



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Eine Volkssternwarte für das Nordburgenland:
Planungskonzept und Bedarfsanalyse“

verfasst von / submitted by

Stefan Wallner, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2017 / Vienna 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 066 861

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Astronomie

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Franz Kerschbaum

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort oder „Warum Sternwarten?“	1
2	Sternwarten und der Bezug zum Nordburgenland	3
2.1	Was eine Sternwarte können muss	3
2.2	Warum das NORDburgenland?	4
2.3	Astronomie im Burgenland	5
2.4	Geschichte der Eisenstädter Sternwarte	7
3	Bedarfsprüfung	11
3.1	Standortprüfung	13
3.1.1	Lichtverschmutzung	13
3.1.2	Bewölkung bzw. Sonnenscheindauer	28
3.1.3	Niederschlag	33
3.1.4	Luftfeuchtigkeit	35
3.1.5	Wind und Seeing	40
3.1.6	Luftverkehr	43
3.1.7	Anbindung an öffentlichen Verkehr und Erreichbarkeit	49
3.2	Instrumentation	54
3.2.1	Sammelfläche	54
3.2.2	Reflektortypen	57
3.2.3	Montierungen	59
3.2.4	Dach- bzw. Kuppelkonstruktionen	62
4	Die Sternwarte in Rahmen der Bildung, Kultur und Umwelt	68
4.1	Zielgruppen	68
4.2	Multilingualität	69
4.3	Nutzung als Bildungseinrichtung	74
4.4	Die Sternwarte im Rahmen des burgenländischen Kulturleitbildes sowie als Veranstaltungszentrum	75
4.5	Umweltschützende Maßnahmen	77
5	Fallbeispiele bestehender Sternwarten	81
5.1	Niederösterreichische Volkssternwarte Michelbach	81
5.1.1	Daten und Baugeschichte	81
5.1.2	Vorhandene Instrumentation	83
5.1.3	Analyse des öffentlichen Betriebes	87
5.1.4	Fazit	87
5.2	Max Valier-Sternwarte Bozen	89
5.2.1	Daten und Baugeschichte	89
5.2.2	Vorhandene Instrumentation	90
5.2.3	Analyse des Betriebes	93
5.2.4	Fazit	94
5.3	Kepler-Sternwarte Linz	96
5.3.1	Daten und Baugeschichte	96
5.3.2	Vorhandene Instrumentation	98

5.3.3	Analyse des Betriebes	99
5.3.4	Fazit	100
5.4	Leopold Figl-Observatorium am Schöpfl	104
5.4.1	Daten und Baugeschichte	104
5.4.2	Vorhandene Instrumentation	105
5.4.3	Analyse des Betriebes	106
5.4.4	Fazit	107
5.5	Sternwartenprojekt Salzburg	109
5.5.1	Planung des Baus, der Instrumentation sowie des Betriebes	109
5.5.2	Fazit	112
5.6	Sternwarte und Planetarium Klagenfurt	113
5.6.1	Daten und Baugeschichte	113
5.6.2	Vorhandene Instrumentation	114
5.6.3	Analyse des Betriebes	115
5.6.4	Fazit	116
6	Businessplan	118
6.1	Empfohlene Sternwartenkonstruktion	119
6.2	Empfohlene Instrumentarien	120
6.3	Empfehlung des Sternwartenbetriebes	121
6.4	Ortswahl	122
6.5	Rechtsgrundlage und Finanzierung	124
6.5.1	Grundlagenforschung	124
6.5.2	Erwachsenenbildung	125
6.5.3	Förderungen im Rahmen einer Volkssternwarte	125
7	Conclusio	131
8	Danksagung	132
	Literaturverzeichnis	133
	Anhang	137

Für Maximilian und Tobias.

1 Vorwort oder „Warum Sternwarten?“

Im Rahmen der Erstellung dieser Arbeit bin ich immer wieder gefragt worden, welcher Zweck denn eine Sternwarte heutzutage überhaupt noch habe, besonders da es bereits so viele Teleskope gibt, die astronomische Forschung betreiben. Um diese Frage zu klären, versuche ich ein paar Ansätze zu finden und verständlich zu erörtern, wieso eine Sternwarte mehr als ein Gebäude, mit der Möglichkeit in den Himmel zu blicken, ist.

Eine Sternwarte ist verständlicherweise mit dem Thema Astronomie verbunden. Als wahrscheinlich älteste angewandte Naturwissenschaft versucht sie Antworten auf Fragen zu finden, deren Skalen immer größer werden. Haben sich Zivilisationen vor einigen tausend oder gar erst hundert Jahren gefragt, welches Himmelsobjekt auf ihrem Nachthimmel hell leuchtet, so konzentrieren wir uns heute nicht mehr auf einzelne Objekte sondern versuchen Mysterien des gesamten Universums aufzudecken. Sei es die beschleunigte Expansion, die Anzahl an Galaxien, die Beobachtung von Gravitationswellen oder die Suche nach der Dunklen Materie, alles hatte seinen Ursprung bei der Entstehung unseres Weltalls, die große Unbekannte in der astronomischen Forschung, der „Big Bang“. Doch genau dies ist es, was die Astronomie ausmacht: Es wird immer Unbekannte und Fragen geben, auf die wir keine Antwort wissen werden. Ständig neue Welten, die es zu Entdecken und Erforschen gilt. Doch wie soll man Menschen überhaupt erst auf die Idee bringen, sich mit der beinahe unmöglich erscheinenden Suche nach solchen Antworten zu beschäftigen? Und genau hier kommen die kleinen Sternwarten ins Spiel.

Observatorien, besonders im Ausmaß von öffentlichen Volkssternwarten, bieten natürlich auch nicht die Möglichkeit diese Antworten zu finden, doch können sie sehr wohl Anreize schaffen, motivieren und ein Sprungbrett für Weiteres sein. Genau aus diesem Grund bekommt auch die Wissensvermittlung auf solchen die höchste Priorität. Nicht nur Kinder, auch Erwachsene sollen zum Denken angeregt werden, immerhin kann die Astronomie an jedem Ort zu jeder Zeit verfolgt werden. Sternwarten sollen Orte sein, an denen sich interessierte Menschen treffen und austauschen, nur so ist auch die Wissensvermittlung überhaupt möglich.

Während Astronomie heutzutage an sehr vielen Orten betrieben werden kann - seien es Planetarien, am Computer oder auch zuhause - so bieten ausschließlich Sternwarten die Möglichkeit auch einen Blick in das „Tatsächliche“ zu werfen und nicht nur Simulationen oder ähnliches zu bestaunen. Kein Programm, keine Simulation kann das Beobachten eines oder mehrerer astronomischer Objekte ersetzen, besonders bei sehr speziellen Ereignissen wie einer Sonnen- bzw. Mondfinsternis oder gar einer naheliegenden Supernova-Explosion bzw. eines Planetarischen Nebels. Während die genannten Finsternisse noch mit freiem Auge zu sehen sind, so sind letztere doch nur durch Teleskope auflösbar.

Die Sichtbarkeit eines Objektes ist eine Tatsache, welche weiter verfolgt werden muss: Während sich Städte und Länder entwickeln, desto mehr rückt in den Vordergrund, dass der Himmel langsam verschwindet, Objekte nicht mehr sichtbar oder auflösbar für das menschliche Auge werden. Die Rede ist von der immer stärker anwachsenden Lichtverschmutzung, der wir uns ausgeben. Sie wird durch schlecht abgeschirmte Beleuchtung auf der Erdoberfläche ausgelöst, wie zum Beispiel Plakat- oder Gebäudebeleuchtungen, die in Richtung des Himmels ihr Licht abgeben. Ein konkretes Beispiel bietet die Milchstraße, deren Arm über den gesamten nördlichen Nachthimmel ragt. Viele Menschen haben diese noch nie gesehen, während abgelegen von großen Städten - in Österreich

zum Beispiel Alpenregionen - diese sehr wohl sichtbar wird. Je mehr sich die Lichtverschmutzung ausbreitet, desto weniger sehen wir von unserem Himmel und desto größer ist die Notwendigkeit von Teleskopen gegeben, die mit großen Spiegeln Photonen sammeln, bündeln und so auch Objekte sichtbar machen, die das menschliche Auge nicht mehr sieht. Auch dadurch bekommen Sternwarten eine neue Bedeutung, vielleicht werden sie gar in fernerer Zukunft die einzige Möglichkeit darstellen überhaupt noch Bilder von unserem Universum bzw. von unserem Himmel zu bekommen. Das Thema der Lichtverschmutzung ist ein unumgängliches und wird in dieser Arbeit noch sehr ausführlich zur Diskussion stehen.

Eisenstadt ist der Ort, in welchem ich nicht nur geboren, sondern auch aufgewachsen bin. Bis zum Ende der Eisenstädter Landessternwarte war es mir oftmals ein Vergnügen Beobachtungen mit dem vorhandenen Linsenfernrohr anzustellen. Besonders im Rahmen von Schulveranstaltungen kann ich mich noch an den ein oder anderen Besuch erinnern. Es waren exakt diese, die mich zur Astronomie gebracht und das Interesse in mir erweckt haben. Umso trauriger war es, als die Meldung der Schließung der Sternwarte medial aufgegriffen wurde. Es war die letzte vorhandene Volkssternwarte des Burgenlandes, womit es das einzige Bundesland werden sollte, welches keine mehr besitzt. Genau dieser Aspekt war es, der mir den Anreiz gab nicht nur Astronomie zu studieren, sondern auch etwas neues in der Nähe meiner Heimatstadt aufzubauen, das Thema wieder in das Burgenland zurückzuholen.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Masterarbeit in einigen Fällen die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keinerlei Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

2 Sternwarten und der Bezug zum Nordburgenland

2.1 Was eine Sternwarte können muss

Wie bereits im Vorwort erläutert, stellen Sternwarten einen guten Standort für die Wissenskommunikation im astronomischen Gebiet dar. Um allerdings auch einen optimalen Wissenstransfer ermöglichen zu können, sind mehrere Kriterien notwendig, die für eine neu geplante Sternwarte geprüft werden müssen:

- **Was möchte ich mit der Sternwarte erreichen?**

Hier gilt es vor allem abzuwiegen, welche Pläne ich mit einer Sternwarte erreichen möchte. Sehr grob kann es in zwei Richtungen gehen: entweder betreibe ich Forschung oder Öffentlichkeitsarbeit in Form von Erwachsenenbildung. Beide Möglichkeiten gehören abgewogen, da sämtliche Instrumentationen, die Sternwartenkonstruktion selbst oder die Standortwahl von der Klärung dieser Frage abhängen. Während in der Grundlagenforschung naturnahe Nächte ohne Einfluss von Außen benötigen, sind die Auswahlkriterien bei einer Volkssternwarte nicht so extrem.

- **Wie sind die Beobachtungsbedingungen?**

Gleich vorweg ist es natürlich primär wichtig, dass an einem gewissen Standort überhaupt beobachtet werden kann. Heute spielen sehr viele Faktoren eine Rolle, die einen Beobachtungsplatz qualitativ verringern können. Astronomisch betrachtet ist die Lichtverschmutzung, also sämtliche vom Boden in Richtung Himmel abgestrahlte, künstliche Beleuchtung, die es heutzutage verhindert in der Nähe von größeren Städten gute Beobachtungen durchführen zu können. Um eine Sternwarte in Betrieb nehmen zu können sind es aber auch die meteorologischen Bedingungen, die in die Überlegungen mit einbezogen werden müssen. Selbst an einem Ort mit naturnahen Himmel ist es keine gute Idee ein neues Observatorium zu planen, wenn 80% der Nächte im Laufe eines Jahres aufgrund schlechten Wetters dies nicht zulassen.

- **Was möchte ich beobachten?**

Es macht keinen Sinn die Magellanschen Wolken beobachten zu wollen und dafür eine Sternwarte in Österreich zu planen. Dies ist natürlich ein sehr extremes Beispiel, da diese nur auf der südlichen Hemisphäre zu sehen sind, aber es soll zeigen, dass auch bereits vor der Planung bzw. dem Bau einer Sternwarte klar sein soll, welche Objekte tatsächlich zu sehen sein sollen. Ebenso nach Klärung dieser Frage gehören die Instrumentationen ausgewählt, da sehr lichtschwache Objekte sehr große Sammelflächen - also Teleskopdurchmesser - benötigen. Zusatzinstrumente können andere astronomische Bereiche wie zum Beispiel die Spektroskopie oder Radioastronomie näher bringen, aber auch hier gehört vorweg entschieden, ob sich dies bei den verfügbaren Objekten rendiert.

- **Wen möchte ich ansprechen?**

Eine Volkssternwarte sollte Ziel für alle Personen sämtlicher Altersgruppen sein, die ein Interesse an Astronomie zeigen. Daher gehört vor allem der Betrieb nach dieser Einstellung geplant, also Programm sollte nicht nur spätnachts und/oder für Erwachsene angeboten werden, ganz speziell müssen auch Kinder und Schulen eingebunden werden. Hier gehören Inhalte speziell angepasst, da besonders astronomische Themengebiete sehr anspruchsvoll sein können. Nach diesem Aspekt gehören auch zusätzliche Investitionen im Bereich der Wissensvermittlung für Kinder getätigt, wie zum Beispiel Experimente abseits der Sternwarte oder Modelle, die das Ziel haben Fachterminologien auf leichte Art näher zu bringen.

- **Ist die Sternwarte barrierefrei bzw. gut erreichbar?**

Die Erreichbarkeit kann für eine Sternwarte zu einem ziemlichen Problem werden. Abseits von großen Städten ist der öffentliche Verkehr meist nicht dicht ausgebaut, dies lässt sich im Burgenland speziell leider sehr stark erkennen. Daher ist es kein Wunder, dass das Bundesland dasjenige mit dem höchsten Auto-pro-Kopf-Anteil ist. Nach diesem Aspekt sollten gewählte Standorte gut angebunden sein, um die Anzahl an Besuchern zu erhöhen. Dies geschieht auch durch die Gestaltung einer barrierefreien Sternwarte. Sehr viele Menschen mit Behinderungen sind noch nie in ihrem Leben innerhalb einer Beobachtungskuppel gewesen, da die meisten österreichischen Sternwarten entweder denkmalgeschützt sind (ältere Sternwarten) oder keine (finanzielle) Möglichkeit beim Bau gegeben war, diese barrierefrei zu gestalten.

Diese und auch einige weitere Aspekte werden im Laufe dieser Arbeit mit ganz speziellem Blick auf das Nordburgenland diskutiert. Es gehört ein Konsens aus allen erwähnten Kriterien zu finden und damit einen guten Standort oder eine optimale Instrumentation zu wählen sowie eine ansprechende Peripherie zu gestalten. Den Kriterien kann natürlich auch eine unterschiedlich große Gewichtung zugeschrieben werden, doch es spielt keine Rolle, wie diese ausfällt, im Vordergrund muss bei der Gestaltung einer Volkssternwarte immer ein Kriterium die wichtigste Rolle spielen: Die Sternwarte muss einen optimalen Wissenszugang ermöglichen und das jedem, der Interesse daran zeigt. Hier gehört spätestens erwähnt, dass niemandem der Zugang verweigert werden darf und jeder an dieser willkommen sein muss.

2.2 Warum das NORDBurgenland?

Dass diese Arbeit nur das Areal des Nordburgenlandes als möglichen Standort für eine neue Sternwarte zur Diskussion stellt, ist natürlich kein Zufall. Dies hat vor allem mit der Verteilung anderer Sternwarten im direkten Umfeld zu tun. Das Mittel- bzw. Südburgenland wurde deshalb ausgeschlossen, da sich bereits in der Nähe dem Umfeld von Graz in der Steiermark sieben Sternwarten aufhalten (Stand 2012). Bei diesen eingeschlossen sind Universitäts-, Volks-, Schul- sowie Privatsternwarten. Die dem Südburgenland nächstgelegene Sternwarte ist beispielsweise die Sternwarte Auersbachthal in Feldbach. Um also dem astronomischen Interesse nachzugehen, bedarf es hier nur einer relativ kurzen Reise. Das Mittelburgenland hat es da durchaus etwas weiter, sollte aber mit einer Sternwarte im Nordburgenland wiederum versorgt sein.

Natürlich besitzt auch das Nordburgenland weitere Sternwarten in seiner Umgebung. Vor allem Wien und das Wiener Becken bieten einige Möglichkeiten. Allerdings spielt hier ein Faktor mit, welcher meist nicht bedacht wird: Die Qualität dieser Sternwarten ist aufgrund der Licht- und Luftverschmutzung der Bundeshauptstadt sowie anderer größerer Städte in diesem Gebiet sehr gering. Die Beobachtung beispielsweise auf der Wiener Urania-Sternwarte beschränkt sich auf sehr helle Objekte. Das Leithagebirge bietet einen guten Schutz gegen diese, daher ist das Nordburgenland vor dieser einigermaßen abgeschottet. Die Lichtverschmutzung wird allerdings detaillierter in Kapitel 3.1.1 zur Diskussion stehen.

Dies sind also die Gegebenheiten, Burgenland ist - wie bereits im Vorwort erwähnt - das einzige Bundesland, welche keine Volkssternwarte mehr besitzt. Diese Tatsache sowie die vorhandene Standortqualität, die hier vorkommt, prädestinieren das Nordburgenland als Standort für eine neue Sternwarte.

2.3 Astronomie im Burgenland

Die historische Betrachtung über die Astronomie im Burgenland geht vor allem auf Dr. Adalbert Jeszenkowitsch (geb. am 15.06.1906 in Rust, gest. am 23.12.1973 in Schattendorf) zurück. Der astronomisch sehr interessierte Mediziner ließ sich 1939 einen Zeiss-Refraktor in sein Haus montieren, wobei von diesem Gerät zum damaligen Zeitpunkt nur 15 Stück gebaut wurden. Dies war der Beginn zur langjährigen Planung und Erschaffung einer Privatsternwarte mit einer Reihe an Zusatzinstrumenten (Passageninstrument, Astrokameras oder spektroskopische Geräte). Leider war es sein Zuhause, welches schwer vom Zweiten Weltkrieg gezeichnet wurde. Er selbst musste aus dem Land fliehen und konnte erst einige Monate nach Kriegsende wieder zurückkehren um zu sehen, dass sein Zuhause - und die Sternwarte - zur Gänze geplündert wurden. Nach diesem Rückschlag gab er aber nicht auf und begann mit der Hilfe von Patienten und Freunden mit dem Neuaufbau, der wiederum einige Jahre erfolgte. Der Refraktor wurde nach 1950 wieder repariert und zusammengebaut und die Beobachtung konnte mit dem Instrumentarium wieder aufgenommen werden. 1971 begann er schließlich mit der Planung einer Volkssternwarte, der Landessternwarte Eisenstadt. Leider erlebte Dr. Adalbert Jeszenkowitsch dessen Eröffnung nicht mehr. Zu seinen Ehren haben sich die Betreiber der Sternwarte zur „Dr. Adalbert Jeszenkowitsch-Gesellschaft an der burgenländischen Landessternwarte“ zusammengeschlossen und den Bau 1979 vollendet. [4]

Der Verein musste sich 2007 allerdings auflösen und so wurden die seit 15. Juli 1992 bestehenden „Burgenländischen Amateurastronomen“ (BAA) zum einzigen astronomischen Verein des Bundeslandes. Die Gründung dessen geschah durch vier Mitarbeiter der Landessternwarte. Die BAA ist bis heute tätig und zählt insgesamt etwa 40 ordentliche Mitglieder. Der Verein beschreibt in seinen Statuten die Aufgaben wie folgt:

„Verbreitung der Astronomie in der Bevölkerung durch öffentliche Beobachtungs- und Vortragsabende, Schul- und Kinderveranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit, Zusammenschluss aller Amateurastronomen und Unterstützung bei astronomischen Aktivitäten. Zudem Erfahrungsaustausch, Astrofotografie, Fachvorträge, gemeinsame Vereinsausflüge und Exkursionen sowie Inventar zur Unterstützung der Mitglieder.“[5]

Einmal im Monat findet ein Vereinstreffen mit Mitgliedern und Interessenten des Vereines statt. Da allerdings die Sternwarte seit 2008 geschlossen ist und somit der alte Standort für diese nicht mehr zur Verfügung steht, finden diese heute in Bad Sauerbrunn statt. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, ebenso einmal pro Monat, Vereinstreffen für Mitglieder im Süden des Burgenlandes in Unterschützen zu besuchen. Meist sind die Treffen mit Vorträgen aktueller astronomischer Forschungsthemen verbunden, welche zu großen Teilen von Mitgliedern des Vereins selbst aber auch durch externe Personen angeboten werden.

Die BAA war lange Zeit bei astronomischen Ereignissen und anderwertigen Veranstaltungen sehr aktiv, leider ist aufgrund von personellem Mangel allerdings die Bereitschaft ein wenig gesunken. Das Angebot an Vortragsabenden oder astronomischen Kursen besteht allerdings weiterhin. In Zukunft sollen auch wieder mehr Personen zum Verein geführt und dieser wieder aktiver gemacht werden. Engagement hierfür bringt an vorderster Front der Vereinsleiter Dr. Franz Gruber auf.

Tatsächlich besitzt das Burgenland neben der geschlossenen Sternwarte in Eisenstadt noch eine solche. Hierbei handelt es sich um eine Privatsternwarte, welche sich auf der höchsten Erhebung des Burgenlandes befindet, dem Brenntenriegel im Bezirk Mattersburg. Auf einer Seehöhe von

660 m sind hier Beobachtungen möglich, welche allerdings nur durch den betreibenden Verein „Sternwartenverein Sieggaben“ durchgeführt werden dürfen. Es handelt sich hier also um keine Volkssternwarte. Ebenfalls dort angesiedelt sind mehrere große Antennen, die für die Kommunikation einer Privatfirma errichtet wurden. Noch vor Abschließen des Baus ging diese allerdings in Konkurs und so stehen die Antennen bis heute ohne Zweck und unvollendet auf der Anhöhe.

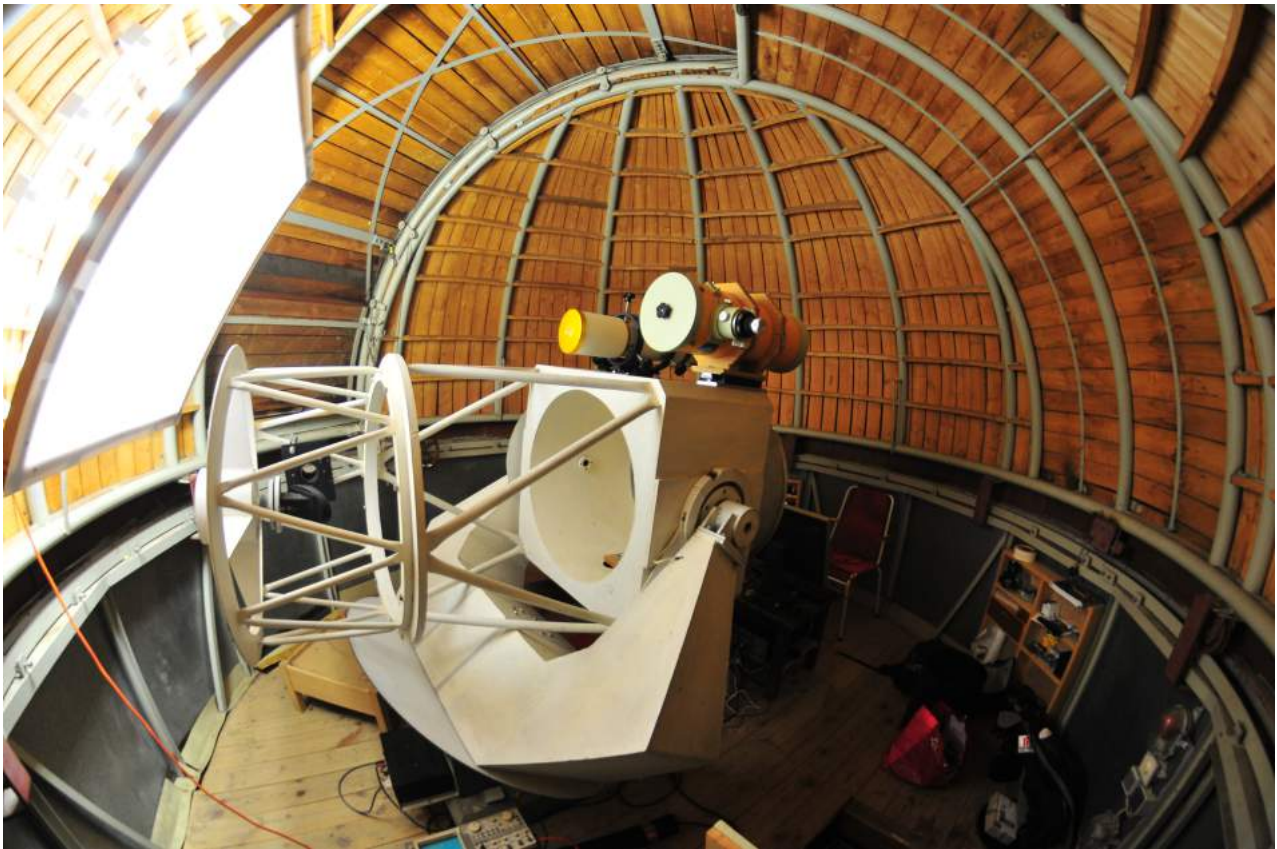


Abbildung 1 – Innenansicht der Privatsternwarte am Brenntenriegel¹

Die Sternwarte am Brenntenriegel wurde 1989 durch Dr. Pratl, Mitglied des heutigen Sternwartevereins, errichtet. 1998 kam es zu der Montierung des bis heute verwendeten Instrumentes, einem 16 Zoll-Reflektor auf einer Gabelmontierung. Innerhalb der Teleskopkonstruktion hätte also ein 60 cm-Spiegel Platz, aus finanziellen Gründen befindet sich allerdings nur ein 40 cm-Primärspiegel darin. Ein Bild des Instrumentes ist in Abbildung 1 zu sehen. Aufgrund der beinahe optimalen Beobachtungsbedingungen, ist es möglich Astrofotographie auf sehr hohem Niveau zu betreiben. Ein Beispiel eines aufgenommenen Objektes, dem Orionnebel (M42) sowie dessen Nachbar M43, ist in Abbildung 2 dargestellt. Prinzipiell ist also zu erkennen, dass auch bereits mit kleineren Instrumenten bei guten Sichtbedingungen, wie sie am Brenntenriegel vorherrschen, qualitativ hochwertige Bilder entstehen können.

¹Quelle: Dipl.-Ing. Wolfgang Mandl

²Quelle: Dipl.-Ing. Wolfgang Mandl



Abbildung 2 – M42 und M43 aufgenommen am Brenntenriegl²

2.4 Geschichte der Eisenstädter Sternwarte

Leider war es nicht möglich, trotz Kontaktaufnahme einiger Personen, dass die alte Eisenstädter Sternwarte einem Besuch unterzogen wurde. Die folgenden Informationen beziehen sich aus Gesprächen mit den Burgenländischen Amateurastronomen sowie aus Websuchen [6] [23]. Leider sind die aktuellsten Suchergebnisse Daten aus dem Jahr 2000, somit könnten sich manche Darstellungen vom wahren Zustand unterscheiden.

Adresse: Dr. Karl Renner-Straße 1, 7000 Eisenstadt

Seehöhe: 194.38 m

Koordinaten: N47°50'38.8" E16°31'20.9"

1971 kaufte das Land Burgenland die astronomischen Geräte, unter anderen den 15cm Zeiss-Refraktor, und die Bücher des Medizinalrates Dr. Adalbert Jeszenkowitsch an, die den Grundstock der burgenländischen Landessternwarte bilden. Die Grundsteinlegung für den Bau der Sternwarte fand im Jahre 1975 statt. Sie wurde plangemäß auf dem Dach des ehemaligen Landesmuseums errichtet. Vier Jahre dauerte die Fertigstellung ehe am 9. Oktober 1979 die feierliche Eröffnung stattfinden konnte. Bis in das Jahr 2000 sollte sie die einzige Landessternwarte Österreichs bleiben. Die Konstruktion beinhaltet zwei Stockwerke, wobei sich die Kuppel mit fünf Metern Durchmesser im zweiten Stock befindet. Der Kuppelraum liegt 9.7 m über dem Erdgeschoss.

Innerhalb der Kuppel befindet sich ein dreilinsiger Refraktor der Firma Zeiss aus dem Jahr 1938. Der Objektivdurchmesser beträgt 150 mm, die Objektivbrennweite 2250 mm. Die Montierung ist paralaktisch ausgeführt, diese wird genauer in Kapitel 3.2.3 erläutert. Die Nachführung wird mechanisch betrieben, um die Erddrehung zu kompensieren und damit Himmelsobjekte über einen längeren Zeit-

raum beobachten zu können. Das Instrument ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Drehung der Kuppel ist Elektrifiziert, funktioniert also per Steuerung, die Öffnung des Spaltes allerdings manuell. Weitere Bilder sind in Abbildung 4 zu sehen.

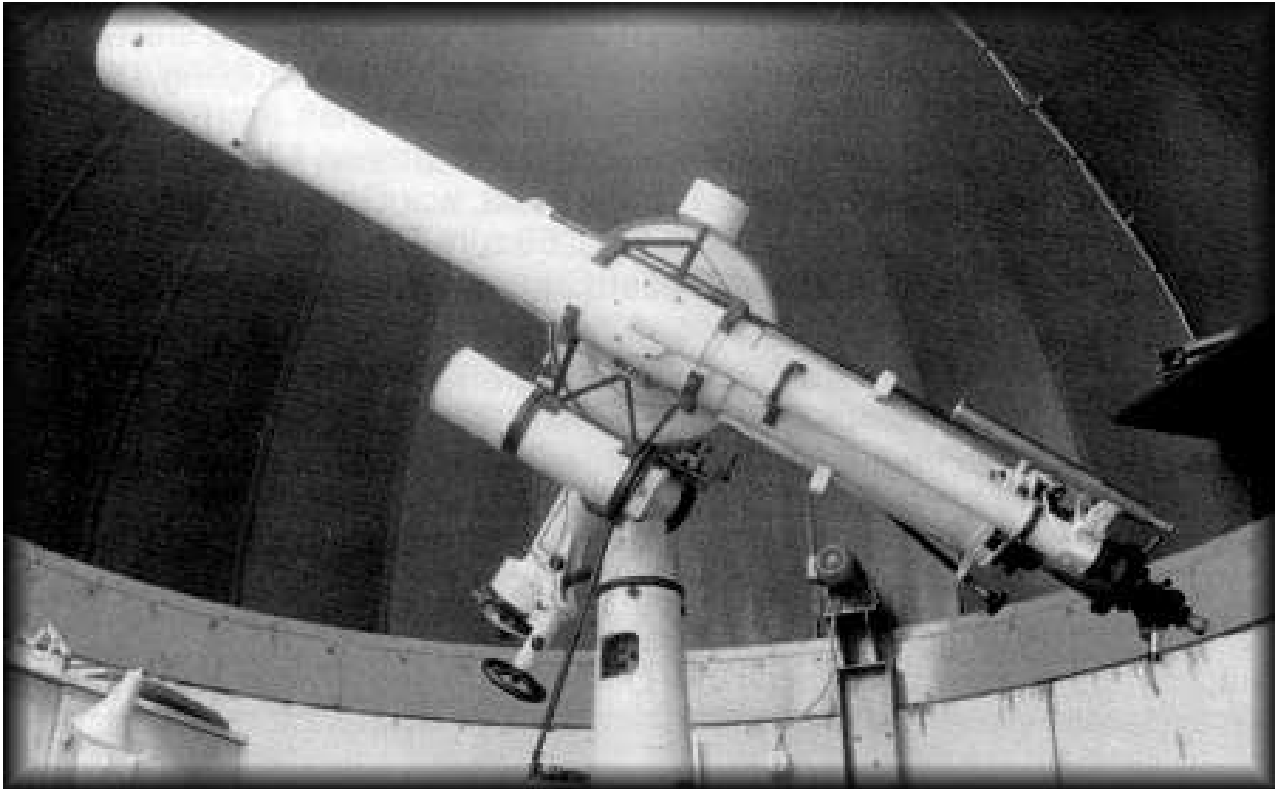


Abbildung 3 – 150 mm-Refraktor der Firma Zeiss in der Landessternwarte Eisenstadt [6]

Neben dem Hauptinstrument in der Kuppel, befinden sich noch kleinere Instrumente an der Sternwarte, ein Zeiss Refraktor 100/1000 sowie ein Meade 8 Zoll SC. Diese dienen zur mobilen Beobachtung und können an anderwertigen Standorten eingesetzt werden.

Im ersten Stock der Sternwarte befinden sich zusätzliche Räume, wie ein kleines Büro, einen Vortragsraum, eine Dunkelkammer sowie Toiletten. Folgendes Zubehör ist für Beobachtungen bzw. astrofotographische Ziele vorhanden: Okularspektroskop, Farbfilter, Zenit, Sonnen- und Umkehrprisma, Binokular sowie Adapter zur Montierung von Kameras am Fernrohr. Ebenfalls innerhalb der Sternwarte vorhanden ist eine astronomische Pendeluhr, welche die exakte Sternzeit anzeigte und somit zur Nachführung des Refraktors diente.

Bis in das Jahr 2007 wurden etwa vier Führungen pro Monat angeboten, prinzipiell wurde zum Zwecke dieser jeden Freitag die Sternwarte geöffnet. Um nicht nur das Teleskop betreuen, sondern auch detaillierte Informationen über die beobachteten Objekte geben zu können, wurden bei jeglicher Führung zumindest zwei Führungspersonen des Vereins eingesetzt. Neben den kontinuierlichen Führungen gab es zusätzlich noch die Möglichkeit Vortragsabende durch geladene Gastvortragende an der Sternwarte zu besuchen. Diese setzten sich nicht nur aus Hobbyastronomen sondern auch durch professionelle Vortragende zusammen. Wie an jeder anderen Sternwarte, wurden natürlich auch zu bestimmten astronomischen Ereignissen (Sonnen- und Mondfinsternisse, Kometen, Tran-

sits) die Sternwarte zusätzlich geöffnet und Beobachtungen dieser angeboten.

Betreiber der Sternwarte war zu Beginn die Dr. A. Jeszenkowitsch-Gesellschaft, welche sich mit der Eröffnung der Sternwarte 1979 gründete. 2007 wurde sie für ein weiteres Jahr von den Burgenländischen Amateurastronomen betrieben, ehe sie aufgrund finanzieller sowie personeller Mängel im Jahr 2008 endgültig aufgegeben wurde. Nach Rücksprache mit dem Vereinsleiter der BAA sollen es vor allem die Kosten der Instandhaltung sowie konstant anfallender Reparaturen diesen Schritt notwendig gemacht haben.



Abbildung 4 – Bilder der Eisenstädter Landessternwarte; der Kuppelraum von außen betrachtet (links) sowie der Zeiss-Refraktor innerhalb der Kuppel (rechts) [23]

Ebenfalls nach Rücksprache einiger Mitglieder der Burgenländischen Amateurastronomen sei die Sternwarte heute in einem nahe auffälligen Zustand. Die Treppen sowie Wege seien den heutigen Sicherheitsansprüchen nicht mehr gewachsen, das Dach des Vortragsraumes biege sich leicht durch. Dies macht heute die Sternwarte leider eher zu einem Risiko. Um tatsächlich ohne Probleme heute Beobachtungen an dieser durchführen zu können, wäre eine Generalsanierung notwendig. Selbst nach einer solchen wären allerdings sehr grobe Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, wie die Schaffung von Fluchtwegen nach neuen Konzepten. Die Sternwarte ist nicht barrierefrei, mobil eingeschränkte Besucher sind nicht in der Lage bis in den Kuppelraum vorzudringen.

Aufgrund der andiskutierten Probleme mit der momentan geschlossenen Eisenstädter Landessternwarte ist eine Renovierung bzw. Sanierung finanziell sowie qualitätserhaltend nicht tragbar. Der Standort selbst erweist sich ebenso heute als sehr ungünstig gewählt. Die Standards einer Volkssternwarte erreichen in der heutigen Zeit modernere Maßstäbe sowie andere Hauptaugenmerke bei der Konstruktionsplanung. Daher werden keine verbessernden Maßnahmen an der alten Sternwarte vorgeschlagen, sondern der Neubau einer Volkssternwarte vorgeschlagen. Nur dies lässt eine Vielzahl an qualitativ hochwertigen Möglichkeiten zu, die bestmögliche Wissenskommunikation betreiben zu können.

3 Bedarfsprüfung

In dem nun folgenden Kapitel wird eine Bedarfsprüfung einer Sternwarte im Nordburgenland dargestellt. Im Vordergrund steht hierbei vor allem die Suche nach einem Standort sowie das Aufzeigen verschiedener Instrumentationen samt ihren Vor- bzw. Nachteilen.

Um die Standortsuche innerhalb des Nordburgenlandes so übersichtlich wie möglich zu gestalten, wurden vier Regionen, wie in Abbildung 5 zu sehen ist, definiert. Die folgenden Subkapitel stellen immer wieder Auswahlkriterien für einen möglichen Standort dar, wobei am Ende jeweils ein Ranking der vordefinierten Regionen getroffen wird. Dies soll aufzeigen, welche Bereiche des Nordburgenlandes für eine Sternwarte geeignet bzw. ungeeignet erscheinen. Es wird hier allerdings noch keine Vorauswahl auf einen präferierten Standort fallen, ein Vorschlag wird allerdings in Kapitel 6.4 offengelegt.



Abbildung 5 – Die vier ausgewählten Regionen, die für die Bedarfsprüfung angewendet werden. Die roten Linien zeigen die Grenzen dieser Regionen³

Die vier Regionen lauten wie folgt:

³Erstellung der Karte durch die Plattform „Scribble Maps“, Quellen sind in der Abbildung vermerkt

- **Region 1** - Bezirke Eisenstadt, Eisenstadt-Umgebung und Rust inkl. der Tawes-Wetterstation Eisenstadt
- **Region 2** - Bezirk Mattersburg inkl. der Tawes-Wetterstation Mattersburg
- **Region 3** - nördlicher Teil des Bezirkes Neusiedl am See, Grenze bei Beginn des Nationalparks bis Halbturn inkl. der Tawes-Wetterstation Neusiedl/See
- **Region 4** - südlicher Teil des Bezirkes Neusiedl am See inkl. Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel inkl. der Tawes-Wetterstation Andau

Diese Gruppierung kam dadurch zustande, dass jede Region zumindest ein „hervorstechendes“ Merkmal besitzt: Region 1 besitzt mit der Landeshauptstadt wahrscheinlich den größten Einfluss des Nordburgenlandes, was die Bedarfsprüfung angeht. Außerdem befindet sich der größte Teil des Leithagebirges in dieser Region, was andere meteorologische Bedingungen zur Folge haben könnte, aber auch eine gute Abschirmung von der Lichtverschmutzung Wiens bieten könnte. Region 2 bezieht sich auf den Bezirk Mattersburg, die Stadt selbst ist eine der am schnellsten anwachsenden im Burgenland. Ganz besonders hervorstechend könnte die Lichtverschmutzung sein. Diese ist von Eisenstadt aus bereits sichtbar und könnte Mattersburg zur am stärksten lichtverschmutzten des Burgenlandes machen. Trotzdem besitzt diese Region auch die höchste Anhebung des Burgenlandes, den Brenntenriegel. Region 3 wurde so gewählt, dass Neusiedl am See noch Teil davon ist, der Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel aber zu Großteilen nicht. Weiters befindet sich nordöstlich des regionalen Zentrums das Outlet-Center Parndorf, ebenfalls ein Kandidat um der lichtverschmutzteste Ort des Burgenlandes zu sein. Region 4 besitzt im Gegensatz zur vorhergehenden den Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel.

Zu Beginn wird mit der Lichtverschmutzung die astronomisch beste Region gruppiert. Weiters werden die meteorologischen Bedingungen der einzelnen Regionen betrachtet - die Bewölkung, der Niederschlag, die Luftfeuchtigkeit und der Wind - sowie der soziale Aspekt durch die Erreichbarkeit bzw. vorhandener Verkehrsnetze in den unterschiedlichen Regionen. Die meteorologischen Bedingungen sind in weiterer Folge auch für astronomisch wichtige Phänomene verantwortlich, wie zum Beispiel der Wind bzw. Luftturbulenzen für das „Seeing“ oder die Luftfeuchtigkeit für die Taubildung an Optiken und Instrumentationen.

Die Datenquellen belaufen sich wie folgt: Für die Messungen der Lichtverschmutzung an mehreren Standorten des Nordburgenlandes war ich verantwortlich, die Software „Sky Quality Camera“, mit welcher die 2D-Matrizen entwickelt wurden, wurde von Andrej Mohar entwickelt, die Kamera von DDr. Thomas Posch zur Verfügung gestellt. Die meteorologischen Daten stammen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik (ZAMG) unter der Mithilfe des Institutes für Meteorologie der Universität Wien. Für die Auswertung zeichne ich mich wiederum verantwortlich. Die ZAMG besitzt allerdings leider nur vier Wetterstationen, die konstante Aufnahmen über das Wetter und Klima aufzeichnen, innerhalb der vier Regionen: Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See sowie Andau. Die Messungen dieser Stationen finden in der Regel alle zehn Minuten statt, die Aufzeichnungen enden am 8. Dezember 2016. Über den gegebenen Zeitraum wurden insgesamt 364,585 Messungen für Eisenstadt, 364,808 für Mattersburg, 364,693 für Neusiedl am See sowie 364,706 für Andau durchgeführt und aufgezeichnet. Die geringfügigen Abweichungen der einzelnen Standorte beziehen sich auf Nichtinbetriebnahmen der Wetterstationen, zum Beispiel aufgrund von Wartungen, die allerdings nur in sehr kurzen Zeiträumen stattfanden, also nur sehr wenige Datensätze verloren

gingen. Alle erwähnten Messungen wurden in die Bedarfsanalyse aufgenommen. Abgebildet sind immer, wenn nicht anders definiert, Monatsmittelwerte.

Da allerdings nur vier Wetterstationen vorhanden sind, werden neben den Aufzeichnungen der Wetterstationen der Jahre 2010 bis 2016 auch Wetterkarten der ZAMG verwendet - bei der Sonnenscheindauer sind es Karten, welche gegebene Mittel des Zeitraumes 1971 bis 2000 zeigen. Diese sind zwar nicht so präzise, da sie interpolierte Daten beinhalten, geben aber trotzdem eine gute Übersicht über die einzelnen Regionen und können definitiv für die Auswertung der Bedarfsprüfung verwendet werden. Weitere Quellen sind natürlich an den gegebenen Stellen angebracht.

3.1 Standortprüfung

3.1.1 Lichtverschmutzung

Das wohl wichtigste astronomische Kriterium für die Standortprüfung eines neuwertigen Observatoriums ist die Sichtbarkeit von Himmelsobjekten. Diese kann durch viele verschiedenartige Faktoren unterbunden werden. Zum einen sind dies meteorologische, also prinzipiell Schlechtwetterfronten mit Bewölkung. Andere können stark standortspezifische sein wie zum Beispiel Sand in der Erdatmosphäre - auch bis nach Österreich bzw. das Burgenland schafft es Staub aus der Sahara-Wüste, allerdings in so kleinen Mengen, dass die Sichtbarkeit nicht eingeschränkt wird - oder Asche durch naheliegende aktive Vulkane. Sämtliche erwähnte Phänomene sind allerdings zeitlich variabel, also nicht permanent vorliegende Probleme. Hier gibt es tatsächlich nur eines, welches die Sichtbarkeit von astronomischen Objekten konstant sehr stark beeinflussen kann, nämlich die Lichtverschmutzung. Posch et al. (2013) beschreiben Lichtsmog bzw. Lichtverschmutzung wie folgt:

„Lichtsmog ist eine immer noch vergleichsweise wenig bekannte Form der Umweltverschmutzung. Lichtsmog bedeutet: Zuviel Licht am falschen Ort zur falschen Zeit, oft auch in falscher Farbzusammensetzung - zum Beispiel grelles nächtliches Licht mit hohen Blau-Anteilen. [...] Künstliches Licht ist jedoch zugleich verantwortlich für das massenhafte Sterben von Tieren (vor allem Insekten und Zugvögeln) und für unnatürliche Verhaltensänderungen. [...] Für den Lichtsmog hat sich auch der Begriff „Lichtverschmutzung“ eingebürgert. Gemeint ist damit sowohl die Aufhellung des Nachthimmels durch künstliche Lichtquellen, deren Licht in der Atmosphäre gestreut wird, als auch der direkte Einfluss von Lichtquellen auf Organismen.“ [39]

Wenig überraschend, ist jede größere Stadt von Lichtverschmutzung betroffen, aber auch Kleinstädte entwickeln sich immer mehr zum Problem. Damit erkennbar wird, wie der Himmel durch künstliche Beleuchtungen „unsichtbar“ wird, ist in Abbildung 6 eine Fotomontage aus Kanada zu sehen. Genauer ist dort abgebildet, wie über der Stadt Ontario in Kanada prinzipiell der Himmel zu sehen, oder eben nicht zu sehen, ist sowie eine Aufnahme, die während eines Stromausfalles im Jahr 2003 entstand, von welchem 55 Millionen Menschen im Nordosten Kanadas betroffen waren. Die Milchstraße als dominierende Struktur ist als Beispiel dank der Lichtverschmutzung überhaupt nicht mehr zu erkennen, so sind es nur noch eine Handvoll Sterne, die es aufgrund ihrer hohen scheinbaren Helligkeit durch die Lichtglocke über Stadt schaffen.

An dieser Stelle sei zusätzlich erwähnt, dass die Lichtverschmutzung nicht nur für die Sichtbarkeit des Himmels und somit für Astronomen ein Problem darstellt. Weitreichende ökologische Konsequenzen sind die Folge: Für uns Menschen stellt sie ein gesundheitliches Risiko dar, so erkranken



Abbildung 6 – Aufnahmen vor (Before) bzw. nach (After) einem großen Stromausfall im Nordosten von Kanada im Jahre 2003, die Bilder wurden von Todd Carlson in der Stadt Ontario aufgenommen [29]

Personen, die in stark lichtverschmutzten Städten leben, wahrscheinlicher an Brust- und Prostatakrebs. Auch für die Tierwelt ist sie ein in den Biorhythmus eingreifender Faktor, da viele Tiere ihre Paarung sowie Regenerationsphasen nach dem Tag-Nacht-Zyklus richten. Auch das natürliche Verhalten mancher wird durch das künstliche Licht in Mitleidenschaft gezogen. So können beispielsweise wandernde Zugvögel ihre Orientierung verlieren oder jährlich tausende frisch geschlüpfte Meeresschildkröten ihr Leben verlieren, da die Nestplatzwahl für die Jungtiere gestört wurde. Dies wird eben problematisch, wenn selbst die Nacht hell wie manche Tage werden. Zuletzt ist auch die Pflanzenwelt von der Lichtverschmutzung betroffen, auch bei ihnen lassen sich Eingriffe in den Biorhythmus nachweisen, da sie den Tag-Nacht-Zyklus für die Photosynthese benötigen, welche gestört werden kann. [39]

Um konkret einen Eindruck zu bekommen, wie es um das Phänomen der Lichtverschmutzung in Österreich bzw. dem Burgenland steht, ist in Abbildung 7 eine Karte dargestellt, welche ebendiese wiedergibt. In Tabelle 1 sind Werte angegeben, welche zeigen, wie groß der Anteil der österreichischen Bevölkerung ist, die mit unterschiedlichen Stärken an Lichtverschmutzung zu leben haben.. Wie weltweit zu sehen, sind auch in Österreich sämtliche größere Städte, vor allem Landeshauptstädte, von Lichtverschmutzung betroffen. Bei einem groben Blick über das Nordburgenland fällt auf, dass hier Wien eine sehr starke Rolle spielt und das Areal beinahe überstrahlt. Wie stark sich die Bundeshauptstadt tatsächlich auf den Himmel und dessen Sichtbarkeit auswirkt, wird noch zur Diskussion im weiteren Verlauf dieses Kapitels stehen.

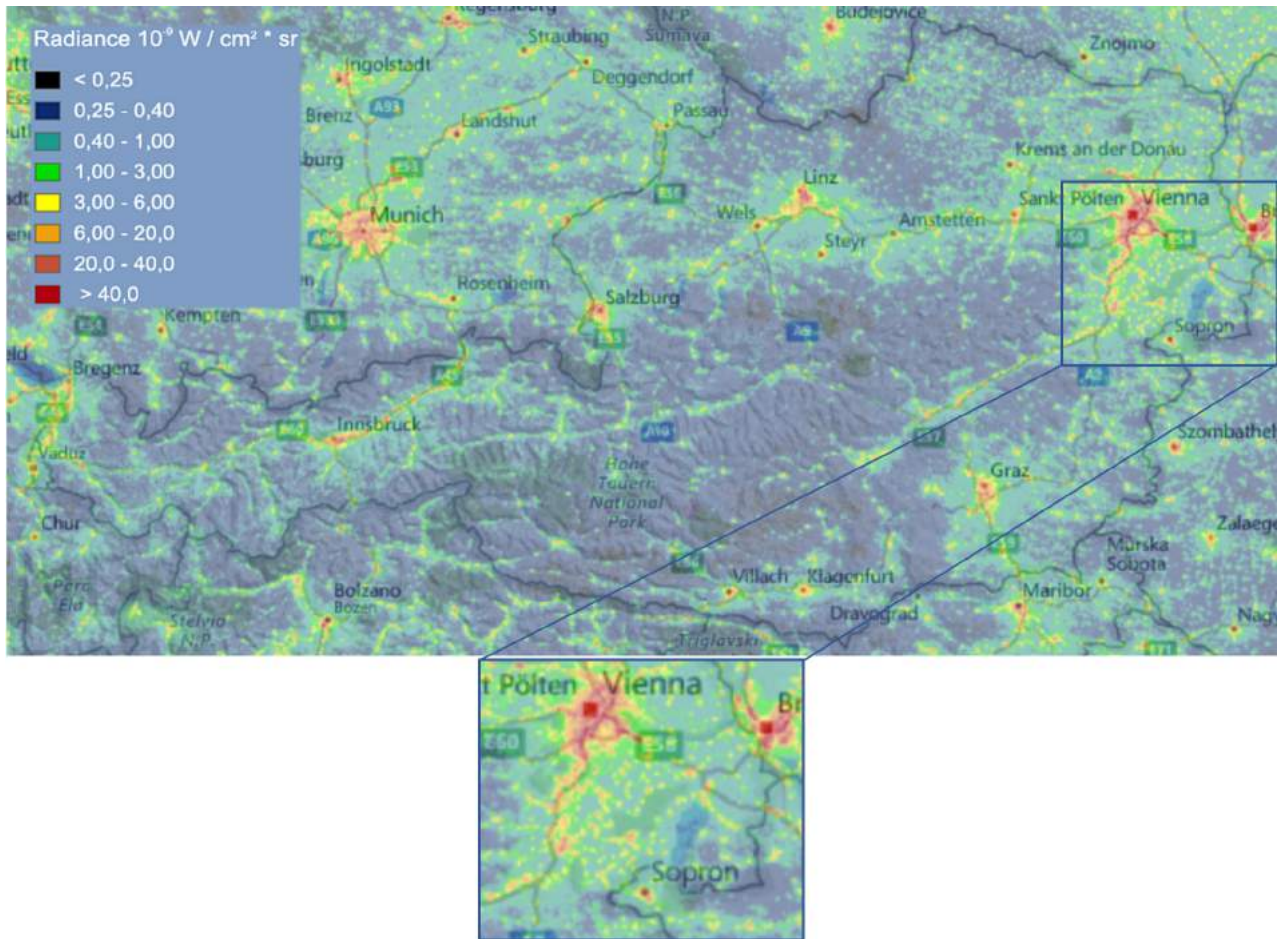


Abbildung 7 – Lichtverschmutzungskarte von Österreich nach Daten des „VIIRS DNB Cloud Free Composites 2017“ (oben) sowie ein genauerer Blick auf das Nordburgenland (unten) [43]

Folgend möchte ich noch erläutern, wie sich die Helligkeiten von Nachthimmeln mithilfe der astronomisch gängigen Einheit der Magnitude (Größenklassen) verhalten. Dies ist wichtig für das weitere Verständnis der durchgeführten Nachthimmelsmessungen. Prinzipiell wird die Lichtstärke bzw. dessen Intensität durch die Einheit Candela cd angegeben. Sie gibt den Quotient zwischen emittiertem Lichtstrom, der die Einheit Lumen lm besitzt, sowie dem bestrahlten Raumwinkel, Einheit Steradian sr , an.

Betrachtet man nun die Helligkeit über eine gewisse Fläche, so wird die Lichtstärke über diese in cd/m^2 angegeben. In der Astronomie werden hier $mag/arcsec^2$ verwendet, also Magnituden pro Quadratbogensekunde. Das Verhältnis dieser beiden Einheiten lässt sich auf folgende Konvertierung zurückschließen:

$$[mag/arcsec^2] = \frac{\log_{10} \left(\frac{[cd/m^2]}{108000} \right)}{-0,4} \quad (1)$$

Helligkeit [$\mu\text{cd}/\text{m}^2$]	Bevölkerungsanteil [%]	Flächenanteil [%]
≤ 1.7	0.0	0.0
> 1.7	100.0	100.0
> 14	99.9	97.8
> 87	88.7	40.0
> 688	35.7	1.8
> 3000	10.3	0.1

Tabelle 1 – Lichtverschmutzungswerte für Österreich mit Stand 2017 [22]

In Tabelle 2 sind nun nicht nur einige Konvertierungen dieser beiden Einheiten angegeben, auch wird ersichtlich, wie sich die Helligkeit zwischen einzelnen Größenklassen ändert. Es ist zu sehen, dass der Unterschied von einer Magnitude ein Helligkeitsunterschied von Faktor 2.512 darstellt. Dies ist ein allgemeingültiges Gesetz, welches durch Formel (2) ausgedrückt werden kann.

$$\frac{\text{Helligkeit [mag]}}{\text{Helligkeit [mag + 1]}} = \sqrt[5]{100} = 10^{0.4} \approx 2.512 \quad (2)$$

mag/arcsec ²	cd/m ²	Faktorieller Helligkeitsunterschied zu 22 mag/arcsec ²
22.0	$1.712 \cdot 10^{-4}$	
21.5	$2.713 \cdot 10^{-4}$	1.585
21.0	$4.300 \cdot 10^{-4}$	2.512
20.5	$6.814 \cdot 10^{-4}$	3.981
20.0	$1.080 \cdot 10^{-3}$	6.310
19.5	$1.712 \cdot 10^{-3}$	10.001
19.0	$2.713 \cdot 10^{-3}$	15.851
18.5	$4.300 \cdot 10^{-3}$	25.123
18.0	$6.814 \cdot 10^{-3}$	39.818

Tabelle 2 – Vergleich zwischen den Einheiten der Flächenhelligkeit mag/arcsec² sowie cd/m²

Nach Vorgaben der International Dark Sky Association (IDA) besitzt ein naturnaher Himmel eine Nachthimmelshelligkeit von 22 mag/arcsec². Um Nachthimmel nahe diesem Wert naturnah zu halten, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die von der IDA vorangetrieben werden. Primär versucht die Organisation die Eröffnung von „Sternenparks“ an sehr dunklen Standorten zu ermöglichen, welche mittels der Möglichkeit des öffentlichen Zugangs den Besuchern die Folgen von Lichtverschmutzung zeigen soll. Durch flächengültige Gutachten sind Bau- sowie Siedlungsvorhaben nur stark eingeschränkt bis nicht möglich, um so den naturnahen Himmel zu erhalten. Andere Methoden wären zum Beispiel die Verwendung von Leuchten, die so abgeschirmt sind, dass das Licht nur an die Orte gestrahlt wird, wo man Erhellung auch tatsächlich benötigt.

Damit vorstellbar wird, wie sehr sich die Lichtverschmutzung auf die Sichtbarkeit von astronomischen Objekten auswirkt, möchte ich dies folgend durch einige Beispiele von Beobachtungen mit dem freien Auge tun. Ob diese möglich ist, ist durch die Grenzmagnitude des menschlichen Auges definiert. Tabelle 3 gibt einen Eindruck, wie sich das Erscheinungsbild des Himmels mit zunehmender Lichtverschmutzung verändert.

Himmelshelligkeit [mag/arcsec ²]	Grenzmagnitude [mag]	Erscheinungsbild
21.7	6.5	Der Himmel ist von Sternen übersät, die Milchstraße ist bis zum Horizont erkennbar, Sterne sehen groß und nah aus.
21.6	6.4	Städte werden am Horizont erkennbar.
21.1	6.1	Milchstraße wird horizontnah unsichtbar, Wolken erscheinen Hell in der Nähe von Städten und gräulich in Zenitnähe.
20.4	5.6	Milchstraße nicht mehr in Details erkennbar, Kontrast nicht mehr zu sehen, Sterne sind nicht mehr groß und nah.
19.5	5.0	Milchstraße nur im Zenit zu sehen, der Himmel verfärbt sich in Richtung von Städten gräulich und trüb.
18.5	4.1	Anzahl an Sternen auf wenige hundert reduziert, in sämtlichen Richtungen ist der Himmel trüb und verfärbt.

Tabelle 3 – Visuelle Grenzmagnituden sowie das Erscheinungsbild des Nachthimmels bei verschiedenen Stärken an Lichtverschmutzung [44]

Um einen noch besseren Eindruck zu gewinnen und dies in konkreten Zahlen auszudrücken, möchte ich folgend aufzeigen, wie sich die Menge an sichtbaren Sternen mit der Lichtverschmutzung verändert. Da es sonst den Umfang der Arbeit sprengen würde, möchte ich folgend nur die Resultate aus den Berechnungen zu diesem Zwecke präsentieren. In Abbildung 8 sowie in Tabelle 4 sind diese zu sehen. Diese Werte können für die weitere Betrachtung dieses Kapitels verwendet werden, um Helligkeiten einigermaßen vergleichen zu können. Es sei nur kurz erwähnt, dass bei den Berechnungen die Anzahl an Objekten bei verschiedenen Helligkeiten bedacht wurde, also dass scheinbar lichtschwache Objekte mehr vertreten sind als hell leuchtende.

Um nun einen Eindruck zu gewinnen, wie es um die Helligkeiten des Nachthimmels speziell im Nordburgenland steht, wurden im Laufe der Erstellung dieser Arbeit diverse Messungen und Nachthimmelsaufnahmen getätigt. Mithilfe der Software „Sky Quality Camera“ ist es möglich gewonnene Aufnahmen in zweidimensionale Matrizen zu übersetzen, welche eine klare Darstellung der Helligkeiten geben. Im Folgenden möchte ich diese Methode kurz etwas näher beschreiben.

Benötigtes Equipment neben der Software selbst ist eine Spiegelreflexkamera mit Fischaugenobjektiv sowie ein SQM (Sky Quality Meter). Am gewünschten Standort angekommen, ist die Ka-

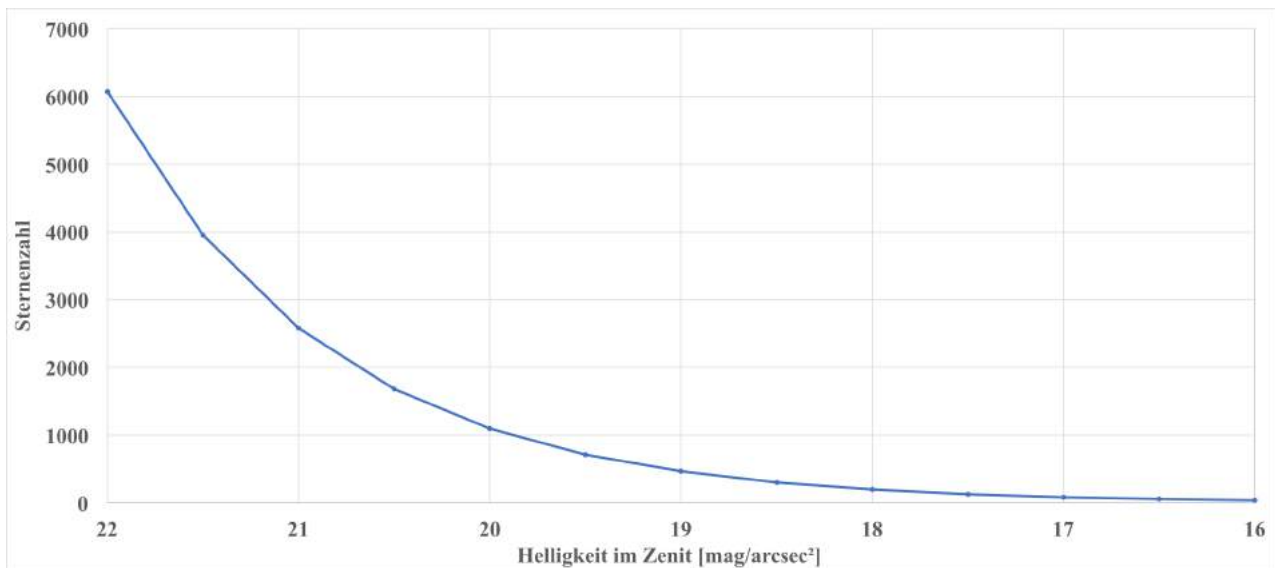


Abbildung 8 – Anzahl an sichtbaren Sternen auf der nördlichen Hemisphäre bei bestimmten Zenithelligkeiten

mera ebenerdig in Richtung Nord-Süd auszurichten. Mittels kurzer Messung der Zenithelligkeit mit dem SQM gibt der Wert Aussage darüber, wie lange die Aufnahme des Nachthimmels belichtet werden muss. Prinzipiell ist bekannt, dass ein naturnaher Himmel - vorhin bereits definiert als 22 mag/arcsec^2 - eine Belichtungszeit von 120 Sekunden benötigt. Mithilfe von Tabelle 2 ist es möglich sich zu errechnen, um wie vieles kürzer ein Bild belichtet gehört, um die selbe Lichtstärke zu erhalten. Mit dieser trivialen Berechnung sind in Tabelle 5 nun die Belichtungszeiten bei unterschiedlichen Nachthimmelshelligkeiten gegeben. Ist die Dauer der Aufnahme bekannt, ist es nun möglich ein Bild des Himmels aufzunehmen. Natürlich sollte der Standort so gewählt werden, dass sich relativ wenig im Umfeld aufhält, dass große Teile des Himmels abdeckt (Bäume, Gebäude, etc.). Für sämtliche folgende Aufnahmen kam als Kamera eine Canon EOS 5D Mark II zum Einsatz.

Zenithelligkeit [mag/arcsec²]	Sternenzahl
22.0	6068
21.5	3955
21.0	2577
20.5	1680
20.0	1095
19.5	713
19.0	465
18.5	303
18.0	198

Tabelle 4 – Menge an Sternen, mit freiem Auge sichtbar auf der nördlichen Hemisphäre bei bestimmten Zenithelligkeiten

Nachthimmelshelligkeit [mag/arcsec ²]	Belichtungszeit [s]
22.0	120
21.5	75.7
21.0	47.8
20.5	30.1
20.0	19.0
19.5	12.0
19.0	7.6
18.5	4.8
18.0	3.0

Tabelle 5 – Belichtungszeiten der All Sky-Aufnahmen bei unterschiedlichen Nachthimmelshelligkeiten

Die eigentliche Arbeit wird nun bei Einspeisung der Bilder in die Software erledigt. Mit Angabe des Aufnahmestandortes (Koordinaten, Meereshöhe sowie Zeitzone), werden automatisch die hellsten Sterne auf der Aufnahme erkannt und das Bild für weitere Berechnungen richtig positioniert und verarbeitet. Nach automatischer Definition einer Himmelsgrenze (manuell ist dies ebenso ein- bzw. nachzustellen) beginnt das Programm mit der Berechnung der Helligkeiten. Als Testaufnahme wurde ein Bild am Dach des Institutes für Astrophysik in Wien gewonnen und mittels der Software konnte eine Matrix über die Nachthimmelshelligkeit erstellt werden, welche in Abbildung 9 dargestellt ist.

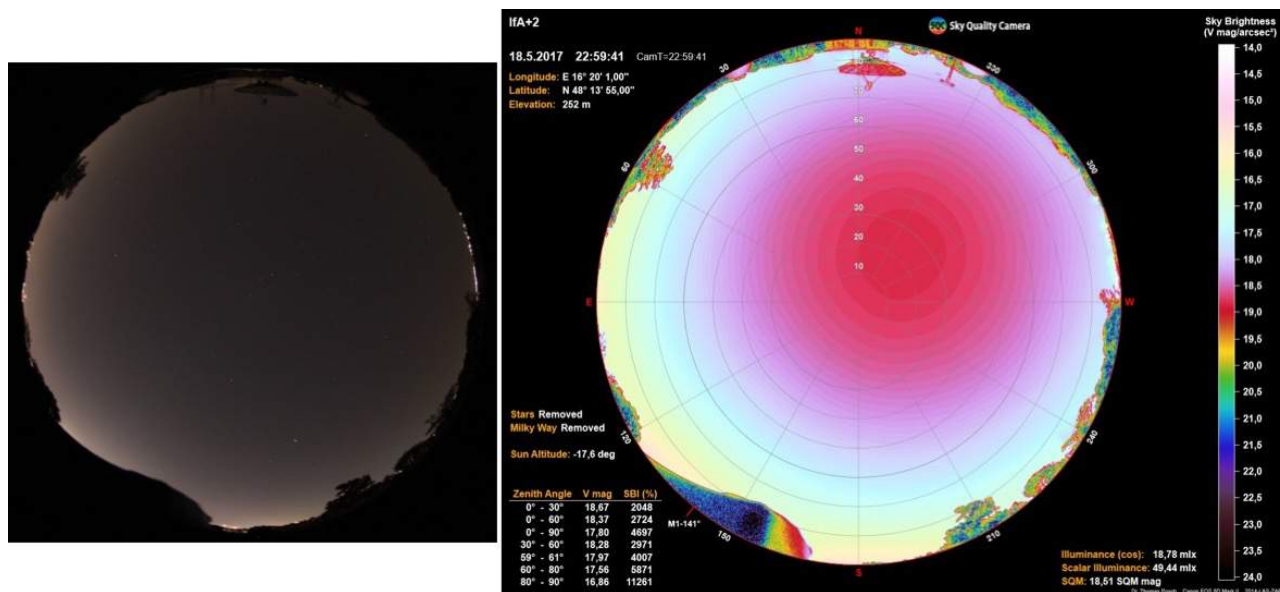


Abbildung 9 – Nachthimmelsaufnahme am Institut für Astrophysik in Wien (links) mit der Ausgabe der Software „Sky Quality Camera“ als Helligkeitsmatrix (rechts)

In den von der Software ausgegebenen Aufnahmen sind sämtliche Daten des Standortes sowie der Aufnahmezeit angegeben (linke obere Ecke). Weiters sei hier erwähnt, dass sämtliche Sterne sowie die Milchstraße aus dem Bild subtrahiert werden, um tatsächlich nur über die künstliche Nachthimmelshelligkeit Auskunft zu erhalten (in den Aufnahmen durch den Zusatz „Stars Removed“ sowie

„Milky Way Removed“ gekennzeichnet). Ebenfalls angegeben wird der durchschnittliche Verlauf der Nachthimmelshelligkeit vom Zenit bis hinab zum Horizont (siehe linke untere Ecke) und ein interpolierter Wert der Zenithelligkeit, angegeben als „SQM“ (rechte untere Ecke). Der Himmel über dem IFA besitzt also im Zenit eine Helligkeit von 18.51 mag, leider ein extrem schlechter Wert, da bereits um 22 Uhr (die Aufnahme wurde um 22.59 Uhr gewonnen) einige künstliche Beleuchtungen in Wien täglich abgeschaltet werden.

Um nun in Frage kommende Standorte innerhalb des Nordburgenlandes zu erhalten, wurde die Lichtverschmutzungskarte der Website lightpollutionmap.info [43] zu Rate gezogen und die neun dunkelsten Standorte wurden für Messungen ausgewählt. Um Vergleiche mit quasi-städtischen Bedingungen anzustellen, wurden drei Messungen am Rande der drei größten Städte Eisenstadt, Mattersburg sowie Neusiedl am See gewonnen, wodurch insgesamt zwölf Nachthimmelsmessungen durchgeführt wurden. Diese mussten mehrmals wiederholt und somit aus mehreren Nächten gewonnen werden. An drei Standorten konnten die Aufnahmen aufgrund der Fertigstellung dieser Arbeit nicht mehr wiederholt werden, wodurch zwar kleine Störeffekte auftreten, die Ergebnisse der Software allerdings gute Ergebnisse bzw. Anhaltspunkte geben, die durchaus verwendet werden können. Die gewählten Standorte sind in Abbildung 10 dargestellt, sowie detailliert in Tabelle 6 aufgelistet.

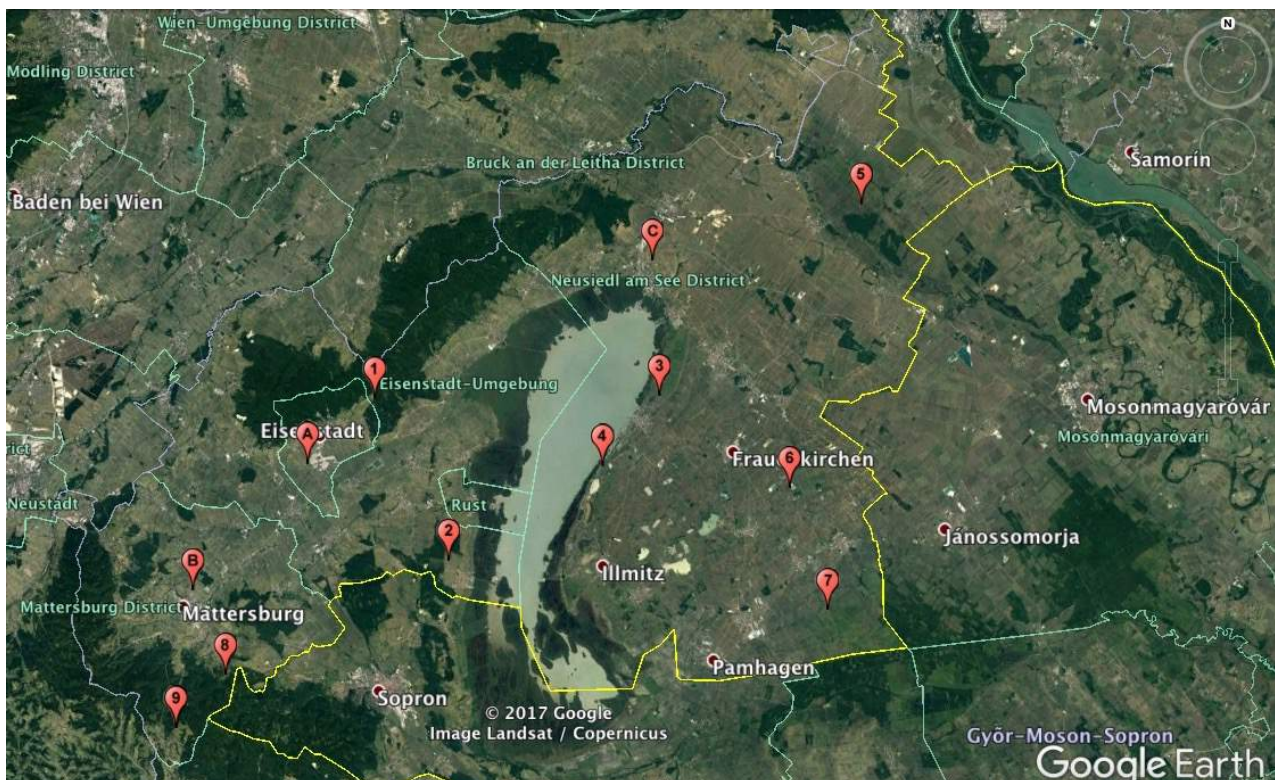


Abbildung 10 – Standorte, an welchen Nachthimmelsaufnahmen gewonnen wurden, die Bedeutungen der Kürzel A-C sowie 1-9 sind in Tabelle 6 aufgelistet

Die quasi-städtischen Aufnahmen - die Bezeichnung wurde deshalb so gewählt, da in den Randgebieten der großen Städte, also nie direkt im Zentrum, die Aufnahme getätigt wurde - sind in Abbildung 11 dargestellt. Leider ist die Wolkenbildung in der Aufnahme A für Eisenstadt stark in nordwestlicher Richtung zu erkennen, einen Anhaltspunkt bietet diese aber trotzdem. Die interpolierten

Kürzel	Ort (Nähe)	Koordinaten	Höhe	Datum und Uhrzeit
A	Eisenstadt	N47°49'44.04'' E16°30'56.88''	154 m	21.06.17; 00.44h
B	Mattersburg	N47°44'49.09'' E16°24'20.61''	279 m	27.05.17; 23.41h
C	Neusiedl/See	N47°57'35.64'' E16°50'55.32''	175 m	20.05.17; 00.39h
1	Tiergarten E	N47°52'15.60'' E16°34'50.88''	233 m	19.05.17; 23.38h
2	Mörbisch	N47°45'57.96'' E16°39'5.76''	197 m	20.06.17; 23.40h
3	NP Podersdorf	N47°52'20.64'' E16°51'18.00''	118 m	20.05.17; 02.03h
4	NP Illmitz-Hölle	N47°49'37.92'' E16°48'0.36''	120 m	20.05.17; 02.31h
5	Zurndorf	N47°59'44.88'' E17°3'3.60''	133 m	20.05.17; 01.19h
6	St. Andrä-Westhof	N47°48'44.64'' E16°58'48.72''	121 m	20.05.17; 03.13h
7	Tadten	N47°44'0.00'' E17°0'58.68''	115 m	20.06.17; 02.30h
8	Rohrbach	N47°41'33.36'' E16°26'15.72''	387 m	28.05.17; 00.08h
9	Brenntenriegel	N47°39'30.96'' E16°23'27.24''	660 m	20.06.17; 00.29h

Tabelle 6 – Gewählte Standorte für die Nachthimmelsmessung mit Daten des Zeitpunktes der jeweils gewonnenen Aufnahme

Zenithelligkeiten betragen für die drei Städte: 20.08 mag für Eisenstadt, 20.32 mag für Mattersburg sowie 20.22 mag für Neusiedl am See. Sehr grobe Unterschiede bleiben hiermit aus.

Wie bereits erwähnt, wurden diese Aufnahme in peripheren Gebieten gewonnen, die alte Landessternwarte Eisenstadts befindet sich direkt im Stadtzentrum, hat dort also mit noch stärkerer Lichtverschmutzung zu kämpfen. Aber auch Mattersburg als hier „beste“ Stadt besitzt bereits einen knapp 4.8-fach helleren Himmel als es der naturnahe Himmel ist. Natürlich fällt auf der Gegenseite auf, dass der Himmel im Gegensatz zu Wien - vgl. Abbildung 9 mit einer interpolierten Zenithelligkeit von 18.51 mag - um vieles besser ist. Exakt dies ist aber nun auch der Grund, warum in der Bundeshauptstadt auf keiner vorhandenen Sternwarte beobachtungsorientierte Forschung in großem Ausmaß mehr zu betreiben ist. Auch die öffentlichen Sternwarten (Urania Sternwarte, Kuffner Sternwarte) haben mit der Lichtverschmutzung extreme Probleme und sind bei der Auswahl der zu beobachtbaren Objekte sehr stark eingeschränkt. Vorweg sei hier also klargestellt, dass eine neue Sternwarte auf keinen Fall innerhalb der Städte, seien sie noch so wenig im Vergleich zu anderen Städten von Lichtverschmutzung betroffen, aufgebaut werden sollte.

Die Resultate der Messungen an den neun dunklen Standorten des Nordburgenlandes sind nun in Abbildung 12, 13 sowie 14 zu sehen. Prinzipiell lässt durch Betrachten der Legende erkennen, dass je dunkler der Blauton sowie je größer dieser spezielle Farbbereich in den Matrizen ist, desto besser ist die Qualität eines Standortes. Ich möchte jeden der gewählten Standorte sowie die Quellen der Lichtverschmutzung kurz interpretieren. Mit „SQM“ sind im Folgenden die interpolierten Zenithelligkeiten, ausgegeben durch die Software, beschrieben.

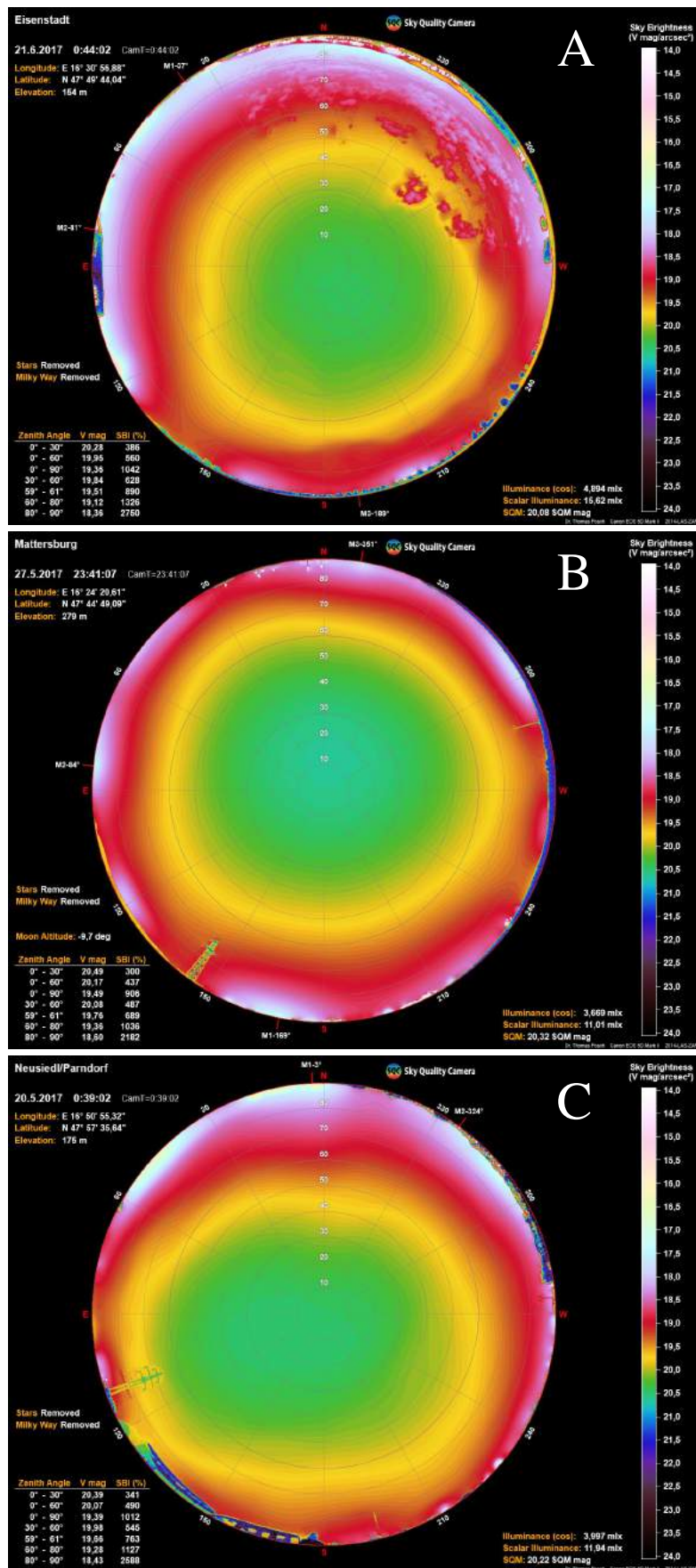


Abbildung 11 – Helligkeiten in den Randgebieten der drei großen Städte des Nordburgenlandes aufgenommen, A = Eisenstadt, B = Mattersburg und C = Neusiedl am See

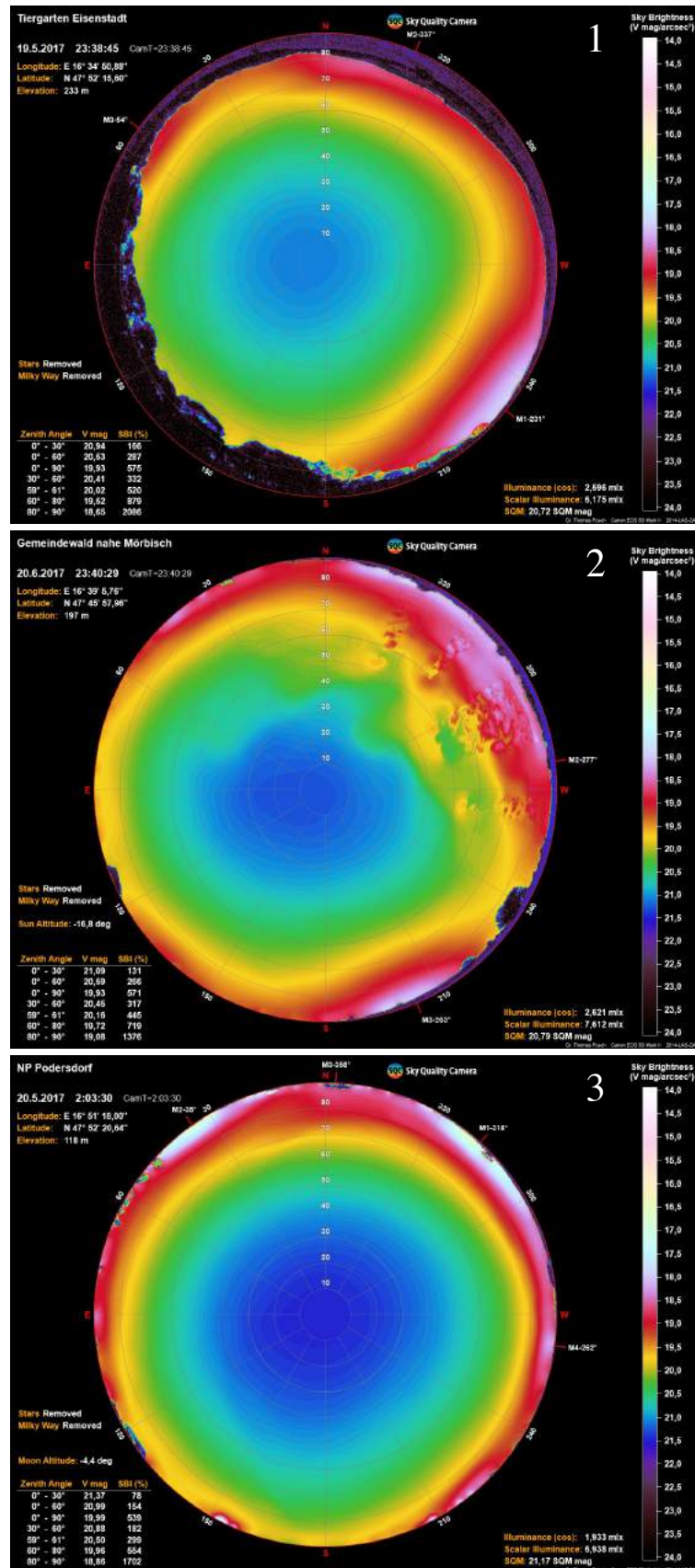


Abbildung 12 – Helligkeiten an drei gewählten Standorten innerhalb des Nordburgenlandes, die weißen Zahlen stellen die Kürzel der Standorte dar (vgl. Tabelle 6), die am Horizont angedeuteten M_X stellen Helligkeitsmaxima in bestimmten Richtungen dar (0° = Norden, 90° = Osten)

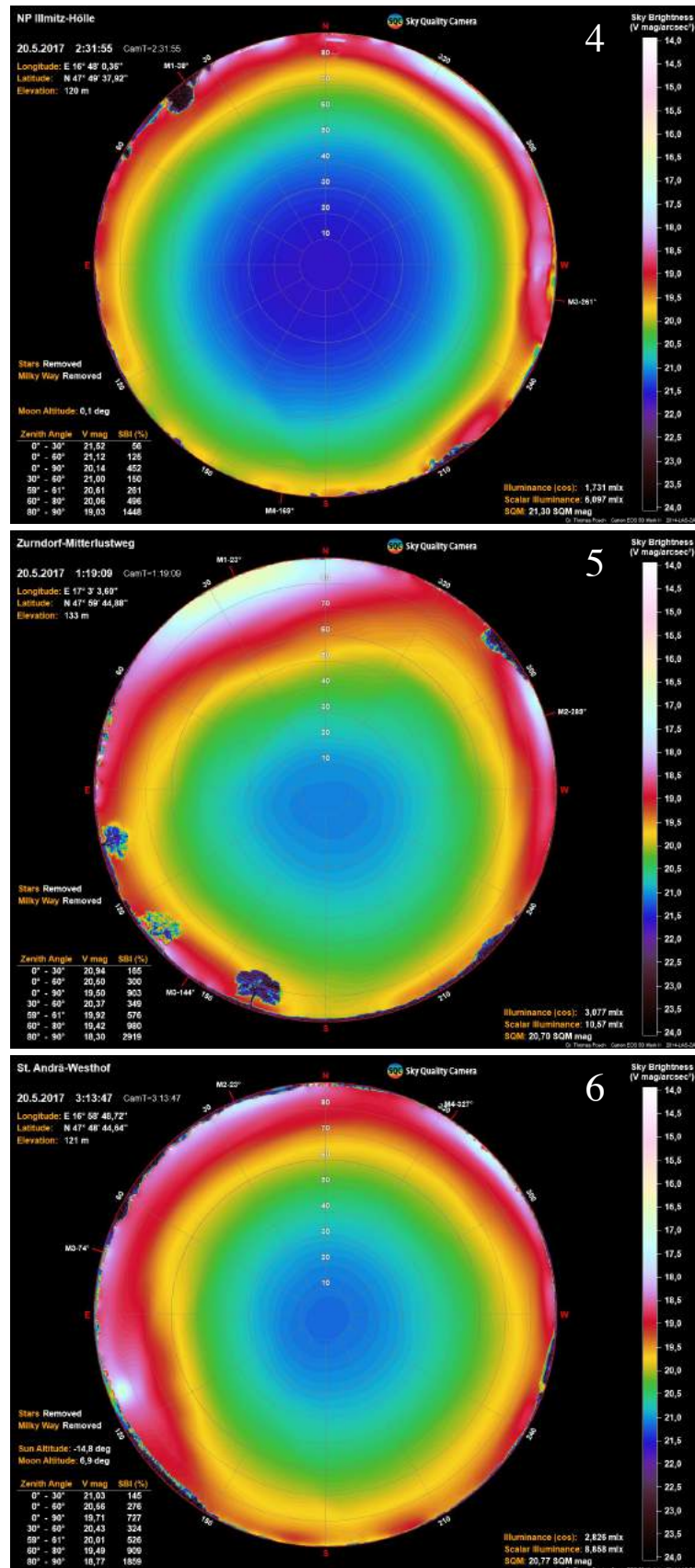


Abbildung 13 – Helligkeiten an drei gewählten Standorten innerhalb des Nordburgenlandes, die weißen Zahlen stellen die Kürzel der Standorte dar (vgl. Tabelle 6), die am Horizont angedeuteten M_X stellen Helligkeitsmaxima in bestimmten Richtungen dar (0° = Norden, 90° = Osten)

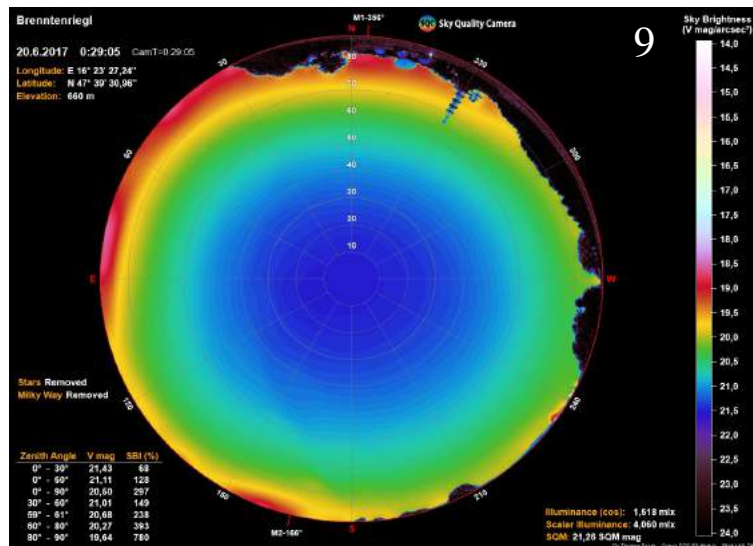
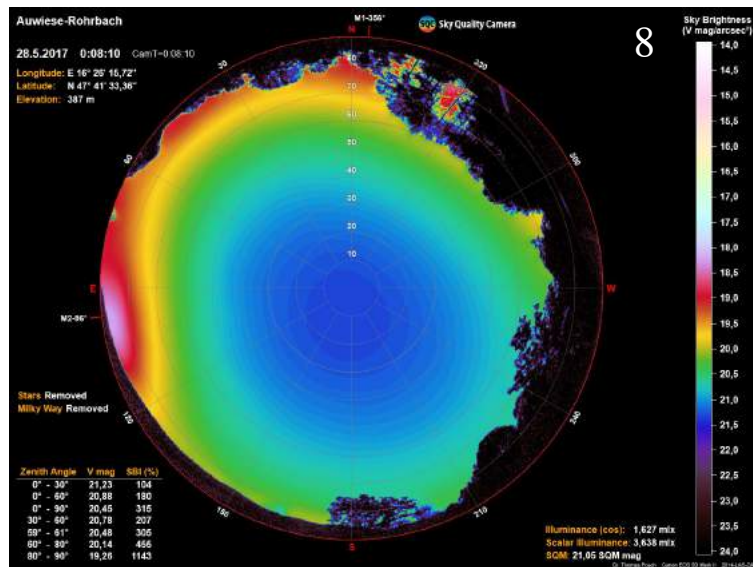
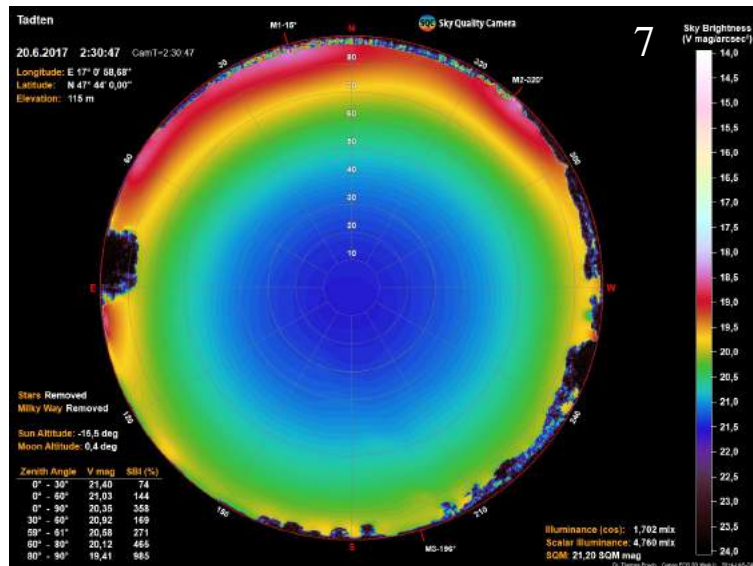


Abbildung 14 – Helligkeiten an drei gewählten Standorten innerhalb des Nordburgenlandes, die weißen Zahlen stellen die Kürzel der Standorte dar (vgl. Tabelle 6), die am Horizont angedeuteten M_X stellen Helligkeitsmaxima in bestimmten Richtungen dar (0° = Norden, 90° = Osten)

1 | Tiergarten Eisenstadt (Region 1) - SQM = 20.72 mag

Der hier gewählte Standort befindet sich nordöstlich von Eisenstadt innerhalb des Leithagebirges in der Nähe des alten Tiergartens im Besitz der ungarischen Magnatenfamilie Esterházy. Heute wird dieser als Forst- und Jagdrevier verwendet und ist nicht mehr öffentlich zugänglich. Daher konnten leider die Aufnahmen auch nicht innerhalb dessen sondern circa hundert Meter vor dessen Einfahrt in Richtung Eisenstadt gemacht werden. Bei Betrachtung der interpolierten Zenithelligkeit ist abzulesen, dass die Lichtverschmutzung aus Eisenstadt doch recht gut durch das Leithagebirge abgeschirmt wird, da diese knapp 0.7 mag über dem Wert aus dem quasi-städtischen Bereich liegt. Trotzdem ist es immer noch die Landeshauptstadt, die sich hier am markantesten am Nachthimmel deutlich macht, zu sehen am Maximum M1 bei 231°. Wien, genauer dessen Lichteinfall, spielt im (quasi-)städtischen Bereich eine große Rolle, während der Einfluss der Bundeshauptstadt hier ebenfalls sehr gut durch das Leithagebirge gering gehalten wird, M2 bei 337° veranschaulicht dies. So lässt abschließend dieser Standort trotz dessen Nähe an Eisenstadt einen durchaus ansehnlichen Nachthimmel zu, Beobachtungen können hier nur bei sehr lichtschwachen Objekten zu Problemen führen.

2 | Gemeindewald nahe Mörbisch (Region 1) - SQM = 20.79 mag

Leider ist die Qualität dieser Aufnahme gering, da die Wolkenbildung deutlich erkennbar ist. Ein auch bei klarem Himmel erkennbares Maximum M3 befindet sich bei 203° im Südwesten des Standortes, was auf die ungarische Stadt Sopron deutet. Doch auch durch diesen Einfluss ist der Himmel im Zenit ein sehr guter, die Sommermilchstraße ist durchaus erkennbar. Leider kann über den Wirkungsgrad der Städte Eisenstadt und Rust hier keine Aussage getätigt werden, da sich diese exakt unterhalb der Wolkendecke aufhalten.

3 | Nationalpark nahe Podersdorf am See (Region 4) - SQM = 21.17 mag

Der Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel ist prinzipiell ein sehr dunkler Ort, allerdings machen sich auch dort naheliegende größere Städte am Horizont deutlich. Der Wirkungsgrad dieser ist allerdings auf eine sehr niedrige Höhe beschränkt, sehr schnell geht der Helligkeitsgradient wieder zu naturnahen Himmeln über je höher die Beobachtung stattfindet. Eine Rolle in eben dieser Lichtverschmutzung nahe des Horizontes spielen bei 318° Wien bzw. Schwechat (M1), bei 35° die Städte Neusiedl/See, Parndorf sowie Bratislava (M2) sowie bei 262° Eisenstadt (M3).

4 | Nationalpark nahe Illmitz-Hölle (Region 4) - SQM = 21.30 mag

Dieser Standort stellt von allen beobachteten den besten im Aspekt der Lichtverschmutzung dar. Die interpolierte Zenithelligkeit liegt mit 21.30 mag bei einem sehr guten Wert. Die horizontalen Einflüsse sind vergleichbar mit denen an Standort 3, ebenfalls in den selben Richtungen, Eisenstadt ist allerdings nur noch marginal zu sehen. Auch Wien und Bratislava liegen in etwas größeren Distanzen zu diesem Standort, daher auch der bessere Himmel. Tatsächlich wurden mit dem SQM vor Beginn der Messung sogar 21.5 mag gemessen. Es sei an dieser Stelle allerdings erwähnt, dass die vorhandene „Nähe“ zum naturnahen Wert von 22.0 mag trügerisch erscheint. Da es sich um eine logarithmische Größe handelt, ist die Qualität des Nachthimmels an diesem Standort noch weit von einer ohne Lichtverschmutzung entfernt.

5 | Aspenwald nahe Zurndorf (Region 3) - SQM = 20.70 mag

Zurndorf beschreibt den Ort, welcher am meisten von Lichtverschmutzung betroffen scheint. Seine Nähe zur tschechischen Hauptstadt Bratislava lässt den Himmel in Richtung Nordosten sehr hell aufscheinen, siehe das Maximum M1 bei 23°. Etwas weniger aber immer noch deutlich zu erkennen

sind Neusiedl/See sowie Parndorf beim Maximum M2 bei 289° . Etwas dezenter hingegen ist bei M3 und 144° noch die Lichtkuppeln von der ungarischen Grenze nahe Nickelsdorf sowie aus Mosonmagyaróvár erkennen.

6 | St. Andrä-Westhof (Region 4) - SQM = 20.77 mag

Leider konnte auch hier keine optimale Aufnahme getätigt werden, da in zwei Nächten beide Male der Mond in die Quere kam. Dieser ist auch knapp über dem Horizont im Südosten zu sehen. Der Mond (in dieser Nacht speziell der Halbmond) ist in der Lage den Himmel als Gesamtes um den Bruchteil einer Magnitude zu erhellen. Somit ist hier wohl eine etwas schlechtere Darstellung abgebildet, als der Himmel tatsächlich vorzufinden ist. Aber auch hier ist Bratislava die stärkste Lichtverschmutzungsquelle, während aber auch Neusiedl/See und Wien im Nordwesten der Aufnahme Probleme bereiten. Bei einer klaren Nacht, ohne Einflussnahme des Mondes, ist die persönliche Erwartung der Zenithelligkeit um 21 mag gelegen.

7 | Grenzgebiet nahe Tadten (Region 4) - SQM = 21.20 mag

Dieser Standort wurde sehr nahe an der ungarischen Grenze nahe des Ortes Tadten gewählt. Es handelt sich um ehemaliges Militärgelände, welches heute nur durch weite Felder besiedelt wird. Zu erkennen ist, dass es sich um einen qualitativ hochwertigen Nachthimmel handelt und sich einige Lichtkuppeln nur in nördlicher Richtung erkennbar machen. Die liegt vor allem an Bratislava, Neusiedl/See und Wien, allerdings ist der Wirkungsgrad von letzterem hier zum ersten Mal deutlich abgeschwächt.

8 | Auwiese bei Rohrbach (Region 2) - SQM = 21.05 mag

Hier handelt es sich um eine Aufnahme, getätigt in einem Waldstück nahe Rohrbach, dies lässt sich auch dadurch erkennen, dass kein sehr flaches Gebiet gefunden werden konnte und somit einige Bäume den Blick auf den unteren Rand des Himmels im Westen blockieren. Exakt diese schaffen es aber die Nachthimmelshelligkeit zu senken und über diesen den dunkelsten Bereich zu kreieren. Die Stadt Mattersburg ist hier vorherrschend am Himmel und beim Maximum M2 bei 96° zu erkennen.

9 | Brenntenriegel (Region 2) - SQM = 21.26 mag

Der Brenntenriegel stellt die höchste Erhebung des gesamten Burgenlandes dar. Bereits mit einer Privatsternwarte ausgerüstet, ist der Himmel über diesem fantastisch. Einflüsse werden nur wenige Grad über dem Horizont aus Richtung Ungarn bzw. aus Mattersburg bedeutend. Die Sommermilchstraße ist hier ohne Probleme mit freiem Auge zu erkennen.

Abschließend gilt es nun noch ein Ranking mit Hilfe der gewonnenen Daten zu erstellen, welches die definierten Regionen nach der Qualität ihrer Himmel reiht. Dieses ist in Tabelle 7 abzulesen.

I	Region 4
II	Region 2
III	Region 1
IV	Region 3

Tabelle 7 – Ranking unter dem Aspekt der Lichtverschmutzung

3.1.2 Bewölkung bzw. Sonnenscheindauer

Die Bewölkung als konkrete Werte darzustellen stellt sich leider als sehr schwierig dar. Die Auswertung von Satellitenbildern erwies sich als zu wenig aufgelöst, um tatsächlich einen Unterschied zwischen den einzelnen Regionen erkennen zu können. Bei sehr vielen Aufnahmen war es gar schwierig das gesamte Burgenland abgrenzen zu können. Auch die Tawes-Wetterstationen der ZAMG messen keine Werte, die eine exakte Angabe der Bewölkung geben. Allerdings bietet diese zu den Tawes-Daten auch noch Synop-Daten an, welche durch direkte Beobachtungen von Mitarbeitern der ZAMG zustande kommen. So war es zum Beispiel möglich Werte über die Bewölkung aus Eisenstadt zu erhalten, siehe in Abbildung 15. Es ist deutlich erkennbar, dass die Sichtweite, wie vorhersehbar, in den Sommermonaten deutlich höher als in den Wintermonaten ist. Die Sichtweite ist vor allem wichtig, um einen Eindruck über Nebel zu erhalten. Der Bewölkungsgrad, in Abbildung 15 mittels der orangenen Kurve beschrieben, ist hingegen in den Wintermonaten sehr hoch, ebenfalls ein bereits erwarteter Verlauf. Sehr oft kommt dieser einem Wert von 7 Okta (im Diagramm der Wert 70) sehr nahe, was auf sehr starke Bewölkung hinweist. Allerdings besitzt dieser auch immer wieder vereinzelt Maxima in den Sommermonaten. Dies zeigt, dass das Wetter in Eisenstadt sehr variabel ist, bei anderen Standorten ist allerdings eine Besserung dieser deutlichen Wetterschwankung definitiv nicht zu erwarten. Wie später ersichtlich, ist das Burgenland mit seiner Landeshauptstadt wahrscheinlich gar die beste meteorologische Wahl, was die Bewölkung angeht. Leider fehlen Synop-Beobachter in allen anderen burgenländischen, zur Diskussion stehenden Standorten, somit ist hier kein Vergleich möglich.

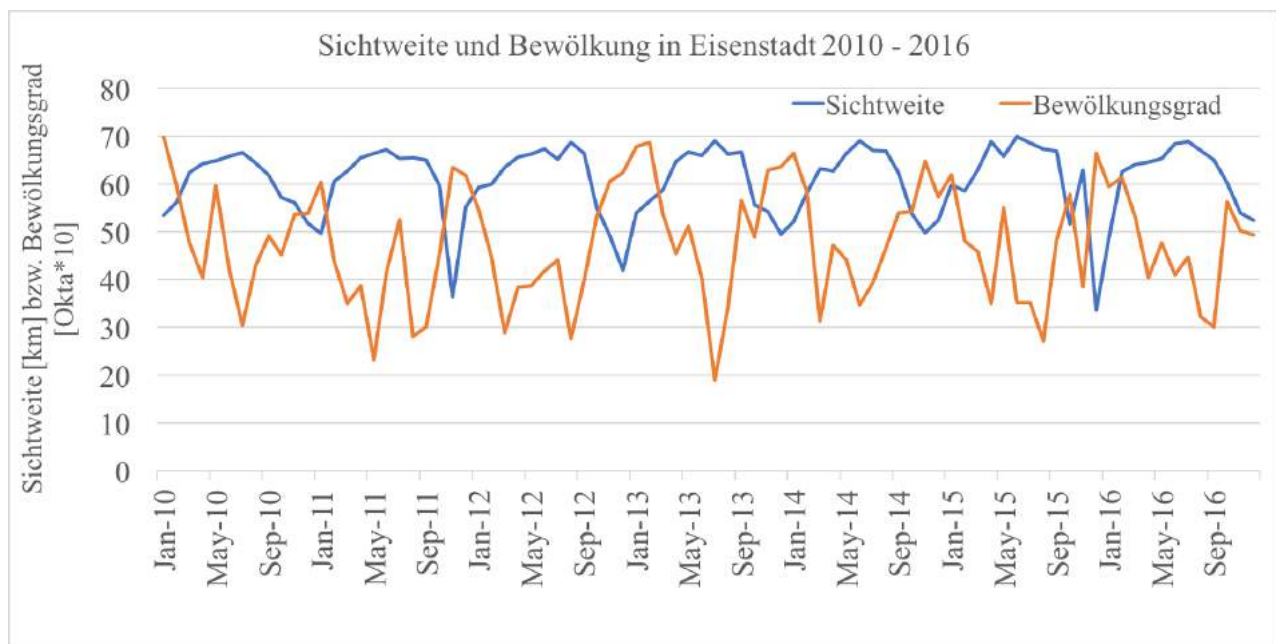


Abbildung 15 – Sichtweite (blau) sowie Bewölkungsgrad (orange) von Eisenstadt aus den Jahren 2010 bis 2016, gegeben sind Monatsmittelwerte. Die Einheit, in welcher der Bewölkungsgrad hier angegeben sind, sind [Okta · 10], wobei 0 „keine Bewölkung“, 80 „starke Bewölkung“ und 90 „Himmel nicht erkennbar“ bedeuten.

Aufgrund der vorhin diskutierten Schwierigkeiten konsistente Bewölkungsdaten zu erhalten sowie der Tatsache, dass tatsächliche Bewölkungsangaben nur in der Landeshauptstadt Eisenstadt vorhan-

den sind, wird das Thema Bewölkung auf der Grundlage eines anderen beobachtungsorientierten Phänomens diskutiert, nämlich der Sonnenscheindauer. Diese korreliert natürlich nicht genau mit der Bewölkung, trotzdem stellt sie eine gute Approximation dafür dar.

Bevor im Detail die einzelnen Regionen diskutiert werden, ist klarzustellen, dass das Burgenland - was die Sonnenscheindauer angeht - die besten Voraussetzungen im österreichweiten Vergleich für eine neue Sternwarte bietet. In Abbildung 16 sind die Werte der Sonnenstunden im Jahr 2016 für sämtliche Landeshauptstädte Österreichs abgebildet. So besitzt Eisenstadt im Vergleich 141 Sonnenstunden mehr als Wien - das sind etwa 12 Tage - oder gar 422 Stunden mehr als die westlichste Landeshauptstadt Bregenz - dies sind etwa 35 Tage⁴. Es ist klar erkennbar, dass der Osten Österreichs doch deutlich mehr Sonnenstunden bietet als im Westen. Dies ist ebenfalls aus Abbildung 17 abzulesen, welche eine Karte der ZAMG darstellt, welche die mittlere jährliche Sonnenscheindauer zwischen den Jahren 1971 und 2000 aufzeigt. Wie bereits in der Statistik der einzelnen Landeshauptstädte erkennbar, lassen sich in Eisenstadt die über 2000 auftretenden Sonnenstunden erkennen. Der Maximalwert von 2142 Sonnenstunden tritt ebenfalls im Nordburgenland, nämlich im Raum Andau/Tadten auf, also in Region 4. Standorte, bei welchen sehr wenige Sonnenstunden auftreten (bis zu 1400 weniger - dies entspricht 117 Sonnentagen!) sind im alpinen, also hügeligem Raum zu finden. Alleine diese Tatsache macht das Burgenland für die Bedarfsprüfung einer Sternwarte sehr wertvoll. Um noch einen Eindruck zu vermitteln, wie sich die Anzahl an Sonnenstunden in den einzelnen Monaten verhalten, möchte ich dies nun folgend weiter erläutern.

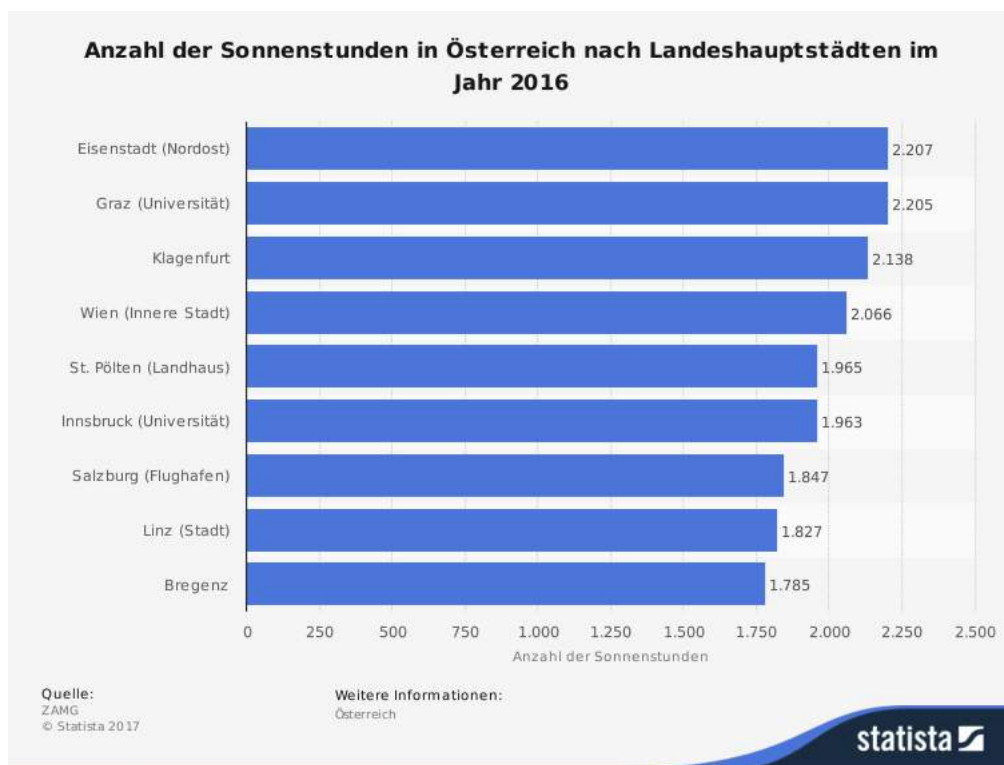


Abbildung 16 – Sonnenstunden in den österreichischen Landeshauptstädten im Jahr 2016

⁴Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage von 12-Stunden-Tagen.

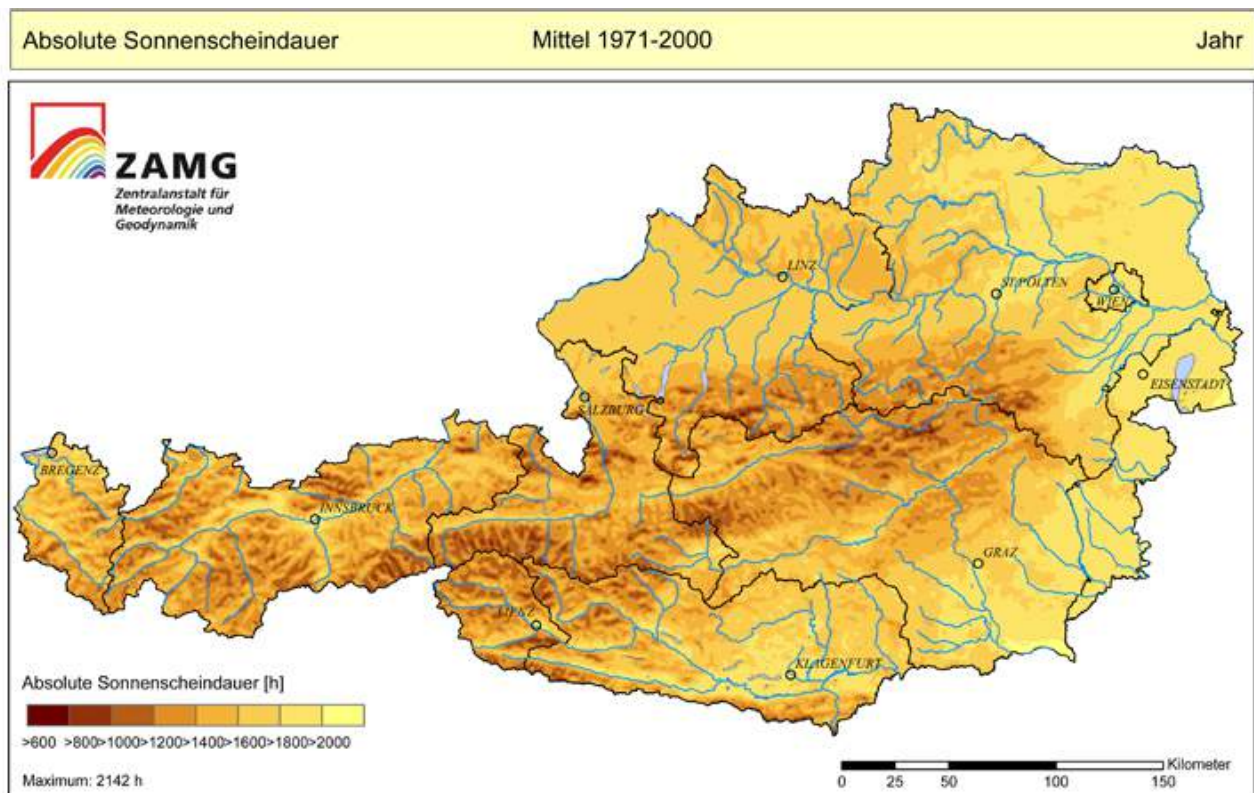


Abbildung 17 – Sonnenstunden im Jahresmittel über den Zeitraum 1971 - 2000 in Österreich

In Abbildung 18 ist die Sonnenscheindauer im Burgenland im Monatsmittel über den Zeitraum 1971 bis 2000 dargestellt. Dies soll einen Vergleich zwischen den Einzelnen Regionen zulassen. Da die Legende leider in der Korrelation zwischen Wert an Sonnenstunden sowie Farbkodierung stark variiert, ist es nicht möglich eine einheitliche Legende anzugeben. Um trotzdem auf genauere Werte zu kommen, ist in Abbildung 19 eine Auswertung über die Sonnenstundenanzahl in ihren Monatsmitteln gegeben.

Spätestens beim Vergleich der angefertigten Abbildungen ist doch ein geringfügiger Unterschied zwischen den einzelnen Regionen erkennbar. So ist Region 4, also der südliche Teil des Seewinkels bzw. Bezirks Neusiedl, konstant die Region mit dem am meisten vorhandenen Sonnenstunden, während Region 2, also der Bezirk Mattersburg, konstant am wenigsten davon besitzt. Diese vorkommenden Gegebenheiten lassen sich zum einen durch die Lage des Leithagebirges aber zum anderen auch durch den Neusiedler See beschreiben. Dies sind wohl die beiden einflussreichsten Faktoren, welche die vorkommenden meteorologischen Zustände bestimmen.

Da die Möglichkeit nun existiert, sollte noch der Verlauf der Sonnenstunden in den einzelnen Monaten besprochen werden. Wie später in Kapitel 5 aufgezeigt wird, befinden sich viele vorhandene Volkssternwarten in den Wintermonaten auf Betriebspausen. Die eine oder andere Sternwarte macht dies auf der Grundlage von schlechten Wetterverhältnissen, die den Zugang zum Observatorium nicht mehr ohne Gefahren zulassen, andere schließen den Betrieb, da aufgrund dessen kein konstanter Beobachtungsbetrieb möglich ist. Mit Blick auf die Werte des Nordburgenlandes ist zu sehen, dass die Wintermonate November bis Februar nur sehr wenige Sonnenstunden zulassen, also die meteorologischen Bedingungen sehr schlecht sind. Dies lässt folgend auch für eine Sternwarte im

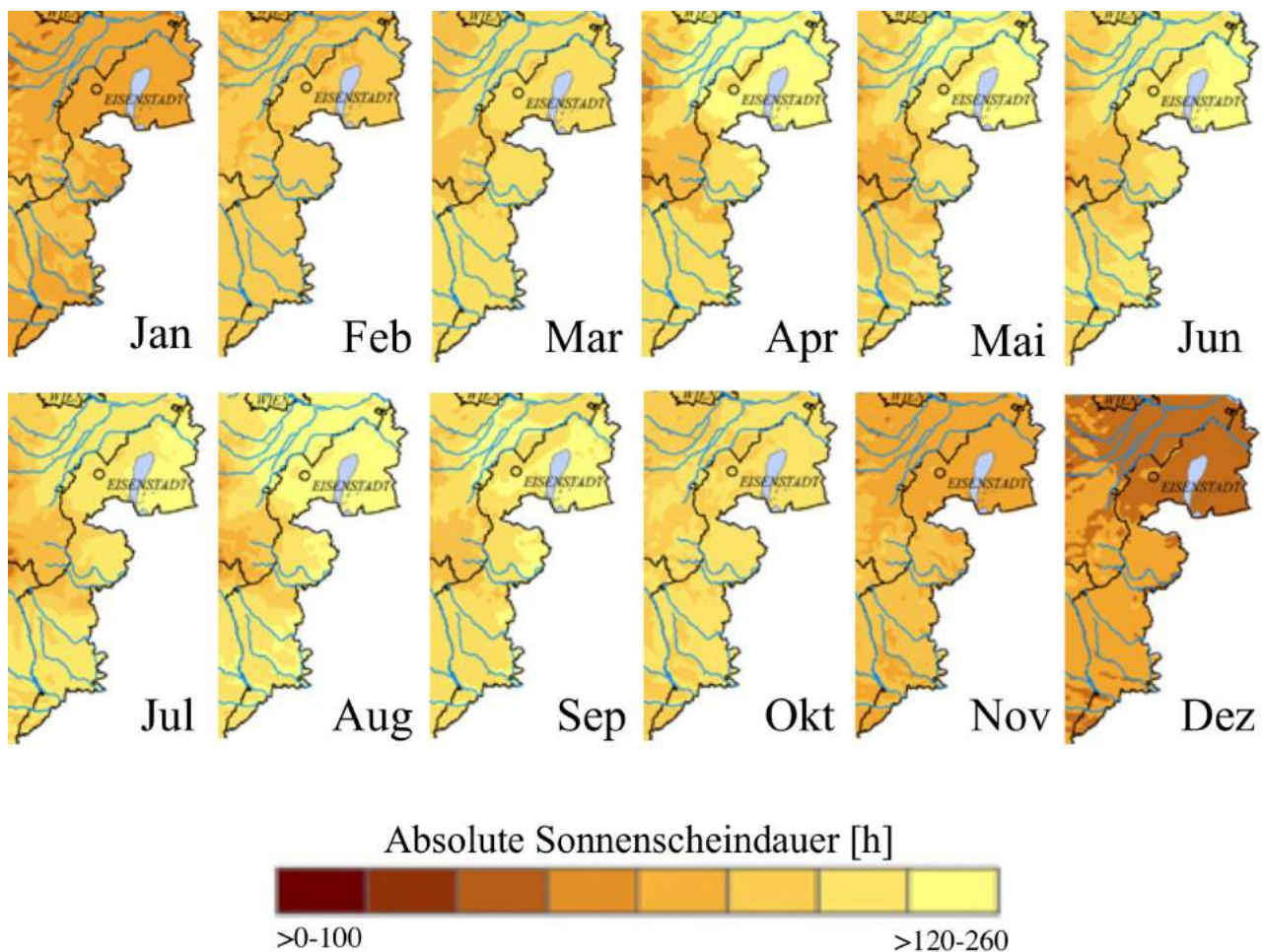


Abbildung 18 – Sonnenstunden im Monatsmittel über den Zeitraum 1971 - 2000 im Burgenland; es kann keine einheitliche Legende angegeben werden, dunkle Stellen bedeuten allgemein sehr wenige Sonnenstunden (>0 im Dezember/Januar sowie >100 im Juli/August) während helle Stellen sehr viele Sonnenstunden (>120 im Dezember/Januar sowie >260 im Juli) bedeuten [27]

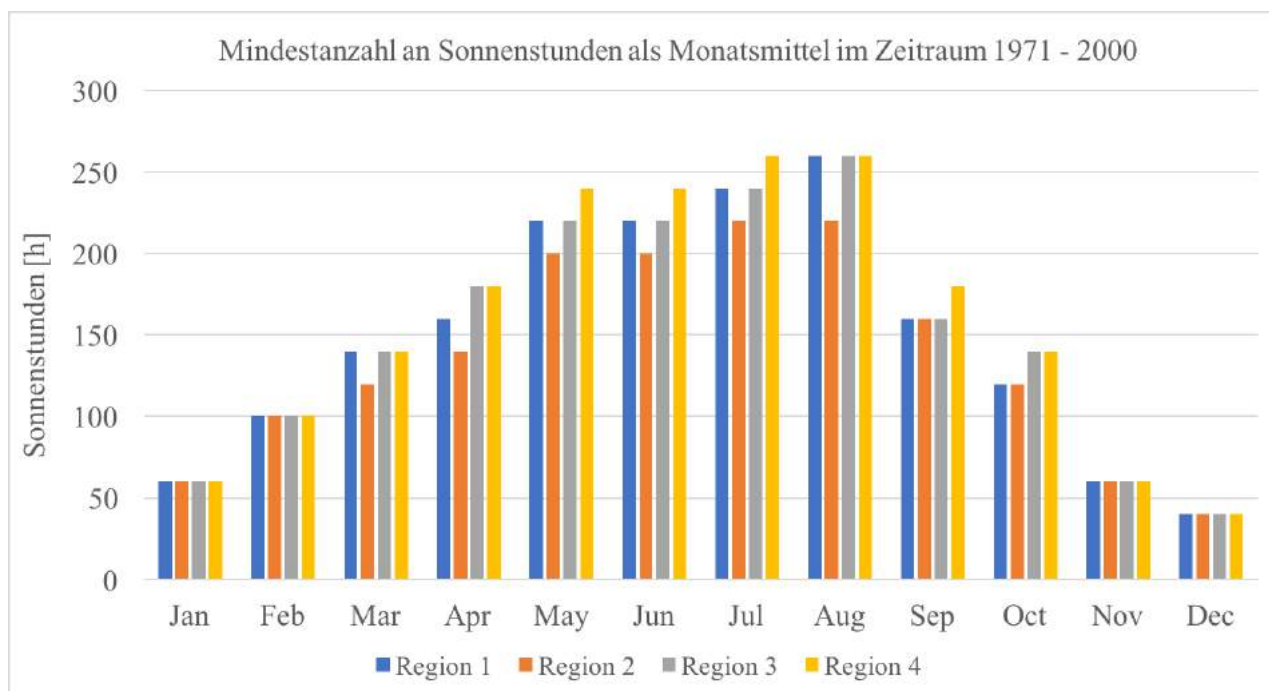


Abbildung 19 – Mindestanzahl an Sonnenstunden im monatlichen Überblick; die Werte sind Monatsmittelwerte über den Zeitraum 1971 bis 2000 und wurden aus den Wetterkarten ausgewertet, welche in Abbildung 18 dargestellt sind

Burgenland die Diskussion einer Betriebspause vom beobachtungsorientierten Betrieb in diesen Monaten zu.

Wie bereits zuvor angemerkt, möchte ich hier nochmals klarstellen, dass die Anzahl an Sonnenstunden im Burgenland bereits die höchsten im österreichweiten Vergleich sind. Selbst die Unterschiede zwischen schlechtester und bester Wert der zur Diskussion stehenden Regionen liegen in einem sehr geringen Bereich. Trotz allem möchte ich mit den vorhandenen marginalen Abweichungen ein Ranking erstellen, welches abschließend in Tabelle 8 dargestellt ist. Da mit Andau der Standort mit der maximalen jährlichen Sonnenstundendauer im Zeitraum 1971 bis 2000 vertreten ist, liegt Region 4 in diesem Ranking voran.

I	Region 4
II	Region 3
III	Region 1
IV	Region 2

Tabelle 8 – Ranking unter dem Aspekt der Sonnenscheindauer

3.1.3 Niederschlag

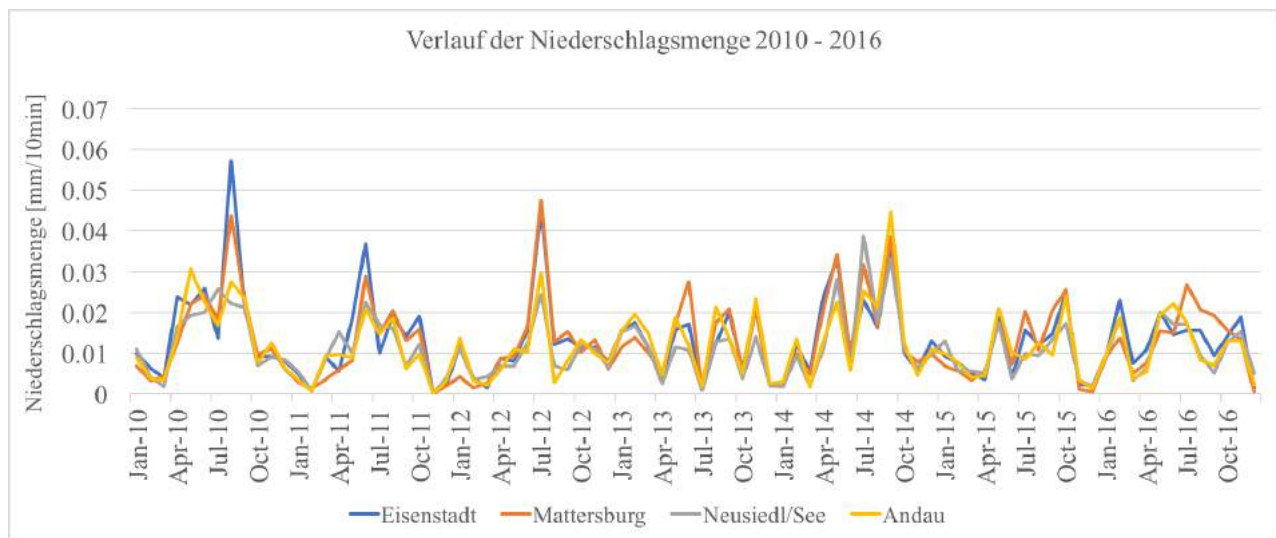


Abbildung 20 – Niederschlag über die Jahre 2010 bis 2016 nach Angabe der Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See und Andau, die Daten spiegeln Monatsmittelwerte wider

In Abbildung 20 sind die Niederschlagsaufzeichnungen der Wetterstationen zu sehen. Bei Betrachtung der verschiedenen Verlaufskurven, ist prinzipiell über den definierten Betrachtungszeitraum kein Trend zu erkennen, ob eine Region kontinuierlich weniger Niederschlag zu verbuchen hat. Allerdings lässt sich doch in gewissen Zeiträumen etwas herausstreichen:

- In den Jahren 2010 bis 2011 ist Eisenstadt (und somit Region 1) die mit dem meisten Niederschlag, dicht gefolgt hinter Mattersburg. Neusiedl am See bzw. der Seewinkel ist eindeutig die Region mit dem wenigsten Niederschlag. Die absolute Spitze über den gesamten Zeitraum zeichnet Eisenstadt im August 2010 mit einer Niederschlagsmenge von knapp 0.06 mm/10 min.
- 2012 herrscht ein Gleichgewicht zwischen Eisenstadt und Mattersburg, während Neusiedl am See und Andau weiterhin deutlich unter deren Mengen ist.
- 2013 ist Mattersburg (also Region 2) die mit dem meisten Niederschlag
- 2014 ist erstmals Andau am niederschlagsreichsten, während Eisenstadt unter den Mengen von Neusiedl und Mattersburg liegt.
- 2015 - 2016 ist die Ausgangslage ziemlich variabel, alle Standorte verbuchen Extremwerte, während alle allerdings deutlich unter den Werten zwischen 2010 und 2014 liegen.

Um die Standortpräzision bei Betrachtung der Niederschlagsmengen ein wenig zu erhöhen, ist in Abbildung 21 die Wetterkarte der ZAMG mit deren Werten über das gesamte Burgenland zu sehen. Hier sind allerdings nicht mehr die Monatsmittelwerte, sondern das jährliche Mittel aufgetragen. Die einzelnen Regionen beziehen hierbei die Werte, welche in Tabelle 9 aufgetragen sind.

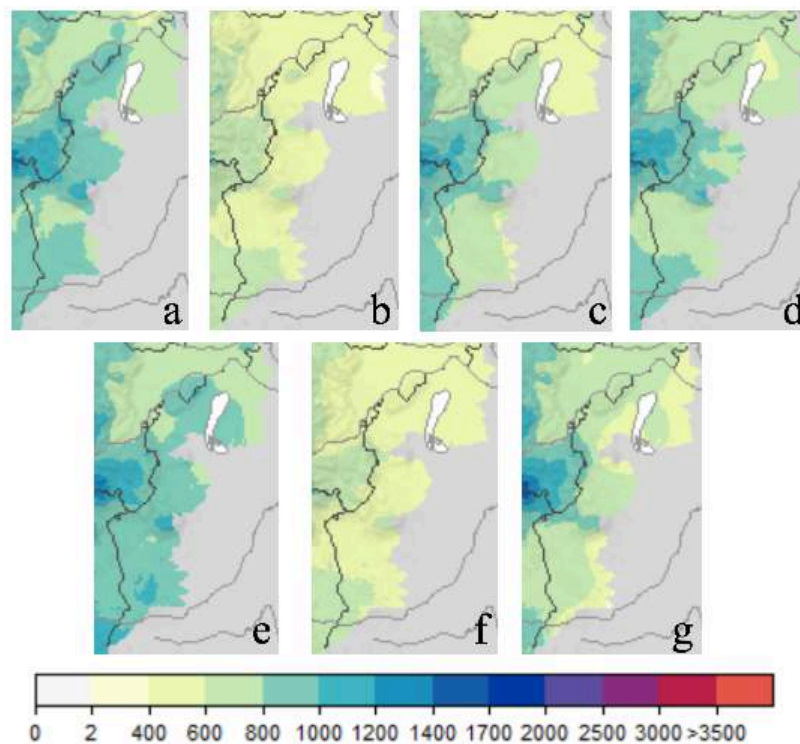


Abbildung 21 – Niederschlagsmenge des Burgenlandes über die Jahre 2010 bis 2016 auf der Grundlage von Wetterkarten sowie jährlichen Mittelwerten: a) 2010, b) 2011, c) 2012, d) 2013, e) 2014, f) 2015, g) 2016 [27]

Mit dem Vergleich der vorhandenen Daten, ist, wie bereits vorhin erwähnt, kein kontinuierlicher Trend erkennbar. Hierfür müsste man die Daten wohl weit zurückrechnen und einen Vergleich der letzten 50 Jahre anstellen. Dies birgt heute allerdings große Risiken, da sich das Klima natürlich verändert und somit wohl keine Aussage darüber getroffen werden kann. Nichtsdestotrotz möchte ich ein Ranking mit der Zuhilfenahme der Tabelle 9 erstellen, welche die eingefärbten Regionen mit Verwendung der Legende in der Abbildung 21 in Zahlen auszudrücken versucht. Das Ranking ist in Tabelle 10 abgebildet.

Die Niederschlagsmenge korreliert nicht direkt mit der Bewölkung und somit auch nicht der Sichtbarkeit von astronomischen Objekten. Trotzdem kann diese natürlich stark Einfluss auf den Führungsbetrieb einer Volkssternwarte nehmen. So ist es ohne Niederschlag aber mit starker Bewölkung immer noch möglich, Teleskope und ihre Wirkungs- bzw. Arbeitsweise gezeigt werden, indem statt Objekte am Himmel unter anderem weit entfernte Gebäude gut aufgelöst werden. Als Beispiel könnte zum Beispiel aus Eisenstadt (je nach exaktem Standort) die Burg Forchtenstein oder der nahegelegene Windpark gezeigt werden. Auch so können lehrende Informationen über Teleskope gezeigt werden, bei Niederschlag sind Beobachtungskuppeln natürlich sofort zu schließen.

Abschließend sei noch erwähnt, dass die Niederschlagsmengen des Burgenlandes, verglichen mit dem Flächenmittel Österreichs in Tabelle 9, extrem stark unter diesem liegt und das Burgenland zum Bundesland mit der geringsten Niederschlagsmenge macht (auch kontinuierlich vor dem Betrachtungszeitraum 2010 - 2016). Auch diese Tatsache - zusammen mit der Betrachtung der Son-

Jahr	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4	FM AUT
2010	800 - 1000 mm	800 - 1000 mm	600 - 800 mm	600 - 800 mm	1111 mm
2011	400 - 600 mm	400 - 600 mm	400 - 600 mm	400 - 600 mm	934 mm
2012	600 - 800 mm	600 - 1000 mm	400 - 600 mm	400 - 600 mm	1215 mm
2013	600 - 800 mm	600 - 1000 mm	400 - 800 mm	600 - 800 mm	1171 mm
2014	400 - 800 mm	400 - 800 mm	400 - 600 mm	400 - 800 mm	1187 mm
2015	400 - 600 mm	400 - 800 mm	400 - 600 mm	400 - 600 mm	923 mm
2016	400 - 800 mm	400 - 1000 mm	400 - 800 mm	400 - 800 mm	1158 mm
Gesamt	3600 - 5400 mm	3600 - 6200 mm	3400 - 4800 mm	3200 - 5000 mm	7699 mm

Tabelle 9 – Niederschlagsmengen nach dem jährlichen Mittel, abgelesen von den Wetterkarten der ZAMG, FM AUT steht für das Flächenmittel an Niederschlag österreichweit

nenstunden in Kapitel 3.1.2 - macht das Nordburgenland im österreichweiten Vergleich wiederum zu einem sehr wertvollen Standort für eine neue Sternwarte.

I	Region 3
II	Region 4
III	Region 1
IV	Region 2

Tabelle 10 – Ranking unter dem Aspekt des Niederschlages

3.1.4 Luftfeuchtigkeit

In Abbildung 22 sind die gemessenen relativen Luftfeuchtigkeitswerte der vier Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See und Andau aufgetragen. Bereits bei kurzer Betrachtung lässt sich herausstreichen, dass die vier Standorte nur geringe Variationen vorweisen, also der Verlauf an den betrachteten Standorten ziemlich gleich ist. Am ehesten ließe sich noch erkennen, dass -kaum überraschend - der Seewinkel doch eine höhere Luftfeuchtigkeit besitzt, als die Stationen Eisenstadt und Mattersburg messen.

Die Luftfeuchtigkeit ist für die Verwendung von astronomischen Teleskopen deshalb sehr wichtig zu betrachten, da sich diese sehr stark auf der Optik niederschlagen kann. Daher sollte zum einen bei Nichtverwendung von Optiken ein permanenter Schutz angebracht werden, wie zum Beispiel eine Taukappe bei Linsen oder eine sorgfältige Verpackung von Okularen, Prismen oder Filter. Andererseits, sollte aus Sicherheitsgründen eine Kuppel ab einem Wert zwischen 80 - 85% der relativen Luftfeuchtigkeit nicht mehr geöffnet werden.

Um konkret zu erkennen, ob Taubildung an den jeweiligen Optiken möglich ist, muss der Taupunkt beachtet werden. Dieser gibt eine Aussage, bis zu welcher Temperatur bei einem gegebenen Luftdruck sich Wasserdampf als Tau oder Nebel absetzen kann.

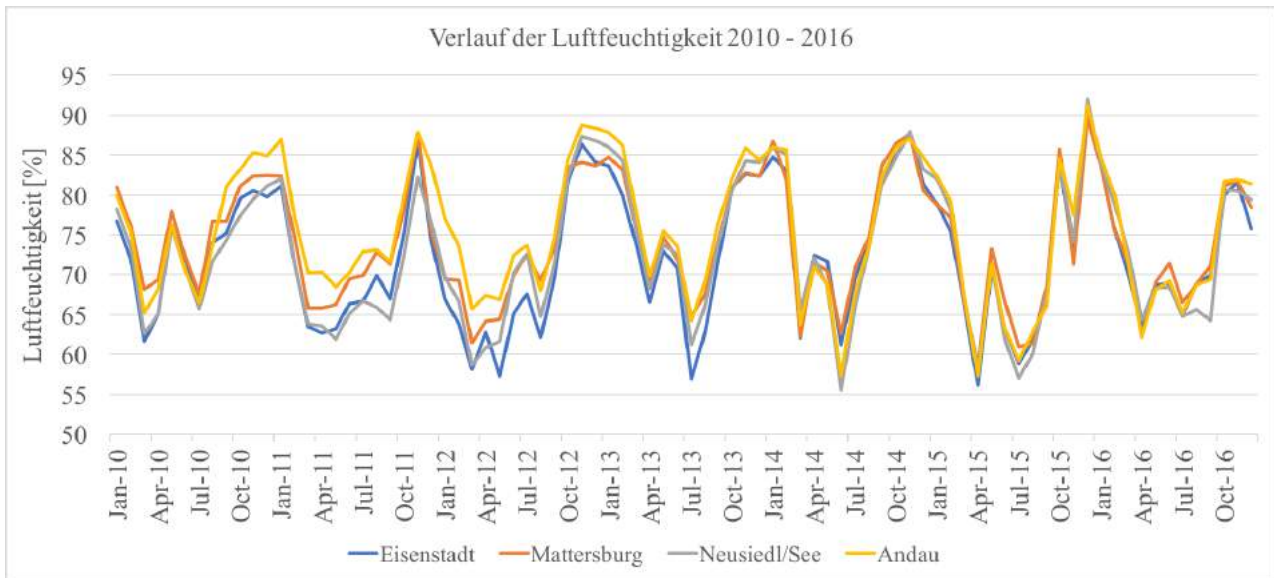


Abbildung 22 – Luftfeuchtigkeit über die Jahre 2010 bis 2016 nach Angabe der Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See und Andau, die Daten spiegeln Monatsmittelwerte wider

Der Taupunkt ist somit entscheidend und kann leicht durch die die Magnus-Formel, welche den Sättigungsdampfdruck e_w mit dem Taupunkt Dp verbindet, errechnet werden. Bei einer gegebenen Temperatur T ist der Sättigungsdampfdruck über flüssigem Wasser gegeben durch

$$e_w = \alpha \cdot \exp\left(\frac{\beta \cdot T}{\lambda + T}\right) \quad (3)$$

wobei $\alpha = 6.112 \text{ hPa}$, $\beta = 17.62$ und $\lambda = 243.12 \text{ °C}$ als Magnus-Parameter für Wasser über einen Temperaturbereich von -50 bis 100 °C definiert sind. Der Taupunkt ist weiter definiert durch

$$Dp = \frac{\lambda \cdot \ln\left(\frac{e}{\alpha}\right)}{\beta - \ln\left(\frac{e}{\alpha}\right)} \quad (4)$$

wobei e nun den Dampfdruck beschreibt. Da mit diesen Werten eine spontane Berechnung des Taupunktes schwer fällt, gibt es allerdings noch die Möglichkeit eine Relation zwischen diesem mit der vorherrschenden Temperatur T und der relativen Luftfeuchtigkeit RH herzuleiten. Letztere ist wie folgt definiert:

$$e = RH \cdot \frac{e_w}{100} \quad (5)$$

womit diese Definition nun in (4) eingesetzt und durch (3) eine gewünschte Formel entwickelt werden kann, welche folgend mit der Markierung (6) zu sehen ist.

$$Dp(T, RH) = \frac{\lambda \cdot \left(\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{\beta \cdot T}{\lambda + T} \right)}{\beta - \left(\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{\beta \cdot T}{\lambda + T} \right)} \quad (6)$$

Mehrere Beispiele zeigen, wie sich Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit zum Taupunkt verhalten, siehe Tabelle 11. Je kleiner der Unterschied zwischen aktueller Temperatur und Taupunkt sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Optik durch Tau beschädigt wird. Diese Differenz wird als Taupunktsdifferenz bzw. „Spread“ bezeichnet.⁵

Außentemperatur	rel. Luftfeuchte	Taupunkt	Taubildung
30 °C	85%	27.20 °C	sehr wahrscheinlich
20 °C	80%	16.44 °C	wahrscheinlich
10 °C	70%	4.78 °C	nicht wahrscheinlich
0 °C	70%	-4.82 °C	nicht wahrscheinlich
10 °C	60%	2.58 °C	nicht wahrscheinlich
20 °C	50%	9.25 °C	sehr unwahrscheinlich

Tabelle 11 – Beispiele, wie sich Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit zum Taupunkt verhalten

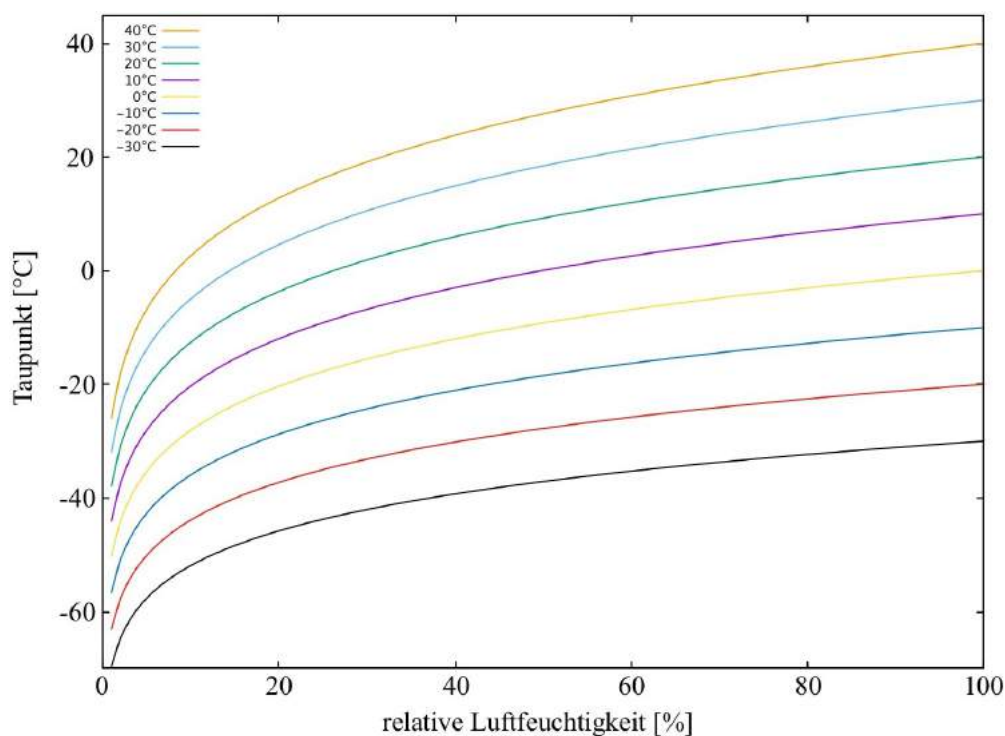


Abbildung 23 – Taupunkt vs. relative Luftfeuchtigkeit bei verschiedenen Außentemperaturen, welche farblich markiert sind

⁵[31], S. 149f.

Abbildung 23 zeigt, wie sich der Taupunkt zu Temperatur und relativer Luftfeuchte verhält: Bei geringer Luftfeuchte ist der Taupunkt sehr tief, ehe er mit zunehmender Luftfeuchtigkeit rapide ansteigt, ehe er nach ca. 20% Anstieg nur noch eine leichte Steigung annimmt. Bei 100% Luftfeuchtigkeit entspricht der Taupunkt der Außentemperatur.

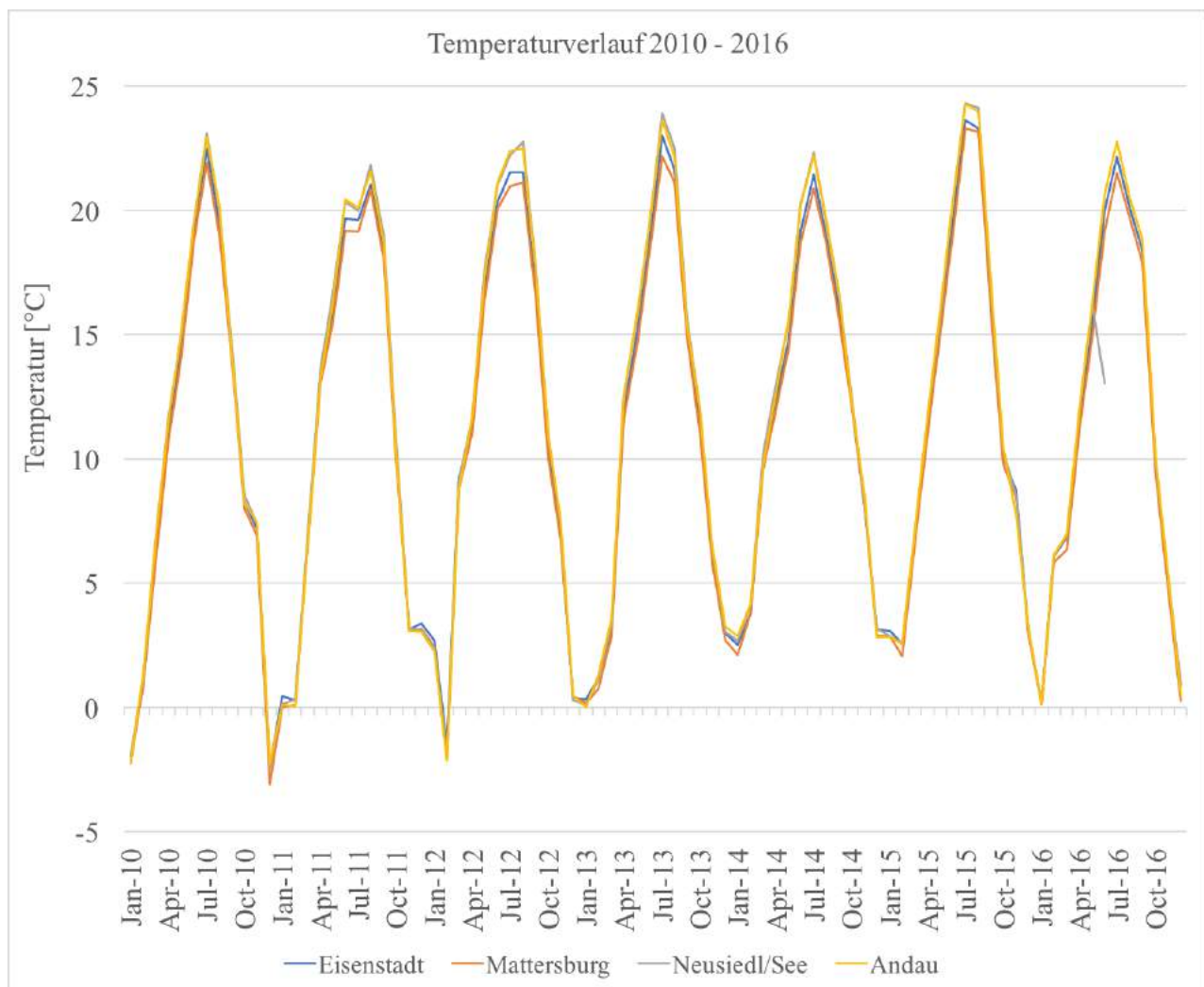


Abbildung 24 – Temperatur über die Jahre 2010 bis 2016 nach Angabe der Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See und Andau, die Daten spiegeln Monatsmittelwerte wider (Daten fehlend für Neusiedl am See in den Monaten Mai bis September 2016 aufgrund von technischen Problemen, die sich auch am Wert April 2016 widerspiegeln; um Unterschiede erkennen zu können, wurden die Kurven sehr dünn dargestellt)

Um nun ein Ranking erstellen zu können, ist es notwendig zu sehen, wie stark die Unterschiede zwischen Außentemperatur und Taupunkt in den verschiedenen Regionen verliefen. Dazu müssen nicht nur die bereits in Abbildung 22 aufgetragenen Luftfeuchtigkeitswerte, sondern auch die gemessenen Temperaturen, wie sie in Abbildung 24 nun dargestellt sind, beachtet werden. Mithilfe von Formel (4) wurde zu jeder Temperatur im Monatsmittel auch ein Taupunkt im Monatsmittel errechnet. Das Ergebnis, welches nun die Differenz dieser beiden Werte bildet, ist in Abbildung 25 zu sehen.

Aufgrund dieser Darstellung sind nun einige Aussagen, über die Qualität der Regionen, was die Luftfeuchtigkeit und dessen Auswirkungen auf astronomische Instrumentation betrifft, zu treffen. Es ist eindeutig erkennbar, dass Andau als schlechteste Regionen die geringsten Differenzen zwischen Außentemperatur und Taupunkt besitzt. Eisenstadt schneidet am Besten ab, besitzt immer wieder Unterschiede von acht bis neun Grad Celsius. Somit ergibt sich das Ranking, welches in Tabelle 12 ersichtlich wird.

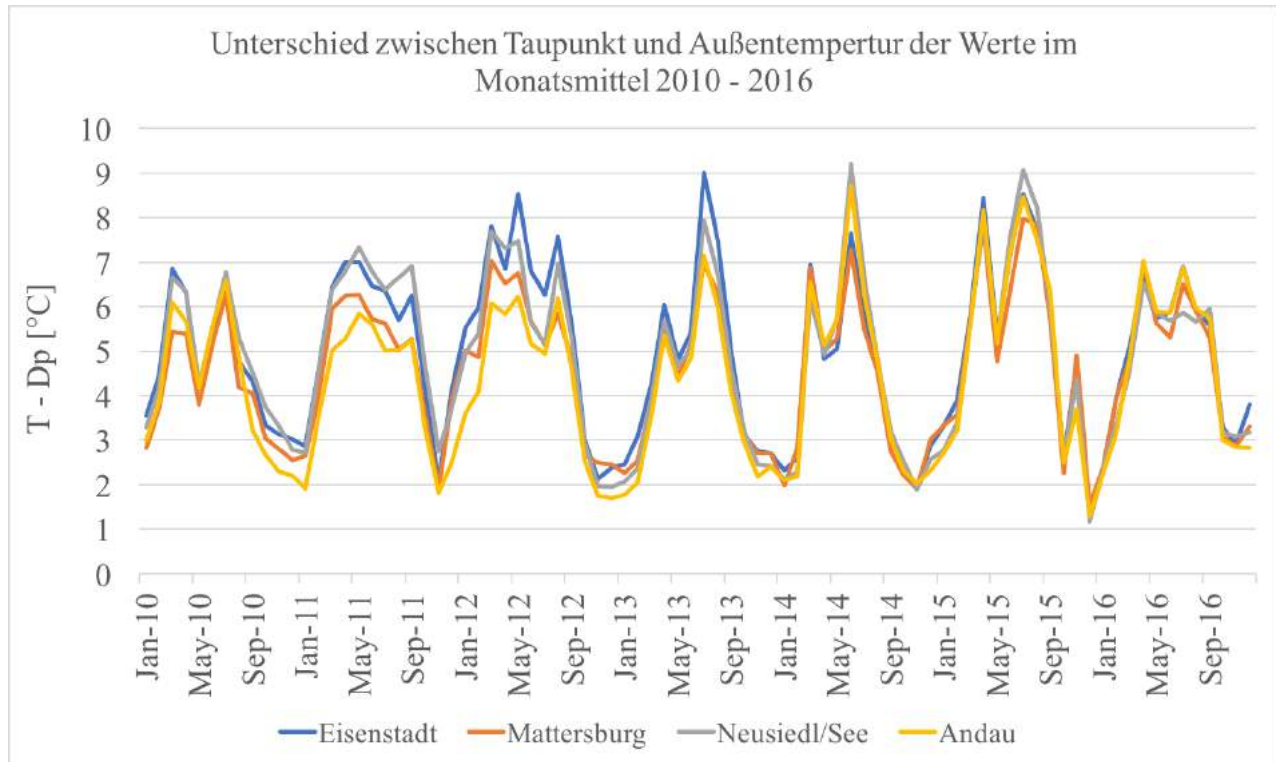


Abbildung 25 – Differenz zwischen Außentemperatur und Taupunkt, berechnet durch die jeweiligen Monatsmittelwerte von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit der Jahre 2010 bis 2016

Allgemein kann darauf zurückgeschlossen werden, dass die (auch leicht) winterlichen Monate, meistens September bis Februar, sehr schlechte Werte besitzen, also der Taupunkt sehr nahe an der Außentemperatur liegt. Dies könnte natürlich den Führungsbetrieb in diesen Monaten stark einschränken. Dies ist allerdings kein Faktor, der speziell im (Nord-)Burgenland zu tragen kommt, sondern lässt sich auch aufgrund des großräumigen Klimas Österreichs bundesweit erkennen.

I	Region 1
II	Region 3
III	Region 2
IV	Region 4

Tabelle 12 – Ranking unter dem Aspekt der Luftfeuchtigkeit

3.1.5 Wind und Seeing

Der Wind spielt deshalb eine Rolle in der beobachtungsorientierten Astronomie, da dieser das Teleskop stark beeinflussen und auch beschädigen kann. Zago (1995) [53] zeigt auf, dass bei Forschungsteleskopen Präzisionseinstellungen nicht mehr möglich sind, die Lenkung des Teleskops also nicht mehr exakt verläuft. Dies ist vor allem auf die Dünne der Spiegel zurückzuführen, ein 8 Meter-Teleskop besitzt einen Hauptspiegel mit einer Dicke von maximal 20 cm.

Die thermische Stabilität eines Spiegel, so dass dieser nicht mit Temperaturvariationen deformiert, ist ein Qualitätsmerkmal. Allerdings gibt es die Möglichkeit Luftunruhen aufgrund turbulenter Schichten in der Erdatmosphäre durch eine kontrollierte Bewegung bzw. Verformung der Spiegel bzw. des Spiegels durch die Auswertung der Beobachtung eines Leitsternes zu korrigieren, dieses Verfahren wird „Adaptive Optik“ (AO) genannt. Teleskope, die ohne Adaptive Optik arbeiten, sind weit unter ihren theoretischen Möglichkeiten. Leider ist die AO nur für große Teleskope in der Größenklasse von mehreren Metern entwickelt, spielt also für eine Volkssternwarte keine Rolle. Die Beobachtungsziele einer öffentlichen Sternwarte setzen allerdings sowieso keine Notwendigkeit für AO voraus.

Die Luftunruhe, welche durch Luftballen mit unterschiedlicher Dichte zustande kommt, wird in der Astronomie das „Seeing“ genannt, eine grobe Darstellung dessen ist in Abbildung 26 zu sehen. Die Turbulenzen werden durch den Fried-Parameter r_0 beschrieben, welcher ebenso die Größe der Turbulenzzellen charakterisiert, sowie die Indexstrukturkonstante C_n^2 , welche ein Maß für die Stärke der Turbulenz darstellt, also

$$r_0 \propto \left(\frac{\sec(z)}{\lambda^2} \int_0^\infty C_n^2(h) dh \right)^{-\frac{3}{5}} \quad (7)$$

wobei z die Zenitdistanz und h die Höhe der Turbulenz über dem Beobachter darstellen. Bei Wellenlängen der visuellen elektromagnetischen Strahlung und guten Sichtbedingungen nimmt r_0 einen Wert von 10-20 cm ein, auf Meereshöhe ist er typischerweise bei 5 cm.

Die typische Zeitskala für atmosphärische Fluktuationen kann durch die einfache Approximation

$$t_0 \approx \frac{0.3r_0}{v_{Wind}} \quad (8)$$

errechnet werden, liegt für sichtbares Licht allerdings im Millisekundenbereich. r_0 und t_0 geben und nun Parameter, welche uns Aussage darüber geben, ob Turbulenzzellen bei spezifischen Teleskopdurchmessern sowie Belichtungszeiten zum Problem werden.⁶

- Teleskopdurchmesser $\leq r_0$: es wird ein beugungsbegrenztes aber zur Fokalebene hin und her wackelndes Bild erzeugt.
- Belichtungszeit $< t_0$: atmosphärische Störungen spielen keine Rolle.

⁶[48], S. 223f.

- Bei großen Durchmessern und langen Belichtungen Mittelung ergibt sich ein über die Störungen gemitteltes Bild, das Seeingscheibchen zerfällt in sogenannte Speckles, wobei jedes dieser Speckle den Durchmesser des eigentlichen Beugungsscheibchens besitzt.

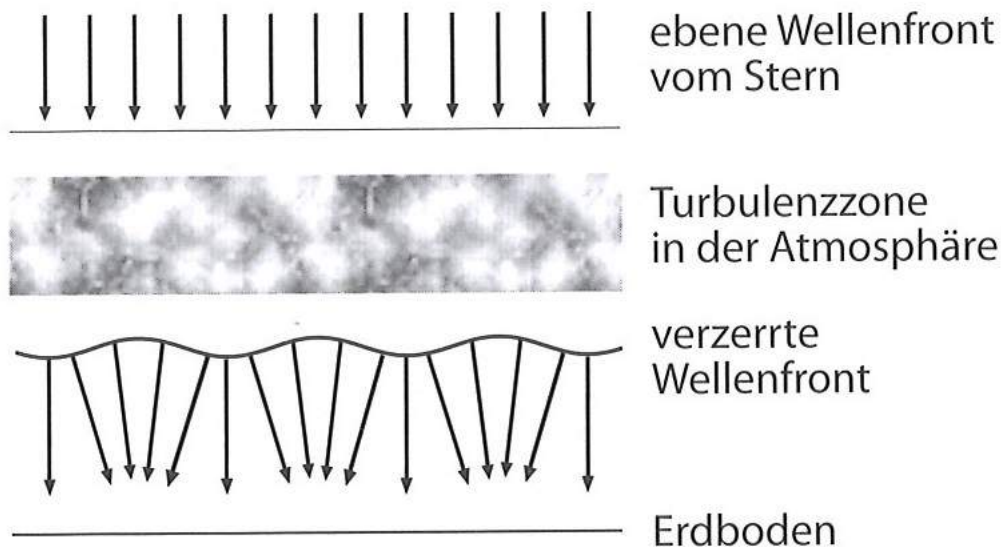


Abbildung 26 – Darstellung der Wirkungsweise einer Turbulenzzone in der Erdatmosphäre⁷

Wie bereits erwähnt, lässt sich das Seeing an Volkssternwarten aufgrund der finanziellen Kostenfrage nicht beheben, was allerdings auch nicht zwingend notwendig ist. Bei Zwecken der Astrofotographie kann sich zwar ein beugungsbegrenztes Bild zeigen, wie zum Beispiel durch lange Belichtungszeiten, bei tatsächlichem Führungsbetrieb wird allerdings typischerweise in Echtzeit beobachtet, also ohne Aufnahmen zu tätigen.

In Abbildung 27 sind die Windgeschwindigkeitswerte der nordburgenländischen Wetterstationen eingetragen. Es lässt sich direkt aus dieser erkennen, dass Eisenstadt gefolgt von Mattersburg sehr große Windgeschwindigkeiten besitzen, während sich Andau und Neusiedl am See als sehr windstill erweisen. Dies ist alles andere als überraschend, befindet sich doch die Erhebung des Leithagebirges in den windstarken Regionen.

Um Probleme mit Teleskopen zu vermeiden, verwendet zum Beispiel das Institut für Astrophysik bei Benützung des 80 cm-Spiegelteleskopes eine gewisse Grenzwindgeschwindigkeit, ab welcher die Kuppel nicht mehr geöffnet werden darf. In diesem Fall beträgt diese 13 m s^{-1} , was 46.8 km h^{-1} entspricht. Im Burgenland treten immer wieder Windspitzen mit Geschwindigkeiten bis zu $100\text{--}120 \text{ km h}^{-1}$ auf, welche hierbei Beobachtungen natürlich unmöglich machen. Da es sich auch für das Burgenland als sehr gut erweisen würde bei einer solchen Grenzwindgeschwindigkeit zu bleiben, sind in Tabelle 13 die Mengen an Werten über dieser Geschwindigkeit an den Wetterstationen, sowie nahe dieser zwischen 10 m s^{-1} und 13 m s^{-1} liegen, abgebildet. Somit fällt die Betrachtung nicht mehr auf Durchschnittsgeschwindigkeiten, sondern auf die tatsächlichen Windspitzen, die den

⁷[48], S. 223

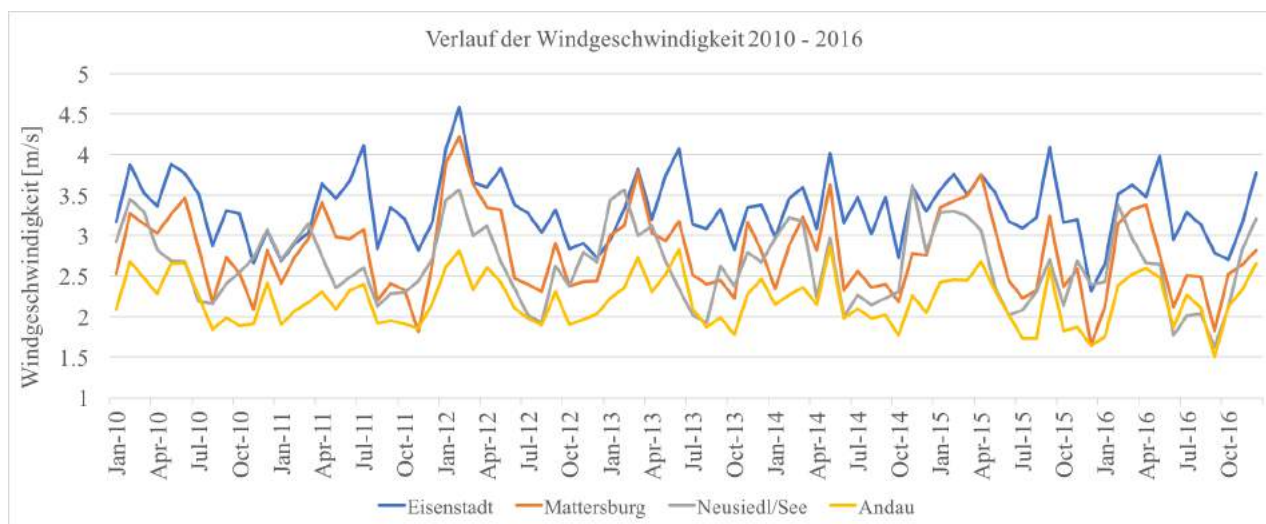


Abbildung 27 – Windgeschwindigkeit über die Jahre 2010 bis 2016 nach Angabe der Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg und Neusiedl am See, die Daten spiegeln Monatsmittelwerte wider

Ausschlag im Ranking geben werden. Da die Anzahl an Messungen etwas variiert, werden die Mengen an genannten Windgeschwindigkeiten in Prozent angegeben. Hierbei sei noch erwähnt, dass die Wetterstationen an windgeschützten Standorten liegen können, somit die tatsächlichen maximalen Windgeschwindigkeiten, die im Burgenland auftreten können, kaum bis nicht vertreten sind, doch geben diese einen guten Anhaltspunkt. Die maximalen gemessenen Geschwindigkeiten sind zum Vergleich in Abbildung 28 dargestellt.

Wetterstation	Menge an gemessenen Datensätzen [%]		
	$< 10 \text{ m s}^{-1}$	$10 \leq \text{m s}^{-1} < 13$	$\geq 13 \text{ m s}^{-1}$
Eisenstadt	99.457	0.530	0.013
Mattersburg	99.635	0.343	0.023
Neusiedl am See	99.855	0.139	0.006
Andau	99.994	0.006	0

Tabelle 13 – Anzahl an gemessenen Werten, die zuvor definierte Windgeschwindigkeiten angeben; die Datensätze beziehen sich auf das Mittel der Jahre 2010 bis 2016

Mithilfe der Tabelle 13 sowie der Abbildungen 27 und 28 ist zu erkennen, dass sich die maximalen Windgeschwindigkeiten sowie die Menge an hohen Windspitzen nicht direkt mit der Durchschnittswindgeschwindigkeit korreliert. So ist Eisenstadt definitiv der Standort mit dem höchsten Durchschnitt, die höchsten Spitzen besitzt allerdings Mattersburg. Im Bereich der niedrigen Geschwindigkeiten aber wird schnell erkenntlich, dass Andau als sehr windstillere Ort beschrieben werden kann. So besitzt dieser über die Jahre 2010 bis 2016 keinen einzigen Messwert, der Windspitzen in einem Bereich von über 13 m s^{-1} beschreibt. Mithilfe der nun vorhandenen Ressourcen ist es möglich ein Ranking nach dem Aspekt des Windes zu entwickeln. Dieses ist in Tabelle 14 zu sehen. Eisenstadt und Mattersburg teilen sich in diesem die dritte und somit letzte Platzierung.

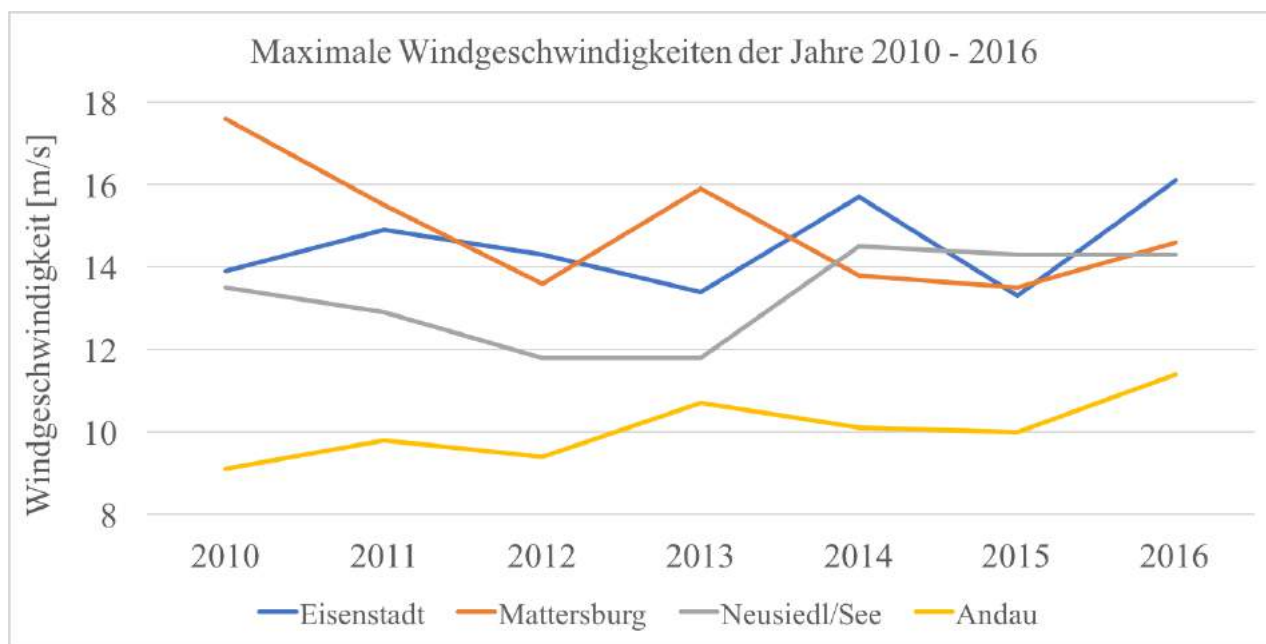


Abbildung 28 – Werte der maximalen Windgeschwindigkeiten der Jahre 2010 bis 2016 nach Angabe der vier Wetterstationen Eisenstadt, Mattersburg, Neusiedl am See und Andau

I	Region 4
II	Region 3
III	Region 2
	Region 1

Tabelle 14 – Ranking unter dem Aspekt des Windes bzw. der Windgeschwindigkeiten

3.1.6 Luftverkehr

Der Luftverkehr spielt in der Astronomie eine sehr wichtige Rolle. Hierbei ist die Tatsache, dass Flugobjekte astronomisch beobachtbare Objekte am Himmel verdecken könnten eine sehr vernachlässigbare. Dies könnte zwar vorherrschend sein, beeinflusst den Beobachtungsbetrieb allerdings in keins-ter Weise. Tatsächlich beeinflussend wird dies erst, wenn Astrofotographie mit größeren Belich- tungszeiten betrieben wird. Dies ist aber nicht der vorherrschende Nutzen einer Volkssternwarte und muss deshalb nicht in Betracht gezogen werden.

Weshalb Flugobjekte obgleich eine große Wichtigkeit spielen ist aufgrund der leichten Bewölkung, die sie verursachen. Tatsächlich stammen heute 90% der leichten Bewölkung nur durch den Verlust an Verbrennungsprodukten von Kerosin und der dazu führenden Bildung an Homomutatus-Wolken, auch Kondensstreifen genannt. Diese bilden sich auf Höhe der Tropopause durch die warmen und feuchten Ablagerungen des Flugzeuges in der kältesten Schicht der unteren Atmosphäre. Um die Kondensstreifen auszulösen, benötigt es nicht einmal einen hohen Luftfeuchtigkeitsgrad. Da auf diesen Flughöhen die Temperatur bei -35 °C und darunter liegt, ist dies auch bereits bei trockener Luft möglich, da der Sättigungsdampfdruck bei der turbulenten Mischung mit der sehr kalten Luft sehr viel stärker abfällt, als der Partialdruck des Wassers. Eine Übersättigung ist die Folge, Wasser-

moleküle haften sich an den Rußteilchen an und eine Keimbildung ist die Folge. Bei den kühleren Temperaturen, die bei diesen Höhen erreicht werden können, bilden sich darauf direkt folgend Eiskristalle mit einem Rußkern. Es sind diese weißen Eiskristalle, welche nun von der Erdoberfläche aus als Kondensstreifen zu erkennen sind. Der Luftfeuchtigkeitsgrad spielt nun in der Haltbarkeit der Homomutatus-Wolken eine Rolle. Bei einer feuchten, also übersättigten Luft, können sich mehr und mehr Eiskristalle durch die Aufnahme von Wasserdampf bilden und der Kondensstreifen sehr rasch auf Breiten von mehr als 100 km anwachsen und sich dadurch auch sehr lange halten, bis zu mehreren Stunden. Bei trockener, also untersättigter Luft (relative Feuchte liegt unter 100 Prozent), kann sich dieser bereits nach wenigen Minuten wieder auflösen. Hier muss bedacht werden, dass bei diesen Höhen relative Feuchten über 200% möglich werden.⁸

Die gebildeten Eiskristalle sind nun zum einen Sichtbehinderung für astronomische Objekte mit einer sehr geringen scheinbaren Helligkeit. Zum anderen streuen diese aber auch das Licht von stark sichtbaren Körpern. Sind die Kristalle sehr klein und nicht stark angewachsen, so spielen sie kaum bis keine Rolle. Erreichen diese aber Größen ab 100 nm, so wird das blaue Licht (~ 475 nm) bereits erkennbar gestreut, während bei größeren Durchmessern bereits das Licht aus sämtlichen Wellenlängen gestreut werden kann. Besonders dieser Fall ist bereits mit bloßem Auge erkennbar, denn dies geschieht dann, wenn die Eiskristalle erkennbar weiß werden. In Abbildung 29 ist ein „Supervollmondes“ vom 14. November 2016 zu sehen, welcher bei der nächtlichen Beobachtung von Kondensstreifen teilweise verdeckt wird. Sinken Kondensstreifen ab und breiten sich über mehrere Kilometer Weite aus, so sind diese kaum von natürlich gebildeten Cirrus-Wolken zu unterscheiden. Auch diese sind als dünne Fäden oder Büschel in der Atmosphäre zu erkennen, welche unter anderem durch Turbulenzen bei starken vertikalen Änderungen der Windrichtung entstehen können. [46]



Abbildung 29 – Vollmond beobachtet am 14.11.2016 mit erkennbaren Kondensstreifen, welche diesen teilweise abdunkeln [51]

Die Wichtigkeit den Flugverkehr bei der Standortprüfung zu Beachten sei hiermit ausführlich diskutiert. Die wohl größte Quelle, die sich für Flugobjekte über dem Nordburgenland verantwortlich zeigt, ist der Flughafen Wien-Schwechat. Mit einem Passagieraufkommen von 22,775,054 Personen

⁸[31], S. 171f.

zeichnete sich dieser im Jahr 2015 mit dem 22. Platz europaweit im Verkehrsaufkommen aus. 2013 konnte mit 23,352,016 Passagieren erstmals die 23 Mio.-Grenze und somit ein Passagierzuwachs von 2.5% erreicht werden. Dass der Flughafen weiterhin sehr erfolgreich ist und bleiben wird, zeigt die Verkehrs- und Finanzprognose des Jahres 2017, welche einen Passagieranstieg von weiteren 0% bis 2% vorhersagt. In Abbildung 30 ist diese Zunahme in einer Statistik aller österreichischen Flughäfen zu sehen. Hier ist deutlich erkennbar, dass Wien-Schwechat der vorherrschendste Flughafen Österreichs ist.

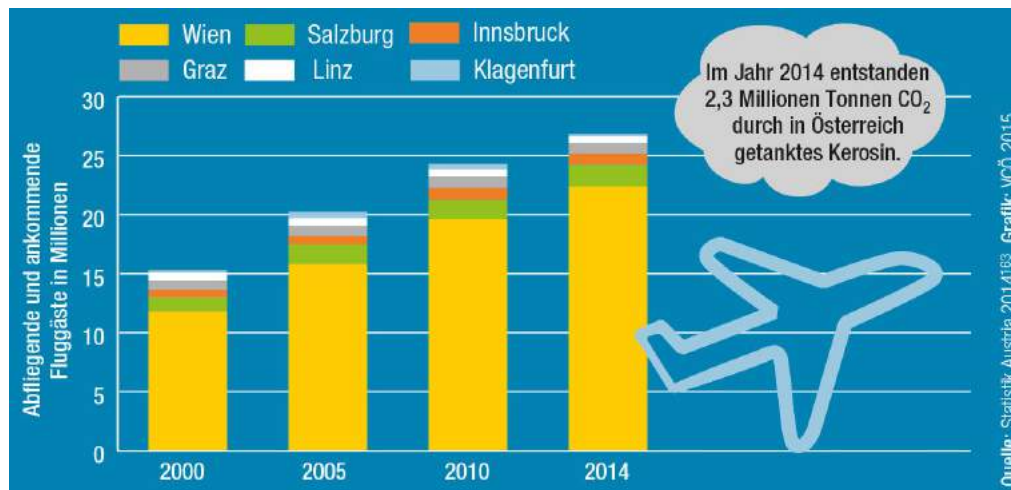


Abbildung 30 – Zunahme der Passagieranzahl an österreichischen Flughäfen

Die Flugbewegungen von Wien-Schwechat konnten in den letzten Jahren, trotz der anwachsenden Passagierzahl, etwas reduziert werden. Im Jahr 2014 konnte der Flughafen insgesamt 230,781 Flugbewegungen aus Linien- und Charter-Flügen zählen. 45% der Flüge, die den Flughafen ansteuern, fliegen hierbei über das Burgenland.

Das Pistensystem des Flughafens Wien-Schwechat sieht nun wie folgt aus: Es stehen insgesamt zwei Pisten zur Abwicklung des Flugverkehrs zur Verfügung. Die Enden dieser beiden Pisten bilden hierbei insgesamt vier An- und Abflugrichtungen, diese sind in Abbildung 31 dargestellt. Die Bezeichnungen 11, 16, 29 und 34, welche diese beschreiben, deuten auf die Ausrichtung der jeweiligen Piste hin, bezogen auf Landungen in Richtung Norden [16]. Detailliert bedeutet dies:

- Piste 11: verläuft in Richtung 110°
- Piste 16: verläuft in Richtung 160°
- Piste 29: verläuft in Richtung 290°
- Piste 34: verläuft in Richtung 340°

Wie bei der Ausrichtung der Pisten erkennbar wird, sind zumindest zwei davon, nämlich Pisten 29 und 34, direkt in Richtung des Nordburgenlandes gelegen. Nun sind aber diese Pisten nur mit der jeweiligen Ausrichtung definiert, viel wichtiger sind hierbei die An- bzw. Abflugrouten zu bzw. von den vier Pisten. Seit dem 11. Mai 2006 gelten für Landungen am Flughafen Wien-Schwechat standardisierte Routen, die Transition Arrivals sowie Standard Instrument Departures (SIDs). Diese

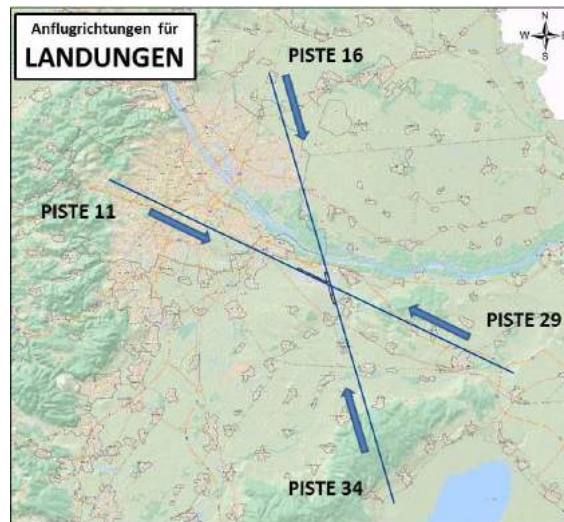


Abbildung 31 – Vorhandene Pisten des Flughafens Wien-Schwechat [16]

bieten eine satellitengestützte Navigation und sollten vom Flughafenverkehr genau befliegen werden. In Abbildung 32 sind alle An- bzw. Abflugrouten der vier Pisten dargestellt. Die Routen werden jeweils mit einer Identifikation versehen, welche einen Wegpunkt an dieser Strecke beschreibt. Die Endungen beschreiben hierbei die Pisten, „A“ steht für Piste 11, „B“ für Piste 16, „C“ für Piste 29 und „D“ für Piste 34.

Es ist nun mit sehr ungenauer Präzision möglich eine tabellarische Darstellung zu geben, welche Pisten mit ihren An- bzw. Abflugrouten welche Regionen überfliegen. Diese ist in Tabelle 15 zu sehen. Hierbei sind manche Regionen bereits erkennbar weniger bzw. öfters überflogen als andere, so sind die Regionen 2 und 3 die mit dem wenigsten Flugrouten, während über Region 4 nur Anflugrouten führen. Die Anzahl an vorhandenen Routen sagt allerdings noch wenig über die Dichte des vorhandenen Luftverkehrs aus.

	←Anflug				←Abflug			
	11	16	29	34	11	16	29	34
Region 1	ja	nein	ja	ja	nein	ja	nein	nein
Region 2	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein
Region 3	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	nein
Region 4	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein

Tabelle 15 – Tabelle welche aufzeigt, ob zumindest eine der An- bzw. Abflugrouten der vier Pisten über die zuvor definierten Regionen des Nordburgenlandes führt

Wie bereits zuvor erwähnt, handelt es sich bei den An- bzw. Abflugrouten des Flughafens um satellitengestützte Routen, die eingehalten werden sollten. Trotz allem wird versucht, niemals alle Routen parallel zu verwenden, sondern je nach aktueller Windrichtung favorisierte Routen ausgegeben. Dies verändert auch den Flugverkehr über einzelne Routen. Außerdem spielt der Luftverkehr für eine Sternwarte eher nur nachts eine Rolle anstatt über 24 Stunden. Um dies auch noch schlussendlich

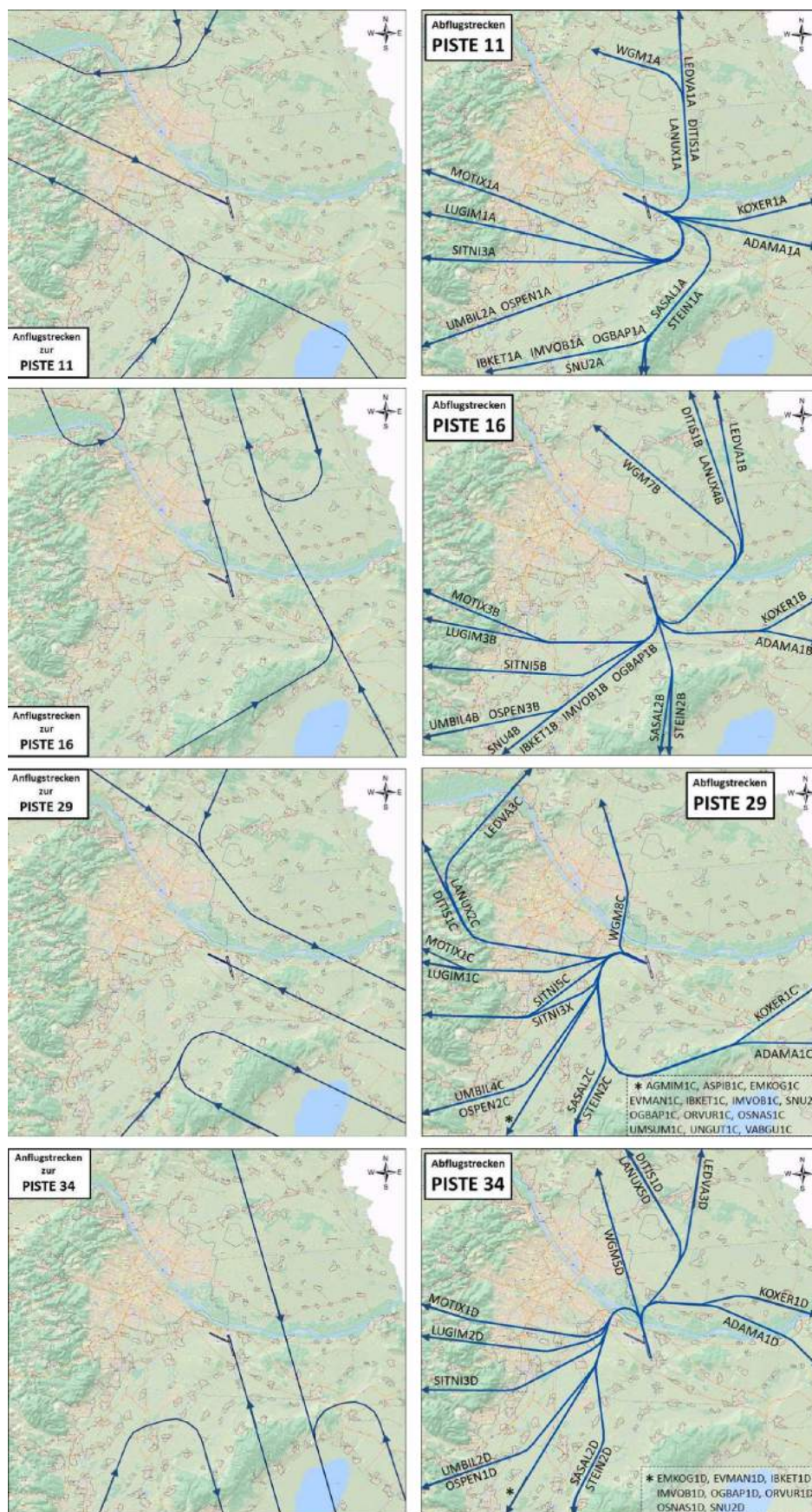


Abbildung 32 – An- bzw. Abflugsrouten des Flughafens Wien-Schwechat [16]

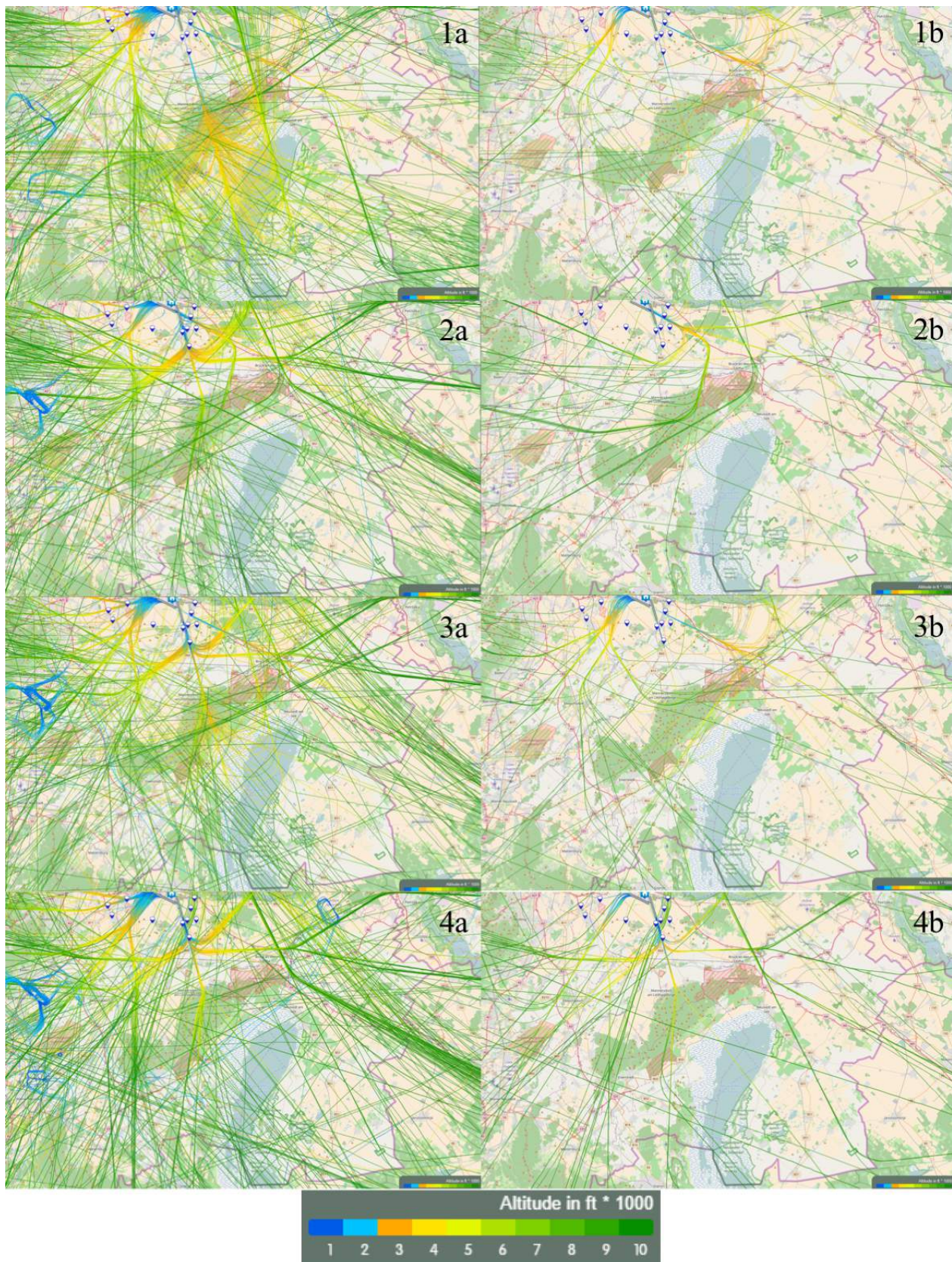


Abbildung 33 – Flugspuren über dem Nordburgenland, die Indizes bedeuten wie folgt: 1 = Mi, 01.03.2017; 2 = Fr, 03.03.2017; 3 = So, 05.03.2017; 4 = Di, 13.06.2016; a = 24h (00:00h - 24:00h), b = 10h (21:00h des Vortages - 07:00h), das blaue Haussymbol deutet auf den Flughafen Wien-Schwechat hin [16]

in Betracht zu ziehen, sind in Abbildung 33 die Flugspuren an drei unterschiedlichen Wochentagen (Mittwoch, Freitag, Sonntag) der ersten März-Woche 2017 sowie der Tag mit der stärksten Dichte an Luftverkehr des Jahres 2016 (13. September 2016) abgebildet. Zusätzlich sind hier die Tage im 24h-Verlauf, sowie auch nur die Nächte zwischen 21:00h des Vortages bis 07:00h des angegebenen Tages dargestellt. Hier lässt sich erkennen, dass auch der Flugplatz in der Nähe von Bad Vöslau eine Rolle, allerdings nur eine sehr untergeordnete spielt.

Bei Betrachtung der Flugspuren ist ein sehr dichter Luftverkehr über dem Nordburgenland erkennbar. Besonders die Höhen über dem Leithagebirge dienen immer wieder als Start- bzw. Landespur des Flughafens. Auch in den 10h Messungen nachts ist noch etwas Verkehr erkennbar, obgleich Wien-Schwechat ein Nachtstart- bzw. -landeverbot zwischen 00:00 und 04:30h eingeführt hat. Mittels allen gesammelten Daten, ist es nun möglich ein Ranking mit dem Aspekt des Luftverkehrs zu erstellen. Dieses ist in Tabelle 16 abzulesen. Die Platzierung in diesem wurde nach dem Aspekt der Luftverkehrsdichte über den Regionen geschaffen.

Abschließend sei noch erwähnt, dass das Burgenland wohl in naher Zukunft Entlastung durch den möglichen Neubau einer dritten Piste am Flughafen Wien-Schwechat bekommen könnte. Nachdem die Umweltverträglichkeitsprüfung positiv abgeschlossen wurde, ist der aktuelle Stand bei Vervollendung dieser Arbeit, dass der niederösterreichischen Landesregierung die Entscheidungsgewalt in dieser Diskussion beiliegt. Die dritte Piste (rund 3.7 Kilometer Länge) würde sich über die Gemeinden Fischamend, Klein Neusiedl, Rauchenwarth, Schwadorf und Schwechat erstrecken. Leider besitzt das Burgenland selbst keine Parteienstellung, obwohl die Entlastung des Bundeslandes wohl im Bezug auf den anwachsenden Reiseverkehr sehr wichtig werden kann. Sollte es tatsächlich zu einer positiven Entscheidung kommen, so wird diese allerdings nicht vor dem Jahr 2030/31 gebaut werden. [13] [14]

I	Region 4
II	Region 2
III	Region 1
IV	Region 3

Tabelle 16 – Ranking unter dem Aspekt der Luftverkehrsdichte

3.1.7 Anbindung an öffentlichen Verkehr und Erreichbarkeit

Bei der Diskussion über die Qualität der Anbindung an öffentlichen Verkehr bzw. der Erreichbarkeit der definierten Regionen, gibt es mehrere Betrachtungsweisen, welche alle miteingeschlossen werden müssen. Zum einen ist es natürlich sehr wichtig, dass öffentliche Verkehrsnetze wie zum Beispiel Bahn oder Bus zum gewünschten Ziel führen. Auf der anderen Seite muss unbedingt beachtet werden, dass es sich bei einer Sternwarte sehr oft um einen Abend- bzw. Nachtbetrieb handelt, zu Zeiten, an welchen diese Netze nicht mehr Verfügbar sind. aufgrund dessen ist es von hoher Bedeutung auch das Straßennetz in diese Entscheidung miteinzubeziehen, also unbedingt auch den privaten Autoverkehr. Prinzipiell ist es die detaillierte Lage der Sternwarte selbst welche entscheidet, ob die Erreichbarkeit mit Autos primärer gegeben sein sollte, als durch den öffentlichen Verkehr. Allerdings muss bei einem barrierefreien Observatorium diese Möglichkeit auf alle Fälle gegeben

sein.

Aufgrund dieser Tatsachen, möchte ich mich zunächst auf das vorhandene Straßennetz des Burgenlandes konzentrieren. In Abbildung 34 ist dieses grob dargestellt. Folgende Routen sind als Hauptverkehrsrueten im Nordburgenland gekennzeichnet:

- A3: Südost Autobahn (Landesgrenze nahe Wimpassing an der Leitha bis S31 nahe Eisenstadt)
- A4: Ost Autobahn (Landesgrenze nahe Bruck an der Leitha bis Staatsgrenze Ungarn)
- A6: Nordost Autobahn (Landesgrenze nahe Gattendorf bis Staatsgrenze Slowakei)
- S31: Burgenland Schnellstraße (Eisenstadt-Ost bis Oberpullendorf-Süd)
- S4: Mattersburger Schnellstraße (Landesgrenze nahe Neudörfel bis Knoten Mattersburg)



Abbildung 34 – Hauptverkehrsrueten des Burgenlandes; die Zahlen, welche die Straßen kennzeichnen, stehen für die Identifikationsnummer der jeweiligen Autobahn, Schnellstraßen sind in hellem grau markiert

Neben diesen stehen zur weiteren Verbindung Landes- sowie Gemeindestraßen zur Verfügung. Aber bereits hier wird schnell erkennbar, dass Region 4 keine direkte Verbindung zu den Hauptverkehrsrueten des Burgenlandes besitzt. Auch die nahegelegenen Verkehrsrueten des Nachbarstaates Ungarn verlaufen um diese Region herum. Die einzigen Möglichkeiten sie zu erreichen besteht darin über Region 3 oder Region 2 und Ungarn zu fahren und über Landes- bzw. Gemeindestraßen an das Ziel zu kommen. Im Gegensatz dazu, lassen sich die Regionen 1, 2 und 3 sehr gut erreichen. Die direkte Verbindung der A3 (über die A2) zwischen Eisenstadt und Wien lässt Region 1 wohl am Besten durch den privaten Verkehr aus dem Nordwesten erreichen, während ausländische Besucher

aus östlichen Nachbarstaaten wie Tschechien, Slowakei oder Ungarn sehr schnell Region 3 erreichen können (A4 oder A6). Die gekennzeichneten Schnellstraßen bieten eine gute Möglichkeit zwischen den Regionen 1, 2 und 3 zu reisen.

In Abbildung 35 ist nun das öffentliche Verkehrsnetz der Verkehrsbund Ost-Region dargestellt. Zu sehen sind ist der Netzplan zwischen St. Pölten bzw. Krems im Westen bis an die Staatsgrenze im Osten des Nordburgenlandes. Auf dieser ist abzuleiten, dass die Region östlich des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel zumindest über Bahnstrecken angebunden ist. Die Ostbahn verbindet den Wiener Hauptbahnhof mit dem Seewinkel, über Parndorf verkehrt diese noch über Bratislava bis nach Nickelsdorf und Ungarn. Die Neusiedler Seebahn ist es, welche zwischen Neusiedl am See und Pamhagen, bis nach Celldömölk in Ungarn verkehrt und somit den Seewinkel versucht abzudecken. Es ist deutlich erkennbar, dass diese beiden Strecken den südöstlichen Teil der Region 4 komplett auslassen. Hier muss aber auch kritisiert werden, dass Region 2 leider sehr ungelegen angebunden erscheint. Um zwischen Eisenstadt und Mattersburg zum Beispiel zu Reisen, ist nur ein Umweg über Sopron (Ungarn) oder Wr. Neustadt möglich, was die Reisedauer erheblich verlängert. Region 2 scheint allgemein etwas ungünstig gelegen in diesem Verkehrsnetz zu sein. Die Regionen 1 und 3 sind mit dem Wiener Becken gut angelegt, leider aber fehlt durchaus eine direkte Strecke zwischen der Landeshauptstadt des Burgenlandes Eisenstadt und Wien, welche nicht über den Seewinkel und Region 3 führt.

Abschließend betrachte ich in dieser Diskussion noch die Reise per Linienbus. Diese Art des Transportes ist nach dem privaten Verkehr mit dem Auto wohl die vorherrschende öffentliche Reiseart im Burgenland. Das Busnetz in einer Karte darzustellen würde diese wohl sprengen lassen, deshalb ist dies hier nicht möglich. Eine Busverbindung - eventuell geplante Verbindungen bei Veranstaltungen an der Sternwarte - müssen Anklang finden und in das Konzept miteingearbeitet werden. Eine eigene Busstation, die mindestens zu den Öffnungszeiten der Sternwarte angesteuert wird, lässt die Besucheranzahl sicherlich stark steigen. Wie allerdings bereits in diesem Kapitel erwähnt, sollte besonders in Hinblick auf eine barrierefreie Anreise der Bus - welcher heute kein einfaches Transportmittel für Menschen mit Behinderung darstellt - nicht als primäre Anreiseart betrachtet werden.

Um einen groben Vergleich zu erhalten, wie sich die Anreisezeiten zu einzelnen Regionen verhalten, werden diese nach Angabe der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) [35] in Tabelle 17 gezeigt. Es wurde mit Mittwoch, 01. November 2017 ein Beispieltag in der nahen Zukunft, mit dem Ziel um 20:00h spätestens an der Sternwarte sein zu können, gewählt. Pro Region wurden zwei Orte gesucht, welche als Ziel mit der Ankunftszeit spätestens 30 Minuten vor Beginn der simulierten Führung, also 19:30h, erreicht werden sollten. In diesen Zeiten eingerechnet sind sämtliche Reisemittel (Zug, Bus, etc.) sowie Umstiegszeiten. Zusätzlich sind in Tabelle 18 diejenigen Zeiten vermerkt, die per privatem Verkehr, also mit dem Auto, benötigt werden. Diese Daten wurden aus Google Maps ausgelesen und stellen Durchschnittszeiten ohne Staupunkte dar. Die Tabellen sollen so einen groben Überblick über die Anbindung der vier definierten Regionen an das burgenländische Verkehrsnetz geben.

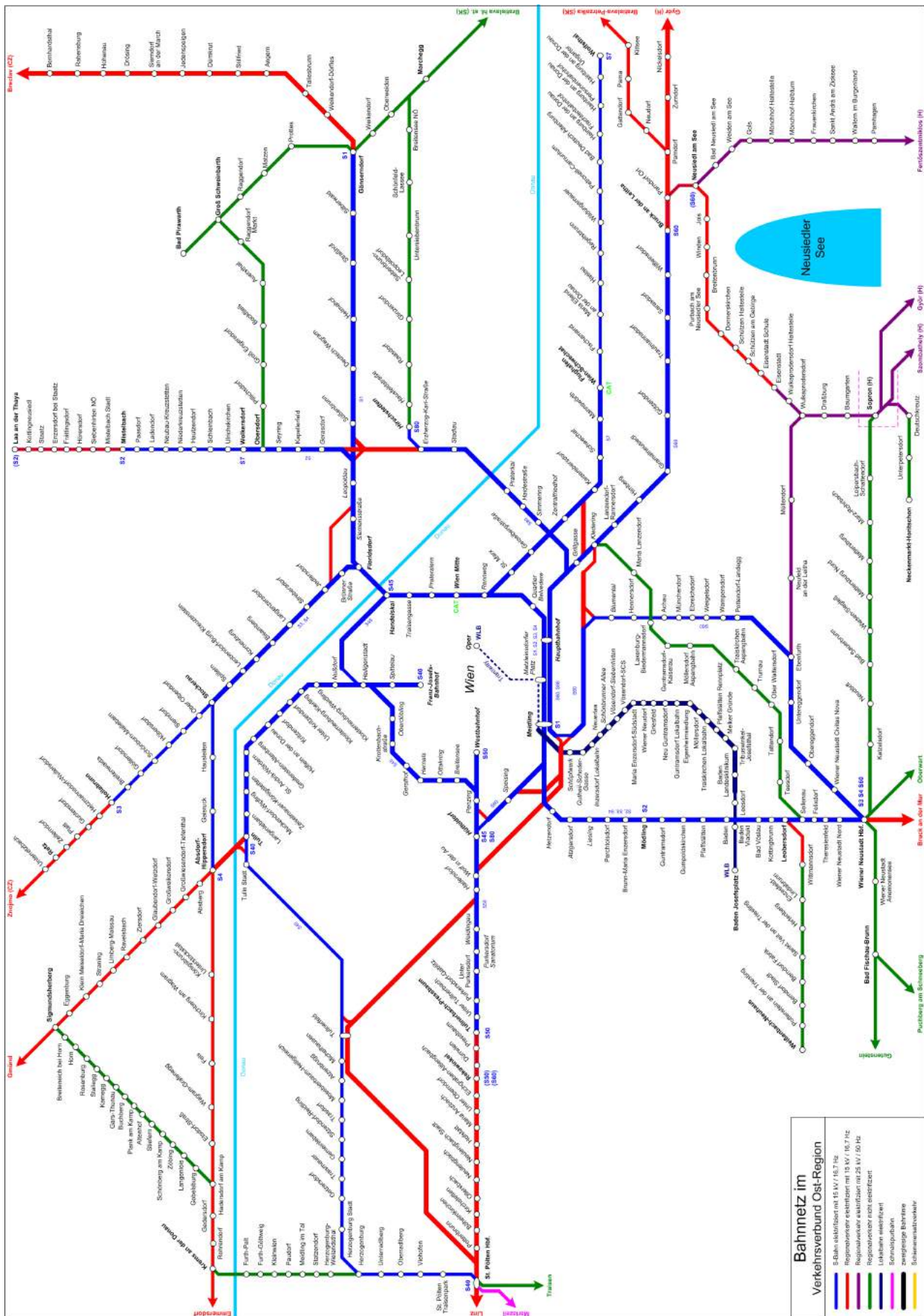


Abbildung 35 – Öffentliches Verkehrsnetz der Verkehrsverbund Ost-Region [52]

↓ Reiseziel (Ort)	←Reisestart (Ort)						
	Wien Hbf	St. Pölten	Krems	Oberwart	Gänserndorf	Bratislava	Sopron
E (R1)	1:11	1:56	3:07	3:26	2:11	1:11	0:28
RU (R1)	1:50	2:35	3:46	4:14	2:50	1:50	2:21
MA (R2)	1:00	1:28	2:39	2:58	2:01	2:38	0:17
SG (R2)	1:12	1:47	2:58	3:17	2:20	2:55	1:33
ND (R3)	0:40	1:25	2:36	2:55	1:40	0:40	1:32
ZD (R3)	0:48	1:33	2:28	3:03	1:48	0:48	2:19
SA (R4)	1:13	1:49	3:09	3:28	2:31	2:13	2:44
AN (R4)	1:32	2:08	3:28	4:47	2:50	2:32	2:26

Tabelle 17 – Reisezeit mit dem öffentlichen Verkehr (Zug, Bus, etc.); E = Eisenstadt, RU = Rust, MA = Mattersburg, SG = Sieggraben, ND = Neusiedl am See, ZD = Zurndorf, SA = St. Andrä am Zicksee, AN = Andau, R1-R4 = Region 1-4; gewählt wurden (wenn vorhanden) (Haupt-)Bahnhöfe, die Zeiten sind in Stunden [h] angegeben [35]

↓ Reiseziel (Ort)	←Reisestart (Ort)						
	Wien Hbf	St. Pölten	Krems	Oberwart	Gänserndorf	Bratislava	Sopron
E (R1)	0:42	1:15	1:27	1:10	1:12	1:00	0:27
RU (R1)	0.52	1:27	1:37	1:20	1:20	0:55	0:24
MA (R2)	0:47	1:25	1:37	1:00	1:17	1:10	0:35
SG (R2)	0:52	1:27	1:37	0:55	1:22	1:15	0:40
ND (R3)	0:42	1:27	1:27	1:40	0:55	0:30	0:50
ZD (R3)	0:50	1:35	1:35	1:50	1:00	0:26	1:05
SA (R4)	1:05	1:45	1:45	1:50	1:15	0:50	0:55
AN (R4)	1:05	1:45	1:45	1:50	1:15	0:47	0:55

Tabelle 18 – Reisezeit mit dem privaten Verkehr (Auto); E = Eisenstadt, RU = Rust, MA = Mattersburg, SG = Sieggraben, ND = Neusiedl am See, ZD = Zurndorf, SA = St. Andrä am Zicksee, AN = Andau, R1-R4 = Region 1-4; gewählt wurden (wenn vorhanden) (Haupt-)Bahnhöfe; fett gedruckt sind Zeiten, welche die des öffentlichen Verkehrs um zumindest 50% reduzieren, kursiv, dass hier der öffentliche Verkehr schneller als der private ist; die Zeiten sind in Stunden [h] angegeben [35]

Es wird klar, dass Rust als der wohl am schlechtesten angebundene der gewählten Orte erscheint. Um dorthin zu reisen, empfiehlt es sich nur das Auto zu nehmen da sich sechs von sieben Reise-strecken mit diesem in nicht einmal der halben Zeit vollziehen lassen. Eisenstadt hingegen ist in dieser Region ein sehr wohl gut angebundenes Ziel. Region 3 ist die am besten angebundene, keine Reisestrecke lässt sich mit dem Auto in unter der halben Zeit fahren.

Nun gilt es das Ranking mithilfe des vorhandenen Straßennetzes sowie aber auch mit der vorhande-nen Anbindung an den öffentlichen Verkehr zu ermitteln. Mit Zuhilfenahme dieser Faktoren wurde das Ranking, zu sehen in Tabelle 19 ermittelt.

I	Region 3
II	Region 1
III	Region 2
IV	Region 4

Tabelle 19 – Ranking unter dem Aspekt des vorhandenen Straßen- sowie öffentlichen Verkehrsnetzes

3.2 Instrumentation

3.2.1 Sammelfläche

Die Teleskopsammelfläche bestimmt den Durchmesser des Teleskops. Prinzipiell gibt es zwei grundlegend verschiedene Arten an diesen, welche den Typus eines Teleskops ausmachen⁹:

- **Refraktoren**

Diese besitzen Linsen als Sammelfläche und erzeugen ein Bild der parallel einfallenden Strahlen im Brennpunkt dieser. Dies bedeutet auch, dass die Brennweite immer gleich der Baulänge eines solchen Teleskopes ist. Die Aufgabe der zweiten Linse, dem Okular, ist die Vergrößerung des fokussierten Bildes für das menschliche Auge. Bei Linsen, welche aus unterschiedlichen Glassorten bestehen, kommt es noch zur Unterscheidung von achromatischen und apochromatischen Linsen mit einer Füllung, zum Beispiel Öl, welche Farbfehler minimieren können. Diese sind wesentlich teurer, da bestimmte Glassorten wie Fluoritglas zum Einsatz kommt. Das Gewicht wird bei großen Linsenteleskopen allerdings sehr schnell zum Problem. Glas als sehr zähe Flüssigkeit, verformt sich mit dem eigenen Gewicht. Dies geschieht schneller je schwerer die Linse ist, bei sehr großen Teleskopen setzt also bereits sehr früh diese Verformung ein und es machen sich Bildfehler erkennbar. Ein weiterer Nachteil ist die immer erforderlichere stabilere Konstruktion, welche größere Teleskope tragen muss. Daher endete die Entwicklung von größeren Linsen mit dem Bau des Yerkes-Observatorium in Wisconsin, USA. Diese besitzt einen Refraktor mit einer Öffnung von 102 cm sowie 19.7 m Brennweite.

- **Reflektoren**

Ein Reflektor besitzt meist zumindest zwei Spiegel, der Primärspiegel wirkt hierbei als Sammelfläche während ein zweiter Spiegel, befestigt am anderen Ende des Teleskops, das reflektierte Bild weiter zum Okular leitet, meist durch ein Loch in der Mitte des Primärspiegels. Hier sind aber verschiedene Arten an Strahlengängen sowie auch andere Mengen an Spiegeln möglich. Die Brennweite wird hiermit länger als die Baulänge des Teleskops ist, da die Lichtstrahlen beinahe drei mal das Teleskop durchqueren und somit für diese das Teleskop scheinbar verlängern. Die Probleme, welche hier auftreten sind vor allem Lichtverluste durch die Spiegelreflexionen. Bei Teleskopen mit guter Qualität, bleiben zumindest noch 90% des eintretenden Lichtes übrig. Je mehr Spiegel Verwendung finden, desto größer wird der Lichtverlust, so werden meistens nur zwei Spiegel verwendet. Allgemein sind die Produktionskosten von Spiegeln erheblich billiger als Linsen. Auch das Gewicht ist um ein Vielfaches geringer, da diese nur eine sehr geringe Dicke besitzen müssen. Somit fallen sehr viele Nachteile, welche Refraktoren besitzen, bei Reflektoren weg. Vor allem hilft hier die Art der Lage der

⁹[28], S. 723ff.

Sammelfläche, da bei letzteren der Spiegel als gesamtes auf ihrer Hinterseite gestützt werden können, während Linsen nur am Rand montiert werden dürfen.

Dies ist zwar nur eine kurze Diskussion, um die Vor- sowie Nachteile von Refraktoren und Reflektoren abzuwiegen, trotzdem wird sehr schnell klar, dass große Forschungsrefraktoren seit langer Zeit nicht mehr in großem Ausmaße produziert werden und auch viele moderne Volkssternwarten mittlerweile auf Spiegelteleskope umsteigen. Das wahrscheinlich modernste Forschungsteleskop, welches sich aktuell in Bau befindet, wird das Extremely Large-Telescope (ELT) der Europäischen Südsternwarte ESO sein. Dieses Observatorium, welches im Jahr 2024 sein First Light haben soll, wird einen Primärspiegel mit einem Durchmesser von 39.3 m besitzen. Dieser Spiegel besitzt so große Dimensionen, dass er nicht mehr aus nur einem Stück gefertigt werden kann, daher muss dieser aus insgesamt 798 hexagonalen Spiegelsegmenten zusammengesetzt werden, welche immer noch 1.4 m messen. Dies ist zwar in jeglicher Hinsicht irrelevant für eine Volkssternwarte, soll aber aufzeigen, wie weit die Entwicklung von Spiegelteleskopen fortgeschritten ist.

Trotz der erheblichen Nachteile, die bei Linsenteleskopen auftreten, können diese trotzdem noch in einem dermaßen guten qualitativen Zustand sein, dass mit ihnen die Beobachtung von lichtstarken Objekten - wie zum Beispiel der Mond, Planeten oder helle Doppelsternkonstellationen - ohne Probleme möglich ist. Eisenstadt besitzt in der alten, leider bereits sehr schwer auffälligen Sternwarte, immer noch einen dreilinsigen 150 mm-Refraktor der Firma Zeiss. Eine genauere Beschreibung ist in Kapitel 2.4 zu sehen. Die Qualität dieses Instrumentes aus 1938 konnte leider im Laufe der Erstellung dieser Arbeit nicht überprüft werden. Sollte diese allerdings immer noch für eine zuvor erwähnte Beobachtung qualitativ hochwertig genug sein, so sollte die Verlegung dieses Refraktors aus der alten in die neue Sternwarte in Betracht gezogen werden. Der Bau eines neuen großen Linsenteleskops ist heute nicht mehr vorteilhaft. Diese sind allerdings für mobile Sternwarten mit kleinen transportablen Instrumenten sehr empfehlenswert.

Abschließend möchte ich noch der Qualität verschiedener Spiegelgrößen Aufmerksamkeit schenken. Eine wichtige Bestimmungsgröße ist das theoretische Auflösungsvermögen einer Optik. Durch das sogenannte Rayleigh-Limit lässt sich eine Größe α herleiten welche aufzeigt, wie groß der Radius des ersten Beugungsminimums ist. Dies wird deshalb als Größe hierfür herangezogen, da eine Optik ohne sämtliche Probleme und Fehler nur durch die Lichtbeugung an der Eintrittsöffnung beschränkt wird, daher der Radius des ersten Minimums. Je kleiner dieser ist, desto besser ist die Auflösung des Instrumentes, da die Beugungen auch bei sehr großen Vergrößerungen getrennt erscheinen statt übereinander zu liegen. Das Rayleigh-Kriterium lautet¹⁰:

$$\Delta\theta ["] = 206264.8 \cdot 1.22 \left(\frac{\lambda}{D} \right) \quad (9)$$

wobei λ die beobachtete Wellenlänge und D der Durchmesser des Spiegels sind. In Abbildung 36 sind Lösungen dieser Gleichung mit verschiedenen Wellenlängen sowie Spiegeldurchmesser dargestellt. Es ist zu sehen, dass die unterschiedlichen Wellenlängen nur anfänglich bei eher kleinen Spiegeldurchmessern eine Rolle spielen, da die Unterschiede zwischen diesen mit größeren Durchmessern kleiner werden. Das Auflösungsvermögen ist allgemein aber besser - das Rayleigh-Limit

¹⁰[9], S. 120

kleiner - für kleinere Wellenlängen, so unterscheiden sich blaues und rotes Licht bei 100 mm Spiegeldurchmesser um knapp mehr als 0.5'' im Auflösungsvermögen, während beide mit diesem bei 1200 mm Durchmesser um 0.1'' liegen.

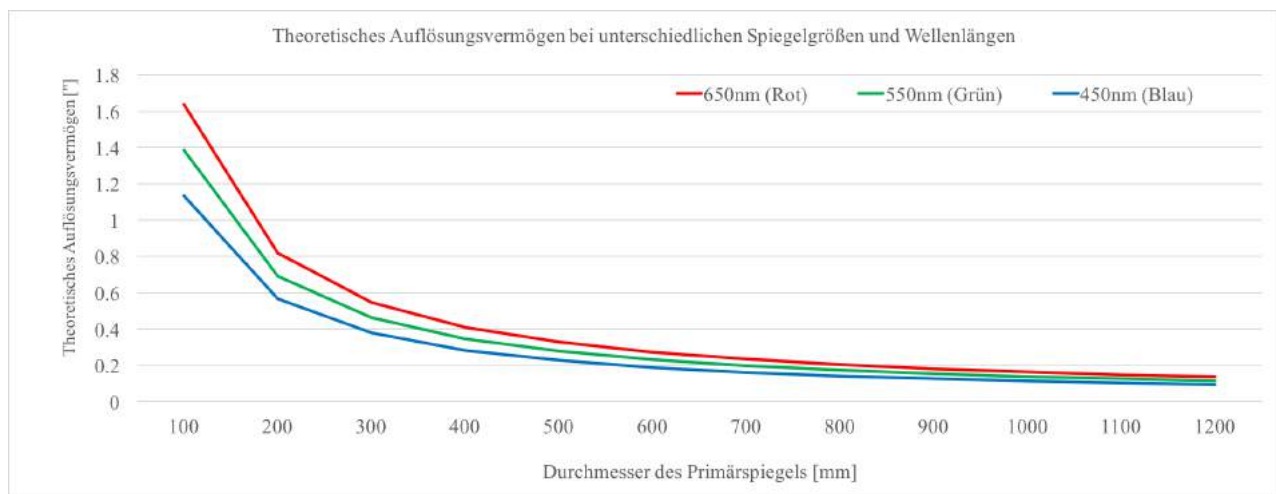


Abbildung 36 – Theoretisches Auflösungsvermögen von perfekten Optiken bei unterschiedlichen Wellenlängen und Sammelflächendurchmesser

Nach dem Auflösungsvermögen ist ebenfalls die Grenzhelligkeit eines Teleskops wichtig bei der Auswahl dieser. Mit einer größeren Lichtsammelfläche steigt auch die Möglichkeit sehr lichtschwache Objekte mit dem Teleskop sehen zu können, es steigt also auch die Grenzhelligkeit an. Diese lässt sich berechnen durch

$$m_{GH} [mag] = 2.512 \cdot \log \left(\frac{D^2 [mm]}{36} \right) + 6 \quad (10)$$

mit der Grenzhelligkeit m_{GH} sowie dem Spiegeldurchmesser D . In Abbildung 37 ist der Verlauf der Grenzhelligkeit bei verschiedenen Spiegeldurchmessern zu sehen. Da diese eine wichtige Größe in der Auswahl von Teleskopen sowie deren Durchmessern und somit Sammelflächengrößen darstellt, werden einige ihrer Werte auch in Tabelle 20 dargestellt. Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass hier die Grenzhelligkeiten bei einem guten Himmel, also ohne starkem Einfluss an Lichtverschmutzung, aufgelistet und dargestellt sind.

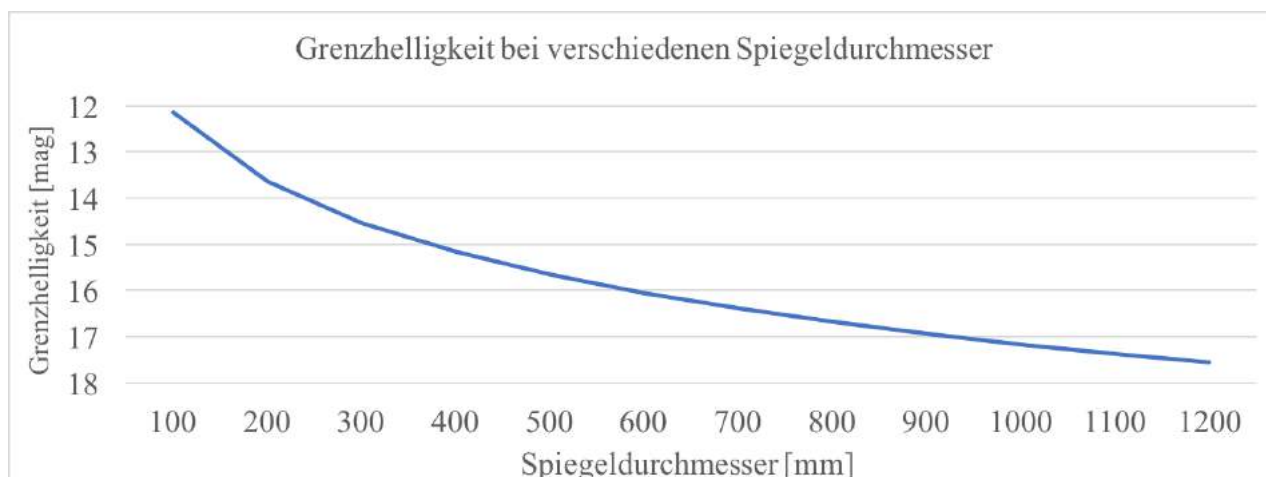


Abbildung 37 – Grenzhelligkeiten bei unterschiedlichen Spiegeldurchmessern

Spiegeldurchmesser [mm]	Grenzhelligkeit [mag]	noch sichtbares Objekt [15] [41]
100	12.14	NGC 4476
200	13.65	NGC 4486B
300	14.54	NGC 7776
400	15.16	NGC 601
500	15.65	NGC 870
600	16.05	NGC 4069
700	16.38	NGC 4042
800	16.68	NGC 5866A
900	16.93	NGC 4192A
1000	17.16	SN 2004gf
1100	17.37	He2-169
1200	17.56	Abell 83

Tabelle 20 – Werte an Grenzhelligkeiten für gegebene Spiegeldurchmesser

3.2.2 Reflektortypen

Ein Großteil der folgend beschriebenen Typen an Refraktoren sind in Abbildung 38 dargestellt. Diese kann bei den Beschreibungen herangezogen werden, um den Strahlengang besser zu verstehen. Die kursiv gesetzten Bezeichnungen sind in der Abbildung zum besseren Verständnis vermerkt.¹¹

Parabolspiegel

Der Hauptspiegel bei diesem Typus ist ein Rotationsparaboloid, welcher die einfallenden Lichtstrahlen auf einen Sekundärspiegel bündelt. Vorteile dieses Systems sind das Verhindern der chromatischen sowie der sphärischen Abberation (Farbfehler bzw. Öffnungsfehler). Sie besitzen allerdings nur ein kleines Gesichtsfeld, welches in der Astrofotographie die Aufnahmen von Mosaikbildern bei stark ausgedehnten Strukturen notwendig machen. Weiters ist die Genauigkeit, welche über die gesamte Spiegeloberfläche benötigt wird sehr hoch, für eine gute Abbildung müssen Ungenauigkei-

¹¹[48], S. 232ff.

ten in einem Bereich $< \lambda/10$ bleiben, was für den optischen Bereich im Grünen bei etwa nur 55 nm liegt. Parabolspiegel eignen sich also eher für die Beobachtung und Aufnahme von Einzelobjekten. Eine Vergrößerung des Gesichtsfeldes wird durch Korrektoren möglich. Folgende Fokii verwenden Parabolspiegel:

- Primärfokus

Hier ist nur der Primärspiegel *Prim* vorhanden, der Fokus F_{Prim} befindet sich innerhalb des Teleskops. Dies ist eine sehr alte Technik, bei der meistens am Fokuspunkt eine Beobachterkabine verwendet wurde. Eine Abwandlung hiervon bietet der Newton-Fokus, welcher mit einem 45°-Sekundärspiegel *New* den Fokus F_{New} nahe der Rohrwand lenkt.

- Cassegrain-Fokus

Vor dem Primärfokus befindet sich ein hyperbolischer Fangspiegel *Cass*, welcher eine Bündelung von Lichtstrahlen verhindern soll. Dies verlängert die Brennweite weiter und daher sind bei dieser Variante Öffnungsverhältnisse von 10 bis 20 möglich. Mit dem Original-Cassegrain-Fokus F_{Cass} ist eine Beobachtung hinter dem Hauptspiegel möglich, mit dem Nasmyth-Fokus F_{Nas} findet die Beobachtung mithilfe eines zusätzlichen Planspiegels im Fokuspunkt F_{Nas} seitlich des Teleskops statt.

Entwicklungsformen des Cassegrain-Systems

Um an die erforderlichen Genauigkeiten des Cassegrain-Systems nahe zu kommen, ist es möglich die Deformation auf die unterschiedlichen Spiegel zu verteilen und auch so die sphärische Abberation zu beheben. Dies fällt bei folgenden Typen zu tragen:

- Ritchey-Chretien

Einem hyperbolischen Hauptspiegel folgt ein noch stärker hyperbolischer Sekundärspiegel. Die Koma kann hier über ein sehr großes Gesichtsfeld bis zu $\approx 1^\circ$ behoben werden. Das Bildfeld ist gewölbt, ein Nachteil, welcher durch Korrektoren und somit zusätzlichen Linsen behoben werden muss.

- Gregory-System

Der Aufbau gleicht dem RC-System, allerdings befindet sich hier anstatt des hyperbolischen Sekundärspiegels ein elliptischer Spiegel *Greg* hinter dem Primärfokus. Dies ist ein System, welches typischerweise bei Sonnentelaskopen Verwendung findet. Der Fokus F_{Greg} liegt wie F_{Cass} hinter dem Primärspiegel.

- Coudé-Fokus

Dieser Typus stellt ein sehr stark verlängertes Cassegrain-System dar, da die einfallenden Lichtstrahlen durch einen Umlenkspiegel in die Stundenachse geleitet werden und dadurch eine raumfeste Lage des Fokus gewährleistet wird. Dieses System wird in der Forschung zum Beispiel bei fixen Spektrographen verwendet.

Schmidt-Spiegel

Ein Schmidt-System besitzt ein großes Gesichtsfeld für ein relativ klein vorhandenes Öffnungsverhältnis. Dies geschieht durch die Kombination von verschiedenen Flächen, welche zum einen brechend und auch zum anderen reflektierend sein können. So ist es zum Beispiel möglich eine Blende im Krümmungsmittelpunkt des sphärischen Hauptspiegels anzubringen. Die Lichtbündel sind damit axial, was Astigmatismus und Koma verhindern, die sphärische Abberation allerdings

nicht. Eine andere Möglichkeit wäre die Verwendung von asphärischen Korrektionsplatten in der Blende, um die Brennweite für achsenferne Bündel zu vergrößern und für achsennahe Bündel zu verkleinern, damit diese einen gemeinsamen Brennpunkt besitzen. Dies besitzt leider viele negative Aspekte, wie zum Beispiel eine gekrümmte Fokalfläche konzentrisch zum Spiegel oder eine doppelte Baulänge.

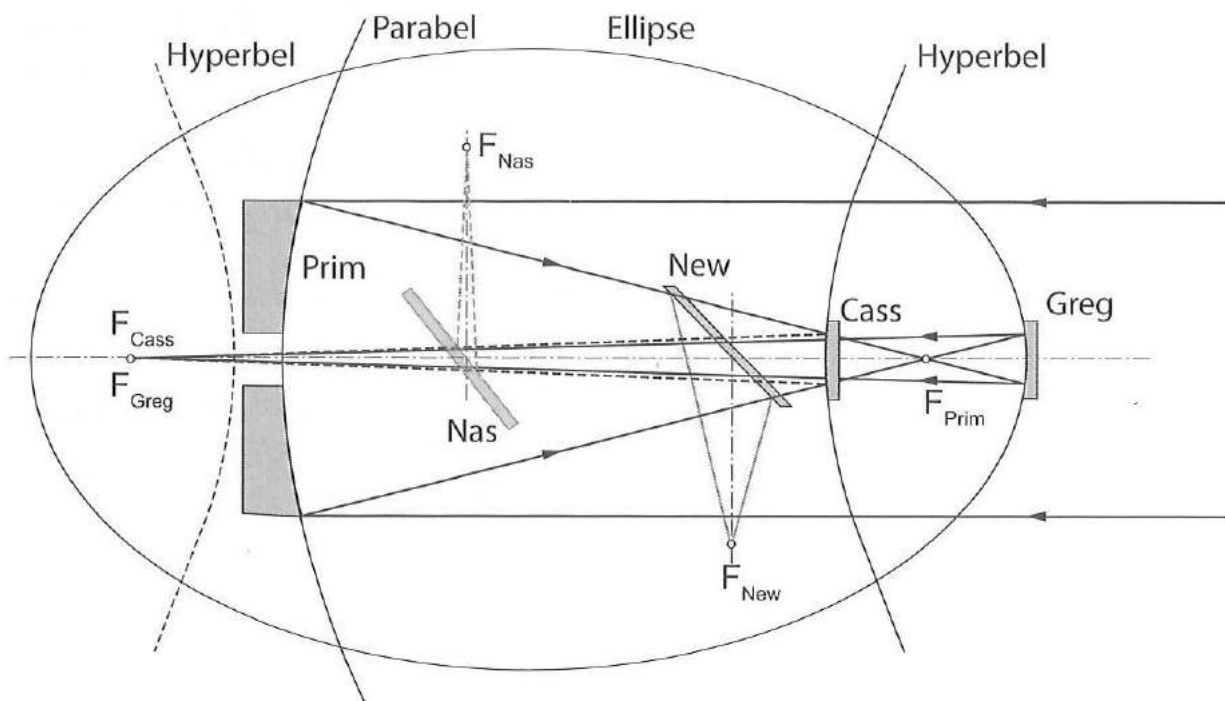


Abbildung 38 – Verschiedene Reflektortypen mit unterschiedlichen Fokuslagen sowie deren Strahlengänge¹²

3.2.3 Montierungen

Im Folgenden möchte ich sechs verschiedene Möglichkeiten an Teleskopmontierungen präsentieren. Prinzipiell streben diese - egal um welche Montierungen es sich handelt - nach der absoluten Beobachtungsfreiheit, also jeder Punkt des Himmels soll angesteuert werden können. Zwei Achsen bzw. die Bewegungen um diese helfen dieses Ziel zu erfüllen.^{13, 14, 15}

¹²[48], S. 235

¹³[48], S. 237f.

¹⁴[32], S. 177f.

¹⁵[30], S.103ff.

Azimutale Montierung (AM)

Bei dieser Form der Montierung ist eine vertikale sowie horizontale Achse vorhanden. Die vertikale Bewegung entspricht hierbei der Elevation, die horizontale Bewegung dem Azimut. Es handelt sich um die einfachste Bauweise an Montierungen, da sie leicht und symmetrisch sind. Da die Nachführung im Laufe von Beobachtungen allerdings um beide Achsen korrigiert werden muss, ist dies händisch sehr schwierig zu lösen. Dies wird bei modernen Sternwarten allerdings durch computerisierte Systeme erledigt, welche damit natürlich keine Schwierigkeiten besitzen. Bei dieser Art der Montierung tritt auch das Problem der Bildfelddrehung bei längeren Belichtungszeiten auf, wodurch Sterne am Bildrand langgezogen erscheinen. Durch zusätzliche Anwendung einer Polwiege lässt sich dieses Problem beheben und die azimutale zu einer parallaktischen Montierung umfunktionieren.

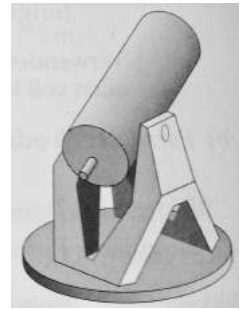


Abbildung 39 –
AM¹⁶

Gabelmontierung (GM)

Die azimutale Gabelmontierung, wie in Abbildung 39, ist sehr kompakt, sodass für diese Montierung deutlich kleinere Kuppeln benötigt werden, als zum Beispiel bei parallaktischen Gabelmontierungen. In Abbildung 40 ist die letzte genannte Form dargestellt. Da sie sehr tragfähig sind, werden diese heute für modernste (Forschungs-)Teleskope bevorzugt. Sie zeichnet sich besonders für die Verwendung von Spiegelteleskopen aus, da sich der Schwerpunkt in Nähe des Spiegels befindet.

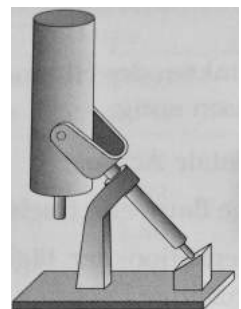


Abbildung 40 –
GM¹⁶

Parallaktische oder Äquatoriale Montierung

Diese Montierungsart ähnelt der azimutalen Form, allerdings wird hier die Bewegung der Stundenachse (Rektazension) parallel zur Erdachse geführt während die Deklinationsachse senkrecht zu dieser beweglich ist. Dies erleichtert die scheinbare Bewegung des Himmels durch die Erdrotation enorm, da hier die Nachführung nur noch um eine Achse, der Rektaszensionsachse, notwendig wird. Die Montierung ist allerdings bereits etwas aufwendiger, womit auch Kuppeln in ihrer Größe dementsprechend angepasst werden müssen. Abwandlungen sind die deutsche, die einfache englische, die englische Rahmen- sowie die Hufeisenmontierung.

¹⁶[48], S. 238

Deutsche Montierung (DM)

Hier handelt es sich um eine asymmetrische parallaktische Montierung, welche auf einer Seite ein Gegengewicht trägt. Die Stundenachse wird sehr kurz gehalten und sitzt auf einer senkrechten Säule. Dies führt aber auch dazu, dass, besonders bei längeren Beobachtungen von Objekten um den Meridian, dass das Rohr bei höheren Deklinationen auf die andere Seite umgelegt werden müssen.

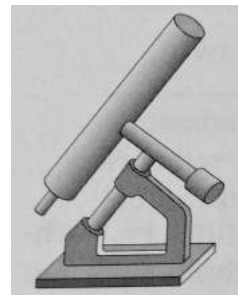


Abbildung 41 –
DM¹⁷

Einfache englische Montierung (EEM)

Die Stundenachse wird im Gegensatz zur deutschen Montierungsart lange gehalten und ruht auf zwei Pfeilern. Es ist allerdings ebenso ein Gegengewicht zur Stabilisierung angebracht, muss aber nicht umgelegt werden.

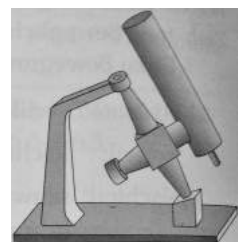


Abbildung 42 –
EEM¹⁷

Englische Rahmenmontierung (ERM) bzw. Hufeisenmontierung (HM)

Die englische Rahmenmontierung ähnelt der Gabelmontierung, allerdings ist diese zu einem Rahmen geschlossen, der auf der Oberseite auf einem zweiten Pfeiler ruht. Ursprünglich war das größte Problem, dass somit der Pol nicht mehr erreicht werden kann, dies geschieht erst durch Öffnung des Rahmens auf der Oberseite, was zur Hufeisenform der Montierung führte.

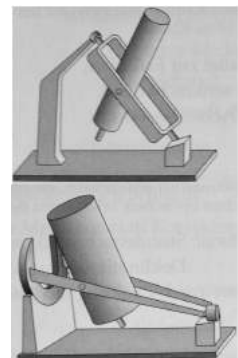


Abbildung 43 –
ERM (o.)
HM (u.)¹⁷

¹⁷[48], S. 238

3.2.4 Dach- bzw. Kuppelkonstruktionen

In diesem Subkapitel werden verschiedene Arten an Sternwarten angesprochen. Dies erfolgt besonders im Hinblick auf die Dachkonstruktion der verschiedenen Typen. Die meisten Sternwarten, auch dezidiert Volkssternwarten, benutzen Kuppeln, sogenannte Domes, als Schutzvorrichtung für ihre Instrumentationen. Dies ist definitiv auch die Variante, welche im Nordburgenland angedacht werden sollte, trotzdem möchte ich eben hier noch andere Arten an Konstruktionen aufzeigen und diskutieren, wo ihre Vor- bzw. Nachteile liegen.¹⁸

Mobile Sternwarte ohne sämtliche peripheren Konstruktionen

Sprechen wir von einer mobilen Sternwarte, so bedeutet dies nichts anderes als kleinere, sehr leicht transportable Teleskope, welche keinen fixen Standort besitzen. Spiegelteleskope in dieser Klasse gibt es bis ungefähr 50 cm Durchmesser, zum Beispiel das Skywatcher STARGATE-450P Dobson-Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 458 mm.

Mobile Instrumentationen birgen den großen Vorteil, dass jeder Beobachtungsort auf der gesamten Welt gewählt werden kann. Was ebenfalls sehr positiv zu Buche steht ist, dass mittels mobilen Teleskopen auch der externe Lehrbetrieb auf Beobachtungen entwickelt werden kann. Dies bedeutet, dass zum Beispiel Schulen auch tagsüber mit diesen besucht werden könnten und eine Sonnenobservation stattfinden kann. Ebenso trifft dies auf externe Veranstaltungen im Großraum des Nordburgenlandes zu, die hier die Ressourcen einer Beobachtung „bei sich“ zur Verfügung hätten. Alleine aufgrund der besseren Wissensvermittlung - selbst bei Schlechtwetter kann das System „Teleskop“ und dessen Arbeitsweise im Klassenraum näher gebracht werden - wäre es bei einer Sternwarte mit fix ausgestatteten Instrumentationen eine Überlegung wert, sich ebenso einige mobile Instrumentationen zuzulegen.

Natürlich besitzt diese Variante auch erhebliche Nachteile. So muss man bereits im Vorfeld viel Erfahrung mit sich bringen, wie Teleskope aufgebaut, ausgerichtet und bedient werden. Die Inbetriebnahme von mobilen Instrumentationen benötigt dadurch meist etwas länger als größere Teleskope an Sternwarten. Vor allem die Ausrichtung auf das gewünschte astronomische Objekt ist für Anfänger meist sehr schwierig. Auch ist bei vielen kleinen Teleskopen keine motorisierte Nachführung standardmäßig Zubehör, was auch die längere Beobachtung deutlich erschwert. Die Datengewinnung muss hier durch periphere Geräte geschehen, zum Beispiel Laptops mit ausreichender Verkabelung. Dies sind alles Schwierigkeiten, welche bei großen Teleskopen an Sternwarten meist aufgrund von der Steuerung computerisierter Systeme vernachlässigt werden können. Die Ausrichtung sowie Nachführung wird durch Teleskopmotoren gesteuert, die Datengewinnung bzw. -verarbeitung kann ebenso durch ein eingebautes System sehr schnell stattfinden.

Wesentlich beeinträchtigt werden mobile Geräte dadurch, dass diese keinen wetterbedingten Schutz besitzen. Besonders, wenn Beobachtungsplätze gewählt werden, die weit weg von größeren Städten liegen - um zum Beispiel die Lichtverschmutzung umgehen zu können -, kann es Probleme machen bei spontanen Wetterwechseln einen Unterschlupf für die Instrumentarien zu finden. So ist es nicht vorteilhaft diese bei erhöhten Luftfeuchtigkeitsgraden (siehe auch Kapitel 3.1.4) bzw. Niederschlagswahrscheinlichkeiten zu verwenden.

¹⁸[7], S. 43ff.

Schlußendlich bilden mobile Instrumentationen einen guten Zusatz für Sternwarten, allerdings sind sie kein Ersatz für fixe, größere Teleskope, die den Kern einer Sternwarte bilden.

Fixe Montierungen für mobile Teleskope ohne Dachkonstruktion

Viele Vereine, welche Volkssternwarten in Österreich betreuen, besitzen außerhalb ihrer Kuppeln und größeren Instrumentarien noch zusätzlich angebrachte fixe Montierungen für mobile Teleskope. Meist sind diese zu astrofotographischen Zwecken vorhanden und für die Beobachtung von Vereinsmitgliedern gedacht. Eine fixe Montierung besitzt den Vorteil, dass die Ausrichtung des Teleskops nur noch sehr wenig Zeit in Anspruch nehmen muss, da diese bereits eine Nord-Süd-Ausrichtung besitzen. Dies erleichtert auch die Bedienung einer zusätzlichen Nachführung erheblich, da diese nur bei exakter Stellung des Teleskops richtig funktioniert. Es sind bei dieser Variante also einige Faktoren, die nicht mehr beachtet werden müssen, wie noch bei den mobilen Montierungen. Auch die Datengewinnung kann erleichtert werden, zum Beispiel durch nahegelegene kleine Hütten, welche Systeme beinhalten, die mit dem Teleskop in Verbindung stehen.

Ein großer Nachteil hier ist, dass jede Montierung nur auf sehr wenige Teleskope angepasst sind. Die Verwendung von unterschiedlichen Materialien sowie Größen lassen meist gar nur ein spezifisches Instrument zu. So ist es schwierig mehrere Personen, die unterschiedlichen Arten an Teleskopen - vor allem unterschiedliche Marken - besitzen, über ein und dieselbe Montierung beobachten zu lassen, es sei denn es stehen passende Instrumente an der Sternwarte jederzeit bereit. Die Wetterabhängigkeit spielt auch hier natürlich eine Rolle, da eine Dachkonstruktion komplett fehlt.

Auch diese Variante scheint deshalb zwar einen passenden Zusatz einer Sternwarte zu sein, stellt aber wiederum keinen Ersatz großer Beobachtungsinstrumentarien dar.

Bewegliche Schuppen

Bei diesem Konstruktionstypus ist ein Teleskop meist fix mit einem Standort verbunden. Um dieses vor Niederschlägen, Luftfeuchtigkeit oder Wind zu schützen, befindet sich ein Schuppen über diesem Instrument, meist aus Holz gebaut. Dieser Schuppen ist nicht zu Teilen zu öffnen (wie zum Beispiel der Spalt bei Kuppeln), sondern auf Schienen gelegen, um es als Ganzes per Hand verschiebbar zu machen und so das Teleskop so offen zu legen. Dies birgt vor allem beim Bau selbst erhebliche Erleichterungen, da zum einen der finanzielle Rahmen nicht sehr hoch sein muss, zum anderen der Bau auch relativ leicht ausfällt durch den Verzicht jeglicher Elektronik der Dachkonstruktion.

Leider besitzt diese Variante nicht nur positive Aspekte. Aufgrund des verschiebbaren Raumes, um das Instrument herum, ist es nicht möglich dessen Elektronik, zum Beispiel die Steuerung oder die Datenübertragung, mit dem Schuppen zu verbinden und das Teleskop ist gezwungen dies selbst zu tragen. Dies kann sehr schnell in einem großen Chaos landen, da die vielen Kabel bei der Bedienung des Teleskops zu Problemen führen können. Weiters könnten diese weitere Zusatzinstrumente verhindern, da auch das Instrument nicht unendlich viel Platz bietet. Was die Beobachtung selbst angeht, so muss der Schuppen einige Meter weit weg bewegt werden, damit dieser nicht einen Teil des Himmels selbst verdeckt. Somit müssen die Schienen in diesem Zusammenhang bereits im Vorfeld mit einer gewissen Länge in dieser Größenklasse gestaltet werden.

Diese Konstruktion stellt zum ersten Mal tatsächlich einen geeigneten Schutz für Beobachtungsinstrumente dar, allerdings überwiegen die Nachteile, sobald ein Teleskop eingesetzt wird, welches

über Elektronik gesteuert wird oder auf welchem Zusatzinstrumente Platz finden sollen. Daher wird diese Konstruktion nur dann empfohlen, wenn es um Teleskope in kleinem Ausmaße geht bzw. diese prinzipiell mobil sind und nur per manueller Steuerung geführt werden können. Einige mögliche Konstruktionsarten an beweglichen Schuppen sind in Abbildung 44 zu sehen.

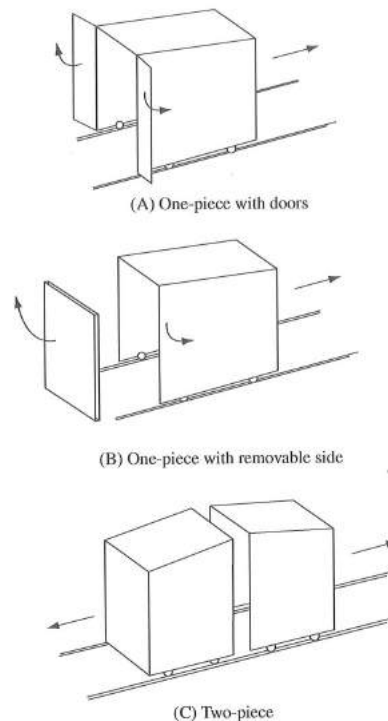


Abbildung 44 – Mögliche Konstruktionsarten an beweglichen Schuppen: (A) ein beweglicher Teil mit Türen, (B) ein beweglicher Teil mit der Möglichkeit eine Tür zu entfernen, (C) zwei bewegliche Teile¹⁹

Bewegliche bzw. verschiebbare Dächer

Hier sprechen wir nun erstmalig von einem festen Gebäude, welches ein Beobachtungsinstrument in sich trägt. Die Konstruktion kann aus Holz aber auch aus sämtlichen anderen zum Bau präferierten Materialien sein. Das Dach ist hierbei der Teil, welches sich durch geplante Konzeption als gesamtes abziehbar ist. Daher sollte dies aus sehr einfachem Material bestehen, damit dieses auch leicht zu bewegen ist. Ob diese Bewegung elektrisch oder manuell funktioniert, spielt prinzipiell keine Rolle, sondern wird erst bei größeren Observatorien ein Thema. Allgemein ist die Elektrifizierung sehr viel einfacher, da Systeme permanent innerhalb der Konstruktion angebracht werden können.

Bewegliche Dächer, sobald diese über dem Teleskop entfernt wurden, können einen sehr viel besseren Blick auf den Himmel erlauben, als es Kuppeln mit kleinen Spalte erlauben. In Gesprächen mit mehreren Betreibern von Volkssternwarten in Österreich, siehe Kapitel 5, war es immer wieder Thema, dass sich viele interessierte Besucher nicht vorstellen können, wie Bewegungen am Himmel funktionieren oder sich kein Bild von unterschiedlichen Objektentfernungen machen können. So fehle es auch an Wissen, was die Himmelsorientierung angeht. So war es Hr. Rupitz der Sternwarte

¹⁹[7], S. 51

Klagenfurt, Mitglied der Astronomischen Vereinigung Kärntens, dessen Aussage es war, dass sich Besucher diese Sachverhalte sehr viel besser übermitteln lassen, wenn der Blick auf den gesamten Himmel möglich wird - wie bei der vorhandenen Aussichtsplattform dieser Sternwarte. Und so ist sicherlich ein bewegliches Dach ein sehr großer Vorteil bei der Wissensvermittlung, da man direkt von der Betrachtung eines einzelnen Objektes viel besser auf das gesamte Bild des Himmels bzw. Universums schließen kann. Dies kann eben durch ein solches bewegliches Dach geschehen, allerdings gibt es dafür auch sehr viel modernere Kuppeln, die sich als gesamtes öffnen lassen bzw. ist dies ebenso durch die Existenz von zum Beispiel Dachterrassen gegeben.

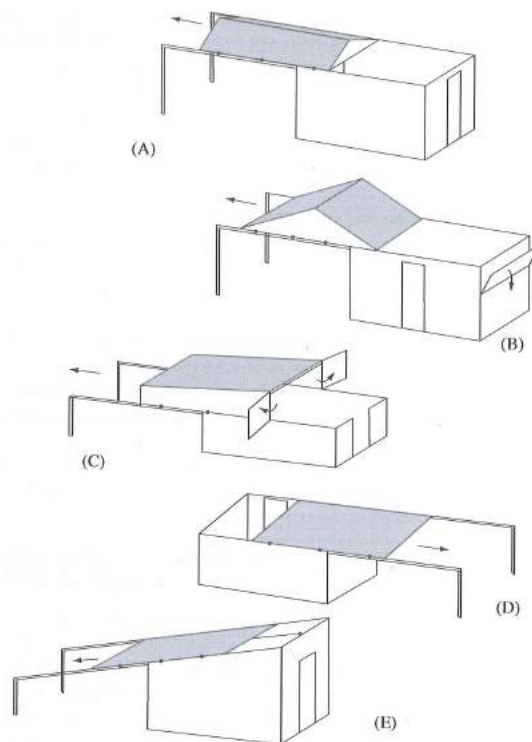


Abbildung 45 – Mögliche Konstruktionsarten an beweglichen Dächern: (A) ein Dach, welches auf Schienen verschiebbar ist, (B) ein verschiebbares Dach mit der Möglichkeit ein Teil der Konstruktion so zu öffnen, das in einer Himmelsrichtung horizontnahe Beobachtungen möglich werden, (C) ein verschiebbares Dach, welches im vgl. zu B selbst noch öffnbare Teile besitzt, (D) ein verschiebbares Flachdach, (E) ein schräg verschiebbares Flachdach²⁰

Da ein Dach hier als gesamtes abgezogen wird, ist es der Fall, dass sich das Instrument als gesamtes unterhalb des Daches befinden muss (vgl. Kuppeln, in denen das Teleskop bis in das Innere dieser ragt). Dies lässt einen Blick auf sehr horizontnahe Objekte jedenfalls nicht zu, da sich hier die Wände der Gesamtkonstruktion im Blickfeld befinden. Bei einer falschen Proportion der Größen zwischen Instrument und Konstruktionshöhe, kann es gar sein, dass einige Objekte gar nicht mehr sichtbar sind. Dies ist ein sehr großer Nachteil, welcher gegen dieses Konzept spricht. In Abbildung 45 sind wiederum Konstruktionsmöglichkeiten an beweglichen Dächern dargestellt.

²⁰[7], S. 55

Rotierende Kuppeln

Die modernste und sicherste Möglichkeit eine Schutzvorrichtung von Instrumenten zu errichten sind Beobachtungskuppeln. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten, diese zu gestalten. Zwei davon möchte ich auf der Grundlage der Firma „Baader Planetarium“ folgend aufgreifen:

- Kuppeln mit Beobachtungsspalt

Diese besitzen einen offenbaren Spalt, der auf eine minimale Größe gehalten wird, meist nach Vorbild des Teleskops im Inneren in seiner Größe geschaffen wird. Die Kuppeln bestehen aus einem leichten Glasfaser-Polyester. Sie bieten nicht nur vor meteorologischen Phänomena wie Niederschlag oder Wind Schutz, auch vor Licht und dessen folgende Lichtverschmutzung sind sie eine Hilfe, da der Spalt eben sehr klein gehalten wird und nur das Licht in Richtung des beobachteten Objektes eingefangen werden soll. Am Beispiel des Institutes für Astrophysik an der Universitätssternwarte Wien sowie der Urania Sternwarte im zweiten Wiener Gemeindebezirk kann ich nach eigenen Erfahrungen behaupten, dass dies für stark lichtverschmutzte Städte ein sehr wichtiger Zusatz ist. Gerade bei letzteren lassen sich Strahler, die auf die Sternwarte gerichtet sind, stark abschirmen. Für das Nordburgenland könnte dies auch an einigen Standorten wichtig werden, die genaue Diskussion über Lichtverschmutzung im Bundesland ist aber in Kapitel 3.1.1 nachzulesen. Diese Kuppeln halten Windgeschwindigkeiten bis zu 250 km h^{-1} stand. In Abbildung 46 ist eine 8 m-Baader Kuppel zu sehen, welche sich seit 40 Jahren in Teneriffa in Betrieb befindet. Standardisierte Größen besitzt die Firma Baader Planetarium in 3.2 m, 4.2 m, 5.3 m, 6.15 m und 8.5 m Durchmesser [36]. Eine Elektrifizierung ist bei diesen Kuppeln nicht unbedingt notwendig, da sich die Bewegung der Kuppel bzw. die Öffnung und Schließung des Spaltes auch durch manuelle Mechanismen bewegen lassen, zum Beispiel Seilzüge. Allerdings wäre es bei einer neuen, modernen und vor allem bei größeren Sternwarten ein klarer Nachteil, keine robotische Funktionen zu besitzen.

- AllSky Domes

In Abbildung 47 ist ein AllSkyDome von Baader Planetarium [37] zu sehen. Bei dieser Kuppel ist es Ziel, den gesamten Himmel erkennbar zu machen, also die Kuppel um 180° öffnen zu können, welche sich hier schalenartig ineinander bewegen. Dieser Öffnungswinkel ist allerdings kein vorgegebener, auch lassen sich die Kuppelhälften nur einige Grad weit öffnen, da wahlweise zwei Segmente oder alle vier Segmente teilweise bewegt werden können. Es handelt sich bei diesem Typus also um eine Möglichkeit auch mit modernen Kuppeln den Nachthimmel als gesamtes erkennen zu können oder bei starker Lichtverschmutzung nur einen Spalt zuzulassen. Die Kuppeln zeichnen sich besonders für sehr extreme Wetterbedingungen sowie für eine automatische bzw. robotische Funktion aus. Es sind auch bereits andere Faktoren, die bei der Beobachtung eine Rolle spielen in der Bauweise der Kuppel eingearbeitet. So ist die Innenseite mit einem grauen und strukturierten Anstrich versehen, sodass Reflexionen auf ein Minimum reduziert werden können. Außerdem befindet sich ein kleines Kabinett innerhalb der Kuppel, welches für die Organisationseinheit des Teleskops zur Verfügung steht. Es ist definitiv diese die modernste der möglichen Konstruktionsarten von Sternwarten. Die Firma Baader Planetarium bietet diese AllSky-Kuppeln standardisiert in den Größen 2.3 m, 3.5 m, 4.5 m sowie 6.5 m Durchmesser an.



Abbildung 46 – 8 m-Baader Kuppel mit Beobachtungsspalt auf Teneriffa, Spanien [36]



Abbildung 47 – Baader AllSkyDome [37]

4 Die Sternwarte in Rahmen der Bildung, Kultur und Umwelt

4.1 Zielgruppen

In diesem Kapitel stellt sich die Frage, welche Gruppen durch eine Volkssternwarte angesprochen werden sollen. Prinzipiell kann zu diesem Zeitpunkt bereits definiert werden, dass diese eine Möglichkeit für Personen jeder Altersschicht sein soll sich im astronomischen Bereich Wissen anzueignen.

Zunächst möchte ich mit dem jüngsten Publikum dieses Kapitel einleiten, den Schulklassen. Diesen soll jederzeit, besonders tagsüber zu den Schulzeiten, gewährleistet werden, dass Besuche für Klassen möglich sind. Dies ist natürlich vor allem mit der Gestaltung von eigenen Kinderprogrammen an der Sternwarte verbunden. Insgesamt sind im gesamten Burgenland 269 Schulen - Kindergärten sind ausgenommen - vorhanden, welche sich auf die folgenden Typen aufteilen:

- 11 Allgemeinbildende Höhere Schulen
- 20 Berufsbildende Schulen
- 4 Berufsschulen
- 41 Neue Mittelschulen
- 7 Polytechnische Schulen
- 7 Sonderschulen - ZIS
- 179 Volksschulen

Um nur auf die Statistik des Nordburgenlandes einzugehen, sind in Tabelle 21 die Mengen an Schultypen in diesem Bereich angegeben. Die Unterteilung ist deshalb notwendig, da auch hier das Programm dahingehend optimiert werden muss. Volksschüler im Alter von 6 bis 10 Jahren benötigen andere astronomische Themen als ältere Altersklassen, da bei diesen bei den Grundbegriffen und deren grundlegenden Thematik angesetzt werden muss. Astronomie ist in der Volksschule nur zu einem sehr überschaubaren Anteil im Lehrplan enthalten, sie wird oft nur dank des Aufwandes der LehrerInnen weiter vertieft. So ist es in höheren Schulklassen allerdings bereits Pflicht im Physikunterricht den ein oder anderen astronomischen Sachverhalt zu besprechen.

Um zurück auf die Tabelle zu kommen ist die Aufteilung nach Bezirken deshalb geschehen um zu sehen, wie dicht die Schulen auf die des Nordburgenlandes verteilt sind. Dies soll vor allem bei der Standortwahl eine Rolle spielen, um Kindern eine optimale Anreise gewähren zu können. Während Eisenstadt (Stadt) sehr viele höhere Schulen besitzt, sind in Eisenstadt-Umgebung und Mattersburg eher Volksschulen verteilt. Auch der gesamte Bezirk Neusiedl besitzt nur einige höhere Schulen, die nur gering höhere Menge an Volksschulen sind hier auf einer größeren Fläche verteilt als im Bezirk Eisenstadt-Umgebung.

Neben den Kindern muss natürlich vor allem die Erwachsenenbildung an einer Volkssternwarte groß geschrieben werden. Diese sollte nicht nur durch Beobachtungen und Führungen bestehen, sondern

Schultyp	E (Stadt)	EU	MA	ND
Allgemeinbildende Höhere Schulen	3	0	1	1
Berufsbildende Schulen	4	0	1	2
Berufsschulen	1	0	1	0
Neue Mittelschulen	2	3	3	9
Polytechnische Schulen	1	0	1	2
Sonderschulen - ZIS	1	0	1	1
Volksschulen	4	21	17	26

Tabelle 21 – Vorhandene Schulen im Nordburgenland, aufgeteilt auf die vier Bezirke, E = Eisenstadt, EU = Eisenstadt-Umgebung, MA = Mattersburg, ND = Neusiedl [11]

auch durch astronomische und physikalische Vorträge bzw. Seminare und Kurse. Dies soll das Stichwort „Lebenslanges Lernen“ im Burgenland aufrechterhalten und weiter optimieren. Die Erwachsenenbildung findet allerdings noch in den Kapiteln 4.3 oder 6.5.2 Inhalt.

Auch für älteres Publikum soll die Sternwarte noch ein gern angesteuertes Ziel werden. Bei dieser Altersgruppe (60+ Jahre) bilden aber weniger die programminhaltlichen Merkmale Schwierigkeiten, sondern hier ist es eher die Erreichbarkeit, welche betrachtet werden muss. Dies gilt ebenso für Menschen mit Einschränkungen. Es sind diese beiden Gruppen, welche zeigen, dass Barrierefreiheit an einer Sternwarte sehr wichtig sein kann. Besonders mit dem Hintergrund, dass sehr viele Personen dieser beiden Gruppen es noch nie in eine Sternwartekuppel geschafft haben, da nur wenige bis heute barrierefrei sind, sehr oft aufgrund von denkmalgeschützten Konstruktionen aufgrund ihres historischen Charakters. Wie dies zu lösen ist, zeigt die Sternwarte Bozen, genauer beschrieben in Kapitel 5.2.3. Dieses Observatorium liegt auf zwei Ebenen, die durch Wege und nicht durch Stufen miteinander verbunden sind. Auch die Kuppelgänge sind so gestaltet, dass es kein Problem darstellt die Sternwarte mit Rollstühlen zu besuchen. Dies sollte als Vorbild genommen und auch im Nordburgenland umgesetzt werden, um auch tatsächlich allen eine Beobachtung auf der Sternwarte ermöglichen zu können.

Um dies abzurunden sind es also keine demografischen Merkmale wie Alter oder Beruf, die bei der Zielgruppenanalyse einer Volkssternwarte eine Rolle spielen, sondern eher psychografische. Dies bedeutet, dass vor allem die Einstellung bzw. Motivation einer Person hier im primären Fokus stehen. Wie Sternwarten im Speziellen genutzt werden können, wird in den folgenden Kapiteln genauer behandelt.

4.2 Multilingualität

Im Laufe seiner Geschichte wurde das Bundesland Burgenland sehr oft von verschiedenstämmigen Völkern bewohnt und besiedelt. Primäres Kennzeichen dessen sind die der Bevölkerung verwendeten Umgangssprachen. Im Jahre 2001 wurde die österreichweit letzte Volkszählung durchgeführt, wobei auch die verwendete Sprache anzugeben war. Nach Informationen der Statistik Austria sind es knapp über 87% aller Burgenländer, die Deutsch als Umgangssprache verwenden. Eine graphische Statistik sowie eine detaillierte Auflistung aller angewendeten Sprachen sind in Abbildung 48 sowie Tabelle 22 zu sehen. Es wird vermutet, dass die Anzahl an Personen, welche Sprachen der Roma und Sinti (Romanes) verwenden durchaus höher liegt. Eine aktuellere Angabe ist zum gegenwärtigen

gen Zeitpunkt nicht möglich, da die Umgangssprache, nach dem Umstieg von Volkszählungen auf Registermeldungen im Jahr 2001, nicht mehr protokolliert wird.

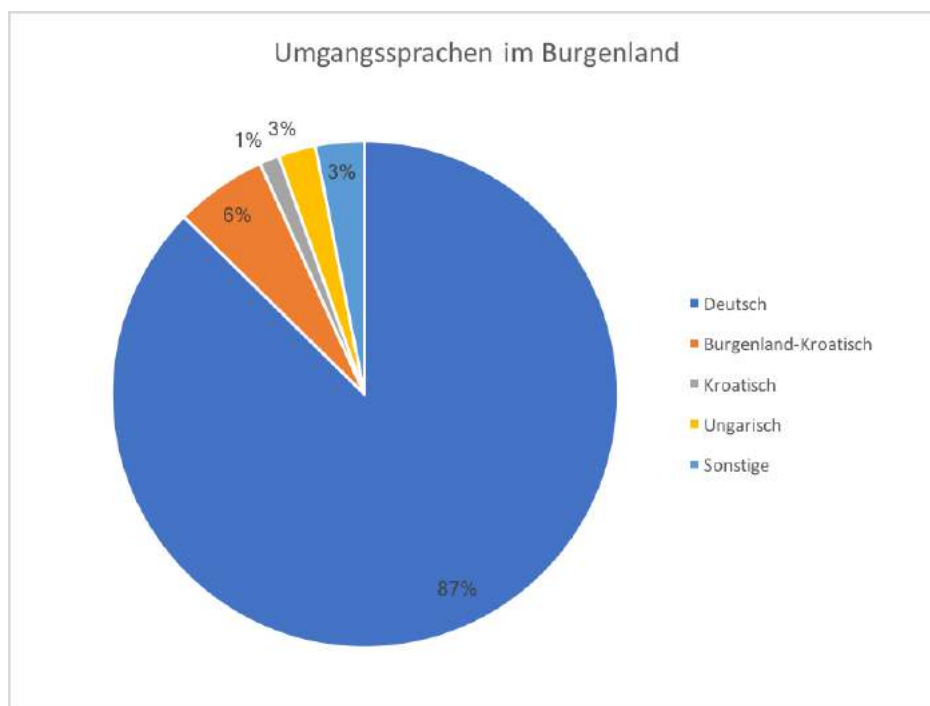


Abbildung 48 – Verteilung einiger ausgewählter Sprachen im Burgenland nach Angaben der Volkszählung 2001 [8]

Sprache	als Umgangssprache angegeben	Prozentsatz
Insgesamt	277569	
Deutsch	242458	87.35%
Burgenland-Kroatisch	16283	5.87%
Kroatisch	3495	1.26%
Romanes	303	0.11%
Slowakisch	415	0.15%
Slowenisch	181	0.07%
Tschechisch	270	0.10%
Ungarisch	6641	2.40%
Sonstige	7523	2.71%

Tabelle 22 – Angaben der verwendeten Umgangssprachen der Volkszählung 2001 [8]

Da die autochthonen Volksgruppen mit ihrer Sprachkultur im Bundesland gesetzlich anerkannt sind, sind Kroatisch, Ungarisch sowie Romanes in ihrer Verwendung im öffentlichen Schriftverkehr zugelassen.

Das Burgenland-Kroatisch, vorherrschendste Sprache nach dem Deutschen, wird zwar vor allem im Burgenland gesprochen aber auch von kleineren Gruppen in Wien, Graz, Westungarn, der südwestlichen Slowakei sowie dem südlichen Tschechien verwendet. Insgesamt wird die südslawische Sprache von ungefähr 50,000 bis 60,000 Personen gesprochen. Während das Alphabet sowie die Sonderzeichen des Kroatischen exakt übernommen werden, ist es eine abweichende Fachterminologie, welche das Burgenland-Kroatische von diesem vorwiegend unterscheidet. Auch die Verwendung bzw. die Integration von deutschen Wörtern ist typisch. [50]

Während im Burgenland Deutsch die primär angewendete Sprache ist, so ist die Situation an der Max Valier-Sternwarte in Südtirol deutlich anders, denn hier werden Deutsch und Italienisch beinahe im gleichen Ausmaß von Besuchern gesprochen. Um sich hier auf die Gegebenheiten anzupassen, müssen Mitarbeiter bzw. Führungspersonen beide Sprachen fließend beherrschen. Auch ist keine der beiden Sprachen vor den Führungen vorgegeben, je nach Publikum wird spontan entschieden, ob sie auf Deutsch, Italienisch oder durch eine Mischung aus beiden gehalten werden. Bei Vorträgen müssen die interagierenden Medien, wie zum Beispiel Präsentationsfolien, immer zweisprachig gehalten werden. Das Fallbeispiel dieser Sternwarte wird in Kapitel 5.2.3 durch die Analyse des Führungsbetriebes detaillierter angeführt.

Aufgrund der vorhandenen Sprachenvielfalt im Burgenland, ist es sehr wichtig auch dies bei der Gestaltung von Programmen an einer Volkssternwarte im Nordburgenland beachtet werden. Um noch genauer erkennen zu können, welche dieser Sprachen im nördlichen Teil des Bundeslandes sowie dessen Umgebung vorherrschend sind, sind in den Abbildungen 49 sowie 50 die österreichweiten Verteilungen der burgenland-kroatischen sowie ungarischen Sprachen abgebildet.

Folgende Einzelheiten sind erkennbar:

- Das Burgenland-Kroatische ist sehr stark gemeindeabhängig. Während westlich des Neusiedler Sees sowie im Mittel- und Südburgenland die Sprache sehr stark verbreitet ist - einige Gemeinden besitzen über tausend Personen, welche es als Umgangssprache verwenden -, liegt die Verteilung für den restlichen Raum des Nordburgenlandes bis auf wenige Ausnahmen ausschließlich im Mittelwert der Gemeinden mit einem Anteil bis 0.6% (Anteil der Österreicherinnen und Österreicher mit burgenlandisch-kroatischer Umgangssprache an der Bevölkerung insgesamt). Gemeinden, welche über diesem Durchschnitt liegen, sind bis zu einem Anteil von 88.9% nur im Burgenland oder knapp westlich von dessen Grenzen existent. Vergleicht man die Verteilung mit Österreich, so nimmt die Verwendung der Sprache stark im alpinen Raum sowie im Westen ab.
- Das Ungarische verteilt sich im Gegensatz zum Burgenland-Kroatischen sehr deutlich auf den Nordosten Österreichs, das Nordburgenland hiermit also eingeschlossen. So liegt dieses beinahe gänzlich über dem Mittelwert der Gemeinden österreichweit mit einem Anteil bis 0.2%. Aufgrund der Tatsache, dass die Anzahl an Burgenland-Kroatisch sprechenden Personen um einen Faktor knapp höher als 2 ist, so ist die Verteilung des Ungarischen isotroper und nicht auf einzelne Gemeinden stark konzentriert. Die Sprache reicht allerdings auch sehr viel stärker bis in das Wiener Becken hinein, auch viele Bezirke der Bundeshauptstadt liegen über dem Durchschnitt Österreichs. Auch hier gilt, dass je weiter westlicher, desto weniger ist die Sprache im Umlauf. Auch scheint sich das Ungarische mehr auf städtische als auf ländliche Gegenden zu konzentrieren, siehe beim Blick auf die Landeshauptstädte Österreichs.

Umgangssprache 2001: burgenländisch-kroatisch nach Gemeinden

Zahl der Österreicherinnen und Österreicher mit burgenländisch-kroatischer Umgangssprache

- 5 - 50
- 51 - 250
- 251 - 1.000
- 1.001 - 1.332

Anteil der Österreicherinnen und Österreicher mit burgenländisch-kroatischer Umgangssprache an der Bevölkerung insgesamt

- 0,0 - 0,6% *
 - 0,7 - 88,9%
- * Mittelwert der Gemeinden: 0,6%

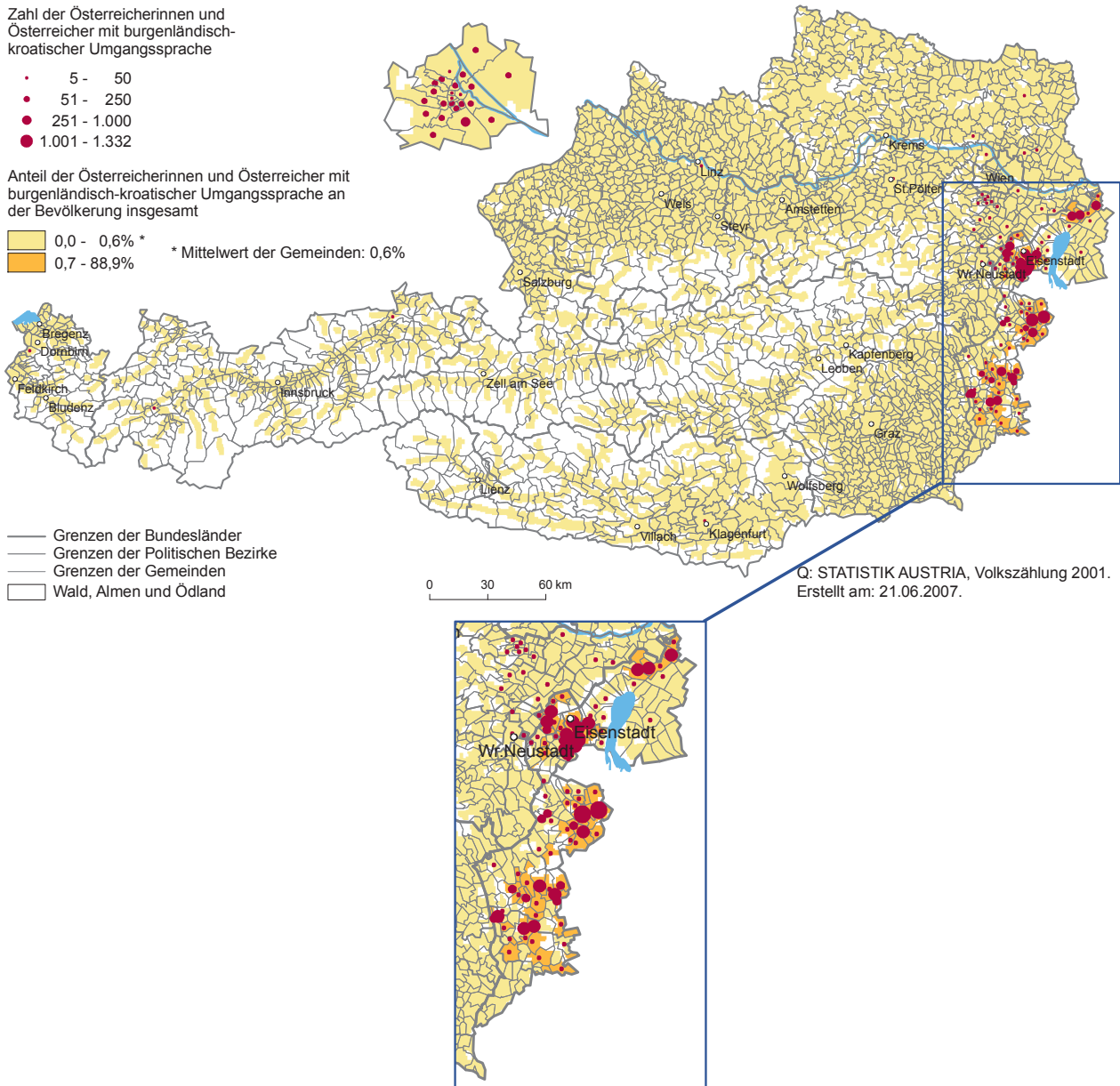


Abbildung 49 – Verteilung des Burgenland-Kroatischen im österreichweiten Vergleich nach Angaben während der Volkszählung 2001

Umgangssprache 2001: ungarisch nach Gemeinden

Zahl der Österreicherinnen und Österreicher mit ungarischer Umgangssprache

- 5 - 50
- 51 - 250
- 251 - 1.000
- 1.001 - 1.044

Anteil der Österreicherinnen und Österreicher mit ungarischer Umgangssprache an der Bevölkerung insgesamt

- 0,0 - 0,2% *
 - 0,3 - 54,8%
- * Mittelwert der Gemeinden: 0,2%

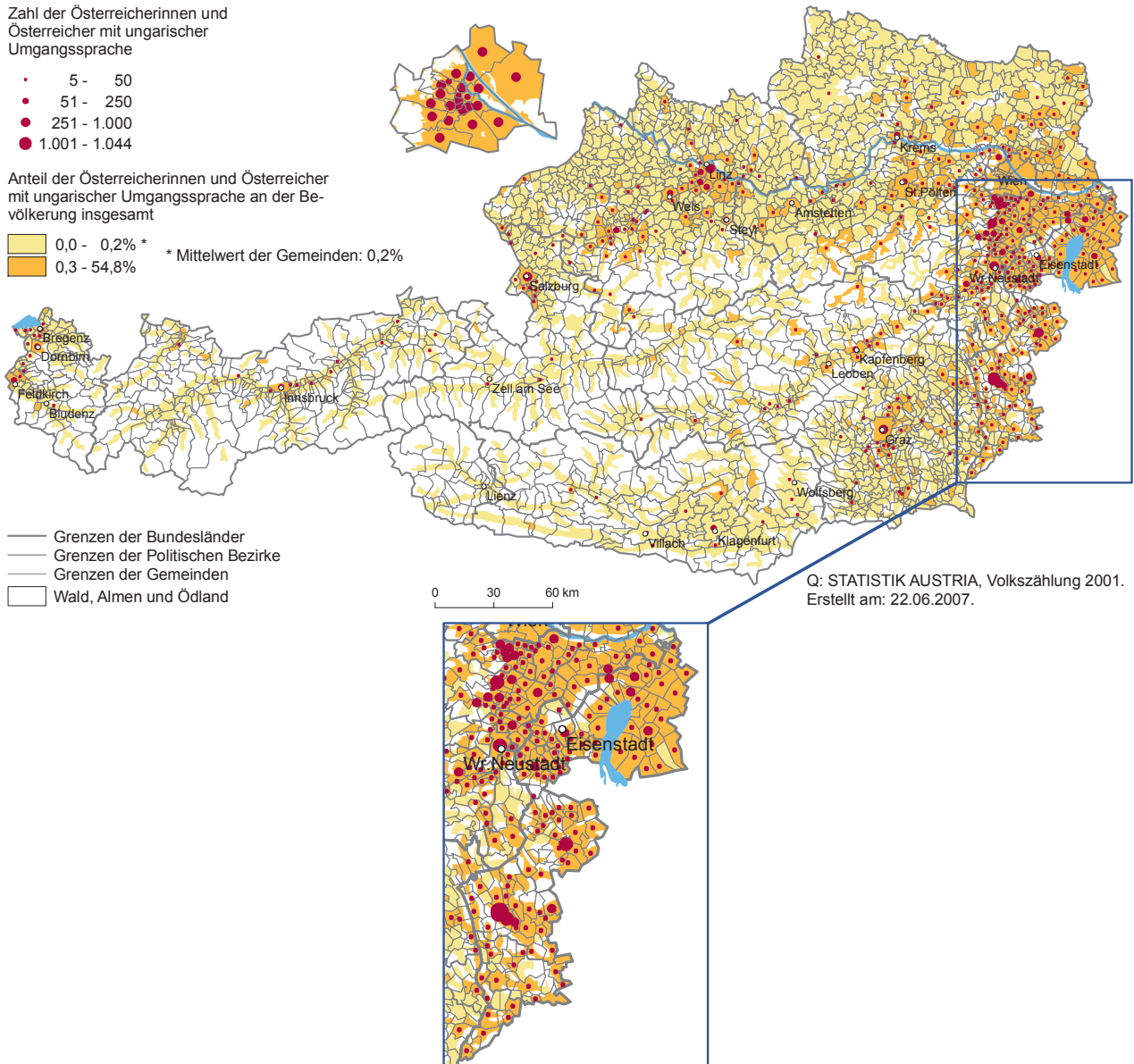


Abbildung 50 – Verteilung des Ungarischen im österreichweiten Vergleich nach Angaben während der Volkszählung 2001

Auch nach Betrachtung der Sprachverteilungen ist klar, dass sich auch das Programm an einer Sternwarte im Nordburgenland anpassen sollte. Der ausländische Tourismus aus Ungarn darf nicht unterschätzt werden, vor allem da sich dort nahe der österreichischen Grenze keine Sternwarten befinden. Je nach Programmgestaltung sowie Verfügbarkeit von mehrsprachigen Mitarbeitern muss mit dem Gedanken gespielt werden, ob Führungen, Vorträge oder andere Präsentationen mehrsprachig angeboten werden sollen.

Schlussendlich sei noch erwähnt, dass nicht nur die oben diskutierten Sprachen eine besondere Rolle spielen sollten, auch dem Englischen als wohl internationalste aller Sprachen sollte Betrachtung geschenkt werden. Auch da aktuelle Forschungsergebnisse in der Astronomie gänzlich englisch in wissenschaftlichen Papers erscheint, sollte die Möglichkeit bestehen diese interpretiert zu werden sowie in das Führungsprogramm einzubauen. Die Sprache wird im ländlichen Bereich beinahe gar nicht verwendet, während sie im städtischen Bereich und vor allem in der Bundeshauptstadt Wien sehr oft als Umgangssprache Verwendung findet. Da auch von hier mit Besuch an einer Sternwarte erwartet werden kann, ist es also auch wichtig Englisch zu verstehen bzw. kommunizieren zu können.

4.3 Nutzung als Bildungseinrichtung

Das Führungsangebot an einer Volkssternwarte soll primär zur Wissensvermittlung dienen. Um dies zu ermöglichen, sollte diese ein adäquates Angebot an Erwachsenenbildung besitzen. Die Erwachsenenbildung ist wie folgt definiert:

„Die Erwachsenenbildung in Österreich besteht aus einer Vielfalt von Bildungseinrichtungen mit unterschiedlichen Zielsetzungen und Bildungsangeboten. Das Bildungsspektrum reicht von allgemeinbildenden Angeboten, der Basisbildung und Nachholung von Bildungsabschlüssen im Zweiten Bildungsweg, berufsbildenden Angeboten über Managementkurse und Lehrgänge zur Persönlichkeitsbildung bis hin zu Hochschullehrgängen und universitärer Bildung. Ganz wesentlich für die Teilnahme und den Weiterbildungserfolg ist die Entwicklung und Implementierung eines erwachsenengerechten und zielgruppenadäquaten Angebots sowie eine qualitätsvolle Bildungs- und Berufsberatung.“
[25]

In der Astronomie kann Erwachsenenbildung nun auf mehreren Ebenen geschehen. Wie bei den Wiener Volkshochschulen definiert, ist eine Sternwartenführung bereits Teil der Erwachsenenbildung. Dies birgt somit nicht nur Vorteile für Teilnehmer, sondern auch für angestelltes Führungspersonal, da damit zum Beispiel eine höhere Verdienstgrenze, welche nicht versteuert werden muss, miteingeschlossen ist. Andere Möglichkeiten Bildung an einer Volkssternwarte zu betreiben wäre durch das Angebot an verschiedenen Workshops, Kursen, Seminaren oder Vorträgen.

Im Burgenland wird die Erwachsenenbildung durch mehrere Vereine bzw. Institutionen übernommen, vorherrschend sind hierbei das Burgenländische Volksbildungswerk (VBW) sowie das Wirtschaftsförderungsinstitut (WIFI) der Wirtschaftskammern Österreich. Prinzipiell gehören Bildungseinrichtungen nach dem Prinzip der Öffentlichkeit entschieden. Öffentliche Einrichtungen besitzen einen originären Bildungsauftrag (zum Beispiel Schulen oder Volkshochschulen), während nicht-öffentliche durch Unternehmen oder Vereine gelenkt werden. Welche dieser beiden Unterscheidungen nun auf eine Sternwarte zuträfe, hängt vollkommen von dessen Betreiber ab.

4.4 Die Sternwarte im Rahmen des burgenländischen Kulturleitbildes sowie als Veranstaltungszentrum

Das folgende Kapitel hält sich an das „Leitbild Kulturperspektiven 2020“ des Amtes der Burgenländischen Landesregierung Abteilung 7 - Kultur, Wissenschaft und Archiv [2]. In diesem Leitbild werden mehrere kulturpolitische Ziele für die kommenden Jahre ausgegeben, von denen auch einige direkt auf den Bau einer Volkssternwarte zutreffen. Folgend möchte ich diese auflisten:

Angebote im Fachhochschul-, Erwachsenenbildungs- und Forschungs- und Wissenschaftsbereich sichern und weiter optimieren

Hier werden vor allem die Arbeiten der burgenländischen Erwachsenenbildungseinrichtungen wie auch der Fachhochschule Burgenland erwähnt, wobei letztere nicht nur durch Bildung sondern auch durch Forschung aufgezeigt. Weitere Grundlagenarbeit von landeskundlichen Themen werden durch das Landesmuseum und das Landesarchiv abgedeckt. „Um den geistig-kulturellen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt in unserem Land weiterhin sicher zu stellen, sollen diese Angebote auch in Zukunft unterstützt, aber auch Optimierungsmöglichkeiten in den Strukturen geprüft werden,“ so das Leitbild. Die angesprochenen Optimierungsmöglichkeiten passen exakt zu einer Sternwarte, da in diesem Bereich der Erwachsenenbildung (Physik, Astronomie, etc.) burgenländische Einrichtungen fehlen, welche an ebendieser verfolgt werden könnte.

Kultur als Teil eines gesamtgesellschaftlichen Netzwerkes etablieren

In diesem angesprochenen Punkt werden vor allen regionale wirtschaftliche Entwicklungen wie der Tourismus angesprochen. Zweifelsohne bietet eine Volkssternwarte eine Grundlage für touristischen Wachstum. Weiters wird hier im Leitbild vermerkt, dass es aufgrund des demographischen Wandels im Burgenland immer wieder zu einer neuen Durchmischung der Gesellschaft kommt. Daher sollen interkulturelle Veranstaltungen zur Förderung des gegenseitigen Verständnisses beitragen. Genau hier kann ebenso eine Sternwarte ansetzen. Astronomie (oder allgemein Wissenschaft) hat keinen Platz für Diskriminierung und Ausgrenzung, nur durch das Zusammenkommen mehrerer Kompetenzen und Kulturen ist es überhaupt möglich voranzukommen. Dafür muss eine Volkssternwarte stehen, das Zusammenkommen mehrerer gesellschaftlicher Schichten ist definitiv eine Bereicherung für das Land Burgenland.

Weiters wird im Leitbild detailliert auf die Kulturperspektive 2020 - Erwachsenenbildung eingegangen, Ziele, Visionen und Wünsche sowie ein Maßnahmen-Programm offengelegt. Die hierzu wichtigsten Ziele des Landes sind

- leistbare Weiterbildungen zu ermöglichen.
- eine zwischen Bund und Land abgestimmte Förderkulisse für Erwachsenenbildung zu schaffen.
- die regionale Grundversorgung an Bildungs- und Kulturangeboten sowie Veranstaltungsstätten zu gewährleisten.
- die bestehenden Strukturen (Infrastruktur, Personal, Marketing, Kommunikation) auszunützen.

Das Maßnahmen-Programm, welches für oben genannte Ziele ausgeschrieben wird, beinhaltet Aktionen wie

- Weiterfinanzierungsmöglichkeiten für Bildungsvereine zur Verbesserung der Eigenfinanzierung zu ermöglichen.
- Öffentliche Orte zu öffnen und vielfältig zu nützen.
- auf aktuelle Trends einzugehen.
- einen ausgewogenen Fördermix zwischen Land und Bund herzustellen.
- die Nachhaltigkeit in der Förderpolitik zu berücksichtigen (Projekt - Standort).

Es befinden sich noch einige Aktionsmaßnahmen und Ziele mehr innerhalb des Leitbildes, allerdings wurden die ausgewählt, welche auf eine Volkssternwarte zutreffen können. Die Umsetzung, ob nun die Visionen des Landes auf eine solche zutreffen, hängt von der Art des Betriebes der Sternwarte ab.

Nachdem auf das burgenländische Kulturleitbild eingegangen wurde, möchte ich folgend auf die Kulturplattformen des Landes eingehen. Das Burgenland ist weit bekannt, für vorhandene touristische Ziele. Geographisch gesehen spielt hier vor allem der Neusiedler See mit sämtlichen Veranstaltungsmöglichkeiten bei diesem eine Rolle. Gleich folgend sind es aber die Festspiele des Steinbruchs St. Margarethen und Mörbisch am See, die jährlich gemeinsam über 200,000 Besucher in das Burgenland locken. Diese wahrscheinlich wichtigsten Kulturplattformen, sollten bei der Inbetriebnahme einer Sternwarte berücksichtigt werden, nicht nur standortbedingt aufgrund möglicher Einschränkungen, sondern auch programmbedingt. Dieses sollte dahingehend angepasst werden, dass das Publikum der Festspiele angesprochen werden kann, eventuell auch in Kooperation mit diesen. Um sich dies vorstellen zu können, möchte ich ein konkretes Beispiel bringen: Alle sechs Jahre finden im Steinbruch St. Margarethen die Passionsspiele statt. Zu dieser Zeit könnte das Programm auf einer Sternwarte so gestaltet werden, dass der Stern von Bethlehem oder der Himmel zur Zeit Jesu als Programm läuft. Wie bereits erwähnt, sollte dies aber nur mit einer Kooperation der Festspiele gestaltet werden.

Spezielle Zielgruppen wie Kinder besitzen ebenso kulturelle Angebote im Burgenland, hier primär vorherrschend ist wohl der Freizeitpark Familypark, ebenfalls in St. Margarethen nur wenige hundert Meter vom Steinbruch entfernt. Auch hier kann natürlich mit einer Kooperation angesetzt werden und spezielles Programm gestalten werden.

Diese Beispiele sind nur einige von vielen Möglichkeiten, wie mit anderen kulturellen Plattformen des Burgenlandes eine Zusammenarbeit möglich ist. Diese kulturübergreifenden Kooperationen sind für das Bundesland und darüber hinaus eine gute Gelegenheit eine optimale Tourismusplattform zu entwickeln sowie eine Möglichkeit für Marketing der Sternwarte. Hier sei erwähnt, dass nicht nur Führungen darin inbegriffen sind, sondern auch und besonders externe Veranstaltungen wie Beobachtungsabende an anderen Standorten, Vorträge oder Kinderprogramm (z.B. astronomische Experimente).

Abseits von sämtlichen Bildungs- bzw. kulturellen Maßnahmen, welchen eine Volkssternwarte untergeordnet werden sollte, gibt es noch die Möglichkeit eine solche als Veranstaltungszentrum zu verwenden. Hierbei geht es beispielsweise nicht um externe Veranstaltungen mit Führungen - dies fällt nur unter die Kategorie einer Sonderführung -, hier sind jegliche Beteiligungen eines Sternwartenvereins ausgeschlossen, sondern nur eine Vermietung der Räumlichkeiten für private oder

öffentlichen Nutzungen (z.B. Feiern oder Versammlungen) involviert. Dies kann eine sehr wichtige finanzielle Einnahmequelle für die Sternwarte darstellen, die zukünftige Sternwarte am Salzburger Haunsberg wird sich als Beispiel nur durch solche Vermietungen finanzieren, detailliert in Kapitel 5.5 nachzulesen. Um allerdings tatsächlich nur durch Vermietungen die finanzielle Instandhaltung zu festigen, werden andere kontinuierliche Geldgeber notwendig sein.

Die größten vorhandenen Veranstaltungszentren des Burgenlandes sind die Kulturzentren mit ihren Standorten in Eisenstadt, Mattersburg, Raiding, Oberschützen sowie Güssing. Hier sind vor allem (Kinder-)Theater, Kabarett oder auch die Nutzung als Galerien im Vordergrund. Die Kulturzentren bieten speziell für ein sehr großes Publikum Platz, während auf einer Sternwarte eher Wert auf kleinere Gruppen (bis ca. 80 bis 100 Personen) gelegt werden sollte. In Konkurrenz mit anderen Veranstaltungszentren kann eine Sternwarte vor allem durch dessen atmosphärischen Effekte auftrumpfen.

Der primäre Hintergrund, den eine Sternwarte als reines Veranstaltungszentrum birgt ist, dass so ein Observatorium auch wetterunabhängig aufrecht gehalten wird. Dies ist nicht nur im wirtschaftlichen, sondern auch im moralischen Sinne wichtig. Die alte Landessternwarte Eisenstadt gilt hier als Beispiel, wie ein Gebäude über Jahre hinweg ungenutzt bleibt, obwohl Ressourcen darin vorhanden wären. Schlussendlich hat dies auch zur (anscheinenden) Baufälligkeit dieser geführt, siehe Kapitel 2.4.

Welche kulturellen Plattformen eine Möglichkeit für eine Zusammenarbeit bieten, ist hauptsächlich vom Standort abhängig. Dies wird später beim Vorschlag einer Ortswahl in Kapitel 6.4 nochmals in Abhängigkeit definierter Standorte behandelt.

4.5 Umweltschützende Maßnahmen

Wie üblich, muss bei einem neuen Bauprojekt eine umfassende Umweltverträglichkeitserklärung angefertigt werden. Dieses Subkapitel dient allerdings nicht diesem Anlass, sondern soll zwei Arten und Weisen aufzeigen, wie eine neue Sternwarte auch dienlich für die direkte Umwelt im Nordburgenland wäre.

Nullenergiehaus

Im Jahr 2013 hat es das Burgenland geschafft Strom-Autarkie zu erreichen, also der jährliche Verbrauch durch Windkraft sowie Biomasse gedeckt wird. Tatsächlich soll es nach ersten Angaben das Bundesland bis 2050 energieautark sein, eine großartige Leistung. Dafür verantwortlich zeigt sich vor allem die Energie Burgenland, welche insgesamt 224 Windenergieanlagen in 16 Parks betreibt (Stand: Juni 2016). [12]

Diese Philosophie gehört auch bei vorbildführenden öffentlichen Gebäuden unbedingt weitergeführt, so kann dafür gesorgt werden, dass sich eine Sternwarte selbst mit Energie versorgt. Schafft sie es, dass der externe Energiebezug durch den eigenen Gewinn aufgewogen wird, so wird dies durch den Status eines „Nullenergiehauses“ definiert. In Abbildung 51 ist das „Effizienzhaus Plus“ in Berlin als Modellbeispiel für ein solches dargestellt.



Abbildung 51 – Effizienzhaus Plus in Berlin [1]

Vorschläge, eine Sternwarte als Nullenergiehaus zu konstruieren, lauten wie folgt:

- **Komplette Luftdichte**
Kaum überraschend, ist natürlich ein neues Gebäude komplett luftdicht zu konstruieren. Einfallende Kälte oder ausströmende Wärme durch schlecht abgedichtete Fassaden kann schnell dazu führen, dass Heizungen in kälteren Monaten permanent laufen müssen, um angenehme Temperaturen zu erzeugen. Astronomisch gesehen wäre es ebenso von großem Stellenwert, dass in der Beobachtungskuppel Außentemperaturen herrschen, um die Bildung von Luftturbulenzen zu vermeiden. Dies muss vor allem durch gut abgedichtete Gänge im Inneren des Gebäudes zwischen Arbeits- bzw. Vortragsräumen sowie der Kuppel geschehen und gehört dahingehend optimiert.
- **Vortragssaal mit Glasfassaden an südlichem Ende**
Große Glasfassaden, eventuell auch sämtliche Außenfassaden, bilden eine große Sammelfläche für einfallende Photonen. Wird dieser am südlichen Ende des Gebäudes geplant, so lässt sich dieser aufheizen ohne dafür Heizungen in Betrieb nehmen zu müssen. Auf der anderen Seite sollte es im Inneren des Raumes die Möglichkeit geben, die Glasfassaden abzudunkeln, dies stellt aber keine direkte Verschwendung von Ressourcen wie Wärme dar. Eine Umsetzung nach dieser Strategie ist bei der zukünftigen Sternwarte am Salzburger Haunsberg - Fallbeispiel in Kapitel 5.5 - zu sehen, Abbildung 75 zeigt den Vortragssaal, welcher beinahe ausschließlich aus Glasfassaden konstruiert wird.
- **Außenfassade mit Solarpanelen bedecken**
Wie bereits in Kapitel 3.1.2 aufgezeigt, stellt das Nordburgenland das sonnigste Areal Österreichs dar. Die große Anzahl an Sonnenstunden sollte durch den Einsatz von Solarpanelen genutzt und so Energie geschaffen werden. Der Einsatz von Panelen kann zum Beispiel durch

einen kleinen Photovoltaikpark am Sternwarteareal oder am Weg zur Sternwarte sichergestellt werden. Eine andere Idee, welche heutzutage bereits sehr oft angewendet wird, ist die Außenfassade des Observatoriums durch Solarzellen abzudecken. Ein Beispiel hierfür ist das Effizienzhaus Plus der Deutschen Bundesregierung in Berlin, zu sehen in Abbildung 51. Dies ist ein Projekt welches sicherstellen soll, das ein Haus so gestaltet wird eine vierköpfige Familie sowie zwei Elektrofahrzeuge nicht nur mit Energie zu versorgen, sondern auch dessen Energieausgaben durch -gewinnung zu übertreffen. Dies geschieht eben unter anderem, durch Solarzellen, welche an der Außenfassade, genauer der Südfassade sowie dem Dach, angebracht wurden.

Natürlich sollten auch durch zusätzliche Aufwände wie energieeffiziente Beleuchtungen umweltschonende Ressourcen genützt werden. Eine neue Sternwarte als sollte Vorbild für den Umweltschutz vorangehen, vor allem wenn es die Verschmutzung durch Licht ist, welche den Blick auf den Himmel blockieren kann.

Sternenpark

Ein Sternenpark ist eine offizielle Zertifizierung eines Areals, welche das Ziel verfolgt die Qualität naturnahen Himmels zu erhalten. Hierbei gibt es verschiedene Anforderungen, welche für unterschiedliche Zertifizierungsstufen getroffen werden müssen. Die Abstufungen kommen vor allem durch die Nachthimmelsqualität zustande, allerdings müssen folgende Maßnahmen für einen Sternenpark getroffen werden:

- Fortlaufende Dokumentation der Nachthimmelsqualität
Dies kann zum Beispiel durch ein Lichtverschmutzungsmessnetz geschehen, wie es bereits im Bundesland Oberösterreich existiert.
- Anpassungen der Schutzmaßnahmen an deren Ziele
Hier gilt es vor allem darum zu definieren, ob ein Sternenpark für Natur-, Kultur- oder Erholungszwecke geschaffen wird.
- Kontinuierliches Beleuchtungsmanagement
Natürlich sollen Beleuchtungen aus einem Sternenpark weichen, um aber zum Beispiel öffentlichen Zugang zu ermöglichen, wird auch diese benötigt und gehört dann dahingehend geplant, dass diese die Qualität des Nachthimmels nicht entscheidend beeinflusst.
- Bildungsprogramme
Ebenfalls Pflicht ist es Bildungsprogramme zu schaffen, welche aufzeigen soll, warum es den Schutz naturnaher Nächte benötigt und auf Lichtverschmutzung hinweisen.

Zertifikate werden vergeben zum Beispiel durch die International Dark Sky Association (IDA), welche einem Sternenpark den Status eines „Dark Sky Place“, also Ort dunklen Himmels, verleiht. Informationen zu diesem Thema wurden von Dr. Günter Wuchterl, Kuffner Sternwarte Wien sowie Institut für Astrophysik, zur Verfügung gestellt. An dieser Stelle wird nicht weiter auf die Definitionen bzw. Zertifizierungskriterien von Sternenparks eingegangen, da es den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, aber darauf hingewiesen, dass der Schutz des Nachthimmels bzw. von naturnahen Himmeln ein sehr wichtiger Aspekt ist. Auch wenn es nur einen kleinen Beitrag darstellt, so könnte aber das Areal einer Sternwarte, sei es noch so klein, als Sternenpark geführt werden. Sollten offizielle Kriterien nicht erfüllt sein, so ist es zumindest möglich ein Zeichen damit zu setzen und das

Areal wie einen Sternenpark zu behandeln. Die oben genannten Maßnahmen sind keine Schwierigkeit umzusetzen, sondern benötigen nur etwas Zeit und Arbeit, ein geringer Einsatz für dessen Ziele.

Vielleicht ist dieser Denkansatz für die Zukunft ein wertvoller, wenn sich andere Institutionen oder Parks dieser Idee anschließen. Der Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel wäre prädestiniert für eine solche Thematik, besonders da Österreich noch keinen offiziellen Dark Sky Place der IDA besitzt, was durch das Vorhandensein von qualitativ hochwertigen Himmeln sehr schade ist. Der uns naheliegendste Ort dunklen Himmels ist die Zselic National Landscape Preservation Area, welche seit 2009 den Status als „International Dark Sky Park“ führt.

5 Fallbeispiele bestehender Sternwarten

5.1 Niederösterreichische Volkssternwarte Michelbach

5.1.1 Daten und Baugeschichte



Abbildung 52 – Sternwarte Michelbach²¹

Adresse: Dorf 62, 3074 Michelbach

Geographische Koordinaten: N48°5'16" E15°45'22"

Seehöhe: 640 m NN

Eröffnung: 7. Oktober 2000

Betreiber: Astronomieverein ANTARES

Homepage: <http://www.noe-sternwarte.at>

Die Geschichte der Niederösterreichischen Volkssternwarte begann 1996 mit der Gründung des Amateurastronomen-Vereins ANTARES. Dessen Mitglieder stellten sich bereits zu Beginn dessen Bestehens die Frage nach einem geeigneten Standort für vereinsinterne Zwecke. Nicht lange zögerte man den Beschluss, eine neue Sternwarte zu errichten, zu fassen.

²¹Quelle: Verein ANTARES

Für die Mitglieder kamen zwei Optionen einer neu zu errichtenden Sternwarte in Frage: Zum einen kann diese nur kleinere Ausmaße in Form einer Holzhütte annehmen und nur für die Vereinsmitglieder und deren private Instrumente verfügbar sein, oder man versucht diese größere Ausmaße mit Unterstützungen und Förderungen vom Land Niederösterreich oder Sponsoren annehmen zu lassen und somit Öffentlichkeitsarbeit mit Führungen zu ermöglichen. Die Entscheidung fiel auf Letzteres, auf den Bau einer großen Volkssternwarte, und bereits 1999 kam es zu einer Einigung mit der Gemeinde Michelbach. Diese wurde von Anfang an in die Organisation der Sternwarte mit einbezogen und hilft bei der Verwaltung dieser bis heute.

Der Ort, an welchem die Sternwarte heute noch steht, war allerdings nicht der erste gewünschte. Hier kam es zu keiner sofortigen Einigung mit der Gemeinde. Auswahlkriterien für die Vereinsmitglieder waren primär die Seehöhe sowie die Qualität des Nachthimmels, also möglichst ohne Lichtverschmutzung. Bei der endgültigen Auswahl orientierte man sich aber eher an vorhandenen Ressourcen, wie zum Beispiel Zisternenwasser, um so einen Konsens aus dem finanziellen Aspekt der Errichtung (nicht allzu weit von bereits vorhandenen Ressourcen entfernt) sowie der astronomischen Bedingungen zu finden.

Die Finanzierung der Sternwarte zu diesem Zeitpunkt setzte sich vor allem aus Sach- und Materialspenden sowie aus einigen Zusatzzahlungen des Landes zusammen. So kamen zum Beispiel die für den Bau notwendigen Ziegel als Spende der Firma Wienerberger. Die erste Ausbauphase der Sternwarte beinhaltete einen 4.5 m-Beobachtungsturm sowie einen Aufenthalts- bzw. Vortragsraum für 20 Personen mit WC, Abstellraum und Küche. Den Bau übernahmen die Mitglieder in freiwilliger Arbeit selbst, somit fielen bei diesem keine Kosten für Arbeitsstunden an. Dank der Materialspenden sowie die freiwillige Durchführung des Baus durch die Vereinsmitglieder, konnten die Kosten der ersten Ausbauphase im Wert von ca. 2 Millionen Schilling - inflationsbereinigt heute etwa 200,000 Euro - umgangen und auf ein Minimum reduziert werden. Nach nur wenigen Monaten wurde die Sternwarte noch im selben Jahr des Baubeginns, genauer am 7. Oktober 2000, eröffnet.

Bis 2005 wurde die Hauptkuppel sowie die zugehörigen Räume für Führungen und zur Beobachtung von Vereinsmitgliedern verwendet. Allerdings kam es in diesem Jahr zum Wunsch nach einer eigenen, nur für den Verein zugänglichen Beobachtungsinstrumentation. So kam es 2005 zum Bau einer kleineren 2 m-Kuppel um Astrophotographie betreiben zu können. Diese steht bei Führungen nicht zur Verfügung und kann von maximal zwei Vereinsmitgliedern gleichzeitig betreten werden. Die Kosten sowie der Aufbau der Kuppel wurden vom Verein übernommen.

Zum nächsten Anschaffungsplan kam es im Jahr 2008 mit einem 3m-Radioteleskop. Die Idee dahinter war es eine Voraussetzung zu schaffen mit Schulen Projekte oder Rechenaufgaben durchführen zu können. Es sollte eine detaillierte Anschauung geben, was hinter der elektromagnetischen Strahlung und anderen Wellenlängen als das Optische steckt und das Grundinteresse für Radioastronomie bereits bei jungen Zuschauern wecken. Die Frage nach dem Standort für dieses sollte sich allerdings als schwierig herausstellen: Die Antennenschüssel mit einem Durchmesser von drei Metern wurde von der Rundfunksenderstation Sonntagsberg bei Waidhofen an der Ybbs zur Verfügung gestellt. Somit besaß die gesamte Instrumentation eine Gesamthöhe von fünf Metern, da das Fundament zwei Meter tief in die Erde ragen sollte. Im Endeffekt konnte ein geeigneter Platz nur wenige Meter neben dem Vortragsraum gewählt und das Radioteleskop im Jahr 2010 mit Gesamtkosten von 3000 Euro fertiggestellt werden. Um diese niedrigen Kosten zu erhalten, waren allerdings - wie bei der ersten Ausbauphase der Sternwarte - Hilfsmittel bzw. freiwillige Arbeit und Spenden notwendig.

Im Jahr 2012 kam es zu der Idee einer neuerlichen Erweiterung der Sternwarte. Gründe dafür waren, dass der alte Vortragsraum für Führungen und Veranstaltungen zu klein wurde - maximal 20 Personen hatten darin Platz, es sollte eine Instrumentation zur Beobachtung der Sonne angeschafft werden sowie sollte eine neue Veranstaltungsreihe - die „ANTARES Kids“ - eingeführt werden, wo mit Kindern Experimente zum Thema Astronomie durchgeführt werden sollen. So wurde ein neuer Seminarraum bzw. Experimentalraum für 50 Personen und ein neues Sonnenobservatorium geplant. Zum Baubeginn kam es 2013, als Ort für den Experimentalraum, der direkt mit dem neuen Observatorium verbunden werden sollte, wurde die Stelle gewählt, an welcher sich die 2-Meter Kuppel befand. Die Kuppel sollte in ein Gebäude mit den Maßen 3.5 x 3.5 Meter integriert werden. Die reinen Materialkosten für das neue Gebäude beliefen sich auf ca. 4500 Euro. Auch hier wurden sämtliche Bauarbeiten von den Vereinsmitgliedern in freiwilliger Basis übernommen, so wurden - wie bereits bei den anderen Bauphasen - auch hier Arbeitskosten in großem Ausmaß minimiert. Eine Förderung für Wissenschaft und Forschung des Landes Niederösterreich im Wert von 70,000 Euro konnte die Baukosten von 80,000 Euro beinahe gänzlich übernehmen. Die Vereinsmitglieder steckten insgesamt geschätzt 4000 Arbeitsstunden in die Fertigstellung der Sternwartenerweiterung. Der Gesamtwert des neuen Gebäudes mit dem fertigen Sonnenobservatorium beläuft sich auf etwa 200,000 Euro.

5.1.2 Vorhandene Instrumentation

Als Instrument für die 4.5 cm-Kuppel wurde ein 16 Zoll-Hypergraph gewählt. Dessen Daten sind in Abbildung 53 dargestellt. Der Vorteil eines Hypergraphen ist die Installation eines zweilinsigen Korrekturlements hinter dem Sekundärspiegel, um ein großes, geebnetes und komafreies Gesichtsfeld zu erhalten. Um die optische Qualität zusätzlich zu steigern, wird bei diesem außerdem noch die Hyperbel des Sekundärspiegels dem Korrektor angepasst, was ihn von einem Cassegrain-System unterscheidet. Der Aufbau ist diesem mit einem parabolischen Primär- sowie einem hyperbolischen Sekundärspiegel gleich. Dank des großen Gesichtsfeldes eines Hypergraphen, ist die Auflösung über das gesamte Bildfeld optimal, somit wird dieser vor allem bei der Aufnahme mit Mittelformat-Filmen und bei der Verwendung von CCD-Chips eingesetzt.

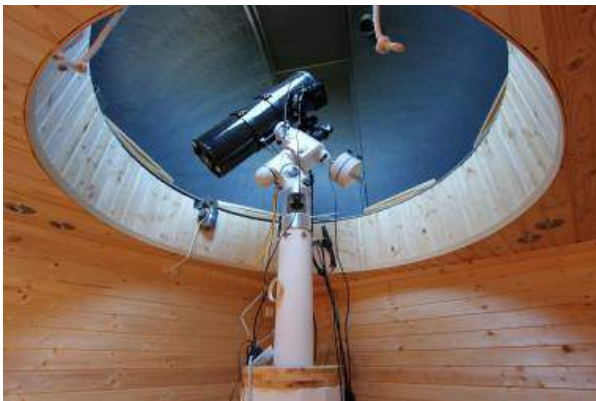


Öffnung	407 mm
Brennweite	3256 mm
Öffnungsverhältnis	1:8
th. Auflösungsvermögen	0.28''
max. Vergrößerung	400x
Visuelle Grenzgröße	15.7 mag
Montierung	WAM-850

Abbildung 53 – 16 Zoll Hypergraph und dessen instrumentelle Daten²²

²²Quelle: Verein ANTARES

In der 2005 neu gebauten Mitarbeiterkuppel, die einen Durchmesser von 2 Metern besitzt, entschied man sich ein für die Astrofotographie konzipiertes Instrument. So wurde ein 8-Zoll (20 cm) Boren-Simon PowerNewton Astrograph der Kuppel integriert. Die Daten dieses Instrumentes sind in Abbildung 54 zu sehen. Die Vorteile für die Astrofotographie sind zum einen das Öffnungsverhältnis $f/2.8$, das eine sehr kurze Belichtungszeit möglich macht, das Vorhandensein eines ASA Reducers, der eine hohe Auflösung ermöglicht, sowie die Position einer installierbaren Kamera, die sich - wie bei Newton-Teleskopen üblich - seitlich am Tubus befindet. Das Instrument in dieser Kuppel wird „Antares Small Telescope“ (AST) genannt. Bei einer neuwertigen Anschaffung betragen die Kosten für dieses knapp 2000 Euro.



Öffnung	200 mm
Brennweite	568 mm
Öffnungsverhältnis	1:2.8
th. Auflösungsvermögen	0.69''
max. Vergrößerung	
Montierung	EQ6-SkyScan-Pro

Abbildung 54 – 8 Zoll Astrograph und dessen instrumentelle Daten²³

Als Zusatz zum AST stehen den Vereinsmitgliedern der Sternwarte Michelbach drei Kameras für die Astrofotographie zur Verfügung:

- **Apogee F6**
Die Apogee-Reihe stellt eine Familie an CCD-Kameras für die professionelle Astrofotographie dar. Beim F6-Typ handelt es sich um eine solche mit einem 1.0 Megapixel-Sensor und großen $24\ \mu\text{m}$ -Pixel um ein großes Gesichtsfeld von 1024×1024 Pixel zu erhalten. Der Dark Current weist einen Wert von $0.110\ \text{e/pixel/sec}$ auf, was ein guter Wert für die nichtwissenschaftliche Verwendung darstellt. Die Kamera lässt sich sehr leicht durch ein USB-Interface mit Geräten verbinden, wodurch Bilder mit den richtigen Programmen sofort ausgewertet werden können.
- **Imaging Source DBK41AU**
Bei dieser handelt es sich um eine Kamera mit einem integrierten Sony CCD-Sensor, welcher eine Größe von 0.5 Zoll besitzt. Die Aufnahmequalität der Kamera liegt bei 1.2 Megapixel bei bis zu 15 fps, die Sensitivität liegt bei 0.05 lx. Besonders für die Astrofotographie nützlich, lässt sich diese Zusatzkamera einfach durch einen USB 2.0-Anschluss mit einem Computergerät verbinden. Somit lässt es sich auch sicherstellen, Live-Bilder auf diesem aufzunehmen und direkt abzuspeichern. Software für diese Kamera sind online für Windows- sowie Linux-basierende Geräte verfügbar.

²³Quelle: Verein ANTARES

- Canon EOS 350D

Diese Spiegelreflexkamera der Firma Canon ist ein typisches Hilfsmittel bei der Astrofotografie. Sie besitzt einen eingebauten IR-Blocker, der die einfallende Infrarotstrahlung filtern soll. Dies kann allerdings zu Nachteilen beim Fotografieren von einigen Deep Sky Objekten (insbesondere Emissionsnebel) führen, da dessen emittiertes Licht zu Großteilen in der $H\alpha$ -Wellenlänge liegen kann. Dank professioneller Hilfe, kann der Filter allerdings entfernt werden und die Kamera stellt ein optimales Gerät zur Aufnahme verschiedenster astronomischer Objekte dar.



Abbildung 55 – Das Sonnenobservatorium in der 2-Meter Kuppel der Sternwarte²⁴

In der modernsten Kuppel der Sternwarte, dem Sonnenobservatorium, befinden sich mehrere Teleskope mit der Möglichkeit seine Beobachtung auf die Sonne zu konzentrieren. Sie sind zusammengeschlossen auf einer EQ8-Montierung und sind in Abbildung 55 zu sehen. „Hauptinstrumente“ sind ein Lunt LS80Tha Sonnentelerskop, ein Apo 115/800 sowie ein 5-Zoll Meade Refraktor. Die instrumentellen Daten sind in den Abbildungen 56 und 57 dargestellt. Beim Lunt LS80Tha-Teleskop handelt es sich um ein $H\alpha$ -Teleskop, das speziell für die Sonnenbeobachtung entwickelt wurde. Es besitzt ein internes Etalon, der mit einem Luftdruck-Tuning-System eine Halbwertsbreite von weniger als $0.7 \text{ \AA}$ hat. Dies ermöglicht eine sehr präzise Einstellung zur der Wellenlänge, da es Höhen- und Luftdruckschwankungen ausgleicht. Es können demnach auch Dopplerverschiebungen von Filamenten an der Sonne kompensiert werden. Optische Fehler werden vom Teleskop selbst auskorrigiert, was es zu einem sehr guten Instrument für die Beobachtung der Sonne macht. Die Kosten für dieses Instrument betragen für ein neuwertiges Produkt zwischen 3000 und 4500 Euro. [45]

²⁴Quelle: Verein ANTARES



Öffnung	80 mm
Brennweite	560 mm
Öffnungsverhältnis	1:7
th. Auflösungsvermögen	2''
Montierung	EQ8

Abbildung 56 – Lunt LS80Tha-Sonnen-teleskop und dessen instrumentelle Daten [45]

Das TS Triplet APO 115/800mm-Teleskop ist ein Refraktorteleskop, das eigentlich für die allgemeine Astrofotographie entwickelt wurde. Es handelt es sich um einen Apochromaten, bei welchem es möglich ist Farbfehler beinahe vollständig zu korrigieren. Dies kommt zustande, da es eine Optik ist, die aus drei Linsen aus verschiedenen Glassorten besteht. Das zusätzliche dritte Linsenmaterial schafft es die chromatische Abberation zu beheben. Neuwertig liegt dieses Teleskop bei Kosten von etwa 1500 Euro [20]. Um unsere Sonne beobachten zu können, wird ein Weißlichtfilter verwendet.



Öffnung	115 mm
Brennweite	800 mm
Öffnungsverhältnis	1:6.95
th. Auflösungsvermögen	1.2''
Montierung	EQ8

Abbildung 57 – TS-Optics Photoline Apochromat und dessen instrumentelle Daten [20]

Bei der Nächsten vorhandenen Instrumentation handelt es sich um einen 5-Zoll Refraktor der Firma Meade, genauer um einen Apochromaten, der für die Astrofotographie entwickelt wurde. Hier lassen sich - wie bereits beim TS Triplet APO - jederzeit Filter für die Sonnenbeobachtung aufsetzen. Daher ließe sich ein Weißlicht- oder $H\alpha$ -Filter für diese ohne Probleme verwenden. Leider wurde es von der Herstellerfirma nicht gestattet Abbildungen oder Produktinformationen für diese Arbeit zu verwenden.

Ein weiteres modernes Highlight der Sternwarte stellt das Radioteleskop dar. Wie bereits im Zuge der Analyse der Baugeschichte erwähnt, handelt es sich um eine Antenne mit 3 Metern Durchmesser, die in ihrer ursprünglichen Form als Rundfunksender genutzt wurde. Von den Vereinsmitgliedern wurde diese so umgebaut, dass daraus ein Empfänger für elektromagnetische Strahlung im Radiowellenbereich wurde. Mit diesem lassen sich Oberflächentemperaturen von zum Beispiel dem Mond oder der Sonne messen oder eine Karte unserer Milchstraße anlegen, auf welcher die Spiralarme und somit die Struktur unserer Heimatgalaxie sichtbar werden. Auch kann auf diesen die differentielle Rotation von den Armen ausgelesen werden.

5.1.3 Analyse des öffentlichen Betriebes

Seit Eröffnung der Sternwarte, werden auf dieser Führungen angeboten. Das derzeitige Konzept des Vereins ANTARES sieht vor, dass einmal im Monat zwischen April und Oktober eine öffentliche Führung stattfindet. Diese beginnen mit einem Vortrag und werden mit einer Sternwartenführung sowie einer möglichen Beobachtung bei Schönwetter abgerundet. Der Beginn dieser Führungen ist mit dem Sonnenuntergang korreliert. Die Preisspanne für die Teilnahme ist zwischen 5 - 7 Euro. Zusätzlich zu den öffentlichen Führungen gibt es jederzeit die Möglichkeit Sonderführungen zu buchen. Tagesführungen sind ab 180 Euro, Abendführungen ab 120 Euro zu bekommen. Schulklassen bekommen hier eigene Preise, die sich an den Schülerzahlen orientieren.

Neben den Führungen bietet der Verein auch Workshops zum Thema Radioastronomie an. Hier versucht man vor allem Schulklassen zu erreichen. Ziel ist die Sonnenerforschung nicht nur mit dem Radioteleskop, sondern auch mit optischen Mitteln - dem Sonnenobservatorium. Dieser Workshop ist zwischen April - Juni und September - Oktober buchbar.

Wie bereits angemerkt, ist die Sternwarte für Führungen und Workshops nur zwischen April und Oktober geöffnet. Hintergrund ist die massive Wetterabhängigkeit, nicht nur der Sternwarte selbst, sondern auch für die Erreichbarkeit dieser. Ein öffentlicher Parkplatz ist in einer Entfernung von etwa 400 Metern vorhanden, allerdings ist eine - besonders in diesen Monaten - notwendige Schneeräumung auf den letzten 150 Metern nicht mehr möglich. Die Kosten für eine solche werden von der Gemeinde nicht getragen, da es sich um eine Privatstraße der Sternwarte handelt.

Die Führungen selbst werden von jeweils drei Mitgliedern des Sternwartenvereins auf freiwilliger Basis gehalten. Die PR für diese wird über Folder, den lokalen Medien oder Veranstaltungskalendern der Gemeinde gemacht. Die Besucheranzahl pro öffentlicher Führung erreicht ca. 30-40 Personen, der Vortragssaal ist bei diesen also gut gefüllt.

5.1.4 Fazit

Die Sternwarte Michelbach ist ein perfektes Beispiel, was für Ausmaße die Liebe zur Astronomie annehmen kann. Es ist wirklich erstaunlich, dass der Verein es beinahe völlig selbstständig geschafft hat eine Sternwarte in solcher Qualität zu bauen. Hier wird allerdings auch ersichtlich, wie wichtig es sein kann einen Verein hinter einer Sternwarte zu haben.

Die Vielfältigkeit der Instrumente ist wahrscheinlich eines der positivsten Aspekte dieser Sternwarte. Vom Radiobereich bis ins Visuelle kann das elektromagnetische Spektrum abgedeckt werden und somit Wissensvermittlung stattfinden, wie selten auf anderen Sternwarten gesehen. Ein Radioteleskop ist ein sehr günstiges Gerät, sollte also auch für das Nordburgenland unbedingt in Betracht gezogen werden. Auch die Zusatzinstrumente stellen einen wichtigen Teil dar, sie heben die Qualität der Astrophotographie auf dem Observatorium stark an.

Die Lichtverschmutzung spielt auf der Sternwarte Michelbach kein Thema. Die nächstgrößeren Städte sind die Ortschaft Michelbach selbst sowie Hainfeld, die beide keine Einschränkung bei der Himmelsbeobachtung darstellen. Deep-Sky-Objekte können ohne weiteres beobachtet werden - es sind alle Messier-Objekte von der Sternwarte aus zu beobachten - und auch die Milchstraße ist mit freiem Auge zu sehen. Die massive Lichtkuppel über Wien ist in Richtung Osten zu erkennen, führt

allerdings nur bei Nächten mit hoher Luftfeuchtigkeit zu Problemen. Diese Nächte können aufgrund dieser allerdings ohnehin nicht zur Beobachtung genutzt werden.

An den Führungsmonaten wird sichtlich, dass die Positionierung der Sternwarte leider nicht optimal ist. Die Wintermonate stellen einige Probleme dar, weswegen das Erreichen des Observatoriums beinahe unmöglich wird. Auch öffentliche Verkehrsmittel sind in direkter Verbindung zur Sternwarte nicht vorhanden, man muss entweder mit dem Auto anreisen oder sich für einen kurzen Fußmarsch von der nächstgelegenen Busstation entscheiden. Trotz dieses Aspektes sind die Führungen gut besucht, doch meiner Meinung nach kann man sich vor allem bei den Sonderveranstaltungen viel von Michelbach anschauen. Das Kinderprogramm ist sehr kompetent entwickelt und zeigt Astronomie von einer sehr verständlichen Seite auf. Besonders erwähnenswert sind die Experimente, die in diesem Rahmen zum Einsatz kommen. Ein optimales Pendant für Erwachsene bieten die astronomischen Workshops, die allerdings sehr selten angeboten werden.

5.2 Max Valier-Sternwarte Bozen

5.2.1 Daten und Baugeschichte



Abbildung 58 – Max Valier Sternwarte Bozen²⁵

Adresse: Frazione S. Valentino In Campo, 39053 Cornedo all’Isarco BZ, Italien

Geographische Koordinaten: N46°27’11’’ E11°27’46’’

Seehöhe: 1340 m s.l.m.

Eröffnung 2002

Betreiber: Amateurastronomen Max Valier

Homepage: <http://www.sternwarte.it/>

Die Sternwarte des Amateurastronomen-Vereins „Max Valier“ wurde im Jahr 2002 in ihrer Grundform eröffnet. Der in Bozen angesiedelte Verein selbst, der seit 1984 offiziell als ein ehrenamtlicher geführt wird, ist davor bereits lange auf der Suche nach einem geeigneten Standort für eine Sternwarte gewesen. Nach genauer Überprüfung der gegebenen Verhältnisse, entschieden sich die Mitglieder Ende 2000 für einen Bau nicht direkt in der Landeshauptstadt Südtirols, sondern in der naheliegenden Gemeinde Kardaun. Bereits damals wurde festgelegt, dass es sich dezidiert um eine Volkssternwarte handeln und nicht für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden solle.

²⁵Quelle: Amateurastronomen Max Valier

Um den Bau finanzieren zu können, wurde bei der Europäischen Union (EU) ein Antrag auf Förderung im Rahmes des damaligen „EU Millennium-Projekts“ eingereicht, welcher positiv beantwortet wurde. Dem als Hauptgeldquelle gehen noch finanzielle Hilfestellungen der Stiftung Sparkasse Südtirol sowie der Gemeinde Kardaun einher. Der Standort „Frazione S. Valentino In Campo“ wurde gewählt, da es zum einen zu einer Förderung des Bürgermeisters kam und zum anderen der Baugrund vom Besitzer des naheliegenden Gasthauses verkauft wurde. Der Höhenunterschied zum Stadtzentrum Bozens liegt bei etwa 1.000 Metern, ist von diesem in etwa 35 Minuten mit dem Auto erreichbar und liegt inmitten der Dolomiten, wodurch auch die Lichtverschmutzung von diesen gut abgeschirmt wird.

Der Bauplan der Sternwarte Ende 2000 sah eine 6.15 m-Kuppel aus Fiberglas mit TiO-Beschichtung mit entsprechender Instrumentation voraus. Diese wurde von Baader Planetarium bestellt und gefertigt. Unterhalb dieser kam es zum Bau eines Vortragssaales für ca. 50 Personen, sowie eines kleinen Büros. Sie sind über einen eigenen Weg extra erreichbar und nicht direkt mit der Kuppel verbunden, wodurch die gesamte Sternwarte barrierefrei ist. Nach knapp zwei Jahren konnte die Sternwarte 2002 mit diesem Equipment feierlich eröffnet werden. Bis ins Jahr 2015 solle diese die einzige Sternwarte Südtirols bleiben, das Teleskop in dieser Kuppel war bis 2011 das größte, öffentliche Beobachtungsinstrument einer Volkssternwarte europaweit. Die Kosten der ursprünglichen Planung betrugen bei Inbetrachtung sämtlicher Ausstattung circa 500,000 Euro.

Nachdem es immer wieder zu Engpässen bei Führungen kam bzw. auch das Interesse an Astronomie und besonders der Sonnenbeobachtung in Bozen und Umgebung kam, entschloss sich der Verein 2006 für den Bau einer neuen, kleineren 4.2 m-Kuppel. Die Instrumentation solle rein zur Beobachtung unseres nächsten Sternes dienen. Im selben Jahr konnte der Bau wieder abgeschlossen und die zweite Kuppel für Führungen zur Verfügung gestellt werden. Die Kuppel sowie die Teleskopsteuerung wurde - wie bereits die große Kuppel - von der Firma Baader Planetarium gefertigt.

Neben den beiden Kuppeln sowie dem Vortragssaal, besitzt die Sternwarte einen Planetenweg, der für eine Wanderung von etwa zwei bis drei Stunden durch nahegelegene Wiesen, Wälder und Biotope konzipiert wurde. Jede Station gibt Auskunft über Eigenschaften sowie Daten des jeweiligen Planeten. Der Weg beginnt direkt bei der Sternwarte und kann jederzeit besucht werden. Ebenfalls zusätzlich vorhanden ist eine kugelförmige Sonnenuhr auf dem Gelände des Observatoriums zwischen den beiden Kuppeln.

Die heutige Sternwarte besitzt in ihrer Gesamtausstattung einen Wert von geschätzt 1 Million Euro und hat somit ihren Wert seit dem ersten Bau verdoppelt.

5.2.2 Vorhandene Instrumentation

In der 4.2m-Kuppel der Sternwarte befindet sich das Sonnenobservatorium. Bei der Kuppel selbst, die von der Firma Baader Planetarium gefertigt wurde, handelt es sich um eine doppelschalige, thermisch isolierte Kuppel aus Polyester, die aus insgesamt sechs Segmenten besteht und auf der Außenseite mit Titanoxid weiß eingefärbt wurde. Die Drehung sowie die Öffnung des Kuppelspaltes erfolgen elektrisch.

Bei der Montierung der Instrumente des Sonnenobservatoriums, handelt es sich um eine GM 4000 QCI GoTo der Firma 10micron (Tochter von Baader Planetarium). Sie besitzt eine Tragkraft von

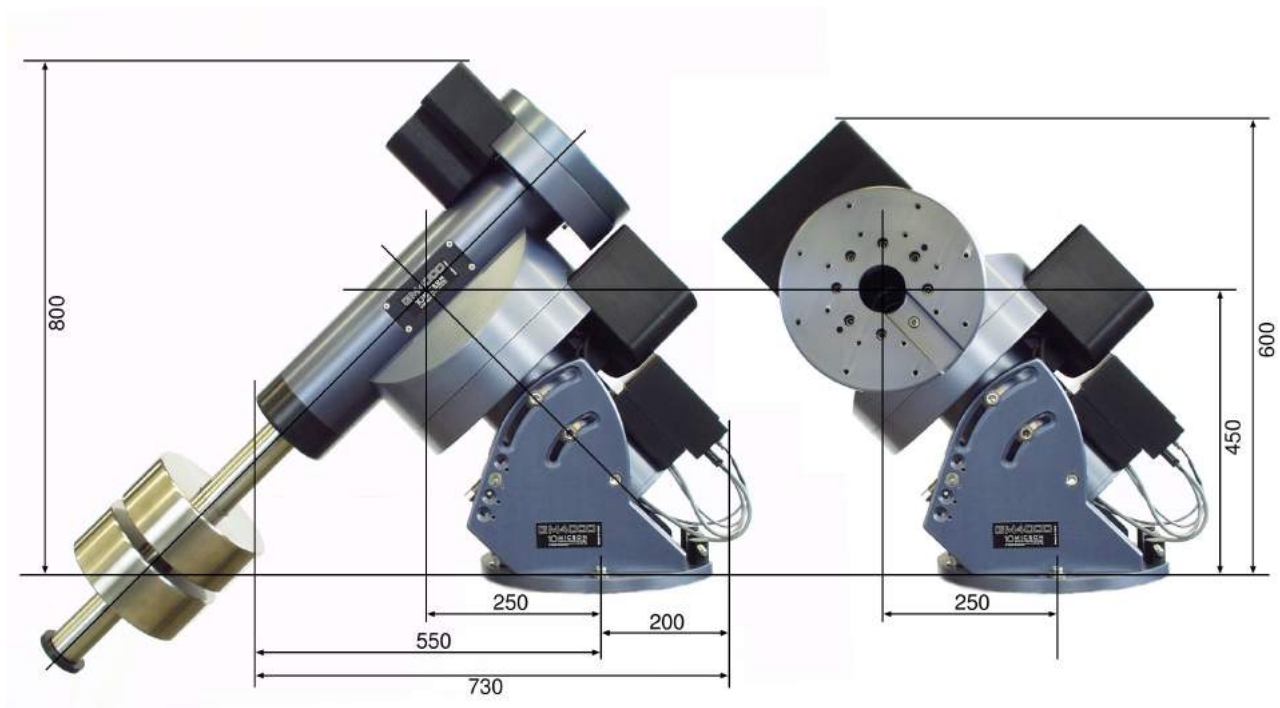


Abbildung 59 – Die GM 4000-Montierung der Firma 10micron (Baader Planetarium) [3]

150 kg, welche eine Positionierungsgenauigkeit von weniger als 30 Bogensekunden aufweist. Mit einer sehr hohen Geschwindigkeit von 5° pro Sekunde, ist sie auch für das Satellitentracking entworfen worden. Ein GPS-Modul kann direkt an die Montierung angeschlossen werden, wodurch die Einstellungen wie Nachführung bzw. Positionierung sehr exakt durchgeführt werden können. Als neuwertiges Produkt besitzt die GM 4000 einen Wert von etwa 20,000 Euro. In Abbildung 59 ist die Montierung samt ihrer Abmessungen (Größen in mm angegeben) dargestellt.

Das Beobachtungsinstrument besteht aus insgesamt vier Teleskopen. Das für die Sonnenbeobachtung wichtigste ist der Baader Calcium-Flourit Triplet Apochromat nach einem Design der Firma Zeiss, zu sehen in Abbildung 60. Dieses Instrument wird heute leider nicht mehr hergestellt, daher kann der Wert nur geschätzt werden. Nach Betrachten von kleineren Apochromaten, die die Firma Baader noch produziert, dürfte dieser bei etwa 5000 Euro in der Neuanschaffung dieses Instrumentes liegen. Die Vorteile eines Apochromaten wurden bereits in Kapitel 5.1.2, bei Betrachtung der Instrumentation der Michelbacher Sternwarte, diskutiert.

Ebenso auf dem Sonnenobservatorium befindet sich ein Refraktor William Optics FLT110, wie in Abbildung 61 zu sehen. Hier handelt es sich um einen Triplet APO Refraktor, welcher besonders für die Astrofotographie entwickelt wurde. Das Instrument besitzt einen Wert von 2500 Euro.



Öffnung	193 mm
Brennweite	1460 mm
Öffnungsverhältnis	1:7.56
th. Auflösungsvermögen	1''
max. Vergrößerung	ca. 400x
Montierung	GM 4000

Abbildung 60 – Baader Apochromat nach Design von Zeiss und dessen instrumentelle Daten [34]

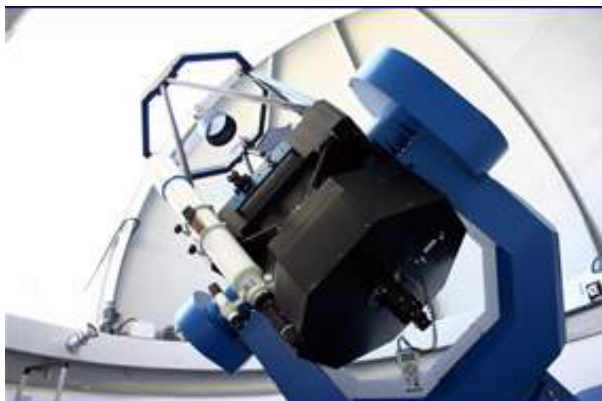


Öffnung	110 mm
Brennweite	770 mm
Öffnungsverhältnis	1:7
th. Auflösungsvermögen	1.05''
max. Vergrößerung	ca. 250x
Montierung	GM 4000

Abbildung 61 – William Optics FLT 110 DDG Triplet APO und dessen instrumentelle Daten [21]

Die optische Konfiguration wird durch ein Leitfernrohr ZEISS AS 80/840 - ein einfacher Refraktor - sowie durch ein Sucherfernrohr 9 x 60 mm mit beleuchtetem Polsucher vervollständigt. Aufgrund von mangelnden Informationen über diese Instrumente (besonders, da der Zeiss-Refraktor bereits länger nicht mehr hergestellt wird), wird nicht näher auf diese beiden eingegangen. Um mit den erwähnten Instrumenten eine Sonnenbeobachtung durchführen zu können, sind natürlich noch zugehörige Filter notwendig. Daher werden zum einen ein C-ERF-Filter (Cool Energie Rejection Filter) mit einem $H\alpha$ -Oberflächenfilter, zum anderen ein einzelner $H\alpha$ -Filter „Solar Spectrum“ verwendet.

Die 6.15 m-Kuppel und somit die größere der beiden, ist vom Aufbau exakt mit dem der kleineren vergleichbar. Beim Instrument in dieser, handelt es sich um ein Cassegrain-Spiegelteleskop mit einem Hauptspiegeldurchmesser von 80 cm und einem Sekundärspiegel mit 27 cm der Firma Astro-optik Keller. Hierbei handelt es sich um dasselbe Modell, welches sich auch in der Nordkuppel der Universitätssternwarte Wien befindet. Abbildung 62 zeigt das Instrument in der Kuppel der Sternwarte Bozen.



Öffnung	800 mm
Brennweite	6635 mm
Öffnungsverhältnis	1:8.3
th. Auflösungsvermögen	0.17''
max. Vergrößerung	ca. 1600x
Montierung	Gabelmontierung

Abbildung 62 – 80 cm-Spiegelteleskop und dessen instrumentelle Daten²⁶

5.2.3 Analyse des Betriebes

Die Sternwarte Bozen wird in ihrem Gesamten freiwillig vom Verein der Amateurastronomen betrieben. Das Thema „Astronomie“ ist durch die Existenz der Sternwarte sehr groß in Südtirol geworden, womit es 2013 zum Bau eines nahegelegenen Planetariums kam - das Planetarium Alto Adige. Dieses ist mit modernster Technik ausgestattet, besitzt die Möglichkeit 3D-Filme zu spielen und ist täglich in Betrieb. Sternwarte und Planetarium sind stetig in Kontakt, dadurch war es unter anderem möglich größere Infrastrukturen rund um diese zu schaffen. So gibt es zwischen beiden Stationen die Möglichkeit von „astronomischen Wanderungen“ mit Begleitung von Vereinsmitgliedern (Fußweg in etwa eine Stunde). Dadurch ist es nicht weiter verwunderlich, dass es möglich wird, sehr häufig astronomische Veranstaltungen anzubieten. Gastronomisch ist man sehr gut durch den naheliegenden Gasthof versorgt, welcher auch Sternwartenbesucher anzieht und umgekehrt.

Öffentliche Führungen an der Sternwarte finden zwischen Juni und Oktober zumindest zweimalig pro Woche statt. Jegliche dieser beginnt mit einem Einführungsvortrag zu ausgewählten astronomischen Themen, danach geht es zur Beobachtung der Sonne (Tagesführungen) oder Objekten (Abendführungen). Da Beobachtungen nur bei Schönwetter durchgeführt werden können, gibt es für diese bei Schlechtwetter Ersatzprogramm mit einer Verlängerung des Vortrages bzw. Simulation des Himmels über diverse Computerprogramme. Zwischen November und Mai findet nur eine Abendführung pro Woche statt. Die Preise für öffentliche Führungen betragen zwischen 3 Euro (Schüler und Studenten) bis 6 Euro (Erwachsene) an. Zusätzlich zu diesen gibt es noch Termine speziell für Schulklassen reserviert (Tagesführungen) sowie die Möglichkeit in den Wintermonaten geschlossene, private Abendführungen für Gruppen zu buchen. Eine Anmeldung erfolgt nicht direkt über den Verein, sondern über die Gemeinde Kardaun telefonisch.

Ein Thema, das in Südtirol stark anfällt ist die Sprachenvielfalt. Italienisch und Deutsch werden beide als Amtssprachen geführt und als Pflicht für die Vereinsmitglieder, die Führungen gestalten, vorausgesetzt. Auch die Vorträge müssen dahingehend angepasst werden, spontan, je nach Publikum, wird entschieden, ob eine Mischung der beiden Sprachen oder nur eine gesprochen wird. Die Folien bei Präsentationen müssen zweisprachig angefertigt werden.

²⁶Quelle: Amateurastronomen Max Valier

Der Schneefall birgt auf dieser Meereshöhe deutliche Probleme. Auch wenn der Räumungsdienst in Italien sehr gute Arbeit leistet, so sind doch einige Straßen in der Nähe des Observatoriums nicht mehr befahrbar. Allerdings liegt hier das Planetarium Alto Adige besser angebunden, hier sind auch über den Winter hinweg Vorführungen möglich, da der öffentliche Bus dieses problemlos erreicht. Das macht die Kombination aus Sternwarte und Planetarium zumindest in den Wintermonaten unmöglich.

5.2.4 Fazit

Das Aufeinandertreffen von mehreren Sprachen ist auch im Burgenland spürbar zwischen dem Deutschen sowie Ungarischen oder Kroatischen, wenngleich es nicht so deutlich wie in Südtirol zwischen dem Deutschen und dem Italienischen ist. Die Multilingualität ist trotzdem ein wichtiger Aspekt, besonders, da sich im westlichen Teil Ungarns keinerlei Sternwarte befindet. Ohne ungarischem Angebot, fallen im Burgenland sicherlich ein wichtiger Teil an möglichen Besuchern weg und dies sollte auf alle Fälle verhindert werden. Die Vor- bzw. Nachteile eines multilingualen Angebotes werden detaillierter in Kapitel 4.2 behandelt.

Die Verwendung des 80 cm-Spiegelteleskopes als Beobachtungsinstrument ist meiner Meinung nach optimal. Es stellt in seiner Größenordnung die Grenze zwischen Instrument für eine Volkssternwarte und für den Forschungszweck dar, da letzteres mit einem seinesgleichen auf der Wiener Universitätssternwarte geschieht. Dort kommt es für verschiedenste Praktika zum Einsatz und soll aufzeigen, wie das astronomische Beobachten in seinen Grundzügen funktioniert. Aufgrund des großen Spiegels ist es natürlich möglich sehr schwache Deep Sky-Objekte noch auflösen zu können, was auch für die Astrofotografie eine wichtige Rolle spielt. Aufgrund der hohen Lage sowie der Abgeschiedenheit, sind die Wetterlage bzw. die Lichtverschmutzung der Sternwarte nicht mit denen des Nordburgenlandes vergleichbar. Die Dolomiten schirmen das Observatorium sehr gut von Bozen ab, während das Leithagebirge zwar die größte Lichtverschmutzung Wiens abhält, trotzdem keinen Vergleich dahingehend darstellt.

Die Sternwarte Bozen ist aufgrund der Höhenlage sehr schwer erreichbar, was im Burgenland nur durch fehlende Wege erklärbar sein könnte. Da trotz allem beinahe jegliche Führung mit ca. 30 bis 40 Personen gut besucht wird zeigt, dass auch mit großteils fehlenden, öffentlichen Verkehrsmitteln - nur ein Bus fährt gelegentlich zur Sternwarte - ein guter Betrieb möglich ist. Die Anbindung an zum Beispiel diesen im Nordburgenland wird allerdings in Kapitel 3.1.7 genauer behandelt.

Wahrscheinlich der gravierendste Unterschied zu einem Großteil aller Sternwarten besteht darin, dass die Sternwarte Bozen komplett barrierefrei ist. Dies gehört zu den heute wichtigsten Baumaßnahmen, die auch im Nordburgenland unbedingt getroffen werden sollten. Wie bereits erwähnt, gibt es wenige Observatorien, die auch von zum Beispiel Rollstuhlfahrern oder Menschen mit Gehbehinderung besucht werden können. Grund hierfür ist meistens ein finanzieller Mangel, der nichts anders als Treppen zu den Beobachtungskuppeln möglich macht. Natürlich sollte aber jedem Möglichkeit geboten werden, zum Teleskop, in die Kuppel, vordringen zu können. Das dies auch ohne Lift funktioniert, zeigt die Sternwarte Bozen. Sie ist so in den Hügel gebaut, dass Wege direkt in die Kuppeln bzw. in den Vortragssaal führen, ohne zusätzlichem Aufwand betreiben zu müssen.

Ein weiteres Merkmal ist die Verbindung mit umgebenden Betrieben. Natürlich muss hier vorrangig

das Planetarium Alto Adige erwähnt werden, welches eine sehr gute Kombination mit dem Observatorium darstellt. Aber auch das Vorhandensein eines Planetenweges zeigt, was alles um eine Sternwarte in Betracht gezogen werden sollte. Bei Schlechtwetter bzw. Betriebspausen in dieser, sollte es eine Möglichkeit eines permanenten Ersatzprogramms geben, wie eben einen Wanderweg von bzw. zur Sternwarte.

5.3 Kepler-Sternwarte Linz

5.3.1 Daten und Baugeschichte



Abbildung 63 – Kepler Sternwarte Linz²⁷

Adresse: Sternwarteweg 5, 4020 Linz

Geographische Koordinaten: N48°17'36'' E14°16'6''

Seehöhe: 341 m ü. A.

Eröffnung: 1983

Betreiber: Linzer Astronomische Gemeinschaft (LAG)

Homepage: <http://www.sternwarte.at>

Bei der Kepler-Sternwarte in Linz handelt es sich um die kleinste, der in dieser Arbeit als Fallbeispiele gebrachten Observatorien. Trotzdem ist sie sehr wichtig, da sie speziell für die Verbreitung von astronomischen Wissen in weiten Bevölkerungskreisen von der Linzer Astronomischen Gemeinschaft - einer der ältesten astronomischen Amateurvereine Österreichs - errichtet wurde.

²⁷Quelle: Linzer Astronomische Gemeinschaft (LAG)

Die LAG wurde 1947 in Linz gegründet. Bereits seit Anbeginn ist in den Vereinsstatuten verankert, dass das oberste Ziel das Lehren von astronomischen Wissen und damit verbunden auch eine öffentliche Volkssternwarte ist. Aufgrund finanzieller Mängel, konnte erst zu Beginn der 1980er tatsächlich eine konkrete Planung einer solchen beginnen, besonders da es das Angebot der Stadt Linz gab, den Grund sowie dessen Pacht dem Verein zu erstatten. In der Planungsphase gab es allerdings Widerstände von Personen der direkten Umgebung, da sich die Sternwarte im sogenannten Grüngürtel befindet. Nach einigen Verzögerungen kam es aber 1983 zu dem Bau der 6m-Kuppel, welche innerhalb von nur einigen Wochen fertiggestellt werden konnte. Als Standort wurde nach einigen Änderungen ein Areal im Bereich des Arboretums der Stadt Linz gewählt. Der ursprüngliche Bau beschrieb Kosten in der Größenordnung von etwa 1.5 Millionen Schilling (ca. 230,000 Euro inkl. Inflation). Der Verein hatte davon etwa 150,000 Schilling, also circa 10 % des Gesamtbetrages, selbst zu begleichen.

Ursprünglich befand sich ein 5-Zoll-Refraktor als Beobachtungsinstrument in der Sternwarte. Es handelte sich um ein Linsenteleskop aus dem Jahre 1910, welcher sich heute im Schlossmuseum Linz befindet. Aufgrund des schwachen Auflösungsvermögens wurde das Instrument 1986 bereits gewechselt und ein Cassegrain-Spiegelteleskop, gefertigt von Bernhard Schmidt in Hamburg 1930, wurde aufgestellt. Es war eine Leihgabe der Universitätssternwarte Wien. Sein Hauptspiegel besaß einen Durchmesser von 40 cm, seine Brennweite 7 m. Dieses Instrument blieb 14 Jahre in der Kuppel der Linzer Sternwarte, ehe es 2000 wieder nach Wien zurückkam und seither in deren Rundsaal ausgestellt ist. Grund für diesen Wechsel war der Wunsch nach einem neueren, elektrisch betriebenen Teleskop, da das alte als sehr schwerfällig galt und das sich das Finden von astronomischen Objekten als sehr schwierig herausstellte. Das nun aktuell sich in der Kuppel befindliche Teleskop wurde 2000 von der LAG selbst gebaut.



Abbildung 64 – Modell der ersten Planung eines Zubaus 2009

Im Laufe der Geschichte der Linzer Kepler-Sternwarte kam es immer wieder zu Plänen eines Zubaus. So zum Beispiel 2009. In einem ersten Baumodell, welches in Abbildung 64 zu sehen ist,

sollte eine zweite Kuppel, sowie ein zugehöriges Zwischengebäude - ein großer Vortragsaal - errichtet werden. Die Kosten hätten sich allerdings auf etwa 300,000 Euro belaufen, ein Betrag, der nicht zu bezahlen war. Außerdem wäre es zu zusätzlichen Kosten gekommen, da die Vorschrift der Stadt einen Kanalanschluss als Pflicht angesehen hätte. Weiters, um die Aussicht des hinter der Sternwarte befindlichen Hügels nicht zu beeinträchtigen, hätte ein Zubau so gestaltet werden müssen, dass von diesem aus gesehen die Sternwarte nicht sichtbar ist. In Abbildung 65 ist zu sehen, wie ein solches Projekt umgesetzt hätte werden können, hier handelt es sich um ein Modell eines Zubaus, der sich direkt im Hügel befindet und so von oben nicht zu sehen gewesen wäre. Auch hier wären allerdings die Kosten in das Unermessliche gestiegen und so wurde von einem Zubau der Sternwarte abgesehen.

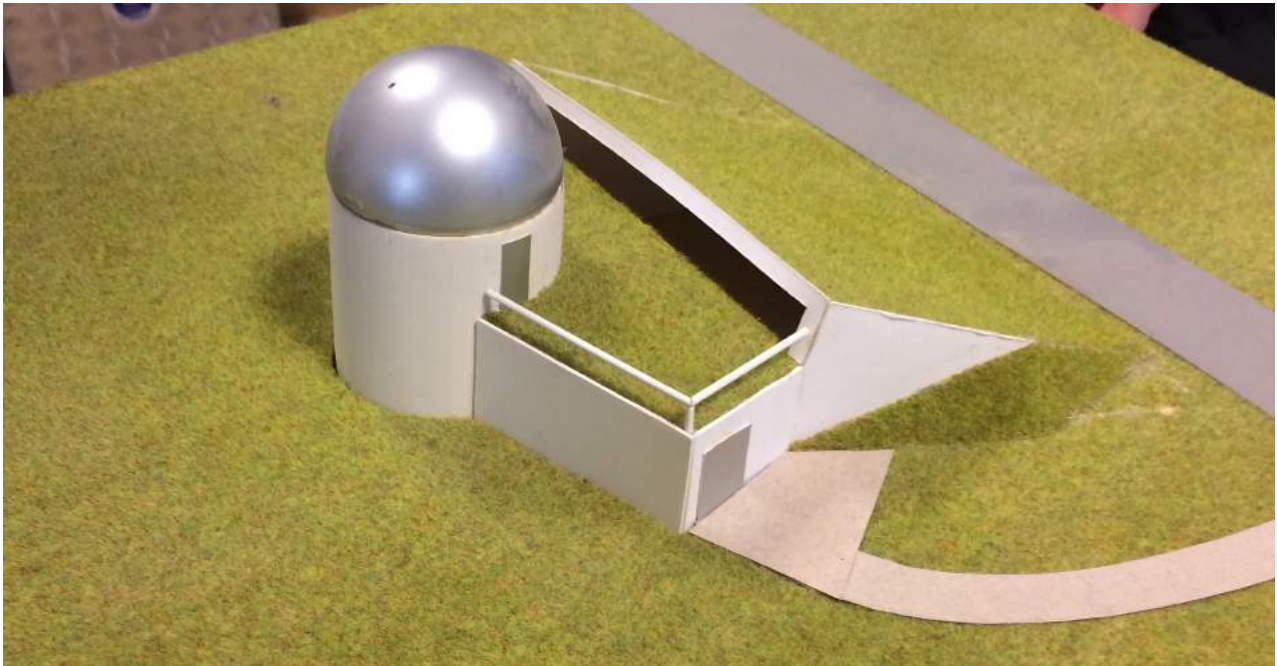


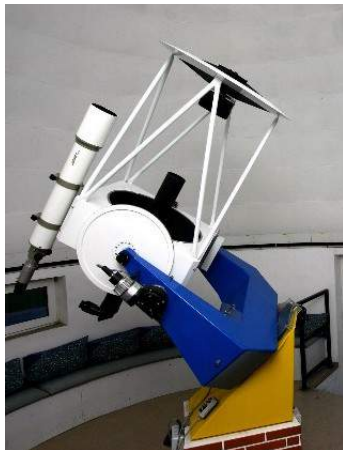
Abbildung 65 – Modell des zweiten Entwurfes eines geplanten Zubaus 2009

Da ein Zubau nicht möglich war, entschloss sich der Verein 2012 eine Sanierung der Sternwarte vorzunehmen. Die Renovierung wurde von Mitgliedern selbst übernommen, dafür wurde das Observatorium ein Jahr lang geschlossen und der Betrieb musste gänzlich unterbrochen werden. Heute besitzt die Kuppel im Erdgeschoß einen kleinen Aufenthaltsraum, in welchem etwa 20 Personen Platz finden, sowie einen Abstellraum für Beobachtungszubehör, speziell für die Vereinsmitglieder der LAG entwickelt.

5.3.2 Vorhandene Instrumentation

Die Kuppel der Linzer Sternwarte ist mit einem computergesteuerten Cassegrain-Spiegelteleskop ausgestattet. Es besitzt einen Hauptspiegel mit einem Durchmesser von 50 cm und eine Brennweite von 5 m. Das Instrument sowie dessen relevante Daten sind in Abbildung 66 dargestellt. Es wurde von Vereinsmitgliedern der LAG selbst entwickelt und gebaut. Die Montierung ist eine Österreichische Präzisions-Fernrohrmontierung (ÖPFM) nach Ing. Rudolf Pressberger. Das Programm, wel-

ches die Steuerung des Teleskops durchführt, wurde ebenfalls von LAG-Mitgliedern selbst entwickelt und läuft via einer DOS-Box.



Öffnung	500 mm
Brennweite	5000 mm
Öffnungsverhältnis	1:10
th. Auflösungsvermögen	0.28''
max. Vergrößerung	ca. 1000x
Montierung	Gabelmontierung

Abbildung 66 – 50 cm-Spiegelteleskop und dessen instrumentelle Daten²⁸

Das Spiegelteleskop ist weiter mit einem apochromatischen Fluorit-Refraktor mit 130 mm Öffnung und 1.2 m Brennweite ausgestattet, vergleichbar mit bereits in dieser Arbeit erwähnten Apochromaten. Leider ist aufgrund des Baus in Eigenregie der LAG eine tatsächliche Wertangabe für das Gesamtinstrument nicht vorhanden. Als weitere Zusatzinstrumente dienen Adapter für verschiedenste Kameras für die Astrofotographie. Für die Sonnenbeobachtung besitzt die Sternwarte einen Ha- bzw. einen Weißlichtfilter für das Spiegelteleskop.

5.3.3 Analyse des Betriebes

Die Betreuung der Führungen auf der Sternwarte wird von der LAG übernommen mit drei Mitglieder pro Führung. Diese wird auf ehrenamtliche Basis durchgeführt. Zu Führungen kommt es beinahe wöchentlich bis auf wenige Ausnahmen. Über das gesamte Jahr 2017 werden insgesamt 47 Führungen angeboten. In den Sommermonaten Juni bis August werden nur Vormittagsführungen zu dem Thema Sonne (Juni und Juli) bzw. spezielle Erlebnisabende für Kinder (August) auf der Sternwarte angeboten.

Der Aufbau von Führungen ist vergleichbar mit denen der Sternwarten Michelbach, siehe Kapitel 5.1.3, und Bozen, siehe Kapitel 5.2.3. Zu Beginn wird mit einem kurzen Vortrag gestartet ehe es zur Beobachtung kommt. Ein Unterschied zu den beiden erwähnten Sternwarten ist, dass die Vortragsthemen nicht erst spontan entschieden werden und je nach Führungsbetreuer variieren können, sondern dass diese sind bereits für das gesamte Jahr ausgewählt sind. Der Eintrittspreis beträgt allgemein 5 Euro, Kinder bis 15 Jahre mit der OÖ-Familienkarte bzw. Mitglieder der Linzer Astronomischen Gemeinschaft können die Führungen kostenlos besuchen. Die Buchung von Sonderführungen für Gruppen ist nach Rücksprache mit den Verantwortlichen jederzeit möglich.

Im Sternwarteareal befindet sich nicht nur ein Wanderweg, der sich vom Observatorium weg erstreckt und in etwa 30 bis 40 Minuten auf den nächstgelegenen Hügel führt, sondern auch eine Sonnenuhr.

²⁸Quelle: LAG

Abseits der Sternwarte organisiert die LAG noch monatliche, astronomische Vortragsabende (Januar bis Juni sowie Oktober und November), welche aber aufgrund von Platzmangel nicht beim Observatorium, sondern in der naheliegenden Volkshochschule stattfindet. Immer wieder mit professionellen Vortragsgästen versehen, finden diese Abende großen Anklang mit bis zu jeweils 200 Besuchern.

5.3.4 Fazit

Ein großer Nachteil, den die Sternwarte besitzt ist die direkte Position in der Stadt Linz und somit die Lichtverschmutzung der Oberösterreichischen Landeshauptstadt. Da das Land ein sehr gutes Luftmessnetz besitzt und auch Daten über die Nachthimmelshelligkeit archiviert, ist es einfach einen Blick zum Beispiel auf das Jahr 2016 zu werfen. In Abbildung 67 ist dies zu betrachten. Es handelt sich dabei um die Nachtmittelwerte, die ab dem Ende der abendlichen nautischen Dämmerung, also wenn die Sonne 12 Grad unter dem Horizont steht, bis Beginn der morgendlichen Dämmerung ermittelt werden. Den Daten nach beträgt die durchschnittliche Nachthimmelshelligkeit über das gesamte Jahr 2016 betrachtet 17.76 mag. Die Extrema sind in Tabelle 23 abzulesen. Von diesen extrem schlechten Werten abgesehen, ist ebenfalls zu erkennen, wie sprunghaft diese Werte für einzelne, auch aufeinanderfolgende Nächte sind. Diese starke Variabilität lässt aber auf meteorologische Faktoren zurückführen. Bewölkung ist hier der Hauptfaktor, Wolken reflektieren die Lichtverschmutzung wieder zurück und dadurch werden Messungen von Bodenstationen zufolge der Himmel noch heller.

Um einen konkreten Eindruck zu bekommen, wie sich die Lichtverschmutzung bei klaren bzw. bei bewölkten Nächten verhält, ist ein sogenannter „kumulativer Plot“ in Abbildung 68 abgebildet. Dieser beschreibt den Verlauf der Helligkeitskurven aller Nächte des Jahres 2016 des Standortes Linz, Sternwarte. Farblich markiert sind die unterschiedlichen Dichten der Kurven, also schwarz markiert sind sehr dichte Stellen, an denen viele Kurven aufeinandertreffen. Deutlich zu sehen sind die Ansammlungen zu zwei „Inseln“, eine um den Wert von 20 mag, eine um 16 mag. Exakt diese beiden Anhäufungen zeigen den Unterschied zwischen klaren und bewölkten Nächten. Die Werte, welche in Tabelle 23 dargestellt sind, passen bei Vergleich mit den kumulativen Plot perfekt zueinander, die schlechtesten und besten Werte spiegeln sich in diesem in Form der beiden Inseln wider. Somit ist es tatsächlich der Fall, dass die Nachthimmelshelligkeiten nicht mehr unter einen Wert von 20 mag sinken. Eine klare Nacht an Standorten ohne Lichtverschmutzung wird prinzipiell mit einem Wert von 22 mag angesetzt, was im Falle von Linz einem 5-mal helleren Himmel als an solchen Orten entspricht. Wie sich die Himmelshelligkeit mit der in der Astronomie gebräuchlichen Einheit der Magnitude genauer verhält wird in Kapitel 3.1.1 genauer erläutert.

Laut Aussagen der Betreiber, ist es in klaren, lichtverschmutzten Nächten nicht mehr möglich Objekte mit einer Helligkeit der 8. oder 9. Größenklasse (Magnitude) zu beobachten. Das menschliche Auge schafft es Objekte bis zu einer scheinbaren Helligkeit von 6 mag wahrzunehmen, kommt der Grenze der Teleskopbeobachtungen in Linz also bereits sehr nahe. Für den Führungsbetrieb stellt dies kein Problem dar, da hier meistens sehr helle Objekte anvisiert werden. Aufgrund dieser Tatsache ist es trotz allem Vereinsmitgliedern kein Wunsch mehr selbst Beobachtungen auf der Sternwarte zu vollziehen. Diese weichen auf eine Außenstelle im Bezirk Gramatstätten aus. Auch herrscht eine Kooperation mit den Sternfreunden Steyr, die im Nationalpark Kalkalpen auf ca. 1100 Metern Höhe beobachten können.

Sollte ein Verein tatsächlich hinter einer neuen Sternwarte stehen, also hinter dem Aufbau sowie

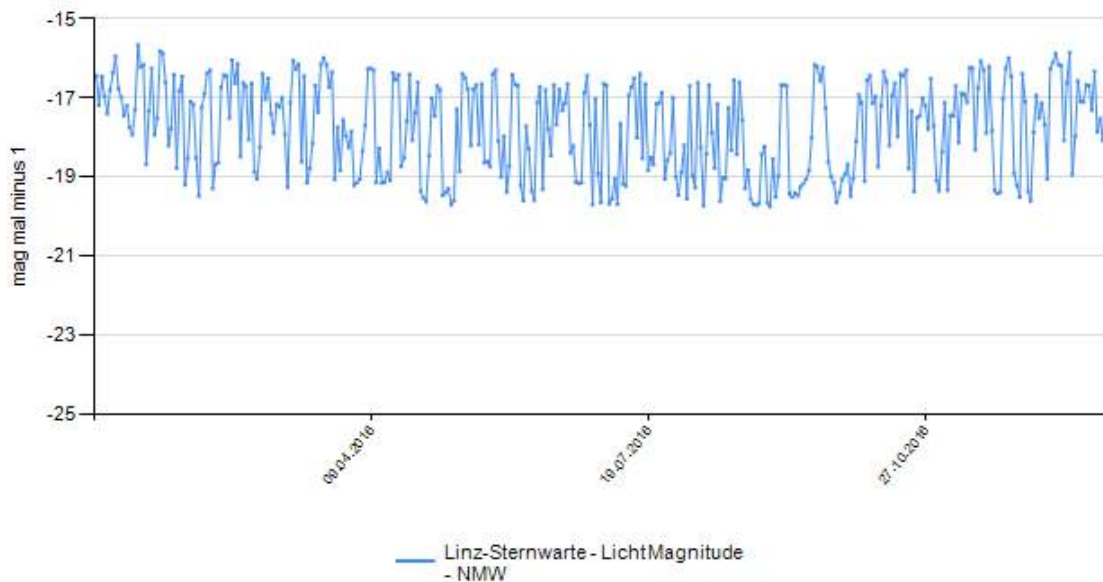


Abbildung 67 – Nachthimmelshelligkeit über der Linzer Sternwarte - die Werte zeigen den Nachtmittelwert [33]

Extrema	Datum	NHH [mag]
beste Werte	01.09.2016	19.76
	08.08.2016	19.74
	27.08.2016	19.72
schlechteste Werte	16.01.2016	15.67
	24.01.2016	15.83
	19.12.2016	15.86
Durchschnitt	Jahr 2016	17.76

Tabelle 23 – Extremwerte der Nachthimmelshelligkeit Linz-Sternwarte 2016
NHH = Nachthimmelshelligkeit im Durchschnitt

der Leitung, so sollte es diesem durchaus möglich sein eigene Beobachtungen anstellen zu können. Die LAG hat hier gute Beziehungen auch auf andere Sternwarten zwar ausweichen zu können, doch bedeutet dies, dass die Linzer Sternwarte ohne Führungsbetrieb beinahe nicht mehr zum Einsatz kommt, was besonders für die Instrumente sehr schade wäre.

Leider ist die Sternwarte selbst sehr klein, mit den nicht durchgeführten Zubauten hätte sie durchaus eine gute Größe erreichen können. Dazu ist es aber leider nie gekommen. So haben mit 20 Personen nur eine Handvoll an Menschen in der kleinen Lobby unter dem Teleskop Platz, was natürlich nicht nur die Führungen auf diese Anzahl an Teilnehmern beschränkt sondern auch größere Events direkt an der Sternwarte durchaus erschwert. Die „Lange Nacht der Museen“, bei welcher die LAG jährlich mitwirkt und auch mehrere hundert Interessenten zur Sternwarte kommen, stellt sich so zur Herausforderung dar.

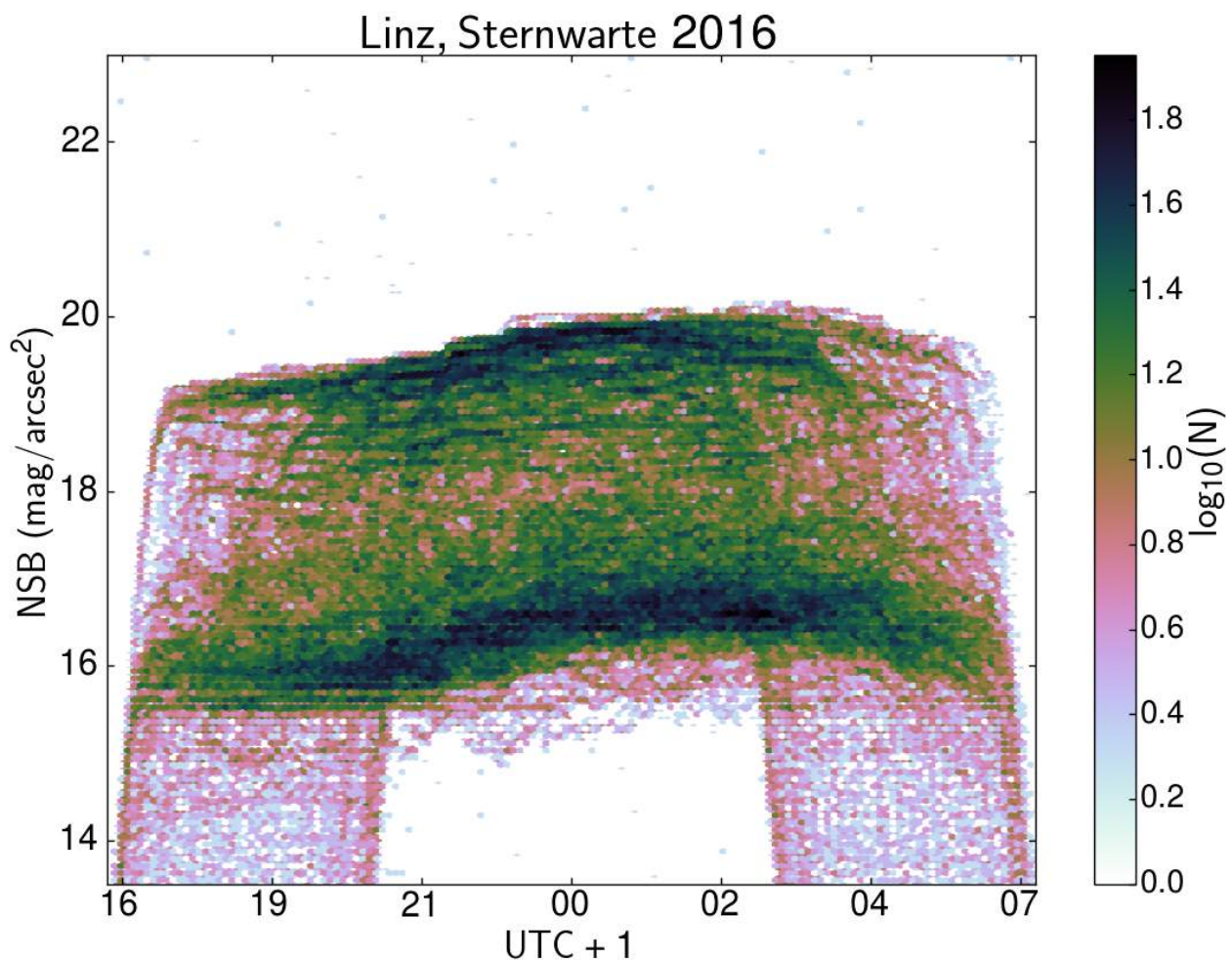


Abbildung 68 – Kumulativer Plot, der sämtliche Nächte des Jahres 2016 durch Helligkeitskurven beschreibt. Farblich gekennzeichnet sind die unterschiedlichen Dichten an sich überlagernden Kurven bzw. Datenmessungen (siehe Legende rechts) [38]

Hinter dem großen negativen Aspekt der Lichtverschmutzung versteckt sich allerdings ein sehr großes Plus, nämlich die sehr gut organisierten Vortragsabende der LAG. Die Abende werden sehr gut besucht und es werden sehr professionelle und kompetente Vortragsgäste zu diesen eingeladen. Auch hier weicht man aber aus Platzgründen aus, was aber bei ca. 200 Besuchern pro Abend als klare Sache erscheint. Hier wird wieder sichtbar, dass das Interesse an Astronomie in der Bevölkerung durchaus existiert und gefördert werden sollte.

Auf der Sternwarte selbst haben sich die Verantwortlichen tolle Programme ausgedacht, vor allem die Kinderprogramme sind sehr ansprechend. So wurde zum Beispiel zur Verdeutlichung, wie schwer denn unsere Planeten sind, ein Modell des Sonnensystems angefertigt, wobei jeder Planet sein tatsächliches Gewicht normiert auf 1 Gramm Gewicht unserer Erde trägt. Solche Ideen sind es, die Führungen noch interessanter gestalten und vor allem die Astronomie etwas „angreifbarer“ machen.

Natürlich hat die Positionierung der Sternwarte direkt in der Stadt Linz nicht nur Nachteile, so ist

diese zum Beispiel sehr gut durch öffentliche Verkehrsmittel erreichbar. Eine Bushaltestelle befindet sich sehr nahegelegen nur etwa 100 Meter entfernt, insgesamt halten dort drei städtische Linien. An Parkplätzen für Autos mangelt es aber, zwar ist ein solcher vorhanden, der aber offiziell zum Stadion und nicht zum Observatorium gehört.

Es ist eine sehr gute Entscheidung bereits für das ganze Jahr bestimmte Vortragsthemen definiert zu haben. So kann man nicht nur auf aktuell sichtbare Phänomene eingehen, auch könnten sich sehr interessierte Besucher eher dazu entscheiden zu einem anderen Thema wieder zu kommen, anstatt die Befürchtung zu hegen bei einem zweiten Besuch denselben Vortrag wieder zu hören bzw. Objekte zu sehen.

5.4 Leopold Figl-Observatorium am Schöpfl

5.4.1 Daten und Baugeschichte



Abbildung 69 – Leopold Figl Observatorium²⁹

Adresse: Mitterschöpfel, 2571 Altenmarkt an der Triesting

Geographische Koordinaten: N48°5'3" E15°55'24"

Seehöhe: 880 m ü. A.

Eröffnung: 25. September 1969

Betreiber: Institut für Astrophysik, Universität Wien

Homepage: <http://astro.univie.ac.at/foa/>

Das Leopold Figl-Observatorium am Mitterschöpfel in Niederösterreich ist die einzige professionelle Sternwarte, die in dieser Arbeit aufgenommen wurde. Sie soll einen Vergleich zwischen Volkssternwarten sowie Forschungsstätten aufzeigen. Es handelt sich um eine Außenstation des Institutes für Astrophysik.

Die Planung für die Sternwarte begann Anfang der 1960er-Jahre als die Universität Wien zu der Auffassung kam, dass es in Österreich keine guten, professionellen Instrumente für die astrono-

²⁹Quelle: Institut für Astrophysik

mische Forschung gäbe. Eine österreichische Mitgliedschaft bei der Europäischen Südsternwarte (ESO) war zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorhanden, somit war der Bedarf an eigens entwickelten Forschungsinstrumenten stark vorhanden.

Die Wahl des Standortes viel auf den Mitterschöpf, bis auf Forststraßen war keine Infrastruktur vorhanden, sogar neue Stromleitungen mussten angepasst werden. Die eigentliche Planungsphase erstreckte sich zwischen 1962 - 1963, ehe am 13. September 1966 die Grundsteinlegung den Beginn des Baus festlegte. Die Budgetierung für das Observatorium fand zweiteilig im Rahmen des 600-jährigen Jubiläums der Universität Wien statt: 50 % übernahm das Unterrichtsministerium für die Kosten der Instrumente, die weiteren 50 % wurden vom Land Niederösterreich für Infrastruktur sowie Gebäudebau getragen. Die Gesamtkosten dürften sich einer Schätzung nach bei ungefähr 20 Millionen Schilling aufgehalten haben - heute inkl. Inflation wären dies umgerechnet knappe 8 Millionen Euro. 1969 wurde das Observatorium nach einigen Verzögerungen ohne Anwesenheit des Hauptspiegels eröffnet, das First Light erfolgte erst im Dezember 1970.

5.4.2 Vorhandene Instrumentation

Die Sternwarte besteht aus in ihrem Gesamten aus zwei Kuppeln. Die Hauptkuppel ist direkt mit dem Gebäudekomplex verbunden, welches nicht nur diverse Büros, Schlafräume und einen Keller birgt sondern auch eine Aluminisierungsanlage. Das Instrument, welches sich in dieser befindet, war das ursprünglich einzige, zu sehen in Abbildung 70. Es stand damals nur ein Teleskop zur Finanzierung, dafür sollte dies allerdings ein Multifunktionsinstrument sein, um sich alle Optionen offen zu halten. Zur Zeit des Baus war die forschende Astronomie von der Astrofotographie bestimmt. Während sonstige Sternwarten Teleskope optimiert für verschiedene Anwendungen aussuchen, war dies beim Figl nicht möglich. Um die Qualität trotzdem auch für variable Zwecke hoch zu halten, wurden drei Strahlengänge vorgesehen:

- Fokus für Spektrographen mit Punktquellenspektrometrie, um auf der optischen Achse die optimale Auflösung zu erhalten
- RC-Fokus für Kameras für die Astrometrie bei großem Bildfeld
- Coude-Fokus für ein Zusatzinstrument, welches nicht installiert wurde (Finanzierung hätte sich nicht ausgezahlt, spektrale Auflösung wäre zu gering gewesen)

Die heutige Verwendung des Teleskopes beschränkt sich ausschließlich auf den RC-Fokus mit einer CCD-Kamera. Der Entschluss den Hauptspiegel mit 1.5 m Größe zu bauen fiel, da man die größtmögliche Größe mit den drei Fokii verbinden wollte. Hätte man damals bereits beschlossen nur den RC-Fokus zu verwenden, so wäre auch ein 2.5 m-Spiegel finanzierbar gewesen. Dies schließt allerdings nicht die weiteren Veränderungen wie zum Beispiel eine größere Kuppel bzw. ein größeres Gebäude mit ein. Nichtsdestotrotz war das Multifunktionsinstrument als langfristige Investition gewünscht. Das Teleskop wurde von der Firma Carl Zeiss hergestellt, die Teleskopmechanik stammt von der Firma Rademakers aus den Niederlanden. Die Steuereinheit wurde auf der Universitätssternwarte Wien entwickelt.

Sehr aus dem Blickfeld geraten ist die zweite Kuppel des Figl-Observatoriums sowie dessen Teleskop. Hierbei handelt es sich um eines mit einem Hauptspiegel von 60 cm Durchmesser. Die Kuppel

³⁰Institut für Astrophysik



Öffnung	1500 mm
Brennweite	12 500 mm
Öffnungsverhältnis	1:8.3
th. Auflösungsvermögen	0.09''
max. Vergrößerung	ca. 15000x
Montierung	Gabelmontierung

Abbildung 70 – 1.5m-Spiegelteleskop und dessen instrumentelle Daten³⁰

ist in Abbildung 71 zu betrachten, leider ist kein Bild des Teleskopes vorhanden. Es wird nicht mehr zur Forschung verwendet, auch sonst ist es momentan leider nur noch sehr selten in Verwendung. Die Entwicklung einer neuen Steuersoftware im Jahre 2016 soll dies aber zukünftig ändern und in naher Zukunft Beobachtungen wieder kontinuierlicher stattfinden.



Öffnung	600 mm
Brennweite	5000 mm
Öffnungsverhältnis	1:8.3
th. Auflösungsvermögen	0.23''
max. Vergrößerung	ca. 1200x
Montierung	Gabelmontierung

Abbildung 71 – Die zweite Kuppel des Figl-Observatoriums und die Daten des darin enthaltenen 60 cm-Spiegelteleskopes

5.4.3 Analyse des Betriebes

Wie bereits erwähnt, handelt es sich beim Figl-Observatorium um keine Volkssternwarte, somit ist auch kein Führungsbetrieb vorhanden. Einzige Ausnahme ist ein „Tag der offenen Tür“, welcher Interessierte einmal pro Jahr zu einem Blick hinter die Kulissen einlädt. Durchschnittlich sind es zwischen 50 bis 100 Personen, die diese Möglichkeit jährlich nutzen.

Das große Spiegelteleskop wird vorallem für Forschungsprojekte verschiedener Arbeitsgruppen, meistens nicht nur des Institutes für Astrophysik aus Wien genutzt, aber auch für ein Observatoriumspraktikum der Astronomie-Studenten des Institutes verwendet. Es kann ferngesteuert von der Universitätssternwarte genutzt werden, somit herrscht keine Notwendigkeit bis auf den Mitterschöpfel zu reisen.

Da es sich um ein wissenschaftlich geführtes Gebäude handelt, steht dies in Besitz der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG). Die Universität Wien steht hierbei in einem Mietverhältnis mit dieser. Die Kosten, die die Universität noch zu decken hat beschränkt sich auf: Mietzahlungen, Telefonkosten, Kosten der Standleitung des Zentralen Informatikdienstes (ZID) sowie bauliche Maßnahmen des Gebäudes. Das Land Niederösterreich steuert hierbei noch separate Investitionsprojekte wie CCDs, Computer oder sonstiges, notwendiges Material bei.

5.4.4 Fazit

Es ist sehr schade, dass das zweite, kleinere Teleskop des Observatoriums lange Zeit keine Zuwendung fand. Dahingehend ist es aber umso erfreulicher, dass 2016 die Entscheidung gefällt wurde, dies wieder „beobachtungstauglich“ zu machen. Dieses Instrument ist deshalb sehr wertvoll - besonders in Hinblick auf diese Arbeit - da es ein perfektes für die optische Beobachtung darstellt. Der 60 cm-Spiegel ist beinahe die optimale Größe für eine moderne Sternwarte. Auf der anderen Seite haben leider nur wenige Personen innerhalb der Kuppel Platz, diese ist nämlich nicht für Besucher ausgerichtet und nur eine Handvoll an Menschen hat es in dieser gemütlich. Mit ein wenig Aufwand, kann sich aber trotzdem dieses Teleskop noch gut entwickeln.

Das Leopold Figl-Observatorium zeigt auf, wie man die Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel nicht gestalten sollte. Natürlich war es nie darauf ausgelegt auch wirklich permanent besucht zu werden, allerdings hat man auch als Beobachter einige Schwierigkeiten die Sternwarte zu erreichen: Da das Befahren des Waldes mit dem Fahrzeug nicht gestattet ist (zumindest nicht ohne Ausnahmeregelung), bietet ein Parkplatz am Waldrand die nächstgelegene Möglichkeit dieses abzustellen. Von diesem aus sind es noch zwischen 90 und 120 Minuten Gehzeit, um zum Observatorium zu gelangen. Dieser Aspekt wäre für eine Volkssternwarte eine Katastrophe, viele Gäste würden ausbleiben.

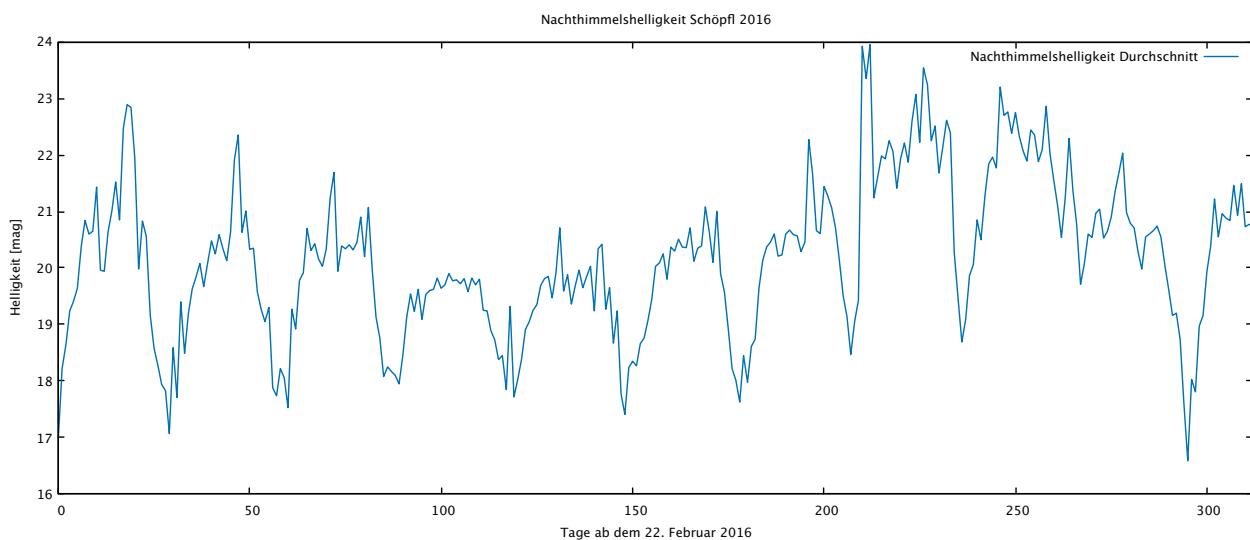


Abbildung 72 – Nachthimmelshelligkeiten beim Leopold Figl Observatorium [24]

Die Positionierung an der Spitze des Hügels aber hat auch sehr gute Seiten, nämlich bei Betrachtung der Lichtverschmutzung. Abbildung 72 zeigt den Verlauf der Nachthimmelshelligkeit im nächtlichen Durchschnitt im Verlauf des Jahres 2016. Die Extremwerte werden in Tabelle 24 ersichtlich.

Die Messungen des ausgewählten Jahres konnten hier erst ab dem 22. Februar 2016 stattfinden, Grund war ein Ausfall des Messensors.

Bei Vergleich mit den Lichtverschmutzungsdaten der Linzer Sternwarte, siehe Kapitel 5.3.4, wird ersichtlich, dass es sich um sehr viel bessere Bedingungen am Schöpfl handelt, als in der Linzer Innenstadt - was natürlich nicht überraschend kommt. Schockierend trotzdem ist der extreme Unterschied an Nachthimmelshelligkeiten. So steht einem Durchschnitt über das Jahr 17.76 mag der Linzer Sternwarte 20.18 mag des Figl-Observatoriums gegenüber, ein Unterschied von knapp 2.5 Größenklassen. Dies macht den Linzer Nachthimmel knapp über neun mal heller als der über dem Schöpfl. Helligkeiten über 22 mag deuten auf starke Bewölkung hin, da hier die konstant vorhandene Naturhelligkeit des Nachthimmels abgedeckt wird und somit Werte bis zu 24 mag erreicht werden können. Hier ist dann aber eben nicht die Helligkeit des Himmels, sondern nur der undurchsichtigen Wolkendecke angegeben. Abschließend sind die Bedingungen - zumindest was Lichtverschmutzung angeht - wirklich gut bei dieser Sternwarte.

Extrema	Datum	NHH [mag]
beste Werte	21.09.2016	23.95
	19.09.2016	23.92
	05.10.2016	23.54
schlechteste Werte	13.12.2016	16.59
	22.02.2016	16.96
	22.03.2016	17.07
Durchschnitt	Jahr 2016	20.18

Tabelle 24 – Extremwerte der Nachthimmelshelligkeit beim Leopold Figl-Observatorium 2016
(Messungen ab dem 22. Februar 2016)
NHH = Nachthimmelshelligkeit im Durchschnitt

Einen Nachteil, den der Schöpfl besitzt, ist die meteorologische Situation. Da dieser den höchsten Hügel in der lokalen Umgebung beschreibt, sind Windböen sehr stark zu spüren. Auch kommt es leichter zu Wolkenansammlungen, wodurch einige Beobachtungsnächte mehr ausfallen als zum Beispiel auf der Universitätssternwarte Wien. Dies wird allerdings nebensächlich bei Betrachtung der ansonsten gut vorherrschenden Beobachtungsbedingungen.

5.5 Sternwartenprojekt Salzburg

5.5.1 Planung des Baus, der Instrumentation sowie des Betriebes



Abbildung 73 – Die geplante Sternwarte am Salzburger Haunsberg³¹

Adresse: Haunsberg, Salzburg

Geographische Koordinaten: N47°55'1" E12°59'34"

Seehöhe: 835 m ü. A.

Eröffnung: Frühjahr 2018

Betreiber: Haus der Natur

Homepage: <http://www.hausdernatur.at/neue-sternwarte/>

1988 eröffnete die Arbeitsgemeinschaft für Astronomie des Hauses der Natur in Salzburg die Sternwarte Voggenberg. Hier handelt es sich um ein sehr kleines Observatorium, das aber kontinuierlich Führungen durch Mitglieder dieser Arbeitsgemeinschaft anbot und welche auch von sehr vielen Interessierten besucht wurde. In den letzten Jahren allerdings, war der große Ansturm an Menschen nicht mehr kontrollierbar. Die Sternwarte besitzt Platzkapazitäten für nur knapp 20 Personen, während bei Sonderveranstaltungen wie zum Beispiel der partiellen Sonnenfinsternis 2015 einige hundert beiwohnen und auch beobachten wollten. So kam es allerdings bereits viel früher zu der Idee einer neueren, moderneren Sternwarte. Durch die Initiative des Leiters der Arbeitsgemeinschaft wurden relativ schnell Sponsoren gefunden, die sich an einem neuen Projekt beteiligen wollten. 2015 kam dann die „große Stunde“: Ein privater Sponsor bietet an einen großen Anteil der Gesamtkosten

³¹Quelle: Ing. Helmut Windhager

für eine den modernen Standards entsprechenden Sternwarte decken zu wollen. Dies hob das neue Observatorium auf eine neue Ebene.

Als Standort wurde der Salzburger Haunsberg gewählt, welcher sich nördlich der Stadt Salzburg befindet. Bereits dort vorhanden ist eine Radarstation der Bundesbehörde, somit sind Wege und größte Peripherie bereits vorhanden. Prinzipiell wurde der Ort als guter Kompromiss zwischen einem guten Seeing sowie einer guten Erreichbarkeit gewählt.

Geplant sind zwei 6 m-Kuppeln der Firma Baader Planetarium, wie in Abbildung 74 dargestellt ist. Die Hauptkuppel wird ein 100 cm-Spiegelteleskop der Firma Astroservice Austria beinhalten. Es soll ausschließlich dieses Instrument bei Führungen zum Einsatz kommen. Das Nebeninstrument wird ein 50 cm-Spiegelteleskop (ebenso von Astroservice Austria), welches für Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft zu Beobachtungszwecken dienen soll. Neben den Kuppeln ist ein sehr großer Vortragssaal für etwa 150 Personen geplant, welcher sich hinter großen Glasfassaden am Fuße der Sternwarte befindet, siehe Abbildung 75. Die weiße Mauerfassade inzwischen der Glasfenster dient gleichzeitig als 8 Meter große Leinwand für Vorträge. Prinzipiell sind aber alle vier Wände des Saales mit Medien bespielbar. Sollte der Besucherandrang zu stark werden, so ist es möglich die Teleskope fernzusteuern und einen Live-Stream direkt in den Vortragsaal einzurichten.



Abbildung 74 – Die Hauptkuppel (links) sowie die Nebenkuppel (rechts im Hintergrund)³²

Ein eingebauter Lift wird die Sternwarte komplett barrierefrei gestalten. Der Vortragssaal wird nicht nur bei astronomischen Veranstaltungen verwendet, sondern soll für alle Events offen sein und kann

³²Quelle: Ing. Helmut Windhager

jederzeit gemietet werden. Dies ist gleichzeitig die einzige Einnahmequelle, die die Sternwarte besitzen wird, da sämtliche Führungen der Arbeitsgruppe Astronomie kostenlos für die Teilnehmer zur Verfügung gestellt werden. Hier soll es wöchentlich zu je einer öffentlichen Führung sowie einem Termin speziell für Schulführungen geben. Ein spezielles Anliegen soll die Lehrerfortbildung im Bereich der Astronomie werden, bei welcher Lehrende Personen in dieses Thema eingeführt und die Aufbereitung für Kinder näher gebracht werden soll.



Abbildung 75 – Der Vortragssaal mit der 8 Meter großen Leinwand im Vordergrund³³

Eine 210 m² große Terrasse soll nicht nur einen fantastischen Blick auf den Nachthimmel bieten, auch sollen sich hier Säulen für Zusatzgeräte zum individuellen Beobachten aufhalten. Dies ist etwas, das vor allem von Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft verwendet werden wird, aber auch viele andere beobachtungsfreudige Astronomen anziehen wird.

Die jährlichen Fixkosten, die das Haus der Natur für diese Sternwarte abzudecken hat, liegen bei etwa 100,000 Euro. Hier sind vor allem Pacht, Strom und Reinigung inkludiert. Die Kosten für den Bau der Sternwarte betragen 2.4 Millionen Euro, während der Wert der Sternwarte bei der Eröffnung bei etwa 5 Millionen Euro liegen wird. Schlussendlich werden die Baukosten durch den privaten Spender (etwa 50%), dem Land Salzburg aus den Budgetansätzen Tourismus und Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur sowie dem allgemeinen Haushalt mit etwa 700,000 Euro sowie die Stadt Salzburg und dessen Anrainergemeinden mit 200,000 Euro, sowie die durch die Firma Salzburg AG abgedeckt. Der Rest wird durch eine öffentliche Bausteinaktion finanziert.

³³Quelle: Ing. Helmut Windhager

5.5.2 Fazit

Die geplante Sternwarte zeigt, dass eigentlich unmögliche Ideen möglich werden können. Der Spatenstich für diese Sternwarte soll noch 2017 erfolgen, der Bau im Frühjahr 2018 abgeschlossen sein. Es handelt sich hier um ein astronomisches Projekt in einem Ausmaß, wie es zuvor noch nie gesehen wurde. Die Größe sowie die Modernität der Sternwarte wird sämtliche öffentliche Sternwarten Österreichs überragen und neue Maßstäbe in der Beobachtung zu öffentlichen Zwecken setzen.

Dass die Sternwarte nicht nur für astronomische Zwecke, sondern für jeglichen Anlass gemietet werden kann, bietet ein tolles Finanzierungsprogramm für die Instandhaltung. Es handelt sich so um eine Win-Win-Situation für alle beteiligten Parteien. Diese Methode sollte auf alle Fälle auch für eine mögliche neue Sternwarte im Nordburgenland zum Einsatz kommen. Dies gilt ebenso - wie bereits bei der Sternwarte Bozen erwähnt - für die existierende Barrierefreiheit der Sternwarte.

Welche Ziele das neue Observatorium verfolgen wird, ist durch das Haus der Natur klar definiert: „Im Gegensatz zu reinen Forschungsobservatorien stehen neben dem wissenschaftlichen Anspruch von Anfang an klar ein Bildungsauftrag sowie ein gesellschaftlicher Fokus im Vordergrund. Mit dieser Zielsetzung möchte das Haus der Natur möglichst viele Menschen für Astronomie und Welt-raumforschung begeistern sowie die Interaktion und Auseinandersetzung mit diesen Themen in der Gesellschaft fördern.“³⁴ Für eine Sternwarte von diesem Ausmaß, ist die Zielsetzung, als vorrangig Volkssternwarte zu wirken, einzigartig.

³⁴Aussendung Haus der Natur Salzburg

5.6 Sternwarte und Planetarium Klagenfurt

5.6.1 Daten und Baugeschichte



Abbildung 76 – Sternwarte Klagenfurt³⁵

Adresse: Giordano-Bruno-Weg 1, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

Geographische Koordinaten: N46°37'45.6'' E14°17'20.4''

Seehöhe: 509 m ü. A.

Eröffnung: 1965

Betreiber: Astronomische Vereinigung Kärntens (AVK)

Homepage: <http://www.avk.at>

Die Sternwarte befindet sich im Naherholungsgebiet von Klagenfurt. Ursprünglich Urwald fanden Rodungen zum Besuch von Kaiser Franz Josef sowie die Erbauung des naheliegenden Botanischen Gartens statt. An der höchsten Stelle der dortigen Erhebung wurde ein Steinturm errichtet, welcher bis in die 1960er als Aussichtsturm diente. Am Fuße befand sich eine kleine Wohnung, welche vom Wart des Turmes bewohnt wurde und auch die Organisation rund um Besucher managte. 1962 kam die Idee einer Sternwarte durch die Bürger der Stadt auf. Um dieser Idee zu folgen, wurde ein achtköpfiger gemeinnütziger Verein aufgebaut, welcher nur zum Zwecke des Baues der Sternwarte

³⁵Quelle: Astronomische Vereinigung Kärntens (AVK)

auf dem Dach des Aussichtsturmes existierte. Beinahe zur selben Zeit wurde von Prof. Lehnhof der Verein der Sternfreunde Kärntens gegründet, dieser war auch bei der Planung des neuen Observatoriums involviert. Nach Vollendung der Sternwarte, wurde der Verein zur Errichtung aufgelöst und die Sternfreunde Kärntens wurden mit der Eröffnung im Jahr 1965 zur Astronomischen Vereinigung Kärntens (AVK). Von Beginn an wurde festgelegt, dass es sich um eine Volkssternwarte handeln solle. Die Kuppel wurde als Einzelstück von einer heimischen Mühlebaufirma gefertigt, welche von der Kärntner Sparkasse zur Verfügung gestellt wurde.

Heute besitzt die AVK einen Vertrag mit der Stadt Klagenfurt, der ihnen die Zuständigkeit der Sternwarte zuschreibt. Der Aussichtsturm wurde geschlossen und kann heute nicht mehr besucht werden, da offiziell ein Management (Buchhaltung) hinter diesem fehlt. Die Sternwarte selbst besteht aus einer Kuppel mit einem Coude-Refraktor, einem Arbeitsraum, einem Vortragsraum mit Medienausstattung für maximal 35 Personen, einer Werkstätte, einer Ozonmessstelle 1. Ranges des Landes Kärnten sowie zwei Pendeluhren. Weiters befindet sich eine Aussichtsterrasse um der Kuppel, um einen Blick auf den gesamten Himmel möglich zu machen. Um Kooperationen mit Partnern einzugehen, wurden um diese Terrasse Antennen für verschiedenste Zwecke montiert, so wird zum Beispiel die Internetverbindung von der Universität Klagenfurt zur Verfügung gestellt oder der Funkverkehr des Roten Kreuzes durch diese koordiniert. Die am Fuße liegende Wohnung befindet sich heute im Besitz der Stadt und wird untervermietet. Da sich Wohnung und Sternwarte den Eingang teilen, müssen Führungen auch immer den Bewohnern kundgegeben werden.

Im Jahr 1977 eröffnete zudem das Planetarium Klagenfurt, welches ursprünglich ebenfalls von der AVK geplant und betrieben wurde. Es handelt sich um eine Kuppel mit 12 m Durchmesser, in welcher 130 Personen Platz finden. Anfänglich konnten die Betreiber einen Erfolg von 42,000 Besuchern jährlich verbuchen, welcher allerdings in den darauffolgenden Jahren immer weiter abnahm, ehe es 2010 nur noch etwa 20,000 waren. So konnten die finanziellen Mittel nicht mehr aufgestellt werden und das Planetarium wurde in eine Betriebs GesmbH überführt, welche nach 37 aktiven Jahren 2014 in Konkurs gehen musste. Die laufenden Kosten (Betriebs-, Instandhaltungs-, Programmerstellungs- sowie Personalkosten) von 120,000 Euro jährlich konnten nicht mehr gedeckt werden. So kam es zur Übernahme eines privaten Investors, welcher das Planetarium bis heute betreibt. So sind heute Sternwarte und Planetarium getrennt und nur sehr selten finden zusammen geplante größere Veranstaltungen statt.

Die aktuellen Kosten der Instandhaltung der Sternwarte ist überschaubar und hält sich in einem Bereich um etwa 500 Euro pro Jahr auf.

5.6.2 Vorhandene Instrumentation

Als Hauptinstrument dient in der 4.2 m-Kuppel ein Coude-Refraktor mit 225 Öffnung sowie einer Brennweite von 3 m. Dieser besitzt eine Go-To-Steuerung, welche allerdings bei Führungen nicht zur Verwendung kommt, da auch das Einstellen von Objektkoordinaten Teil dieser ist.



Öffnung	225 mm
Brennweite	3000 mm
Öffnungsverhältnis	1:13.3
th. Auflösungsvermögen	0.62''
max. Vergrößerung	ca. 428x
Montierung	Parallaktisch

Abbildung 77 – Coude-Refraktor in der Kuppel der Klagenfurter Sternwarte sowie dessen instrumentelle Daten³⁶

Um auch Beobachtungen mit anderen Instrumenten durchführen zu können, besitzt die Sternwarte ein Großfernnglas TS-Gigant mit einer Öffnung von 100 mm. Dieses kann entweder innerhalb der Kuppel oder auch außerhalb dieser auf der Terrasse mit Schwenkarmmontierungen verwendet werden. Dieses bietet durch diese Montierungsart vor allem die Möglichkeit auch Besuchern geringer Körpergröße, wie zum Beispiel Kindern, den Zugang zu den Okularen sehr leicht zu schaffen. Das Instrument besteht aus zwei Objektiven mit jeweils 500 Brennweite, welches ursprünglich für Landschafts- und Tierbeobachtungen geschaffen wurde, sich allerdings ebenso für die Astronomie empfiehlt. Da hier die Sammelflächen in einer kleinen Größenklasse liegen, sind mit diesem nur sehr helle Objekte wie Planeten erkennbar.



Abbildung 78 – TS-Gigant Binokular [19]

Um Sonnenbeobachtungen zu ermöglichen, ist ebenso ein Coronado H-Alpha Teleskop vorhanden. Dieses lässt einen Blick auf die Sonnenoberfläche zu und schafft es Protuberanzen oder Sonnenflecken gut erkennen zu können.

5.6.3 Analyse des Betriebes

Die AVK bietet zweimal pro Woche laufende Führungen an der Sternwarte an, welche immer Mittwochs und Samstags stattfinden. Diese bestehen aus der Beobachtung mehrerer am Himmel ste-

³⁶Quelle: AVK

hender Objekte mit der Möglichkeit eines kleinen Einführungsvortrages. Der Ablauf ist hierbei den Führungspersonen frei überlassen. Diese bestehen ausschließlich aus Mitgliedern der Astronomischen Vereinigung Kärntens, bei jeder Führung sind zumindest zwei anwesend, an stark frequentierten Tagen auch drei, welche dies unentgeltlich und ohne Zuschüsse anbieten. Insgesamt sind acht Mitglieder der AVK auch berechtigt Führungen an der Sternwarte abzuhalten. Die Dauer einer solchen liegt zwischen 90 bis 120 Minuten. Die Kosten betragen 8 Euro für Erwachsene, 5 Euro für Kinder zwischen sechs und 15 Jahren sowie 6 Euro für Senioren, Präsenzdienler und Studenten.

Die oben genannten Führungen entfallen bei Schlechtwetter, die Information dazu wird von der AVK etwa zwei bis drei Stunden vor Beginn der Führung auf ihrer Website veröffentlicht. Der Prozentsatz zwischen abgehaltener und abgesagter Führungen, beläuft sich nach Aussagen der AVK auf etwa 50:50. Es sind keine Anmeldungen erforderlich, was natürlich zulässt, dass sehr wenige bzw. sehr viele Personen bei den Führungen anwesend sein können.

Neben den laufenden Führungen bietet die AVK die Möglichkeit, die Sternwarte als Gesamtes für einen Abend zu mieten. Mit der Möglichkeit einer Führung belaufen sich die Kosten dafür auf 150 Euro. Auch Sonderführungen zu anderen Terminen sind laufend reservierbar. Für Schulklassen ist dieses Angebot speziell an Vormittagen zu jeder Zeit möglich, hier werden Führungen vor allem so angepasst, dass eine Beobachtung der Sonne möglich ist.

5.6.4 Fazit

Aufgrund der Kessellage der Sternwarte, tauchen leider immer wieder Probleme mit Staub, meistens durch Kärntens Hauptstadt, auf. Die Betreiber mussten des öfteren Beschädigungen aufgrund von Staubstrahlungen feststellen und auch neue Beschichtungen der Kuppel mussten an der Außenseite bereits geschaffen werden.

Der Wunsch eines verschiebbaren Daches an der Sternwarte Klagenfurt war es, welcher die in Kapitel 3.2.4 angesprochenen AllSky-Domes zur Diskussion stellte. Laut Aussagen von Robert Rupitz, Führungsperson der AVK, ist es für Besucher sehr oft nicht vorstellbar, in welchen Dimensionen sich die Entfernungen bzw. Helligkeiten von astronomischen Objekten aufhalten. Dies kann eher dadurch ermöglicht werden, indem der Blick von nur einem Objekt abgewandt und auf den gesamten Himmel gerichtet wird. Dies soll Vergleiche möglich machen und diese Sachverhalte näher bringen. Die Sternwarte hier besitzt mit der Aussichtsterrasse allerdings eine gute Möglichkeit, auf dies einzugehen, trotzdem wäre ein verschiebbares bzw. komplett offenes Dach ein großer Wunsch. Dies sollte für eine mögliche Sternwarte im Nordburgenland in Betracht gezogen werden, um dies bereits in den Bauplanungen miteinzuschließen.

Aufgrund des historischen Alters des Steinturmes, ist die Sternwarte nicht barrierefrei und es müssen etwa hundert Stufen zurückgelegt werden, ehe die Kuppel erreichbar ist. Dies macht Beobachtungen für Menschen mit mobilen Einschränkungen unmöglich. Auch die Fluchtwege gestalten sich als sehr eng, die Sicherheitsmaßnahmen, wie zum Beispiel Notbeleuchtungen, mussten erst vor kurzem erneuert werden.

Die Platzaufteilung ist an der Sternwarte Klagenfurt sehr vorbildhaft. Der Vortragssaal konnte relativ groß gehalten werden, da er sich unterhalb der Kuppel sowie der Aussichtsterrasse aufhält. Dadurch kann das oberste Stockwerk auch zur Gänze für diese verwendet werden. Auch mit anderen Organi-

sationen eingegangene Kooperationen lassen die Sternwarte zu einem wertvollen Standort entstehen. So gibt es nicht nur die Ozonmessstation ersten Ranges, auch haben sich das Rote Kreuz, die Polizei sowie die Klagenfurter Webcams einen Platz an dieser gesichert (untergemietet). Dies zeigt die mögliche variable Nutzung auf, welche auf einer Sternwarte stattfinden kann.

6 Businessplan

Prinzipiell wurde in den letzten Kapiteln sehr viel Vorarbeit geleistet, um einen Businessplan entwickeln zu können und dieses Kapitel sehr kurz zu halten, da immer wieder die vorherigen als Referenzen dienen. Im nun folgenden werde ich auf mehrere Möglichkeiten eines Businessplans hinweisen und werde weiters Vorschläge nach finanziellen sowie aber primär qualitätssichernden Aspekten geben.

Wie die Sternwarte im Großen und Ganzen entwickelt wird, hängt primär davon ab, welche Prioritäten in welche Instrumentationen bzw. Konstruktionen gelegt werden, denn diese bilden den Charakter einer Sternwarte. Folgende Möglichkeiten können A-D beispielsweise in Betracht gezogen werden:

A | Hauptfokus auf Primärinstrument

In diesem Fall ist die Entwicklung des Hauptinstrumentes sowie der Kuppelkonstruktion um dieses die bestimmende Geldausgabequelle. Da hier sehr große finanzielle Möglichkeiten für nur ein Instrument getroffen werden können, ist die Größe bzw. Qualität dessen auch sehr groß möglich. Es können so Teleskope in der Größenklasse eines Meters auf eine Sternwarte finden und zum Einsatz kommen. Die Nachteile, die dieses Konzept mit sich trägt, sind, dass die Qualität anderer zusätzlicher Instrumentationen aus finanziellen Gründen leiden kann und/oder die Konstruktion einer zweiten Kuppel nicht mehr möglich wird. Dies beschränkt ebenso die Größe der gesamten Sternwarte, wodurch sehr große Gruppen nicht mehr Platz finden könnten. Vor allem bei besonderen astronomischen Großereignissen (Finsternisse, Bedeckungen, etc.) kann dies nicht vor einem potentiell regen Zuschauerstrom schützen.

B | Primärer Fokus auf ein fixes Instrument sowie mobile Sternwarte

Auch hier liegt primär der Fokus auf einem fixen Instrument innerhalb einer Kuppel, allerdings ist hier finanziell so geplant, dass dieses etwas kleiner ausfällt, wodurch Geld gespart werden und für mobile Instrumentarien verwendet werden kann. Dies macht frei von einer Ortsbindung und bietet die Möglichkeit mit den mobilen Instrumentationen auf andere Standorte auszuweichen bzw. auch damit Lehre in zum Beispiel Schulen zu betreiben. Allerdings sollte hier die Sternwarte als wichtigstes Ziel für Interessenten in Betracht bleiben, da ansonsten dort das Publikum fehlt.

C | Zwei Instrumentarien

Zwei Instrumentarien, welche auch zwei Kuppeln voraussetzen, bedingen ebenso eine größere Sternwarte. Die finanzielle Aufteilung kann dann zum Beispiel so aussehen, dass sich die beiden Teleskope in einem ungefähr selben Größenbereich befinden, allerdings sollte sich eines immer noch vom anderen in der Größe seiner Sammelfläche vom anderen abheben und als Hauptinstrument dienen. Dies lässt vor allem mehr Platz für Besucher und die gleichzeitige Aufteilung mehrerer Gruppen und Führungen zu. Eine größere Sternwarte könnte ebenso einen größeren Vortragssaal beinhalten, womit auch für externe Veranstaltungen vorgesorgt wäre.

In diesem Fall wird Hauptaugenmerk auf das Gebäude und weniger auf die Instrumentarien gelegt. Hierbei soll die Sternwarte vor allem als Veranstaltungsgebäude dienen, existierende Teleskope, also die Möglichkeit von Führungen, wären hier nur der eigentliche Zusatz. Hier kann eine Sternwarte sowie dessen Vortragssaal sehr groß ausgelegt und viele Menschen untergebracht werden. Die Instrumentarien werden allerdings hier klein gehalten, wodurch die Beobachtung von nur sehr hellen Objekten möglich wird.

Ziel hinter diesen Abstufungen war es zu zeigen, dass es bereits vor der Planung einer Sternwarte wichtig ist zu wissen, worauf der Primärfokus bei einer solchen gelegt werden sollte. Dies hat in erster Linie finanzielle Gründe, da das Geld vor allem für diesen investiert wird.

6.1 Empfohlene Sternwartenkonstruktion

Aufgrund der vorhin genannten Vor- und Nachteile wird nach reichlichen Überlegungen die Konstruktion primär nach dem Fokuspunkt C, also zwei Instrumentarien, empfohlen. Eine moderne Sternwarte sollte genug Platz bieten um Großveranstaltungen anbieten zu können, sowie bei astronomischen Sonderereignissen die Möglichkeit vorhanden ist, mehrere Führungsgruppen zu gestalten.

Als Kuppelkonstruktion empfehle ich die der AllSkyDomes von Baader Planetarium, siehe Kapitel 3.2.4. Wie bereits in diesem formuliert, birgen diese Kuppeltypen eine besondere Möglichkeit nicht nur gewünschte Objekte zu beobachten, sondern auch auf den gesamten Himmel einzugehen und Relationen zu anderen zu erkennen. Dies verbessert das Allgemeinverständnis und kann zur optimalen Wissenskommunikation genutzt werden. Sollten meteorologische oder andere Probleme auftreten, so lassen sich auch diese Kuppeln nur spaltweise öffnen.

Die Größe (Durchmesser) der Kuppeln sollten 6.5 m - den größten bei Baader Planetarium angebotenen - nicht unterschreiten. In einem solchen haben bis zu 20 bis 25 Personen Platz, den Sicherheitsstandards gerecht wird hier eher die kleinere Zahl. Deshalb sollte für die Hauptkuppel, welche größer sein sollte als die Nebenkuppel, ein Sonderbau in Betracht gezogen werden, in der Größenordnung um etwa 8 m Durchmesser. Die zweite Kuppel würde mit dann mit einem kleineren Durchmesser von 4.5 m auskommen.

Sehr großen Stellenwert sollte auch die Konstruktion des Vortragssaales bekommen. Dieser ist neben der Instrumentation der wichtigste Ort für die Kommunikation und Wissensvermittlung. Es wird empfohlen diesen so zu gestalten, dass mindestens etwa 80 Personen Platz finden, um ggf. auf Zuschauerströme reagieren zu können.

Wie im Kapitel 4.5 beschrieben, sind umweltschützende Maßnahmen Pflicht für eine Sternwarte mit Vorbildwirkung. Je nach Möglichkeiten wird die Konstruktion eines Nullenergiehauses empfohlen, selbst wenn dies nicht möglich sein sollte, so gibt es immer noch die Möglichkeit Strom selbst zu generieren, zum Beispiel durch die Konstruktion der Außenfassade durch Solarzellen. Gerade da das Burgenland das sonnigste Bundesland Österreichs ist, sollte diese Maßnahme umgesetzt werden. Auch das Sternwarteareal sollte Schutz unterliegen und wie ein Sternenpark Behandlung finden. Dies lässt weitere Möglichkeiten für den Naturschutz zu.

Bereits bei der Konstruktion der Sternwarte kann dafür gesorgt werden, dass auch bei Schlechtwetter Ersatzprogramm an dieser stattfinden kann. Dies wird ebenso empfohlen durch die Montage von Projektoren entweder innerhalb der Hauptkuppel oder durch eine kleinere Planetariumskuppel in den Räumlichkeiten der Sternwarte. Dies soll die Möglichkeit einer Art Planetarium möglich machen. Natürlich kann dies aber auch durch gegebene Präsentationsmedien im Vortragssaal möglich gemacht werden.

Auch für Programm in der Peripherie der Sternwarte sollte Sorge getragen werden. Dies kann am besten durch einen Planetenweg geschehen, der ggf. durch weite Teile des Leithagebirges führen kann. Dies bietet auch Möglichkeiten der Wissensvermittlung, ohne direktem Zugang zur Sternwarte bzw. Personalaufwand. Falls finanziell möglich, gibt es noch andere Möglichkeiten, wie das Umfeld des Observatoriums genutzt werden kann (zum Beispiel Sonnenuhren, Tafeln, etc.).

6.2 Empfohlene Instrumentarien

Hauptaugenmerk sollte an einem neuen, großen Spiegelteleskop liegen. Ein neuartiges Linsenteleskop ist für astronomische Beobachtungen heute nicht mehr qualitativ ausreichend. Wie in Kapitel 3.2.1 vermerkt, ist eine sehr wichtige, qualitätsprüfende Größe bei Spiegelflächen das theoretische Auflösungsvermögen. In Abbildung 36 ist diese in Abhängigkeit unterschiedlicher Teleskopdurchmesser aufgetragen. Ebenso wichtig scheint die Grenzhelligkeit von Instrumenten auf, welche in Abbildung 37 zu sehen ist. Bei beiden Abbildungen lässt sich erkennen, dass der Verlauf einer exponentiellen Funktion ähnelt, also der Abfall anfänglich mit zunehmenden Sammelfächendurchmessern rapide verläuft und dann langsam flacher verläuft. Diese „Flachheit“ wird bei beiden Größen bei ungefähr einem Meter Spiegeldurchmesser erreicht.

Daher wird als Durchmesser für ein neues Spiegelteleskop Größen zwischen 60 cm und 100 cm empfohlen. Je moderner der Status der Sternwarte sein soll, desto eher muss hier ein Durchmesser von einem Meter Größe in Betracht gezogen werden. Diese Größe wäre nicht nur eine sehr professionelle Möglichkeit im Burgenland Astronomie zu lehren, sondern würde sich auch das Nordburgenland in dessen direkter Umgebung beispieilos für die Öffentlichkeitsarbeit in der Astronomie einsetzen, wie es auch in Wien nicht möglich wäre.

Für eine zweite kleinere Kuppel wird empfohlen, dass kein neues Instrument angeschafft wird, sondern das ehemalige Instrument, welches sich bis heute in der geschlossenen Landessternwarte Eisenstadt befinden, genutzt wird. Dies müsste natürlich verlegt werden, sollte aber mit nicht allzu großem (finanziellen) Aufwand möglich sein, da sich das Teleskop mit dessen Länge von 2.25 m als durchaus transportabel gestaltet. So kann gleichzeitig geld- und ressourcenschonend gehandelt werden und sich durch die finanzielle Ersparnis andere Zusatzinstrumentarien leichter beschaffen.

Zusätzlich sollte über die Möglichkeit von kleineren mobilen Teleskopen nachgedacht werden. Wie mehrmals in Kapitel 3.2.4 betont, bieten diese die Möglichkeit einer Flexibilität, was den Standort betrifft und die Wissensvermittlung kann nicht nur auf der Sternwarte, sondern auch zum Beispiel in Schulen stattfinden. Für ein zusätzliches mobiles Teleskop können auch Refraktoren in Betracht gezogen werden, die Größe sollte mit 30 cm aufgrund der Transportfähigkeit nicht übertroffen werden. Ebenso wurde allerdings angemerkt, dass die Sternwarte als eigentlich astronomisches Hauptziel nicht durch mobile Instrumentarien ersetzt werden darf und sich die Programmentwicklung primär

auf diese richten soll. Ein Sonnenteleskop sollte allerdings auf alle Fälle den Weg an die Sternwarte finden.

Neben optischen Teleskopen sollte es auch möglich sein über andere Wellenlängen sowie elektromagnetische Strahlung im Allgemeinen Wissen verbreiten zu können. Prädestiniert für ein solches Vorhaben wäre zum Beispiel ein Radioteleskop, für ein solches werden primär Antennenschüsseln benötigt, welche einen zusätzlichen Empfänger und Verlinkung dessen erhält. Der Brenntenriegel wurde als Standort bereits in Kapitel 3.1.1 angesprochen. Dieser Standort besitzt nicht nur eine Privatsternwarte, sondern auch zurückgelassene Antennen, welche sich am Areal befinden. Da es sehr schade wäre, diese auch unbenutzt zu lassen (die Größe dieser Antennen sind etwa fünf bis zehn Meter im Durchmesser), könnten diese dem zuständigen Besitzer, eigentlich eine in Konkurs befindliche Firma, abgenommen und zu einem Radioteleskop umgebaut werden. Eine andere Art, wie der Aspekt an unterschiedlichen Wellenlängen, allerdings wieder im Optischen, näher gebracht werden können, wäre durch ein Spektroskop. Zu diesem Zweck reichen aber kleine Handspektroskope wie Prismen aus, da diese in Verbindung mit Teleskopen nur in der Forschung tatsächlich qualitativ hochwertig eingesetzt werden können.

6.3 Empfehlung des Sternwartenbetriebes

Wie bei allen in dieser Sternwarte behandelten Fallbeispiele an Sternwarten, siehe Kapitel 5, ist natürlich das laufende Programm mit Führungen sowie Beobachtungen der Hauptfokus des Betriebes. Prinzipiell wird empfohlen, dass zwei Führungen pro Woche eingeplant werden sollten, eine an einem Werktag, eine an einem Wochenendtag. Bei diesen gilt es allerdings abzuwiegen, wie die Handhabung mit meteorologischen Bedingungen geschieht, da bei Schlechtwetter (Niederschlag, Wind, hohe Luftfeuchtigkeit) keine Beobachtungen möglich werden. Dies kann als Beispiel so gelöst werden, dass die potentiellen Besucher bei der Anmeldung zu den Führungen angeben, ob sie auch bei Schlechtwetter an die Sternwarte kommen würden und sich mit Ersatzprogramm begnügen, seien es dann Vorträge oder Führungen durch das Observatorium und das Areal. Beim Wissen um diese Zahl gilt es dann zu entscheiden, ob also trotzdem eine Veranstaltung stattfindet oder sie abgesagt werden sollte.

Das laufende Programm sollte bei jeglichen Führungen bzw. Beobachtungen spezielle Schwerpunkte aufweisen, wie auch bei der Sternwarte Linz vorhanden, vgl. Kapitel 5.3.3. Diese können einige Wochen bis Monate bereits im Vorfeld fixiert werden. Grund hierfür ist, dass so auch Besucher öfter an die Sternwarte am Programm teilnehmen können, ohne mehrmals die selben Themen zu behandeln. Es ist so also möglich das astronomische Wissen sehr breit zu verteilen und nicht dieselben Programmpunkte immer wieder zu wiederholen.

Es muss zu jeder Zeit gewährleistet sein, dass auf der Sternwarte Sonderführungen, also zu Zeitpunkten, an denen kein laufendes Programm stattfindet, möglich sind. Diese bilden eine wichtige Einnahmequelle und können nicht nur von Erwachsenen sondern auch speziell für Kinder angewandt werden (zum Beispiel Geburtstagsfeiern). Ebenso sollte die Sternwarte als Veranstaltungszentrum dienen, also auch nicht-astronomische Versammlungen als Standort dienen. Auch dies kann zu finanziellen Gewinnen führen.

Großveranstaltungen sollten ebenso die Möglichkeit besitzen an der Sternwarte verfolgt zu werden. Die Lange Nacht der Museen bzw. die Lange Nacht der Forschung sind die zwei größten österreichi-

schen Großveranstaltungen, welche kontinuierlich jährlich bzw. im Zweijahresrhythmus abgehalten werden. Diese regen immer sehr große Interessen und sind mit sehr großen Besuchsanstürmen verbunden. Astronomisch gesehen finden auch immer wieder spezielle Ereignisse, wie Finsternisse oder Bedeckungen statt. Auch bei diesen ist bei bestehenden Sternwarten immer reges Besucherwachstum zu erwarten und gewöhnlich.

Um die hervorragende Umweltstruktur des Burgenlandes auszunutzen, sollte es auch möglich sein, außerhalb der Sternwarte Programm zu betreiben. Wie bereits erwähnt kann dies durch zusätzliche Instrumentationen geschehen, aber zum Beispiel auch durch geführte Wanderungen durch den Planetenweg. Dies ist ein Beispiel, wie Astronomie auch auf anderen Arten publik gemacht werden und Öffentlichkeitsarbeit geschehen kann. Besonders sehr unkonventionelle Methoden der Wissenskommunikation sind heute von vielen Institutionen gern genutzte Mittel.

Die Organisation, welche hinter der Leitung der Sternwarte steht, sollte zusammen mit den Burgenländischen Amateurastronomen einen Ansprechpartner für astronomische Themen in der Umgebung sein. Gerade dies birgt die Bedingung, dass nach Möglichkeit professionelle Astronomen bzw. Astrophysiker am Observatorium vorhanden sein sollten, damit auch die Qualität der Kommunikation in der aktuellen astronomischen Forschung gewährleistet ist.

6.4 Ortswahl

Die Standortwahl ist entscheidend für den guten Erfolg einer Sternwarte. Sehr große Vorarbeit wurde bei der Entscheidungsfindung bereits in Kapitel 3.1 geleistet. In diesem wurden verschiedene Anhaltspunkte geliefert, welche Region des Nordburgenlandes sich in spezifischen Aspekten als besserer bzw. schlechterer Standort erweisen würde. Die Rankings können allerdings nicht direkt übernommen werden, da noch zur Diskussion stehen muss, welche der diskutierten Aspekte eine größere Gewichtung erhält. Beispielsweise ist es nicht ratsam eine Sternwarte an einem Standort zu errichten, an welchem zwar gute Bedingungen herrschen, aber die Erreichbarkeit nicht gegeben ist. Das Resümee der einzelnen Regionen fällt wie folgt aus:

Region 1 schneidet dem Ranking nach als drittplatzierte Region ab. Dies liegt vor allem an den meteorologischen Bedingungen. Allerdings ist sie als einzige Region ohne letztem Platz vertreten (Ausnahme wäre eventuell der Wind, hier teilt sie sich aber Platz 3 mit Region 2), extrem schlechte Bedingungen sind also hier nicht vorhanden. Die Lichtverschmutzung wird zwar in erster Linie von der Landeshauptstadt dominiert, allerdings lassen sich gut abgeschirmte Orte dank des Leithagebirges finden. Die Erhöhung ist ebenfalls dafür verantwortlich, dass der Lichtkuppel aus Wien nur marginale Einflüsse zugeschrieben werden kann. Faktoren, die für diese Region sprechen sind die gute Erreichbarkeit sowie die Lage in Nähe Eisenstadts und somit mit der Möglichkeit der Kooperation mit umliegenden Betrieben. Auch viele andere Kulturplattformen befinden sich bereits in dieser Region, somit ist diese auch bereits touristisch stark im Burgenland vertreten.

Region 2 weist die wohl schlechtesten meteorologischen Bedingungen auf, die Sonnenscheindauer ist hier am geringsten während die größte Menge an Niederschlag fällt. Grund hierfür könnten die alpinen Ausläufer sein, die noch in diese Region ragen und somit Wirkung auf das Wetter zeigen. Was die astronomischen Bedingungen angeht, so zeigt diese Region allerdings auf. An den beiden gemessenen Standorten konnten sehr gute Resultate gewonnen werden, speziell am Brenntenriegel, der höchsten Erhebung des Bundeslandes.

Region 3 besitzt gute meteorologische Bedingungen und eine perfekte Erreichbarkeit, hinkt allerdings bei der Luftverkehrsdichte sowie der Lichtverschmutzung hinterher. Letztere wird besonders durch die Hauptstadt Tschechiens, Bratislava, ausgelöst, welche über die Region strahlt und auch sehr verlassene Standorte hell aufleuchten lässt, vgl. Aspenwald nahe Zurndorf. Auch mit Parndorf und der dort verursachten Lichtverschmutzung, lassen sich in Region 3 nur noch wenige Standorte finden, die vom astronomischen Standpunkt, für eine neue Sternwarte geeignet wären. Trotzdem besitzt sie die geringste Menge an Niederschlag.

Region 4, also der südliche Teil des Bezirkes Neusiedl am See ist nach meteorologischen und astronomischen Bedingungen - bis auf die Luftfeuchtigkeit - die beste vorherrschende Region. Dies war auch zu erwarten, da sie den Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel besitzt, keine größere Stadt vorhanden ist und damit auch sehr wenige Orte hat, die Lichtverschmutzung verursachen. Leider besitzt diese Region aber auch erhebliche Nachteile, da die Erreichbarkeit quasi nur per privatem Verkehr (Auto) gegeben ist. Züge in dieses Areal sind rar, das Busnetz zwar vorhanden aber ausbaufähig. Dies lässt sich am Beispiel von Andau erkennen: Die Anreisedauer aus dem westlichen Teil Niederösterreichs, speziell Krems als Beispiel, liegt bei 3:28 Stunden, aus dem südlichen Burgenland, genauer Oberwart, ist es noch extremer mit 4:47 Stunden. Ein anderer großer Nachteil ist aber auch der Nationalpark selbst, welcher natürlich spezielle Richtlinien und Gesetze besitzt, ob Neubauten überhaupt in diesem zulässig sind. Würde eine Sternwarte diese Richtlinien nicht erfüllen, so fällt der westliche Teil dieser Region als möglicher Standort für eine solche weg. Hier möchte ich allerdings trotzdem anregen, dass die Errichtung eines Sterneparks in diesem immer noch möglich erscheint und in Betracht gezogen werden kann.

Es sei hier festgehalten, dass eine neue Sternwarte auf keinen Fall innerhalb von Städten entstehen sollte. Vor allem in Eisenstadt, Mattersburg sowie Neusiedl am See sollten Standorte innerhalb der Stadtgrenzen gemieden werden. Die Lichtverschmutzung stellt Beobachtungen hier sehr schnell vor Problemen. Sollte also die Nähe zu einer Stadt eine Rolle spielen, so sollten nur periphere Gebiete rund um einer solchen gewählt werden.

Mit dem Anhaltepunkt der bei Lichtverschmutzungsmessungen besuchten Standorten, werden die folgenden drei für eine neue Sternwarte vorgeschlagen:

1 | Tiergarten nahe Eisenstadt

Die Erreichbarkeit sowie die Nähe an der Landeshauptstadt sind hier die entscheidenden Gründe. Die Bedingungen sind gut genug, damit man sich für diesen Standort entscheiden kann, Lichtverschmutzung kann durch die Lage des Leithagebirges hier gut abgedeckt werden. Natürlich gehören hier Gespräche mit der Familie Esterházy aufgesucht, sollte in Betracht gezogen werden die Sternwarte in einen Teil des Tiergartens zu stellen, allerdings sind auch die Standorte außerhalb der Grenzen des Tiergartens - an einem solchen wurde ja auch gemessen - möglich. Mit dem Auto ist die Erreichbarkeit sehr trivial, Wege sind bereits vorhanden. Das öffentliche Verkehrsnetz führt bis St. Georgen am Leithagebirge, dem Stadtteil von Eisenstadt, welches bei Vorhandensein der Sternwarte durchaus noch zu dieser ausgebaut werden könnte. Von dort wären es etwa zehn Minuten Gehweg zum Eingang des Tiergartens. Schlussendlich sei erwähnt, dass es besser sei die Sternwarte etwas erhoben innerhalb des Leithagebirges zu errichten, allerdings sollte immer noch ein Teil dessen die Lichtkuppel Wiens verdecken. So stellen die Wälder keine Sichtbehinderung bei der Himmelsbeob-

achtung dar.

2 | Brenntenriegel

Die bereits bestehende Privatsternwarte hat aufgezeigt, dass auf dem Brenntenriegel beinahe optimale Verhältnisse zur Himmelsbeobachtung herrschen. Das Areal ist sehr groß, wodurch es an Platzmangel hier nicht leidet. Auch Probleme mit dem Sternwartenverein können nicht auftreten, da sich dieser sehr über eine Volkssternwarte in ihrer Nähe freuen würden, nach Aussage des Vereinsleiters. Der Grund sowie sich dort aufhaltende Antennenschüsseln, gehören einer in Konkurs geratenen Firma. Die Antennen können für Radioastronomie weiterverwendet werden, wodurch hier einige Kosten bereits sehr gering gehalten werden können (Transport sowie Aufbau fielen zum Beispiel bereits weg). Die Erreichbarkeit ist mit dem Auto ebenfalls gut gegeben, die öffentlichen Netze reichen bis zur anliegenden Ortschaft Siegraben (Gehweg etwa 15 Minuten). Anders als im Leithagebirge, wäre hier also der Platz bereits vorhanden, was für die Errichtung an diesem Standort natürlich spricht. Die Abschottung vor anderen Kulturplattformen ist allerdings ein Faktor, der Kooperationen mit anderen Betrieben erschweren könnte.

3 | Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel

Dieser Standort wird hier mit dem Vorbehalt angeführt, dass eine gesetzliche Überprüfung durchgeführt werden müsste, ob der Bau einer Sternwarte mit den Gesetzmäßigkeiten des Nationalparks konform ist. Hier allerdings wäre es sehr einfach, weitere umweltschützende Maßnahmen, wie die Errichtung eines Sternenparks zu treffen. Sollte der Bau innerhalb des Nationalparks rechtswidrig sein, so lassen sich aber auch die umliegenden Flächen Platz genug für eine Sternwarte. Die Erreichbarkeit ist hier praktisch nur mit dem Auto gegeben, Bus oder Bahn halten nur in den Städten und Dörfern der Nähe, wodurch das Netz angepasst werden müsste. Dies ließe ansonsten viele interessierte Personen von einem Besuch der Sternwarte abhalten. Es stellt dieser Standort einen sehr wohl schwierig auszuwählenden dar, eben aufgrund der vielen speziellen Gesetzmäßigkeiten, allerdings sind die Bedingungen hier beinahe optimal. Es wäre denkbar, dass der Nationalpark nicht als Standort für die Sternwarte gewählt werden sollte, sondern als Beobachtungsstandort für externe Himmelsbeobachtungen, also eigentlich Sonderveranstaltungen. So spricht man auch das Publikum des Seewinkels an, während sich die Sternwarte in der Nähe von Eisenstadt oder Mattersburg befindet.

6.5 Rechtsgrundlage und Finanzierung

Die Finanzierung von Sternwarten allgemein in Österreich ist gänzlich von der Zielsetzung dieser abhängig. Die Rechtsgrundlage sieht nämlich hervor, dass zum einen Grundlagenforschung und zum anderen Volks- bzw. Erwachsenenbildung jeweils andere Finanzierungstöpfе beziehen. Um genauer zu verstehen, wo der konkrete Unterschied hinter diesen beiden Optionen bestehen, möchte ich folgend diese erklären.

6.5.1 Grundlagenforschung

Grundlagenforschung teilt sich in zwei kategorische Bereiche auf: **reine Grundlagenforschung**, bei welcher die Arbeiter selbst über Nutzen bzw. Benützung der Einrichtung entscheiden und somit eine große Freiheit bei Ihrer Forschungsarbeit besitzen sowie **zweckorientierte Grundlagenforschung**,

bei der die Forschungsinhalte durch eine leitende Organisation festgelegt wird. Letztere Variante ist sehr viel leichter zu finanzieren als erstere, da hier eine Zweckorientierung zur Problemlösung bestehender oder aktueller Themenbereiche vorherrscht. Allgemein aber ist es immer das Ziel der Grundlagenforschung die Erweiterung des Wissenspotentials zu ermöglichen. Hierbei sei vorweg erwähnt, dass die öffentliche Kommunikation von Forschung und Wissenschaft nicht berücksichtigt werden und daher auch nicht in die Grundlagenforschung fällt.

Die Finanzierung der Grundlagenforschung wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gewährleistet, wobei diese im Allgemeinen vom Wissenschaftsförderungsfond (FWF) durchgeführt wird. Weitere Finanzierungen sowie Förderungen werden zum Beispiel durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW), die Ludwig-Boltzmann-Gesellschaft oder andere Stipendien- und Forschungsprogramme sichergestellt. Prinzipiell ist hier allerdings erkennbar, dass die Grundlagenforschung eine Finanzierung des Bundes darstellt, während das Land nur für Förderungen aktiv wird.

Bei denen in dieser Arbeit aufgegriffenen Fallbeispielen an vorhandenen Sternwarten ist es das Leopold Figl-Observatorium für Astrophysik (LFOA), behandelt in Kapitel 5.4, welches durch die Finanzierung für Grundlagenforschung des Bundes errichtet wurde.

Ich möchte hier bereits erwähnen, dass eine tatsächliche Volkssternwarte ohne Forschungsinhalte in den Bereich der Erwachsenenbildung fallen würde. Daher wird auf die Grundlagenforschung nicht näher eingegangen.

6.5.2 Erwachsenenbildung

„In Österreich besteht keine gesetzliche Verpflichtung des Staates, Erwachsenen- bzw. Weiterbildung zu finanzieren, aber sehr wohl eine gesetzlich bekundete Bereitschaft, jene zu fördern (Gesetz über die Förderung der Erwachsenenbildung und des Volksbüchereiwesens). Das österreichische Modell einer Mischfinanzierung, das aus Mitteln von Bund, Ländern, Gemeinden, öffentlichen Körperschaften, SponsorInnen und in zunehmendem Maße auch aus Beiträgen von TeilnehmerInnen gespeist wird, lässt insgesamt kaum eindeutige Aussagen über das Gesamtvolumen der jährlich getätigten finanziellen Aufwendungen für die Erwachsenen- und Weiterbildung zu.“ [18]

Bereits auf der Grundlage des einleitenden Zitats, im Original niedergeschrieben vom Bundesministerium für Bildung, ist zu erkennen, dass die Erwachsenenbildung durchaus keine verpflichtende Finanzierung des Bundes darstellt. Auch das Land ist nur dann für die Grundfinanzierung eines neuen Bildungswerkes zur Verantwortung zu ziehen, wenn kein privates Unternehmen oder ein Verband hinter dem Werk steht. So ist dies auch für eine Volkssternwarte zu sehen. Förderungen stehen allerdings für ein Vorhaben wie dieses zur Verfügung.

6.5.3 Förderungen im Rahmen einer Volkssternwarte

Vor allem das Land Burgenland, welches sehr massiv durch Förderungen der Europäischen Union unterstützt wird, bietet sehr viele zur Auswahl stehenden an. Folgend bringe ich Beispiele an Förderungen, nicht nur des Landes sondern auch des Bundes, zur Möglichkeit der Finanzierung einer Volkssternwarte. Hier sei erwähnt, dass einige der folgenden Förderungen ein Unternehmen hinter

der Volkssternwarte voraussetzen. Ob tatsächlich eine Förderung ansprechend ist, ist also auch von der Organisation hinter der Sternwarte abhängig und gehört bei Findung dessen rechtlich geprüft.

Additionalitätsprogramm EFRE 2014-2020 [47]



Abbildung 79 – Logo des EFRE-Additionalitätsprogrammes [49]

Bei Programm des „EFRE“ (Europäischer Fond für regionale Entwicklung) handelt es sich um eine Förderung der Europäischen Union, welche in das Wachstum sowie die Beschäftigung Österreichs investiert. In diesem gibt es unterschiedlichste Arten an Förderungen, da es sich um einen sehr großen Finanzierungstopf der EU handelt. Interessant für eine Volkssternwarte im Burgenland wären Förderungen im Bereich des Tourismus (maßnahmenverantwortliche Abwicklung durch Abteilung 2 - Referat Tourismus des Landes Burgenland). Speziell in Hinblick auf diese Arbeit, treffen mehrere konkrete Förderschwerpunkte zu, welche ich folgend kurz auflisten möchte.

„Förderung von Tourismus- und Freizeitbetrieben“

Gefördert werden die Gründung sowie die Entwicklung von touristischen Klein- und Mittelunternehmen (KMU), wobei auch Ansiedlungen gefördert werden mit dem Ziel diese in die touristisch regionalen Entwicklungskonzepte einzubauen. Weiters sind betriebliche Investitionen zur Qualitäts- und Innovationssteigerung sowie Entwicklung von Leitprojekten Ziel dieser Finanzierungshilfe. So sind investive Maßnahmen in entwicklungswichtigen und impulsgebenden Bereichen sowie betriebliche Investitionen mit einer regionalen Impulswirkung, wenn diese einer innovative Angebotsentwicklung entspricht (also spezielle Zielgruppen anspricht oder neue Dienstleistungen anbietet) bzw. regionale Angebotslücken schließt oder verringert, wichtige Bedingungen. Speziell soll die Orientierung auf einen Ganzjahrestourismus bzw. regionale Wachstumseffekte eine Folge der Förderung werden. Die hier erwähnten Bedingungen bzw. Förderziele sind von meinem Standpunkt aus gesehen alle bei einer Volkssternwarte anzutreffen.

„Tourismusmarketing und -organisationen“

Bei diesem Förderschwerpunkt werden einzelne Teilbereiche des Tourismus gefördert, wie zum Beispiel auf der einen Seite der Gesundheits- und Wellnesstourismus, auf der anderen der Naturtourismus sowie die Landschaft. Sehr ansprechend auf eine Volkssternwarte könnten hier allerdings die Förderschwerpunkte ansprechend sein, welche Maßnahmen für Ganzjahrestourismus unterstützen, welcher zum Beispiel ein Alternativangebot zum Thermentourismus darstellen soll. Hier zu tragen kommen die Entwicklung von Maßnahmen zur Stärkung ganzjährig geöffneter Freizeitinfrastruktur, Angebotsentwicklung für neue Zielgruppen sowie die Entwicklung von barrierefreien Erlebnisangeboten. Ein anderer subkategorischer Schwerpunkt ist zum einen die Fort- und Weiterbildungs von

Tourismusorganisationen durch Qualifizierungs- und Fortbildungsmaßnahmen, oder die Förderung von TOP Angeboten im Tourismus, welche touristische Produkte und Angeboten zu den jeweiligen Säulen des Burgenlandes darstellen, welche als „TOP Angebot“ gekennzeichnet werden und national bzw. international vermarktet werden (Projektentwicklung, Marketing, Angebotsentwicklung, Events, Gäste und Informationsservice sowie die Gründung von Kompetenzzentren).

„Touristische Infrastruktur“

Auch hier gilt es den Ausbau sowie Erweiterung von touristischen Infrastrukturen zu ermöglichen, welche einen ganzjährigen Qualitätstourismus mit sich bringen. Zielgruppenadäquate Angebote, Themen sowie Schwerpunkte sind genauso Bedingung wie die Vernetzung sowie Kooperation mit anderen Themenschwerpunkten regionaler Wirtschaftszweige. Hier kommt zu tragen, dass nicht KMU oder andere Unternehmen Ziel dieser Förderung sind, sondern Tourismusverbände und -organisationen sowie Naturverbände.

„Höhere Innovationsorientierung der regionalen Unternehmen“

Hier kommt es noch zu einzelnen subkategorischen Schwerpunkten:

- Förderung eines optimalen regionalen Wirtschaftswachstums
Gefördert werden Entwicklungsprojekte, die einen Status als „innovatives Projekt“ verdienen. Prinzipiell geht es um die Entwicklung von neuen oder merklich verbesserten Produkten oder Dienstleistungen, die ein Unternehmen auf dem Markt einführen möchte.
- Unternehmensgründungen in (hoch-)technologischen, innovativen Wirtschaftsbereichen
Bei dieser Förderungsmaßnahme ist besonders das Innovationspotenzial von burgenländischen Unternehmen im Primärfokus, welches bestmöglichst gestärkt werden soll. Hintergrund ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit sowie Anregung von wirtschaftlichem Wachstum. Hier sind vor allem innovative Gründungen in Form von Kleinstunternehmen die Förderempfänger.

Österreichisches Programm für ländliche Entwicklung LE 14-20 [10]



Abbildung 80 – Logo des österreichischen Programms LE 14-20 [26]

Bei dieser Förderung handelt es sich um eine Aktion des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Abteilung II/4 Tourismus-Förderungen. Die Mittel werden auch in Zusammenarbeit mit der Europäischen Union und vor allem dem Europäischen Landwirtschaftsfonds

für die Entwicklung des ländlichen Raums zur Verfügung gestellt. Empfänger sind natürliche und juristische Personen sowie Kooperationen aus Unternehmen der Tourismus- und Freizeitwirtschaft mit Unternehmen und Organisationen anderer Branchen, die ein Tourismusprojekt im ländlichen Raum umsetzen. Gebietskörperschaften (Bund, Länder, Gemeinden) und deren Einrichtungen sowie Einrichtungen, in welchen Gebietskörperschaften bestimmender Einfluss zukommt (wenn eine Gebietskörperschaft allein oder gemeinsam mit anderen am Stamm-, Grund- oder Eigenkapital mit mehr als 25% beteiligt ist), kommen als Förderungswerber nicht in Betracht.

Prinzipiell werden zwei Arten an Vorhaben durch das Programm LE 14-20 gefördert, folgend aufgelistet. Insgesamt stehen pro Vorhabensart für den Aufruf 2017 ein Budget von 200,000 Euro parat.

„Investitionen in kleine touristische Infrastruktur (7.5.1.a)“

Dieser Subkategorie werden überregional bedeutende kleine Infrastrukturprojekte mit Innovationscharakter zugeschrieben. Hauptaugenmerk ist die Nutzung der natürlichen regionalen Ressourcen und des kulturellen Erbes des ländlichen Raums für touristische Zwecke mit überregionaler Bedeutung. Es handelt sich primär um bauliche und technische Investitionen zur Verbesserung der touristischen Infrastruktur. Folgende Aktivitäten, die im Hinblick auf eine Volkssternwarte zutreffen, können beantragt werden:

- Errichtung und/oder Modernisierung von überregional bedeutenden Besucher-Informationszentren
- Errichtung von Tourismusstätten und/oder Themenwegen mit überregionalem Mehrwert
- Errichtung von touristischen Infrastruktureinrichtungen in Nationalparks, Naturparks oder in sonstigen Schutzgebieten zum Zwecke der Steigerung der Besucherfrequenz

„Zusammenarbeit von kleinen Wirtschaftsteilnehmer/innen bei der Organisation von gemeinsamen Arbeitsabläufen und der gemeinsamen Nutzung von Anlagen und Ressourcen sowie bei der Entwicklung und/oder Vermarktung von Tourismusdienstleistungen mit Bezug zu ländlichem Tourismus (16.03.1.b)“

Diese Vorhabensart beschränkt sich auf den Fördergegenstand des Aufbaus sowie der Entwicklung der Zusammenarbeit kleiner Wirtschaftsteilnehmer/innen im Tourismus zur Entwicklung von zielgruppenorientierten touristischen Angeboten sowie deren überregionale Umsetzung und Vermarktung. Im Gegensatz zu 7.5.1.a steht hier die Kooperation von zumindest zwei Partnern bei der Entwicklung und Vermarktung des touristischen Angebots im Mittelpunkt. Empfänger sind gemäß EU-VO 1305/2013 sowie dem Programm LE 14-20 Kleinstunternehmen bzw. kleine Wirtschaftsteilnehmer/innen. Folgende Aktivitäten können beantragt werden:

- Aufbau von sektorübergreifenden Kooperationen und Vernetzungen im Tourismus mit Gewerbe und/oder Landwirtschaft
- Vernetzung und Kooperation zur Steigerung des Bekanntheitsgrades von Ausflugszielen und/oder touristischen Einrichtungen
- Entwicklung von Konzepten und Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung zur verstärkten Nutzung des regionalen Kultur- und Naturgutes für touristische Zwecke

- Entwicklung von Konzepten für zielgruppenorientierte „Packages“ (touristische Angebotsentwicklung) und deren Umsetzung und Vermarktung

Generell müssen Kooperationsprojekte einen Beitrag zur innovativen Angebotsentwicklung in einem der folgenden Themenbereiche leisten: Donau, Alpen, Kultur, Natur, Kulinarik, Virtuelle/Digitale Infrastruktur, Gesundheit/Aktivurlaub, Marketing.

Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln³⁷

Bei dieser Verordnung handelt es sich um eine Förderung des Bundes in Ausübung der Privatwirtschaftsverwaltung (Art. 17 B-VG), die dieser einer außerhalb der Bundesverwaltung stehenden natürlichen oder juristischen Person oder einer eingetragenen Personengesellschaft erhält, ohne dafür eine angemessene, geldwerte Gegenleistung zu erhalten. Er/Sie erhält die Förderung für förderwürdige Leistungen, welche definiert wird durch ein erhebliches öffentliches Interesse. Dieses liegt vor, wenn die Leistung geeignet ist, zur Sicherung oder Steigerung des Gemeinwohles, zur Hebung des zwischenstaatlichen und internationalen Ansehens der Republik Österreich, zum Fortschritt in geistiger, körperlicher, kultureller, sozialer oder wirtschaftlicher Hinsicht oder zum Umwelt- und Klimaschutz beitragen (§ 12). Förderungen sind dieser Verordnung nach Aufwendungen des Bundes für zins- oder amortisationsgebürigte Gelddarlehen, Annuitäten-, Zinsen- und Kreditkostenzuschüsse sowie sonstige Geldzuwendungen privatrechtlicher Art.

Vom Geltungsbereich ausgenommen sind unter anderem Zuschüsse des Bundes an andere Gebietskörperschaften, Leistungen an ein Land oder eine Gemeinde(-verband) zur Abdeckung eines Aufwandes, den diese gemäß § 2 F-VG 1948 selbst zu tragen haben oder Realförderungen (zum Beispiel Sachförderungen). Eine Leistung darf außerdem nur dann vom Bund gefördert werden, wenn sie Angelegenheiten betrifft, die in Gesetzgebung und Vollziehung Bundessache sind (vgl. Grundlagenforschung) oder über den Interessensbereich eines einzelnen Bundeslandes hinausgehen (§ 10).

Förderbar sind jene Kosten, die unmittelbar mit der geförderten Leistung in Zusammenhang stehen und in jenem Ausmaß, als sie zur Erreichung des Förderungsziels unbedingt erforderlich sind. So sind zum Beispiel Personal- oder Reisekosten förderbare Leistungen, die dann vom Bund getragen werden, wenn die Höhe dem Gehaltsschema des Bundes und der Reisegebührenvorschrift 1995, BGBl. Nr. 133, für vergleichbare Bundesbedienstete entspricht.

³⁷Verordnung des Bundesministeriums für Finanzen über Allgemeine Rahmenrichtlinien für die Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln (ARR2014); StF: BGBl. II Nr. 208/2014 [40]



Abbildung 81 – Logo des Europäischen Sozialfonds [42]

Der ESF ist ein Fond, mit dessen Hilfe die Europäische Union Unterschiede zwischen ihren Mitgliedsstaaten ausgleichen möchte. Dies soll vor allem den wirtschaftlichen aber auch den sozialen Zusammenhang fördern. Ziele des ESF in der Erwachsenenbildung für Österreich sind die Integration benachteiligter Erwachsener in Gesellschaft, Bildung und Arbeitsmarkt sowie der Abbau von Barrieren und die Schaffung von Chancengleichheit sowie die Professionalisierung und Qualitätsentwicklung.

Ziel der Förderungen des Europäischen Sozialfonds mit der Prioritätssachse Burgenland lautet, unter anderem, arbeitssuchenden und nicht erwerbstätigen BurgenländerInnen den Zugang zu Beschäftigung zu ermöglichen oder den Zugang zu Lebenslangem Lernen zu fördern. Der ESF ruft deshalb zeitlich begrenzte Programmschwerpunkte auf, die momentan in einem Zeitraum zwischen 2014-2020 umgesetzt werden sollen.

Die finanziellen Mittel aus dem Europäischen Sozialfonds können öffentliche Verwaltungen, Nicht-regierungsorganisationen (NGOs), Wohlfahrtsverbände sowie Sozialpartner erhalten, die im Bereich Beschäftigung und soziale Eingliederung aktiv sind. Diese Förderung wurde deshalb im Zusammenhang mit einer Volkssternwarte erwähnt, da auf dieser natürlich auch sehr viele neue Arbeitsplätze entstehen können, je nach Größe oder Ausmaß der geplanten Arbeitsstätte.

7 Conclusio

Ziel dieser Arbeit war es aufzuzeigen, dass sich das Burgenland und generell das Nordburgenland sehr gut als Standort für eine neue Volkssternwarte auszeichnet. Es wurden mehrere meteorologische sowie astronomische Bedarfsprüfungen durchgeführt, wobei sich einige Standorte als mehr bzw. weniger geeignet für eine solche darstellten. Schlussendlich wurden drei spezifische Orte, der Tiergarten Eisenstadt, der Brenntenriegel sowie der Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel, empfohlen.

Sollte es zum Bau einer neuen Sternwarte kommen, so muss diese vorbildwirkend sein und dementsprechend auch umweltschützende Maßnahmen treffen. Hier wurden mehrere angesprochen, die Eröffnung eines Sterneparks ist aber generell nicht abhängig und kann auch ohne den Bau einer neuen Sternwarte geplant werden. prädestiniert für einen solchen wäre zum Beispiel der Nationalpark, der noch immer beinahe naturnahe Himmel besitzt.

Genauso modern müssten aber Vorkehrungen für die astronomische Beobachtung sein, ein Spiegelteleskop, AllSky-Kuppeln sowie ein großer Vortragsaal mit großen Platzkapazitäten gehören hier dazu. Dadurch kann das Observatorium sehr vielfältig verwendet werden, nicht nur für astronomische Zwecke. Die Sternwarte soll auch als Ort der Zusammenkunft dienen und interessierte Menschen vereinen. Daher spielt auch die Barrierefreiheit ein großes Thema. Viele Menschen mit Einschränkungen haben es ihr Leben lang noch nie in eine Sternwarte geschafft, selten sind diese barrierefrei gestaltet, meistens aufgrund ihres historischen Alters. Dies soll bei einer neuen geändert werden, es soll allen der Zugang möglich sein.

Tourismus, sehr wichtig im Bundesland, könnte nochmals gestärkt werden, da sich eine Sternwarte natürlich auch als Ausflugsziel darbietet. Nicht nur aufgrund dessen, sondern auch aufgrund der Sprachenvielfalt, ist es wichtig, dass die Multilingualität eine wichtige Rolle bei der Programmerstellung einnimmt. Es soll dahingehend gestaltet werden, dass es für viele Menschen ansprechend erscheint. Kooperationen mit anderen Kulturplattformen sollten eingegangen werden, um hier auch die bestmöglichen Resultate zu erzielen.

Es wurden mehrere Fördermöglichkeiten besprochen, wie sich die Finanzierung des Baus einer Sternwarte ermöglichen ließe. Die Gesetzmäßigkeiten gehören hier allerdings noch genau geprüft. Fakt ist, dass es einen Verein bzw. Organisation hinter dem Observatorium benötigt. Wahrscheinlich wäre hier ein neuer Verein, verantwortlich für den Bau sowie den Betrieb an der Sternwarte optimal.

Schlußendlich war es ein tolles Projekt diese Arbeit zu erstellen, damit ist der Traum einer Volkssternwarte im Burgenland wieder ein Stück näher gerückt. Wissen ist für alle, auch die Astronomie bzw. deren Forschungsinhalte gehören kommuniziert. Dies kann auf optimalsten Wege nur auf einer Sternwarte geschehen, daher sollte dies ernst genommen und über dieses Projekt nachgedacht werden. Denn ohne Öffentlichkeitsarbeit und Wissenskommunikation macht auch die Forschung keinen Sinn.

8 Danksagung

Im Laufe der Erstellung dieser Arbeit, bin ich mit sehr vielen neuen Personen in Kontakt getreten, daher gibt es auch sehr viele, denen ich zu danken habe.

Zunächst bedanke ich mich bei meinem Betreuer Franz Kerschbaum. Als ich mit der Idee dieser Arbeit zu ihm trat, war er es, der die Realisierung dieser erst möglich machte. Seine fachkundigen Auskünfte halfen dabei und gaben immer wieder neue Denkansätze. Vielen herzlichen Dank für die Übernahme sowie die Betreuung, es bedeutet mir persönlich sehr viel, dass diese Arbeit tatsächlich wahr gemacht werden konnte.

Weiters möchte ich Thomas Posch danken, der mir nicht nur mit Equipment sowie Hilfestellungen zur Seite stand, sondern auch als langjähriger Begleiter am Institut für Astrophysik immer anzusprechen war und stets Rat für mich hatte.

Großen Dank möchte ich auch Manfred Dorninger vom Institut für Meteorologie der Universität Wien zukommen lassen. Dank ihm konnten sämtliche Wetterdaten der ZAMG ohne Probleme für diese Arbeit verwendet und weiterverarbeitet werden.

Ich möchte mich bei allen Personen bedanken, die mich auf ihren Sternwarten nicht nur herumgeführt haben, sondern auch alles sämtlich vorhandene Informationen über diese kundgaben und damit einen erheblichen Beitrag für diese Arbeit leisteten. Genau handelt es sich um Gerhard Kermer sowie Peter Messerer von der Niederösterreichischen Volkssternwarte Michelbach, Johannes Karl Haller sowie David Gruber von der Volkssternwarte und dem Planetarium Bozen, Herbert Raab sowie Hr. Stübler von der Sternwarte Linz, Werner Zeilinger vom Leopold Figl-Observatorium, Helmut Windhager von der Sternwarte Salzburg, Robert Rupitz von der Sternwarte Klagenfurt. Dank dieser Arbeit konnte auch ein enger Kontakt mit den Burgenländischen Amateurastronomen gewonnen werden. Ein Dankeschön gilt Franz Gruber, der die Idee einer neuen Burgenländischen Volkssternwarte gänzlich unterstützt und mit seinem Verein dahinter steht. Ich freue mich selbst ein Teil der BAA geworden zu sein und ein Verbindungsstück zwischen Forschungs- sowie Amateurastronomie darstellen zu können.

Ganz ganz herzlich möchte ich mich bei meiner Frau Anna bedanken. Sie hat mich auf beinahe sämtlichen Reisen begleitet, mich immer wieder motiviert und nicht aufgeben lassen. Auch wenn immer wieder schwierige Momente bei der Erstellung der Arbeit auf mich zukamen, so war sie immer eine Stütze und konnte mich bei ihr ausheulen oder neue Ideen holen. Ich kann dir gar nicht beschreiben, wie dankbar ich dir bin!

Weiters möchte ich ein Danke an meine Eltern Doris und Thomas richten. Sie unterstützten mich jahrelang während meiner Ausbildung und stehen für weitere Hilfe bei der Realisierung der Sternwarte bereit. Ich danke euch beiden!

Es gibt wahrscheinlich noch eine Reihe an Personen mehr, denen ich an dieser Stelle danken möchte. Ich möchte einfach ein riesengroßes Danke allen mitgeben, die mir in den letzten sechs Jahren des Studiums geholfen haben an dieser Stelle eine fertige Masterarbeit in den Händen halten zu dürfen.

Literatur

- [1] Effizienzhaus Plus [online]. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Effizienzhaus_Plus [cited 28.08.2017].
- [2] *Leitbild Kulturperspektiven 2020*. Amt der Burgenländischen Landesregierung Abteilung 7 – Kultur, Wissenschaft und Archiv, 2013.
- [3] Baader Planetarium 10micron Astro Technology. GM 4000 QCI GoTo-Montierung [online]. URL: <http://10micron.de/products/gm-4000-qci/gm-4000-qci-goto-montierung-1454000/> [cited 28.06.2017].
- [4] Burgenländische Amateurastronomen [online]. URL: <http://burgenland.astronomie.at/archiv/geschichte.htm> [cited 27.06.2017].
- [5] Burgenländische Amateurastronomen [online]. URL: <http://www.alrukaba.at> [cited 27.06.2017].
- [6] Burgenländische Amateurastronomen [online]. URL: <http://burgenland.astronomie.at/lsw/lsw.htm> [cited 27.06.2017].
- [7] David Arditti. *Setting-Up a Small Observatory: From Concept to Construction*. The Patrick Moore Practical Astronomy Series. Springer, Dezember 2007.
- [8] Statistik Austria. Volkszählung: Hauptergebnisse I - Burgenland. Wien, 2002.
- [9] Pierre Y. Bely, editor. *The Design and Construction of Large Optical Telescopes*. II. Serie. Springer Verlag, 2003.
- [10] Forschung und Wirtschaft Bundesministerium für Wissenschaft. Projektaufruf LE 2017 [online]. URL: <https://www.bmwf.gv.at/Tourismus/Tourismusfoerderung/Seiten/Projektaufruf-LE-2017.aspx> [cited 28.06.2017].
- [11] Bildungsserver Burgenland. Schulführer [online]. URL: <http://www.bildungsserver.com/schulfuehrer/> [cited 27.06.2017].
- [12] Energie Burgenland [online]. URL: <http://www.energieburgenland.at>.
- [13] ORF Burgenland. Dritte Piste: Entlastung für das Burgenland [online]. September 2011. URL: <http://bglv1.orf.at/stories/536515> [cited 27.06.2017].
- [14] ORF Burgenland. Flughafen Wien: Burgenland für dritte Piste [online]. Mai 2017. URL: <http://burgenland.orf.at/news/stories/2841754/> [cited 27.06.2017].
- [15] Jerry D. Cavin. *The Amateur Astronomer's Guide to the Deep-Sky Catalogs*, volume 1. Springer Verlag, 2012.
- [16] Austro Control [online]. URL: <http://flugspuren.at/> [cited 27.06.2017].
- [17] erwachsenenbildung.at. Europäischer Sozialfonds (ESF) [online]. URL: http://erwachsenenbildung.at/service/foerderungen/eu_foerderungen/europaeischer-sozialfonds.php#2014-2020 [cited 28.06.2017].

- [18] erwachsenenbildung.at. Förderungen und ausgaben [online]. URL: http://erwachsenenbildung.at/themen/eb_in_oesterreich/daten_und_fakten/finanzierung.php [cited 28.06.2017].
- [19] Teleskop Express. TS-Gigant Binokular [online]. URL: http://www.teleskop-express.de/shop/product_info.php/info/p2233_TS-APO-Gro-fernglas---100mm---45--Einblick---fuer-1-25--Okulare.html [cited 30.06.2017].
- [20] Teleskop Express. TS Photolone 115mm Apochromat [online]. URL: http://www.teleskop-express.de/shop/product_info.php/info/p3041_TS-PHOTOLINE-115-mm-f-6-95-Triplet-Ahtml [cited 28.06.2017].
- [21] Teleskop Express. William Optics FLT 110 DDG Triplet APO [online]. URL: http://www.teleskop-express.de/shop/product_info.php/info/p1332_William-Optics-FLT-110-DDG-Triplet-Ahtml [cited 28.06.2017].
- [22] Fabio Falchi et al. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 2(6), 2016.
- [23] Maria G. Firneis et al. Sternwarten in Österreich [online]. URL: <http://www.austriaca.at/sternwarten/Eisenstadtkl/Eisenstadt.html> [cited 27.06.2017].
- [24] Institut für Astrophysik. Lichtverschmutzung [online]. URL: <http://astro.univie.ac.at/institut/lichtverschmutzung/> [cited 28.06.2017].
- [25] Bundesministerium für Bildung. Erwachsenenbildung [online]. URL: <https://www.bmb.gv.at/schulen/bw/eb/eb.html> [cited 27.06.2017].
- [26] Ministerium für ein lebenswertes Österreich. Österreichisches Programm LE 14-20 – Programmtext nach 2. Programmänderung (Version 3.1) [online]. URL: https://www.bmlfuw.gv.at/land/laendl_entwicklung/leprogramm.html [cited 28.06.2017].
- [27] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [online]. URL: <http://www.zamg.ac.at/> [cited 27.06.2017].
- [28] H. Gross, F. Blechinger, and B. Achtner. *Handbook of Optical Systems*, volume 4: Survey of Optical Instruments. Wiley-VCH, 2008.
- [29] International Dark Sky Association (IDA). Light Pollution [online]. URL: <http://www.darksky.org/light-pollution/> [cited 27.06.2017].
- [30] C. R. Kitchin. *Telescopes and Techniques - An Introduction to Practical Astronomy*. Springer Verlag, 1995.
- [31] Brigitte Klose. *Meteorologie: Eine interdisziplinäre Einführung in die Physik der Atmosphäre*, volume 3. Springer Verlag, 2016.
- [32] Pierre Léna, Daniel Rouan, Francois Lebrun, Francois Mignard, and Didier Pelat. *Observational Astrophysics*. Springer Verlag, third edition, 2012.

- [33] Oberösterreichisches Luftmessnetz. Lichtmessnetz [online]. URL: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/159659.htm> [cited 28.06.2017].
- [34] Cloudy Nights. Baader PRESTO 193/1450mm Fluorite Apo [online]. URL: <https://www.cloudynights.com/gallery/image/21074-baader-presto-1931450mm-fluorite-apo/> [cited 28.06.2017].
- [35] Österreichische Bundesbahnen (ÖBB) [online]. URL: <http://www.oebb.at/> [cited 27.06.2017].
- [36] Baader Planetarium [online]. URL: [http://www.baader-planetarium.com/de/kuppeln/klassische-sternwartenkuppeln-f\protect{\grmnU@Dlex{\setbox\z@\hbox{\char127}\dimen@-.45ex\advance\dimen@ht\z@\fontdimen5\font\dimen@}\accent127\fontdimen5\font\grmnU@Du}\penalty\@M\hskip\z@skipr-forschung-und-lehre-\(32---85-meter\).html](http://www.baader-planetarium.com/de/kuppeln/klassische-sternwartenkuppeln-f\protect{\grmnU@Dlex{\setbox\z@\hbox{\char127}\dimen@-.45ex\advance\dimen@ht\z@\fontdimen5\font\dimen@}\accent127\fontdimen5\font\grmnU@Du}\penalty\@M\hskip\z@skipr-forschung-und-lehre-(32---85-meter).html) [cited 27.06.2017].
- [37] Baader Planetarium [online]. URL: [http://www.baader-planetarium.com/de/kuppeln/allsky-kuppeln-\(23---65-meter\).html?___SID=U](http://www.baader-planetarium.com/de/kuppeln/allsky-kuppeln-(23---65-meter).html?___SID=U) [cited 27.06.2017].
- [38] Posch et al. unpublished. 2017.
- [39] Thomas Posch et al. *Das Ende der Nacht*, volume 2. Wiley-VCH, 2013.
- [40] Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem RIS. Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Allgemeine Rahmenrichtlinien für die Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln, Fassung vom 06.06.2017 [online]. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008920> [cited 06.06.2017].
- [41] Saguaro Astronomy Club. Deep Sky Database Version 8.1 [online]. März 2010. URL: <http://www.virtualcolony.com/sac/index.html> [cited 28.08.2017].
- [42] Europäischer Sozialfonds [online]. URL: <https://www.esf.at> [cited 28.06.2017].
- [43] Jurij Stare, Earth Observation Group, and NOAA National Geophysical Data Center. Light Pollution Map [online]. URL: <http://www.lightpollutionmap.info> [cited 27.06.2017].
- [44] Burkard Steinrücken. Wie hell ist unser Nachthimmel und wie viele Sterne kann man noch sehen? - Grundlagen der visuellen Astronomie und Bestimmung der Lichtverschmutzung. Technical report, Westfälische Volkssternwarte und Planetarium Recklinghausen, 2007.
- [45] Lunt Solar Systems. LS80Tha Solar Telescope [online]. URL: https://luntsolarsystems.com/product/ls80thapt_solar_telescope/ [cited 28.06.2017].
- [46] Über den Wolken - Die Infoseite. Wissenswertes - Kondensstreifen [online]. URL: <https://ueber-den-wolken.jimdo.com/wissenwertes/kondensstreifen/> [cited 27.06.2017].
- [47] Europäische Struktur und Investmentfonds and Land Burgenland. Additionalität EFRE 2014-2020 [online]. URL: <http://www.eu-service.at/additionalitaetsshyprogramme-2014-2020/additionalitaet-efre-2014-2020/> [cited 28.06.2017].

- [48] Hans-Heinrich Voigt. *Abriss der Astronomie*. Wiley-VCH, 6. edition, März 2012.
- [49] Wirtschaft Burgenland GmbH WiBuG [online]. URL: <http://www.wirtschaft-burgenland.at/index.php?id=downloads> [cited 28.06.2017].
- [50] Wikipedia. Burgenlandkroatische sprache [online]. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Burgenlandkroatische_Sprache [cited 27.06.2017].
- [51] Wikipedia. Kondensstreifen [online]. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kondensstreifen> [cited 27.06.2017].
- [52] Wikipedia. Verkehrsverbund Ost-Region [online]. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Verkehrsverbund_Ost-Region [cited 27.06.2017].
- [53] Lorenzo Zago. *The Effect of the Local Atmospheric Environment on Astronomical Observations*. PhD thesis, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1995.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Zusammenfassung Die Masterarbeit analysiert den Bedarf einer neuen Volkssternwarte für das Nordburgenland sowie ein Planungskonzept zur Finanzierung, Realisierung und Nutzung einer solchen. Es wird erörtert, dass die Ortswahl des Nordburgenlandes mit den besonders guten Beobachtungsbedingungen im österreichweiten Vergleich zusammenfällt und genauer auf einzelne Standorte darin eingegangen. Um konkrete Vorschläge vorzulegen, wurden mehrere dieser nicht nur unter astronomischen sondern auch meteorologischen und sozialen Aspekten untersucht. Weiters wurden verschiedene Instrumentations- sowie Konzeptionsmöglichkeiten betrachtet, auf welche bei der Auswahl Wert gelegt werden sollte. Um die Errichtung sowie Organisation hinter einer Volkssternwarte vergleichen zu können, wurden mehrere Fallbeispiele aus Österreich und Italien besucht und beschrieben, die die Realisierung einer solchen genauer aufzeigen sollen. Als Resultate zeige ich auf, dass sich die Umgebung der Landeshauptstadt Eisenstadt, der Brenntenriegel bzw. Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel als gute Standorte auszeichnen, bereits Instrumente im Burgenland vorhanden sind, die weiter benutzt werden können und dass bei der Programmgestaltung auch Wert auf andere Sprachen bzw. andere Altersgruppen eingegangen werden sollte. Die Sternwarte selbst soll als Vorzeigeprojekt im Burgenland fungieren, eine Bildungseinrichtung darstellen, Teil der Kultur des Bundeslandes werden und auch beim Thema Umweltschutz Vorbild für das Land sein.

Abstract The master thesis should give an overview about the edification of a new observatory in Austria's federal state Burgenland, more exactly its northern region. This area was chosen because the meteorological and astronomical conditions are promising in comparison with the whole country. To find the best observation sites, different places were investigated and some parameters like light pollution, rain, wind or accessibility were examined. To conclude also with social aspects I also discussed the different occurring languages in this area, the laws for a construction and possibilities of sponsorships for a new observatory. Of course also various instrumentation is illustrated like different telescopes, their mountings or domes for the protection of it. As a result there are three places which appear to be the best choice when searching for an observation site which are near the provincial capital Eisenstadt, the Brenntenriegel, Burgenland's highest hill, and the national park Neusiedler See-Seewinkel. The new observatory should not only be a building but a place for education, culture and more.