten geachtet werden. So sollte die Landschaft inhaltlich aufbereitet werden, in welcher der Sternenpark bestünde. Hierbei ist zu überlegen, inwiefern das bisherige Marketing für den Naturpark genutzt oder verändert und ergänzt werden

kann. Klar scheint, dass Hauptthemen herausgearbeitet werden sollten, so wie für den Naturpark zum Beispiel die Rast der Kraniche ausgewählt wurde. Dazu ist auch zu empfehlen, das Thema Sternenhimmel und Lichtverschmutzung in das bestehende Ausstellungskonzept des Besucherzentrums zu integrieren.

Werden die Leistungsträger aktiv ist es wichtig, in der Werbung (Kommunikationspolitik) die Unique Selling Proposition klar zu betonen. Anzuraten ist eine Kommunikation, die allen Zielgruppen gerecht wird, auch vor Ort. Hierzu ist es unterstützend, auch direkt mit den Besuchern zu interagieren, um Nähe zu schaffen.

Bei der Vermarktung ist die Nähe zu Berlin eine große Chance. In der Großstadt kann man sich kaum mit den Belangen des Himmels beschäftigen, da er schlicht und ergreifend kaum richtig wahrnehmbar ist. Würde man bei Stadtbewohnern gezielt das Bedürfnis nach Dunkelheit wecken, wären die entsprechenden Angebote eine angebrachte Ergänzung der Kultur Umweltbildung des Berliner Umlandes.

6.3.5 Qualitätssicherung und Erfolgskontrollen durchführen

Nach definierten Zeitabständen sollte überprüft werden, ob man den eigenen und fremden Anforderungen gerecht werden konnte und ob das Konzept wie gewünscht umgesetzt wurde. Die Akteure können selbst Evaluierungen durchführen oder Externe zu Rate ziehen.

Anhand der Ergebnisse kann die Qualität der Prozesse erhalten oder verbessert werden.

Im Zuge dessen ist es auch wichtig, Weiterbildungsmöglichkeiten zu erschaffen und stets aktuell zu bleiben.

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Laut AST (2009) sind Marken im Schutzgebietstourismus unerlässlich. Was sich auf die klassischen Großschutzgebiete bezieht, gilt für die Neuetablierung eines „Himmelstourismus“ erst recht. Denn durch erkennbare, interessante Argumente lassen sich Menschen zu Besuchen ins Westhavelland bewegen, die letztendlich als Referenzgröße für eine erfolgreiche Umsetzung des Themas dienen können. Diese Besucher fungieren als Multiplikatoren für die Thematik der Lichtverschmutzung.

Als einschränkender Faktor für Großschutzgebiete wirkt sich die Gebundenheit an öffentliche

Haushaltsmittel aus. Damit steht dem Naturpark nur eine begrenzte Summe zur Verfügung. Mögliche Investitionen für den geplanten Sternenpark werden dadurch behindert. Weiterhin sind geschulte Marketingexperten aufgrund der engen personelle Kapazitäten meist nur außerhalb der Schutzgebietsverwaltungen zu finden, weshalb die Vermarktung oft ausgegliedert wird. Entgegengetreten könnte man dem mit einem phantasievollen Finanzkonzept (AST 2009), das sich auf private Investoren stützt, Kooperationspartner und Sponsoren zur Zusammenarbeit bewegt oder Summen von Ausgleichszahlungen akquiriert. Hier sind zum Beispiel Zahlungen von Eingriffen in die Natur und Landschaft (§ 14 ff. BNATSchG) oder Emmissionen des Flugverkehrs denkbar. Nicht zuletzt ist auch eine Debatte über die Frage nach Eintrittsgeldern für Veranstaltungen im Sternenpark zu führen. Um zu umgehen, alles aus Finanzierungen zu erschaffen, kann man engagierte Ehrenamtliche oder Arbeitsgruppen mobilisieren und motivieren, die Leistungen abdecken können, sowie für das Thema eintreten.

Argumentieren kann man schließlich auch, dass jede Form der touristischen Dienstleistung und Angebotsdarbietung entbehrlich ist, wenn man den Nachthimmel „puristisch“ erleben möchte. Ruhe und Dunkelheit verkörpern dabei zwei von der Gesellschaft vernachlässigte Zustände. Ohne festes Programm tritt eine bewusste Verlangsamung ein, die besonders für Menschen, die in Städten leben, attraktiv sein könnte.

Abschließend ist zu hinzuzufügen, dass als Tourismusform nur eine naturverträgliche in Frage kommt, welche gewährleistet, dass die natürlichen Funktionen des Naturparkes und potentiellen Sternenparkes erhält.

7 GESAMTDISKUSSION

Ist ein den Titel Sternenpark (Dark-Sky Park) anstrebendes Schutzgebiet größer, als 50.000 ha, so wird in den Kriterien der IDA nahegelegt, nur einen Teil dessen für die Auszeichnung auszuwählen. Da dies für den Naturpark Westhavelland zutrifft, sollte in naher Zukunft überlegt werden, auf welches Gebiet man sich fokussieren möchte. Bisherige Helligkeitsmessungen (HÄNEL 2009) fanden exemplarisch in verschiedenen Teilen des Parkes statt, so beispielsweise auch in unmittelbarer Nähe des Gülper Sees. Als wichtiger Lebensraum für Wat- und Wasservögel spielt dieser ökologisch eine wichtige Rolle. Öffentlichkeitswirksam könnte vor Ort beispielhaft die Wirkung von Lichtverschmutzung auf Vögel aufgearbeitet werden.

Obwohl das NABU-Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz für Beleuchtungen in ökologisch sensiblen Gebieten sogar Natriumdampf-Niederdrucklampen empfiehlt (BRONNER 1996), findet laut dem erstellten Leuchtenkataster um den See größtenteils das geeignete Leuchtmittel der Natriumdampf-Hochdrucklampen Anwendung. Der Großteil der vorhandenen Leuchten entspricht bezüglich den Abstrahlungswerten noch nicht den Anforderungen. Da Mitarbeiter der Amtsverwaltung Rhinow aber dem Konzept gegenüber offen sind, könnte der Grundstein für eine zukünftige Zusammenarbeit mit der Naturparkverwaltung gelegt sein. Somit sind Argumente geliefert, am Gülper See und der angrenzende Region eine Zonierung des Sternenparks auszurichten.

Für die Unternehmungen von Interessierten, Hobbyastronomen und Forschern im Sternenpark eignet sich eine Nutzung der bereits vorhandenen Infrastruktur. So kann die Grundeinrichtung des Tagesgeschäftes auch bei Nacht genutzt werden. In Frage kommen bestehende Aussichtspunkte und Wege. Weiterhin das Besucherinformationszentrum und die Natur- und Landschaftsführer, welche beide den Aspekt der Lichtverschmutzung aufgreifen können, sowie die Optikstadt Rathenow. Hier steht das weltweit größte Brachymedialfernrohr mit einer optischen Konstruktion aus Linsen und Spiegeln. Stattfindende Veranstaltungen am Tage können auf die Attraktion der erlebbaren Dunkelheit aufmerksam machen und somit vor Ort neue Besucher werben.

Auskünfte über Besucherzahlen des ersten bestehenden Dark-Sky Parks besagen, dass diese „nicht signifikant gestiegen“ sind seit der Vergabe des Titels im Jahr 2007 (GORDON 2010). Sicher sei aber, dass viele internationale Anfragen kämen, wie man am Besten den dunklen Himmel im Park beobachten könne. Ohne Besuchermonitoring ist es schwer, Aussagen darüber zu treffen, welche Auswirkungen das neue Prädikat hat. Die Gegebenheiten vor Ort können jeweils verschieden sein und müssen in eine Betrachtung einfließen. Fest steht, dass die Gruppe der Astronomen mit Sicherheit nicht die zahlenstärkste und die Gästezahlen in die Höhe schnellen lässt. Angepasste Erwartungen und der Fokus auf qualitative statt quantitative Besucherkontakten sind angebracht.

Den Nachthimmel zu schützen heißt nicht, den Bewohnern des Naturparkes Elektrizität zu verbieten. Vielmehr ist ein sensibler Umgang mit Außenlicht und der Umwelt des Menschen angebracht. Denn schließlich bleibt die Frage offen, ob das zusätzliche Licht während der natürlichen Dunkelheit überhaupt gebraucht wird. Ist es nötig, Naturgesetze umzukehren, meist nur zu Werbe- und Unterhaltungszwecken? Kann das mit einer verantwortungsbewussten Moral

einhergehen? In diesem Sinne wäre der erste Sternenpark Deutschlands ein notwendiges Zeichen und nicht zuletzt ein Vorbild in der wichtigen Debatte im Umgang mit den künstlichen Lichtern, von denen man stets nachts umgeben ist.

8 AUSBLICK

8.1 Methodenkritik

Die Kartierung der Straßenleuchten wurde während des Tages durchgeführt. Offensichtlich nicht funktionstüchtige Lampen wurden außer Acht gelassen, ebenso wie Gewerbegebiete. Somit fallen eventuell einige Leuchten aus dem Schema.

Zur exakten Beurteilung der Abstrahlungen nach oben und zu den Seiten jeder einzelnen Leuchte konnte aufgrund mangelnder Daten zu den Lampentypen und Herstellern nur vier Datensätze (ULR) kundig gemacht werden. Deswegen ersetzt eine subjektive verbale Klassifikation eindeutige Werte.

8.2 Weitere Schritte

In der nächsten Zeit ist damit zu rechnen, dass der Naturpark Westhavelland eine Bewerbung zur Anerkennung zum Sternenpark bei der IDA einreicht. Dieser Prozess macht sicherlich intensive Begehungen und Helligkeitsmessungen erforderlich. Ein flächendeckendes Leuchtenkaster wird derzeit von der Naturparkverwaltung erstellt und wird in Zukunft Aussagen, die hier nur für ein Beispielgebiet getroffen werden konnten, für den gesamten Park möglich machen. Untersuchungsbedarf besteht bei den möglichen Finanzierungskonzepten für kommende Investitionen. Als Beispiel sind hier Umrüstungen der Leuchten zu nennen.

Im Jahr 2015 wird die Bundesgartenschau in der Havelregion ausgerichtet. Schauplätze sind auch im Naturpark geplant (ZWECKVERBAND BUNDESGARTENSCHAU 2015 HAVELREGION 2010). Dies stellt zwar eine Chance für die Region dar, könnte aber mit den Interessen eines Sternenparks kollidieren. Hier ist eine aufmerksame Beobachtung der geplanten Installationen anzuraten.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Lichtverschmutzung wird zunehmend als globales Umweltproblem der modernen Gesellschaften erkannt und diskutiert. Studien belegen negative Folgen der Überbeleuchtung: Pflanzen werden in ihrem Wachstum beeinflusst, die circadiane Rhythmik von Tieren und Menschen ist gefährdet und somit auch eine Reihe lebenswichtiger Prozesse.

Mithilfe von Messinstrumenten und Karten kann die Ausbreitung des Lichtes bei Nacht dargestellt werden. Hell- und Dunkelheitsextreme werden somit deutlich. Um dem Lichtverbrauch an unnötigen Stellen Einhalt zu gebieten, wurden Bestimmungen, Initiativen und Organisationen entwickelt. Eine davon ist die International Dark-Sky Association, welche verbleibende dunkle Refugien nach Überprüfung als Dark-Sky Park auszeichnet. Hier soll der natürliche Nachthimmel erhalten und wiederhergestellt werden. Die Verwaltung des brandenburgischen Naturpark Westhavelland möchte sich bewerben, als solcher Sternenpark anerkannt zu werden. Denn das Großschutzgebiet umfasst Areale, die zu den dunkelsten Mitteleuropas gezählt werden. Für die Ausweisung sind definierte Kriterien zu erfüllen. Hierbei ergibt sich die Notwendigkeit, den beginnenden Prozess inhaltlich zu begleiten.

Wie in der Darstellung des aktuellen Kenntnisstandes der vorliegenden Betrachtung geschildert, hat das komplexe Thema Lichtverschmutzung zahlreiche Facetten. Innerhalb drei ausgewählter Schwerpunktbereiche wurden Aspekte gesammelt, die bei der Auszeichnung des Naturpark Westhavelland als Sternenpark zum Tragen kommen.

Ökologisch betrachtet kommt der Erhalt der Dunkelheit vor allem den nachtaktiven Zugvögeln, Insekten und Amphibien des Naturparkes zugute. Dies ergab eine Literaturrecherche der bisherigen Publikationen zu lichtsensitiven Arten. Demnach wirkt sich artifizielle Helligkeit nachteilig auf die Orientierung von Vögeln aus, weswegen diese fehlgeleitet um Lichtquellen kreisen können und abgelenkt von ihrer eigentlichen Route Kraftreserven verbrauchen, bis hin zum Tod durch Erschöpfung oder durch Kollisionen mit Objekten aufgrund von Blendung. Potenziell betroffen sind dabei mit hoher Wahrscheinlichkeit Kraniche, eine der Wahrzeichen des Naturpark Westhavelland. Des weiteren könnten die im Schutzgebiet vorkommenden Uferschnepfen in der Wahl ihrer Bruthabitate durch Lichter beeinflusst sein.

Insekten werden nach ähnlichen Prinzipien wie die Zugvögel an Lichtpunkten fehlgeleitet. Ausschlaggebend ist hier vor allem die Wellenlänge des Lichtes. Dadurch ist auch die Artenvielfalt der Großschmetterlinge des Naturpark gefährdet, die größtenteils laut Roter Liste und Bundesar-

tenschutzverordnung bereits in ihrem Bestand gemindert sind.

Die in den Feuchtgebieten des Naturparks vorkommenden Amphibien könnten den Wirkungsmechanismen des Lichtes mit komplexen Folgen unterliegen. Hier ist beispielsweise eine Anpassung an die helleren Verhältnisse denkbar, eine durch die extraretinalen Lichtzellen der Tiere bedingte Situation von Dauerstress, sowie die gerichtete Bewegung hin zu Lichtquellen mit der möglichen Konsequenz des Todes im Straßenverkehr.

Den energetischen Schwerpunkt der Lichtverschmutzung behandelt das durch eigene Kartierungen erstellte Leuchtenkataster von Teilen der Gemeinde Rhinow. Demnach ist ein Großteil der öffentlichen Leuchten zwar mit den aus ökologischen und energetischen Gesichtspunkten zu empfehlenden Natriumdampf-Hochdrucklampen ausgestattet. Allerdings entspricht das Design der meisten Lampengehäuse und die damit einhergehende hohe Abstrahlung von Licht nach oben und zu den Seiten hin noch nicht den Anforderungen an einen Sternenpark.

Da mit dem Himmelsschutzgebiet auch eine neue Destination entsteht, runden Betrachtungen zum Tourismus die thematische Auswahl ab. Anhand von fünf Schritten wird die Entwicklung einer Markenstrategie für den Sternenpark empfohlen. Es folgt der Vorschlag, mit allen Akteuren vor Ort in einer Projektgruppe mithilfe eines Leitbildes an einem Konzept zu arbeiten, wie man zielgruppengerecht Angebote entwickelt und auf den Markt bringt. Bei der Gestaltung der Angebote für Besucher steht das Kriterium Erlebbarkeit im Vordergrund. Stets betonenswert ist dabei das Alleinstellungsmerkmal des Naturparks: er wäre der erste Sternenpark Deutschlands.

LITERATURVERZEICHNIS

ANONYMUS (2010): schriftliche Mitteilung, 15.10.2010, Semperlux AG

AST, F. (2009): Destination Branding- Geschützte Naturlandschaften auf dem Weg zum Markenzeichen im Tourismus.- HNE Eberswalde, FB Landschaftsnutzung und Naturschutz & Wirtschaft, Master-Arbeit

ASTROPHYSIKALISCHES INSTITUT POTSDAM (2009): Jahr der Astronomie 2009 - Bilanz und Ausblick. <http://www.astronomy2009.de/presse/pressemitteilungen/jahr-der-astronomie-2009-bilanz-und-ausblick>; besucht am 23.10.2010

BAKER, J. (1990): Toad aggregation under street lamps.- British Herpetological Society Bulletin, 31, S. 26-27

BERNS, W. (2009): Interaktives Tierlexikon.- <http://tierdoku.com/index.php?title=Hauptseite>; besucht am 01.10.2010

BIRKEFELD, R. & JUNG, M. (1994): Die Stadt, der Lärm und das Licht- Die Veränderung des öffentlichen Raumes durch Motorisierung und Elektrifizierung.- Seelze-Velber: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung

BOER, M. & KELSO, N. (2007): NAM and Philips help birds migrate safely across North Sea. http://www.newscenter.philips.com/main/standard/about/news/news/20070824_Bird_Lighting.wpd; besucht am 20.08.2010

BRANDENBURGER NATURSCHUTZGESETZ (BbGNatschG). GVBl.I/04 .i.d.F. vom 26.05. 2004, S. 350

BRONNER, G. (1996): Tödliches Licht- Insektenanlockung durch Lampen. <http://www.nabu.de/nh/archiv/licht496.htm>; besucht am 21.08.2010

BUCHANAN, B.W. (2006): Observed and Potential Effects of Artificial Lightning on Anuran Amphibians.- In: Longcore, T. & Rich, C. (Hrsg) (2006): Ecological consequences of artificial night lighting.- Island Press, Washington, S. 192-214

BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZ (BImSchG). BGBl. I, i.d.F. vom 11.08.2009, S. 3830

Bundesnaturschutzgesetz (BnatschG). BGBl. I, i.d. F. vom 29. Juli 2009, S. 2542

CINZANO, P. (2000): The night sky in the world. <http://www.lightpollution.it/worldatlas/pages/fig4.htm>; besucht am 29. August 2010

CLEVE (1964) Der Anflug der Schmetterlinge an künstliche Lichtquellen. – Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft 23, S. 66–76, Berlin

DURISCOE, D. & MOORE, C.A.(2001): Preserving Endangered Night Skies.- Natural Resource Year in Review 2001, National Park Service, U.S. Department of the Interior

CINZANO P. & FALCHI, F. & ELVIDGE, C.D. (2001): The first world atlas of the artificial night sky

brightness.- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328

CRAWFORD, D. (1998): Light Pollution: The Problems, the Solutions, Preserving The Astronomical Windows.- Proceedings of Joint ASP Conference, Vol 139

DREWES, J. (2010): schriftliche Mitteilung, 08.10.2010, Hofmeister Leuchten GmbH

EARTH HOUR(2010): About Earth Hour. <http://www.earthhour.org/About.aspx>; besucht am 20. Oktober

EICHSTÄDT, D. (1993): Schmetterlinge (Lepidoptera).- In: METZGER, R. & GLÄSER, H.-J. & ROGGE, D. & PETRICK S. & PETRICK, G. & BUCHTA, R. & EICHSTÄDT, D. & HAASE, P. & SEEGER, J.-J. & FEDTKE, B. (Bearb.) (1993): Untere Havelniederung - Studie Band 6 Fauna

EISENBEIS, G. & HASSEL, F. (2000), Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. – Natur und Landschaft 75. Jg. 4/2000, S.145-156

EISENBEIS, G. (2002): Lichtverschmutzung und ihre fatalen Folgen für Tiere.- Essay Kompaktlexikon der Biologie, 262-265, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

EISENBEIS, G. (2009): Insekten und künstliches Licht.- In: POSCH et al. (Hrsg.) (2009): Das Ende der Nacht.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Berlin, S. 61-83

EN 13 201 (2004): DIN EN 13201.- Ausgabe: 2004-04 Straßenbeleuchtung, Teil 1- 4

GÄTHKE, H. (1900): Vogelzug und Licht.- Die Vogelwarte Helgoland, 2. Aufl., Braunschweig

GROSSE RUSE, E. (Bearb.) (2009): Modernisierung der Stadtbeleuchtung-Tagungsdokumentation 5. November 2009.- NABU- Bundesverband, Berlin

HAASE, P. & RYSLAVY, T. (1998): Das Europäische Vogelschutzgebiet (SPA)- Niederung der Unteren Havel.- Landesumweltamt, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 7 (3) 1998, Potsdam, S. 172-175

HÄNEL, A. (2009): Lichtverschmutzung in Mitteleuropa.- In: POSCH et al. (Hrsg.) (2009): Das Ende der Nacht.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Berlin, S. 41-61

Hänel, A. (2009): Astro Paradies.- Stellungnahme der Fachgruppe Dark Sky der Vereinigung der Sternfreunde (unveröffentlicht)

HÄNEL, A. (2010): mündliche Mitteilung, 09.10. 2010, Planetarium Osnabrück

HAISCH, H. (2010): schriftliche Mitteilung, 08.10.2010, Semperlux AG

HAUPT, H. (2001): ? In: Böttcher, M.(Bearb.) (2001): Auswirkungen von Fremdlicht auf die Fauna im Rahmen von Eingriffen in Natur und Landschaft- Analyse, Inhalte, Defizite und Lösungsmöglichkeiten.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 67. Bun-

Bundesamt für Naturschutz, Bonn

HAUPT, H. (2009): Der letzte macht das Licht an! - Zu den Auswirkungen leuchtender Hochhäuser auf den nächtlichen Vogelzug am Beispiel des „Post-Towers“ in Bonn.- Charadrius: im Druck

HEATH, J. (1974): A century of Change in the Lepidoptera.- In: HAWKSWORTH, D.L. (Hrsg.): The Changing Flora and Fauna of Britain.- Systematics Association Special Volume 6, S. 275-292

HERBERT A.D. (1970): Spatial desorientation in birds.- Wilson Bulletin 82, S. 400-419

HOHENSEE, M. (2010): schriftliche Mitteilung, 27. Oktober, Hellux Konstruktions-Licht GmbH

HÜPPOP O. (2009): Vögel- Weltreisende und Vielflieger unter dem Sternenhimmel.- In: POSCH et al. (Hrsg.) (2009): Das Ende der Nacht.- Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Berlin, S. 83-101

INTERNATIONAL DARK- SKY ORGANISATION (2010): IDA Approved Dark Sky Friendly. <http://www.darksky.org/mc/page.do?sitePageId=58821>; besucht am 02.09.2010

JASCHKE, W. (1993): AMPHIBIEN UND REPTILIEN. KARTE 1: 50.000.- IN: METZGER, R. & GLÄSER, H.-J. & ROGGE, D. & PETRICK S. & PETRICK, G. & BUCHTA, R. & EICHSTÄDT, D. & HAASE, P. & SEEGER, J.-J. & FEDTKE, B. (BEARB.) (1993): UNTERE HAVELNIEDERUNG - STUDIE BAND 6 FAUNA

KLAUS G. & KÄGI B. & KOBLE R. L. & MAUS K. & RIGHETTI A. (2005): Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen- Ausmass, Ursachen und Auswirkungen auf die Umwelt.-Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

KLOOG I. & HAIM, A. & STEVENS R.G. & PORTNOV, B.A. (2009): Global co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon and lung in men.- Chronobiolog.Int. 26, S. 108-125

KOLLINGS, D.(2003): Ökologische Auswirkungen künstlicher Lichtquellen auf nachtaktive Insekten.- Tagungsband der BUND-Fachtagung „Lichtökologie“, Berlin, S. 8-13

KRAFT, M. (1999): Nocturnal mass landing of migrating cranes in Hesse and Northrhine-Westphalia, Germany, in November 1998. - Vogelwelt 120, S. 349-351

KUMAR, V. (1997): Photoperiodism in higher vertebrates- An adaptive strategy in temporal environment.- Indian Journal of Experimental Biology 35, S. 427-437

LANGE, H. (2010): mündliche Mitteilung, 26. August, Elektro Lange Rhinow

LARSEN, L.O. & PEDERSEN, J.N. (1982): The snapping response of the toad- Bufo bufo towards towards prey dummies at very low light intensities.- Amphibia-Reptilia 2, S. 321-327

LICHT-RICHTLINIE - LICHTIMMISSIONEN, MESSUNG, BEURTEILUNG UND VERMINDERUNG. MBl. NRW. 2000 i.d.F vom 13.09.2000, S. 1283

LONGCORE, T. & RICH, C. (Hrsg) (2006): Ecological consequences of artificial night lighting.- Island Press, Washington D.C

LUFT, H. (2007): Destination Management in Theorie und Praxis- Organisation und Vermarktung von Tourismusorten und Tourismusregionen.- KSB Media GmbH, Gerlingen

LUGINBUHL C. & JONES, R. & RICHMAN, A. & MOORE, C. (Hrsg.) (2006): Dark-Sky Program.- Version 1.31, Arizona

MAPPES-NIEDIECK, N. (2010): Heller Wahnsinn.- Frankfurter Rundschau vom 8. September 2010, S. 20

MARÍN, C. & JAFAR, J. (2007): StarLight Declaration - In Defence of the Night Sky and the Right to Starlight.-International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars La Palma, Canary Islands, Spain – 2007

MARÍN, C. & ORLANDO, G. (Hrsg.)(2009): Starlight Reserve- Concept, Dimensions, Categories, Criteria Recommendations.- Starlight Initiative - IAC

MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2010): Naturpark Westhavelland. <http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.323696.de>; besucht am 01. September 2010

MOLENAAR, J.G. & SANDERS, M.E. & JONKERS, D.A. (1997): Road Lighting and Grassland Birds- Local Influence of Road Lighting on a Black-Tailed Godwit Population.- In: LONGCORE, T. & RICH, C. (Hrsg) (2006): Ecological consequences of artificial night lighting.- Island Press, Washington, S. 114-133

MOORE R.Y. & EICHLER, V.B. (1972): Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat.- Brain research 42, s. 201-216

MÜLLER, ? (1800): Hannoversches Magazin, S.42

NÄSSIG, A. (2005) : Themenkomplex Lichtverschmutzung / Dark Sky. <http://www.argehelep.de/Naturschutz-Frankfurt/DarkSky/Lichtverschmutzung.html>; besucht am 15. Oktober 2010

NETZ, H. (2007): Hell wie der lichte Tag.- NABU-Magazin „Naturschutz heute“, Ausgabe 03/07, S. 23-24

OPASCHOWSKI, H.W. (2001): Deutschland 2010- Wie wir morgen arbeiten und leben- Voraussagen der Wissenschaft zur Zukunft unserer Gesellschaft.- Edition der B.A.T. Freizeit- Forschungsinstitut GmbH, S. 188

ÖKODESIGN RICHTLINIE (EG 245/2009): ABl. EG L 285, i.d.F. vom 31. 10 2009, S. 10-35

PERRY, G. & FISHER, R.N. (2006): Night lights and reptiles- observed and potential effects.- In: LONGCORE, T. & RICH, C. (Hrsg) (2006): Ecological consequences of artificial night lighting.- Is-

land Press, Washington D.C, S. 169–191

PETREN, K. & CASE, T.J. (1996): An experimental demonstration of exploitation competition in an ongoing invasion.- *Ecology* 77 (1), S. 118–132

RUGGLES, C. & COTTE, M. (Hrsg.)(2010): Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention.- International Council on Monuments and Sites, International Astronomical Union, Paris

SCHWARK, J.(2010): Thementurismus- am Beispiel des Lutherjahres.- In: DREYER, A. (2000): Kulturtourismus, Oldenburg-Verlag, München

SIEGRIST, D. & STREMLow, M. (2009): Landschaft Erlebnis Reisen- Naturnaher Tourismus in Pärken und UNESCO-Gebieten.- Rotpunktverlag, Zürich

STUART, S.N. & CHANSON, J.S.& COX, N.A.& YOUNG B.E. & RODRIGUES, A.S.L. & FISHMANN, D.L. & WALLER, R.W. (2004): Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide, *Science* 306, S. 1783-1786

TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT (Hrsg.) (2009): Die helle Not.- 3. Auflage, Innsbruck

UNDERWOOD, H. & MENAKER, M. (1970): Extraretinal light perception- Entrainment of the biological clock controlling lizard locomotor activity.- *Science* 170, S. 190-193

UNITED NATIONS (2009): World Population Prospects. <http://esa.un.org/UNPP/>; besucht am 02. September 2010

VERHEIJEN, F. J. (1958): The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals.- *Netherlands Journal of Zoology* 13, S. 1- 107

VERHEIJEN, F.J. (1985): Photopollution- Artificial light optic spatial control systems fail to cope with- Incidents, causations, remedies.-*Experimental Biology* 44, S. 1-18

WENDT, A. (2009): Mit Adleraugen: Stromkosten- Not macht erfinderisch. <http://www4.moz.de/index.php/Moz/Article/category/Kommentar/id/271906>; besucht am 14.10.2010

ZWECKVERBAND BUNDESGARTENSCHAU 2015 HAVELREGION (2010): Bundesgartenschau Konzeption. <http://www.buga-2015-havelregion.de/konzeption.html>; besucht am 25. September 2010

DANKSAGUNG

Da man allein nur mit erheblichem Aufwand und viel weniger Spaß all das schafft, was man sich vorgenommen hat, möchte ich mich ganz herzlich bei den Menschen bedanken, die mich während der Bearbeitungszeit unterstützt haben.

An erster Stelle sind das meine beiden Betreuer, Prof. Dr. Ulrich Schulz und Dr. Andreas Hänel. Ohne Herrn Hänel hätte ich wohl nicht von den Dark-Sky Parks erfahren. Auch für das Engagement „quer durch die Bundesrepublik“ und die Exkursion möchte ich Danke sagen.

Etliche Menschen im Naturpark Westhavelland haben mich begeistert, allen voran das Team der Naturparkverwaltung mit all den zahlreichen Tipps und der freundlichen Unterkunftsmöglichkeit, sowie Herr Mirschel von der Amtsdirektion Rhinow. Ich habe viel gelernt und freue mich, dass man durch Gespräche so große Schritte tun kann!

PERSÖNLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit, die vorliegende Arbeit selbstständig und unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel erstellt zu haben. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt, beziehungsweise veröffentlicht.

Eberswalde, 14. November 2010

(Ort/Datum)

(Unterschrift)

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1: Kriterien der IDA für Dark-Sky Parks.....	53
Anhang 2: Brut- und Rastbestände im SPA Niederung der Unteren Havel 1998-2004	64
Anhang 3: Berechnung Umrüstung der Leuchten	67
Anhang 4: Darstellung der kartierten Straßenleuchten.....	68

Anhang 1: Kriterien der IDA für Dark-Sky Parks

**Dark-Sky Park Program
(Version 1.31)**

International Dark-Sky Association

3225 N first Ave - Tucson Arizona 85719 - 520-293-3198 - www.darksky.org
*To preserve and protect the nighttime environment and our heritage of dark skies
through quality outdoor lighting*

Dark Sky Park Designation

Objectives:

- A To identify and honor protected public lands (national, state, provincial and other parks and notable public lands) with **exceptional** commitment to, and success in implementing, the ideals of dark sky preservation and/or restoration;
- B To preserve and/or restore outstanding night skies;
- C To promote protection of nocturnal habitat, public enjoyment of the night sky and its heritage, and areas ideal for professional and amateur astronomy;
- D To encourage park administrators to identify dark skies as a valuable resource in need of proactive protection;
- E To provide international recognition for such parks;
- F To encourage parks and similar public entities to become environmental leaders on dark sky issues by communicating the importance of dark skies to the general public and surrounding communities, and by providing an example of what is possible.

Benefits:

Achieving this designation brings recognition of the efforts a park has made towards protecting dark skies. It will raise the awareness of park staff, visitors, and the surrounding community. Designation as an IDA DSP (Dark-Sky Park) entitles the park to display IDA DSP logo in official park publications and promotions, and use of this logo by commercial or other groups within the community when identifying the park area itself (e.g. an organization can say “located in Grand View Park, an IDA DSP” or other words to the same effect). IDA will maintain a web page identifying and describing all DSPs. The park agency may also identify IDA as a park partner.

Eligibility (A-E must each be met):

- A All protected public lands, whether managed by national, state, provincial, or local agencies, are eligible. These may include parks, refuges, forests, wilderness areas, monuments, protected rivers, or other categories of protected lands. For this document, they are generically referred to as “parks;”
- B Park must provide the opportunity for public nighttime access. A portion of designated land may meet this requirement, or access must be available for a portion the night;
- C Park must have an outstanding dark sky resource relative to the population it serves and have locally, regionally, or nationally significant dark sky resources;
- D Park night sky must be of minimum quality or better— at a minimum the Milky Way should be visible and sky conditions should approximately correspond to limiting magnitude 5.0 or Bortle Class 6.
- E If a park unit is over 50,000 ha (123,550 acres/193 square miles), a portion of the park may be designated as a Dark Sky Park. This portion must incorporate relevant park deve

loped areas that serve the designated DSP area;

Minimum requirements for all parks (A-E must each be met):

- A A quality comprehensive Lighting Guideline or Lightscape Management Plan with the following minimum standards:
1. Fully shielded lights standard throughout the park. When lights are for special purposes or historic preservation compliance, lights under 1000 lumens initial lamp output may be unshielded (non-fully shielded). When such unshielded lights are used, impacts to the lightscape must be addressed, AND;
 2. Methods for addressing whether an area should or shouldn't be lit, when an area should or shouldn't be lit, use of guidance lighting, lit signs, tower lighting, and appropriate lighting amount, AND;
 3. Methods for addressing what type of lamp (incandescent, fluorescent, high-pressure sodium, etc.) should be used for particular tasks and in particular areas. utilizing appropriate energy efficiency technology and methods for minimizing impact to wildlife, stargazing activities, and nocturnal scenery, AND;
 4. Lighting guidelines should conform to or surpass agency or departmental policy on lighting and dark sky protection as well as other applicable guidance and laws (e.g. environmental leadership programs, agency orders, wilderness act, energy management guidelines).
- B Park commitment to dark skies and lightscape management, as shown by:
1. Park recognizes dark skies as an important natural, cultural, or scenic resource value as evidenced by inclusion in approved management documents (e.g. General Management Plan, Resource Management Plan, Facility Development Plan), AND
 2. Two-thirds (67%) of existing outdoor lighting fixtures conform to the lighting guidelines (or an alternative fraction approved by IDA Board). All lights upon park public lands within the DSP are to be included in this assessment, AND
 3. All lighting (100%) on park land (whether operated by park or other entity) conforming, or committed to becoming conforming, with written park lighting guidelines, AND
 4. The importance of dark skies/natural darkness and the benefits of good lighting should be part of park interpretation/outreach programs. If park typically provides interpretive programs, then dark skies should be one of the central themes communicated through on-site interpretation. If interpretive programs are not typically offered, then publications, flyers, press releases, media, or other outreach are appropriate substitutes, AND
 5. Park has set a leadership example in the restoration of dark skies by implementing one of the following:
 - a. Producing at least 1 "night sky friendly" lighting project that is publicly visible and interpreted, OR
 - b. Involving at least 2 external partners in dark sky restoration efforts (e.g. chamber of commerce, power utility, university research, tribal nations, environmental groups, conservation groups, natural history association), OR
 - c. Cooperation with at least 2 nearby municipalities that results in adoption of lighting codes that improve sky conditions in the park, OR
 - d. Inventorying and monitoring night sky quality and using results to educate the public, OR
 - e. A combination of a-d above or an alternative restoration project may be suggested.

- C IDA may request stricter or alternative requirements in some circumstances.
- D Once established, park must erect and maintain a sign indicating Dark Sky Park designation along roadway entrance, along a footpath entrance if no roadway exists, or a visitor contact center. Sign should include IDA DSP text and logo. With IDA Board of Directors approval, an alternative wording may be used, such as Dark Sky Wilderness, Dark Sky Refuge, or similar. The park may include the awarded tier if desired.
- E Designation is permanent, but is subject to regular review by IDA and possible revocation if minimum requirements are not maintained.

Sky Quality Tiers:

Once the minimum requirements have been met, a DSP is designated by IDA at one of three levels– Gold, Silver or Bronze indicating the absolute sky quality of the site. Gold corresponds to pristine or near-pristine night skies that average close to natural conditions. Silver corresponds to nighttime environments that have minor impacts from light pollution and other artificial light disturbance, yet still display good quality night skies and have exemplary nighttime lightscapes. Bronze corresponds to areas not meeting the requirements of Silver, yet still offering people, plants and animals a respite from a degraded nocturnal environment. The minimum quality night sky described under Eligibility section D must be met in order to attain Bronze DSP designation. The determination of whether the minimum sky quality standard has been met and what tier will be awarded will be decided by IDA based on submitted information and other available information. Methods for how IDA will determine sky quality tier are found in the Submission Guidelines.

Park Process:

- A Nomination by IDA member who has inspected the park, with supporting signatures of at least two additional IDA members from outside the managing agency receiving the nomination;
- B Supporting information sent to IDA to demonstrate that the minimum requirements have been met;
- C Official letter to IDA supporting nomination from park superintendent or administrator;

IDA Process:

- A Once submission packet is received from park, review by IDA to determine if minimum requirements have been met and if stricter or alternative requirements should be imposed;
- B Determination of sky quality tier- Gold, Silver or Bronze;
- C Approval of nomination by IDA Board of Directors by a majority vote, or denial with reasons and recommendations;
- D If approved, awarding of DSP designation and listing on IDA website;
- E Periodic checks on DSP to ensure minimum standards are still met, objectives of the program are being upheld, and adequate progress is being made.

Definitions:

Bortle Class- A qualitative method of rating night skies based on visual observations. Developed by John Bortle, the scale ranges from Class 1 (pristine) to Class 9 (strongly light polluted).

Dark Sky Park- A park or other public land possessing notable starry night skies and natural nocturnal habitat where light pollution is mitigated and natural darkness is valuable as an im-

portant cultural, scenic, and natural resource. May be part of a larger Dark Sky Preserve, or may not. [Dark Sky Parks are the focus of this document]

Dark Sky Preserve- A large area of high quality dark skies with associated partnerships between protected public lands, municipalities, and private interests that is managed to minimize light pollution. Preserve status is maintained through education, formal agreements, laws, management plans, and/or codes addressing multiple aspects of natural darkness. Such preserves are not presently designated by IDA, but have been established in numerous areas according to a variety of local procedures and standards.

Fully Shielded- A lighting fixture that directs all light downward (below the horizontal) except for incidental reflections from supports or other structures.

Glare- A common condition of natural and artificial lighting caused by excessive contrast between a bright source or brightly lit area and a dark surrounding area. Glare can cause viewers to look away, squint, be annoyed, or compromise their ability to perform vital visual tasks.

Guidance Lighting- Lighting that provides for navigation and safety via very low brightness lamps to mark a path, edge, or roadway instead of the traditional approach of illuminating surfaces.

Illumination- The amount of light falling onto a surface measured in lumens per unit area. The *footcandle* is equal to one lumen per square foot. A *lux* is 1 lumen per square meter, approximately 1/10th of a foot-candle.

Interpretation- A communication process, designed to reveal meanings and relationships of our cultural and natural heritage, through involvement with objects, landscapes [or lightscares], and sites.

Light Pollution- Principally (in this document) the illumination of the night sky caused by artificial light sources, decreasing the visibility of stars and other natural sky phenomena. Also includes other incidental or obtrusive aspects of outdoor lighting such as glare, trespass into areas not needing lighting, use in areas where or at times when lighting is not needed, and disturbance of the natural nighttime landscape.

Lightscape- The total environment created with natural and/or artificial light (here pertaining to the outdoor nocturnal scene).

Limiting Magnitude- The dimmest star that can be seen by the unaided eye. Higher number correspond to fainter stars and thus darker skies. As light pollution increases, contrast is decreased between the background of space and stars, allowing only brighter stars (lower magnitude) to be seen.

Lumen- The unit used to describe the amount of light radiated by a source.

Outreach- Interpretation for the public that takes place outside of the park or prior to their visit.

Guidelines on DSP Process:

Nomination:

The nomination is initiated by an active IDA member who has personally reviewed a park's outdoor lighting and commitment to natural lightscares. The nomination is a joint effort between park administration and initiating IDA member, and is cosigned by two additional IDA members. Members are encouraged to correspond with IDA DSP designee or IDA Board of Directors throughout this process—from first consideration of a DSP through the final submission package. The following are typically included in a DSP submission:

- 1) Map of area to be designated. If area is a portion of a larger park, description of why this portion was chosen
- 2) Letter of nomination support from appropriate park administrator

- 3) Management documents supporting dark skies and/or natural lightscapes as a valued resource
- 4) If it exists, agency or departmental policy on outdoor lighting and dark sky protection
- 5) Any documentation of sky quality, light pollution measures, satellite pictures, maps, photographs, or other evidence that demonstrates the noteworthiness of the resource
- 6) Documentation signed by park administrator showing a Lighting Inventory of the park and plan to bring all outdoor lighting into compliance with the Lighting Guidelines
- 7) Brief description of interpretive program or interpretive products related to dark skies/natural darkness
- 8) Park Lighting Guidelines
- 9) Documentation or description of restoration project (e.g. lighting project, community outreach, etc)
- 10) Proposed alternative wording for DSP (e.g. Dark Sky Wilderness, Dark Sky Refuge, etc), if desired

Approval or Denial:

Approval of a DSP nomination requires a majority vote by IDA Board of Directors. This decision should be made by referencing the submission package, nomination recommendation by IDA member, and other communications regarding the park's suitability as a DSP. The Board should keep in mind that minimum requirements can be made more strict in situations where IDA feels there is inadequate commitment or the park is not meeting its potential. Consider also that the submission package may vary in detail depending on the staff resources at each park. Once approved, the DSP designation should be documented, posted on the website, and suitably announced as soon as practical. If a nomination is denied, IDA should clearly identify the reasons for rejection and outline what steps should be taken to eventually meet DSP requirements. Partial resubmissions should be allowed at the discretion of IDA.

IDA should designate a panel of IDA members to assist parks with DSP certification, preparing their submission package, and providing recommendations to the Board. IDA should further designate one of the panel members as a point of contact for the program.

Lighting Inventory:

Producing a Lighting Inventory for some parks can be a lengthy task. Therefore, when there are numerous outdoor lights it is acceptable to group lights by facility or area. Whether the fixtures are fully-shielded, are special purpose fixtures under 1000 lumens, and what the lighting application is should be noted for each fixture or group of fixtures. Lighting Inventory should also include a plan or stated commitment to bring all outdoor lights into compliance with the Lighting Guidelines. Daytime photographs or manufacturer diagrams of each fixture type should also accompany the inventory. Contact IDA for clarification or to resolve Lighting Inventory difficulties.

A sample table from portion of a Lighting Inventory:

Location	Fixture(s)	Fully-Shielded	Special Purpose <1000 lumens	Application	Conformity with Lighting Guidelin
Visitor Center	12 fixtures on 14' pole, 70 watt HPS	YES	NO	Parking lot, timer off at 10pm	YES
	2 overhead door lights, 100 watt MH	YES	NO	Building egress	YES
	6 bollard (post) lights, 32 watt compact florescent	NO	NO	Walkway	NO- see plan
Historic Cabin	2 warehouse style lights over doorways, 60watt	NO	YES	Historic Preservation, egress	YES
Maintenance Yard	6 wallpacks, unknown lumens, 250 watt MH	NO	NO	Occasional night operations	NO- see plan
	8 glarebusters, 13 watt compact fluorescent	YES	NO	Egress, security	YES

Lamps of 1000 lumens output and less include: 60 watt incandescent and less; 60 watt tungsten (quartz) halogen and less; 15 watt fluorescent and less; 13 watt compact fluorescent and less.

Lighting Guidelines:

Park Lighting Guidelines should meet or exceed agency or departmental policies regarding outdoor lighting and should embody good lighting ethics— using light only when it is needed, where it is needed, and in the proper amount. Thus most outdoor lighting fixtures should be fully-shielded and have appropriate use of timers and motion sensors. There should be few instances when this simple guidance is insufficient. Because night sky friendly lighting is inherently efficient, energy use and operational cost reduction goals can be incorporated in this lighting. The DSP program uses the term “Fully Shielded” as opposed to the more technical term “Full Cut-off.” This allows for slightly more variation in fixture type and can be identified without complex photometric reports. It should be clear that “Fully Shielded” defines not only the fixture hardware, but the mounting and installation also. Questions on whether a fixture meets this definition can be relayed to IDA in advance of the submission. Using the proper amount of light is another important element for good lighting and should be incorporated into Lighting Guidelines. Because of the dark surroundings found in parks, the required illumination levels are often much less than in urban or residential settings. As with proper shielding and directing of light, the proper amount is important in providing the best visibility, safety, and security. There are several optional methods to constrain lighting levels and illumination:

- 1) Lighting levels (illumination) may be prescribed within a range of values, typically measured in footcandles or lux. This requires the use of a light meter to verify illumination levels. Without software modeling or extensive lighting experience, it is possible that new lighting installations may produce more or less illumination than necessary, and force an expensive change. This is the most accurate method for controlling illumination levels but requires planning and a certain level of technical ability. This approach is better suited to large developed parks with more sophisticated facility management.
- 2) Setting a maximum and minimum lamp lumen output for types of fixtures or applications. This gives an approximate method to design illumination levels. Typically, this is done for several categories of fixture (e.g. entryway, walkway, parking lot). This is a simple approach and is suitable for most parks, but it is not as accurate as setting illumination levels (#1 above).
- 3) Illumination levels can be more accurately designed by integrating mounting height into lumen limits (#2 above). For example, a maximum lumen limit 220x pole height (in meters) squared is a useful guideline: a 6 meter (20’) pole would limit to about 8000 lumens;

an entry light mounted 2 meters (7') above the ground by a doorway would be limited to 880 lumens. Different multiplication factors may be designated for different applications. Maximum pole heights should also be prescribed under such a system, recommended at 25'. This method adds some complexity but gives tighter control over lighting.

- 4) Total lumens per acre can be prescribed to developed areas. This prevents negative cumulative effects from too many lights. This method is best used when coupled with method #1, 2, or 3 above.
- 5) Other methods and specifications for controlling light levels are available from IDA or the Illuminating Engineering Society of North America.

The use of lighting zones, as is done in the IDA Model Lighting Ordinance and several other city codes is a useful tool within a lighting guideline. In parks, these may be a zone of absolutely no lighting (no equivalent in the IDA MLO), zones of minimal light use (Lighting Zone 0 in IDA MLO), and developed high use areas (Lighting Zone 1 in IDA MLO). The use of higher illumination lighting zones is probably not necessary. While shielded lights typically reduce glare when viewed from the side, there are situations where even fully-shielded lights may cause an unacceptable impact. One example is when the light is elevated over surrounding terrain, perhaps on a mesa, hilltop, water tank, or similar structure. The glare from these lights can be viewed from many kilometers away and potentially pose a negative impact to wildland values, cultural landscapes, wilderness, and wildlife. This issue should be included in the Lighting Guidelines if it is germane to the park. Protecting wildlife and nocturnal habitat often requires greater consideration and constraints than lighting to protect night sky visibility. Most parks will have ecological issues that need addressing in Lighting Guidelines. The best approach may require consultation with wildlife experts, but a few methods are listed here for consideration:

- 1) Designation of wildlife corridors, buffer areas around streams, shorelines, or other ecologically important edges where lighting is not allowed or is permitted only when fully shielded at very low brightness.
- 2) Use of narrow spectrum lighting that avoids impact to certain species. This proper color of light will vary from species to species and habitat to habitat. Yellow incandescent lamps ("bug" lights) and low-pressure sodium lighting (LPS) are frequently good choices, but not always.
- 3) Turn off lights with timers or motion sensors to minimize duration of impact. Omit lighting during certain periods of the year that are known to be critical to wildlife (e.g. bird migration periods).
- 4) Use of only strobe lights (quick flashing lights that dim completely between cycles) for buoys, towers, and markers to minimize bird disorientation.

Requirements for the DSP allow for the use of 1000 lumen unshielded lights for special purposes. This provision is to allow for the use of historic lights or lighting required by historical preservation mandates, guidance lighting, or other unique requirements. The approved special uses should be stated in the lighting guideline. IDA will scrutinize these uses to ensure that park lighting is a suitable example of good lighting for the public and protects the nighttime environment to the maximum practical extent. IDA may request additional descriptions, photographs, or drawings of these lights. These lights are not exempt from the lighting guidelines, and must still be designed to minimize impact to the lightscape. While outdoor lights are used mostly for safety purposes, a park may incorporate lights that have other uses. Examples include lit signs, flags, vending machines, building façades, statues and plaques. Though these are not forbidden

in Dark Sky Parks, the Lighting Guidelines must provide constraints on these types of generally non-essential lighting. Such lighting should have lamp lumen or illumination limits, timing limits, and be shielded if possible. IDA will scrutinize this section of the lighting guidelines to ensure the park provides a good leadership example to the public.

Finally, each lighting application should be examined for appropriateness, timing and duty cycle, and energy efficiency. For example, it is expected that the Lighting Guidelines would designate areas that should have no permanent lighting. Other types of lighting such as infrequently used buildings should have motion sensor security lights. Such limitations are important in lowering the overall impact of artificial lighting, especially considering solar power lighting is now viable in remote locations.

Sky Quality Tier Determination:

A variety of indicators are used to determine absolute sky quality at the Gold, Silver, or Bronze tier. The lower end of the Bronze tier coincides with the minimum sky quality requirement for DSP designation. This objective decision is made based on many factors, with no one factor being the key decider. Indicators may conflict because of differences in geography, climate, seasonality, view of horizon, elevation, or other factors. No single indicator should force a tier determination. For example, an area may be awarded Silver despite only having limiting magnitude 5.8 if the majority of other factors support the Silver designation. In many cases, full information may not be available and the process must proceed with only readily available information. Within a proposed DSP boundary there will be a range of sky conditions, which presents a challenging situation from which to make an assessment. In general, the lightscape condition where night visitation and interpretation should be assessed, but IDA may require additional areas to be assessed. It should be made clear that the expectations of a DSP to promote dark skies and natural lightscapes are equal among designees, regardless of their tier status—Gold, Silver, or Bronze. The following table provides guidance to IDA in determining tier:

Indicator	Gold	Silver	Bronze
Philosophy	Nighttime environments that have negligible to minor impacts from light pollution and other artificial light disturbance, yet still display outstanding quality night skies and have superior nighttime lightscapes.	Nighttime environments that have minor impacts from light pollution and other artificial light disturbance, yet still display good quality night skies and have exemplary nighttime lightscapes.	Areas not meeting the requirements of <i>Silver</i> , yet still offering people, plants and animals a respite from a degraded nocturnal environment and suitable for communicating the issue of light pollution and connecting people with the many aspects of the night sky.
Artificial Light and Skyglow	Typical observer is not distracted by glary light sources. Light domes are only dim and restricted to sky close to horizon.	Point light sources and glary lights do not dominate nighttime scene. Light domes present around horizon but do not stretch to zenith.	Areas with greater artificial light and skyglow than <i>Silver</i> , but where aspects of the natural sky are still visible.
Visual Limiting Magnitude	Equal or greater than 6.8 under clear skies and good seeing conditions	6.0 to 6.7 under clear skies and good conditions	5.0-5.9 under clear skies and good seeing conditions
Bortle Sky Class	1-3	3-5	5-6
International Astronomical Union Definition	Unpolluted sky, less than 10% artificial light increase at 45° altitude	Light Polluted Sky (minor to moderate)	Light Polluted Sky (moderate)
Schaaf Class	7+	4-7	3-4
Observable Sky Phenomena	The full array of visible sky phenomena can be viewed— e.g. aurora, airglow, Milky Way, zodiacal light, and faint meteors.	Brighter sky phenomena can be regularly viewed, with fainter ones sometimes visible. Milky Way is visible in summer and winter.	Many sky phenomena cannot be seen. Milky Way is faintly seen when pointed out to the average person, as is the Andromeda Galaxy.

Nocturnal Environment	Area is devoid of obvious lights that can cause wildlife disorientation. Artificial light levels are thought to be below the threshold for plant and animal impact. Ecological processes related to nocturnality are unaltered. No lighting atop towers or buildings within park boundary.	Areas that have minor to moderate ground illumination from artificial skyglow. Lights that may cause disorientation to wildlife are distant. Disruption of ecological processes is minor with no impairment to plants or wildlife.	Areas with greater nocturnal impact than <i>Silver</i> , but where photo-based ecosystem processes are still functional.
Cinzano et. al .2001 Sky Brightness Model	< 0.11 artificial light contribution at zenith (as a fraction of natural background)	0.11-3.0 artificial light contribution at zenith (as a fraction of natural background)	3.0-9.0 artificial light contribution at zenith (as a fraction of natural background)
NPS Method Total Sky Brightness Above 20° Alt.	<i>Pending- propose -6.75</i>	<i>Pending- propose -8.00</i>	<i>Pending- propose -10.00</i>
Unihedron Sky Quality Meter	<i>Pending- propose 21.75</i>	<i>Pending- propose 21.00</i>	<i>Pending- propose 20.00</i>

Further information on the Bortle Dark-sky Scale can be found at:

http://skyandtelescope.com/resources/darksky/article_81_1.asp

Further information on the Schaaf Scale can be found at:

<http://laps.noaa.gov/albers/lp/gwpaper/lppaper.htm>

Further information on Sky Brightness Model by Cinzano et. Al. can be found at:

<http://www.inquinamentoluminoso.it/dmsp/>

A few references on Visual Limiting Magnitude can be found at:

<http://www.imo.net/visual/major/observation/lm>

http://www.phys-astro.sonoma.edu/observatory/observers/limiting_magnitude.html

The George Wright Forum, published by the George Wright Society, Hancock, Michigan, USA, 18:4, 2004.

Note: According to Cinzano et Al. 2001, 1% of US population lives in gold areas, 16% in silver, and 21% in bronze. Compare that to Australia at 29%, 9%, and 25% or Canada at 3%, 14%, and 12% or Germany 0%, 34% and 41%. Thus Gold DSPs will likely be designated in areas of sparse population, but may vary from country to country.

Reassessment of DSP Designations:

To assure that DSPs continue to be exemplary in their protection and restoration of natural lightscapes, IDA will periodically re-assess DSPs. This will assure that parks continue to meet the minimum requirements, are sustaining partnership and interpretation efforts, and are making adequate progress toward 100% compliance with lighting guidelines. It is expected that a simple assessment will be made at approximately 5-year intervals, relying upon conversations with park management, on site checks by the original nominating member, or other creative and low cost means to ascertain the park's commitment to the DSP designation. If questions or concerns remain after this cursory review, it may then be necessary for IDA make additional efforts and/or the DSP to submit evidence defending their status.

DSP Program Review:

It is recommended that the DSP program be reviewed 2 years from initial approval and at 5-year intervals thereafter. This will keep documentation current, provide clarification of common questions, close loopholes, and keep the program responsive to evolving public attitudes, technology, and scientific understanding. It will also be important to compare this document with other competing certifications that may arise. Other suggested considerations include: application and acceptance rate, balancing participation in the program with the prestige it bestows, open submission vs. call for applications, target participation rates at each tier, reassessment processes, and workload.

Contributors:

Development Committee:

Chris Luginbuhl- US Naval Observatory, IDA Board Member

Ralph Jones- US National Park Service

Angela Richman- Astronomy education consultant

Chad Moore- US National Park Service

Review Committee:

Chloé Legris- Project manager, ASTROLab of Mont-Mégantic

Steve Cary- New Mexico State Parks

Scott Davis- International Dark-Sky Association

David Welch- Parks Canada

Brad Shattuck- US National Park Service

Lazlo Lazowska- New Mexico Heritage Preservation Alliance

Dan Duriscoe- US National Park Service

Catherine Rich- The Urban Wildlands Group

John Gilkison- National Public Observatory

Chip Harrison- Cherry Springs State Park

Martin Aube- Groupe de Recherche et d'Applications en Physique au College de Sherbrooke (GRAPHYCS)

Draft and Review Period:

October 2005-March 2006

IDA Park Nomination Review Panel:

Chris Luginbuhl- US Naval Observatory, IDA Board Member

Angela Richman- Astronomy education consultant

Chad Moore- US National Park Service

Approval:

Approved with minor edits, IDA Board of Director's meeting, March 18, 2006

Revised:

V. 1.3 IDA edits completed, March 23, 2006

V. 1.31 Draft tier recommendation for Sky Quality Meter and NPS Method

V. 1.31 Minor addition to DSP Program Review

**Anhang 2:
Brut- und Rastbestände im SPA Niederung der Unteren Havel
1998-2004**

Brut- und Rastbestände im SPA Niederung der Unteren Havel 1998-2004						
Art	Wissensch. Name	Brut	Rast	RL BB	VSRL_AnH1	SPEC
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>		<600	v		
Singschwan	<i>Cygnus cygnus</i>		<1200	R	x	
Zwergschwan	<i>Cygnus bewickii</i>		<450		x	3W
Rothalsgans	<i>Branta ruficollis</i>		2-5		x	1W
Ringelgans	<i>Branta bernicla</i>		1-3			3W
Weißwangengans	<i>Branta leucopsis</i>		300-600		x	
Waldsaatgans	<i>Anser fabalis fabalis</i>		70-160			
Tundrasaatgans	<i>Anser fabalis rossicus</i>		60.000-80.000			
Kurzschabelgans	<i>Anser brachyrhynchus</i>		20-40			
Zwerggans	<i>Anser erythropus</i>		1-5		x	1
Blässgans	<i>Anser albifrons</i>		50.000-70.000			
Graugans	<i>Anser anser</i>		7.000-10.000			
Brandgans	<i>Tadorna tadorna</i>	4-5	<65	R		
Schnatterente	<i>Anas strepera</i>	35-50	300-500	R		3
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>		4.000-8.000	0		
Krickente	<i>Anas crecca</i>	5-15	1.500-2.500	2		
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>		>5.000			
Spießente	<i>Anas acuta</i>	0-3	800-1.800	1		3
Knäkente	<i>Anas querquedula</i>	15-30	50-130	1		3
Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	20-40	1.000-1.900	2		3
Kolbenente	<i>Netta rufina</i>		1-3	R		
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	10-20	500-2.200	v		2
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>		2.000-3.200			3
Schellente	<i>Bucephala clangula</i>		300-500	3		
Zwergsäger	<i>Mergellus albellus</i>		<70		x	3
Gänsesäger	<i>Mergus merganser</i>		<150	1		
Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	10-15		3		
Sichelstrandläufer	<i>Calidris ferruginea</i>		10-20			
Alpenstrandläufer	<i>Calidris alpina</i>		50-100			3
Zwergmöwe	<i>Hydrocoloeus minutus</i>		<270		x	3
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	<100	<10.000			
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>		<9.000	R		2
Mantelmöwe	<i>Larus marinus</i>		<10			
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>		<200	R		
Zwergseeschwalbe	<i>Sternula albifrons</i>		1-3	1	x	3
Raubseeschwalbe	<i>Hydroprogne caspia</i>		1-4		x	3
Trauerseeschwalbe	<i>Chlidonias niger</i>	80-100	150-300	1	x	3
Flusseeeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	30-35	>100	2	x	
Raufußkauz	<i>Aegolius funereus</i>	0-1		R	x	
Steinkauz	<i>Athene noctua</i>	2-4		1		3
Sumpfohreule	<i>Asio flammeus</i>	0-1	0-3	1	x	3
Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1-5		2	x	2
Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	10-15		2	x	3
Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>	0-2		1		3
Schwarzspecht	<i>Dryocopus martius</i>	10-20			x	
Mittelspecht	<i>Dendrocopos medius</i>	6-12		3	x	
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	<200			x	3
Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>	5-10		1		3
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	10-20		3	x	2
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	>1500				
Sperbergrasmücke	<i>Sylvia nisoria</i>	>20			x	
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	<2		2	x	
Brachpieper	<i>Anthus campestris</i>	0-2		1	x	3
Ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>	40-50		3	x	2

Fortsetzung Tabelle						
Art	Wissensch. Name	Brut	Rast	RL BB	VSRL_AnH1	SPEC
Tüpfelsumpfhuhn	<i>Porzana porzana</i>	10-30		2	x	
Kleines Sumpfhuhn	<i>Porzana parva</i>	<3		1	x	
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	40-50		v		
Blässhuhn	<i>Fulica atra</i>		6.000-8.000			
Kiebitzregenpfeifer	<i>Pluvialis squatarola</i>		<5			
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>		<8.000		x	
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	100-150	>20.000	2		2
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>	10-20		3		
Sandregenpfeifer	<i>Charadrius hiaticula</i>		20-50	1		
Regenbrachvogel	<i>Numenius phaeopus</i>		2-10			
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	10-15	<150	1		2
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	<25	<120	1		2
Pfuhlschnepfe	<i>Limosa lapponica</i>		1-5		x	
Waldschnepfe	<i>Scolopax rusticola</i>	<10		3		3
Zwergschnepfe	<i>Lymnocyptes minimus</i>		<20	0		3
Doppelschnepfe	<i>Gallinago media</i>		0-10	0	x	1
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	<100	<1.000	2		3
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>		10-40	1		3
Dunkler Wasserläufer	<i>Tringa erythropus</i>		30-80			3
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	<30	10-15	1		2
Grünschenkel	<i>Tringa nebularia</i>		50-100			
Bruchwasserläufer	<i>Tringa glareola</i>		500-1.000		x	3
Kampfläufer	<i>Philomachus pugnax</i>	2-5	200-500	1	x	2
Zwergstrandläufer	<i>Calidris minuta</i>		10-30			
Temminckstrandläufer	<i>Calidris temminckii</i>		5-10			
Sichelstrandläufer	<i>Calidris ferruginea</i>		10-20			
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	40-60				
Rothalstaucher	<i>Podiceps grisegena</i>	5-10		2		
Schwarzhalstaucher	<i>Podiceps nigricollis</i>	0-10		1		
Prachtaucher	<i>Gavia arctica</i>		1-3		x	3
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	300-400				
Rohrdommel	<i>Botaurus stellaris</i>	10-15		1	x	3
Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>	2-4		1	x	3
Silberreiher	<i>Casmerodius albus</i>		<20		x	
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	15-20				
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	1	3-10	1	x	2
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	21	50-100	3	x	2
Fischadler	<i>Pandion haliaetus</i>	4		3	x	3
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	4-6		2	x	
Kornweihe	<i>Circus cyaneus</i>		20-40	1	x	3
Wiesenweihe	<i>Circus pygargus</i>		1-3	1	x	
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	15-25		3	x	
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	20-25		3	x	2
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	10-15		3	x	3
Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>	2	<15	2	x	1
Merlin	<i>Falco columbarius</i>		2-5		x	
Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	5-7		1		
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>		2-5	1	x	
Kranich	<i>Grus grus</i>	<16	3.500	3	x	2
Großtrappe	<i>Otis tarda</i>	0-1		1	x	1
Wasserralle	<i>Rallus aquaticus</i>	150-200		3		
Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	15-50		1	x	1

© Haase, P. & Ryslavy T. (2005): Das Europäische Vogelschutzgebiet (SPA) Niederung der Unteren Havel.-Naturschutz & Landschaftspflege 14 (3, 4) 2005; 78–81

Anhang 3: Berechnung Umrüstung der Leuchten

Kostenkalkulation der Umrüstung von 126 Quecksilberdampf-
zu Natriumdampf-Hochdrucklampen

Berechnungen mit den Werten der Broschüre „Helle Not“ (TIROLER UMWELTANWALTSCHAFT 2009):

Angenommene Betriebsstunden pro Jahr:	4200 h
Leuchtenleistung (Lampe und Vorschaltgerät) Quecksilberdampf-Hochdrucklampe:	137 W
Leuchtenleistung (Lampe und Vorschaltgerät) Natriumdampf-Hochdrucklampe:	82 W
Angenommener Strompreis:	0,12 €/kWh
Anzahl Lampen:	126
Preis pro Lampe ohne Mwst Quecksilberdampf-Hochdrucklampe:	9,8 €
Preis pro Lampe ohne Mwst Natriumdampf-Hochdrucklampe:	40,70 €

Kosten für den jährlichen Betrieb von 126 Quecksilberdampf-Hochdrucklampen:
 $137 \text{ W} * 4200 \text{ h} * 126 = 72500,40 \text{ kWh}$
 $72500,40 \text{ kWh} * 0,12 \text{ € / kWh} = \mathbf{8700,05 \text{ €}}$

Kosten für den jährlichen Betrieb von 126 Natriumdampf-Hochdrucklampen:
 $82 \text{ W} * 4200 \text{ h} * 126 = 43394,40 \text{ kWh}$
 $43394,40 \text{ kWh} * 0,12 \text{ € / kWh} = \mathbf{5207,33 \text{ €}}$

→ **Ersparnis pro Jahr 8700,05 € - 5207,33 € = 3492,72 €**

Die angenommene Lebensdauer von Natriumdampf-Hochdrucklampen beträgt fünf Jahre.
 Lampeninvestition: 40,70 € pro Stück (ohne Mwst.)
 $40,70 \text{ €} * 126 = \mathbf{5128,20 \text{ €}}$
 technische Umrüstungskosten: 113 € pro Leuchte
 $113 \text{ €} * 126 = \mathbf{14.238 \text{ €}}$
 → $5128,20 \text{ €} + 14.238 \text{ €} = \mathbf{19.366,20 \text{ €}}$

Amortisierung der Investitionskosten von 19.366,20 € im siebenten Jahr:

1. Jahr: $19.366,20 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = 15873,48 \text{ €}$
2. Jahr: $15873,48 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = 12380,76 \text{ €}$
3. Jahr: $12380,76 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = 8888,04 \text{ €}$
4. Jahr: $8888,04 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = 5395,32 \text{ €}$
5. Jahr: Lampenneuinvestition.
 $40,70 \text{ €} - 9,80 \text{ €} = 30,90 \text{ €}$
 $30,90 \text{ €} * 126 = 3893,40 \text{ €}$
 $5395,32 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} + 3893,40 = 5796 \text{ €}$
6. Jahr: $5796 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = 2303,28 \text{ €}$
7. Jahr: $2303,28 \text{ €} - 3492,72 \text{ €} = -1189,44 \text{ €}$

Anhang 4: Darstellung der kartierten Straßenleuchten

