

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen



Messflug Wien 2000

Flugsenkrechtaufnahmen von der Vegetation Wiens
mit Multispektral-Scanner und Reihenmesskammer für das
Arbeitsprogramm BIOTOPMONITORING WIEN

K. Kellner, W. Pillmann

B 1/2000

Wien, Dezember 2000

Im Auftrag des

Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

Projektleitung: *Werner Pillmann*

Projektteam: *Klaus Kellner, Werner Pillmann*

Befliegung:

Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Institut für Optoelektronik.
Flugdurchführung und Beratung: *Volker Amann*

Filmentwicklung:

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

Titelbild: „Am Himmelreich“: In diesem Gebiet der Simmeringer Haide wird hauptsächlich in Gewächshauskulturen ein Großteil des Gemüse- und Salatbedarfes für die Großstadt Wien produziert.

Farbinfrarot-Luftbild als Aquarell verfälscht; Wettersatellitensicht von Österreich; Messflugzeug der DLR – Cessna Caravan; Rathauspark mit Tennis-Centrecourt.

Herstellung: Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen
Stubenring 6, A-1010 Wien Tel. 515 61 - 0

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1 Einleitung	2
2 Grünraumerhebung mit Methoden der Fernerkundung	3
2.1 Das Farbinfrarot-Luftbild	3
3 Das Untersuchungsgebiet Wien	6
4 Messflug Wien 2000.....	8
4.1 Flugplanung.....	8
4.2 Flugdurchführung	12
4.2.1 Der Flugeinsatz im Detail.....	16
5 Aufbereitung der Farbinfrarot-Luftbilder	22
5.1 Filmentwicklung	22
5.2 Archivierung der Farbinfrarot-Luftbilder.....	22

1 Einleitung

Am Österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG) werden Methoden der Fernerkundung und Computeranwendungen für Zwecke der Umwelterhebung, Beweissicherung und Planung in Wien eingesetzt und fortentwickelt.

Im Rahmen des Arbeitsprogramms BIOTOPMONITORING WIEN entwickelte das ÖBIG ein Informationssystem über Stadtbiotope. Zentrale Aufgabenstellung ist die kontinuierliche Beobachtung und Dokumentation der Grünflächenentwicklung im Wiener Stadtgebiet.

Mit Beginn des Projektes im Jahr 1991 wurde darauf abgezielt, die Verteilung, Art und Zustand der Vegetationsbestände in Wien periodisch wiederkehrend und kostengünstig aus Farbinfrarot-Luftbildern zu erfassen. Erhebungsschwerpunkt war das dichtverbaute Stadtgebiet innerhalb des Gürtels (Bezirke 1 und 3 bis 9). Ausgangsmaterial des Monitorings waren Farbinfrarot-Luftbilder des Stadtgebietes von 1991. Zur Bearbeitung der Luftbilder wurde am ÖBIG ein Interpretationsschlüssel entwickelt, welcher 25 Parameter mit insgesamt 140 Ausprägungen für die Beschreibung von Vegetationsvorkommen umfasst.

Aufgrund dieser Arbeitsergebnisse erteilte die MA 22 - Umweltschutz dem ÖBIG im Herbst 1996 den Auftrag, das anlässlich der Befliegung 1991 gewonnene Bildmaterial für die gesamte Wiener Stadtfläche auszuwerten und darüber hinaus die Grünraumbesobachtung in periodischen Abständen bis zum Jahr 2002 weiterzuführen.

Im heurigen Jahr führte das ÖBIG zum achten Male seit 1979 einen Messflug über Wien durch, bei dem Luftbilder und multispektrale Scannerdaten aufgenommen wurden. Damit steht eine Zeitreihe 1991 - 1997 - 2000 von Farbinfrarot-Luftbildaufnahmen mit einem Bildmaßstab von rund 1:7700 flächendeckend für das Wiener Stadtgebiet zur Verfügung.

Das Bildmaterial der bisherigen Flüge wurde für die gesamte Stadtfläche ausgewertet, wobei alle vorkommenden Grünflächen mit dem eigens entwickelten Interpretationsschlüssel detailliert beschrieben werden und mit Hilfe eines geografischen Informationssystems (GIS) in die digitale Stadtkarte Wiens eingebunden werden können.

Der Magistrat der Stadt Wien verfügt damit im Bereich der Grünraumentwicklung über die besten Kenntnisse im europäischen Raum in bezug auf Flächendeckung, Detaillierungsgrad und Aktualität.

2 Grünraumerhebung mit Methoden der Fernerkundung

Die Begehung eines Stadtgebietes und die Beobachtung der Vegetationsvorkommen vom Boden aus ermöglicht nur punktuell Beurteilungen der Vegetationsbestände. Für die Erfassung größerer Gebiete sind Methoden der Fernerkundung geeignet. Dabei werden vom Flugzeug aus die Vegetationsbestände Wiens photographisch auf Farbinfrarotdias und messtechnisch mit einem Scanner in Form digitaler Bilder aufgenommen.

Für ein modernes Naturraummanagement sind Luftbilddaten aus heutiger Sicht unverzichtbar. Im Unterschied zu aufwendigen Bestandsaufnahmen durch Feldforschungen erfolgen die Luftaufnahmen für große Gebiete praktisch zeitgleich. Durch den Einsatz von Fernerkundungsmethoden können Daten vom Stadtgebiet in wiederholbarer Form einheitlich erfasst und kostengünstig verarbeitet und gespeichert werden.

Bei der Ermittlung der Gebietsentwicklung werden unterschiedliche Merkmale zu einer Gesamtaussage verdichtet. Die Beschreibung eines von vielen Faktoren geprägten Zustandes setzt die objektivierte und reproduzierbare Erfassung von Detailmerkmalen voraus. Diese Voraussetzungen treffen weitgehend für die standardisierte Luftbildinterpretation zu.

Am ÖBIG werden Methoden der Fernerkundung seit mehr als 20 Jahren angewendet und weiterentwickelt. Auf dem Gebiet der Luftbildinterpretation sind richtungsweisende Arbeiten z. B. zur flächendeckenden Charakterisierung des Waldzustandes bzw. der Stadtvegetation in Innsbruck, Mödling und in Wien durchgeführt worden.

In Zukunft verspricht die Verarbeitung multispektraler Scanneraufnahmen die weitergehende Objektivierung der Vegetationsanalyse. Der Vorteil der multispektralen Scannertechnik gegenüber analog aufzeichnender Verfahren (Luftbild) liegt vor allem in der spektral differenzierten Information, die mit Bildverarbeitungsmethoden automatisiert flächendeckend ausgewertet werden kann. Ein Nachteil besteht in der komplizierten Bildgeometrie und in der geringen geometrischen Auflösung.

2.1 Das Farbinfrarot-Luftbild

Auf den Farbinfrarot-Luftbildern sind Vegetationsflächen deutlich erkennbar: Baum-, Strauch und Wiesenflächen sind in roter Farbe abgebildet. Je nach Art, Alter, Standortbedingungen und Vitalität der Vegetation zeigen sich jedoch Unterschiede im Rückstrahlverhalten des sichtbaren und unsichtbaren Sonnenlichtes und damit auch in der Rottönung.

Im Farbinfrarot-Luftbild wird die Reflexion der grünen, roten und roten Infrarotstrahlung in blauer, grüner und roter Farbe geometrisch hochaufgelöst abgebildet. Die Baumart und der Baumkronenzustand können aus der Struktur, der Textur und dem Farbton der abgebildeten Baumkrone im Luftbild mit Hilfe eines Interpretationsschlüssels bestimmt werden.

Die Abbildung der Vegetation im Farbinfrarot-Luftbild

Die Reflexion der verschiedenen Farben und des nahen Infrarot (IR) werden von einem IR-empfindlichen Film in falschen Farben wiedergegeben. Die hohe IR-Reflexion der Blätter, die im Luftbild als rote Farbe wiedergegeben wird, ist nur für Pflanzen typisch. Auf Infrarot-Luftbildern können daher Vegetationsflächen leicht durch ihre rote Färbung erkannt werden.

Obwohl die auf dem IR-Luftbild abgebildete Farbe der Bäume teilweise artspezifisch ist, lassen sich die meisten Baumarten, wenn überhaupt, nur unter Zuhilfenahme der Kronenstruktur identifizieren. Die jeweils auftretenden Farbnuancen geben den Blattzustand, die Belaubungsdichte und den Fruchtstand eines Baumes wieder. Sie können daher als Parameter zur Bestimmung des Kronenzustandes herangezogen werden. Die Abbildungsfarbe ist aber kein objektives Merkmal, da sie zu sehr von den Aufnahmeparametern (Filmcharge, Beleuchtungs-, Aufnahme- und Entwicklungsbedingungen) abhängt.

Es müssen daher für die Erkennung der Baumart und für die Beurteilung des Kronenzustandes aus Luftbildern die Kronenstruktur und die Farbmerkmale miteinbezogen und ein eigens für die jeweilige Befliegung geltender Interpretationsschlüssel erstellt werden.

Insgesamt kann das Ausmaß der jeweils reflektierten Strahlung als artenspezifisch unterschiedlich angesehen werden, es ist aber innerhalb der Laubbäume ähnlich. Nadelbäume hingegen reflektieren wegen ihres besonderen Blattaufbaues nicht nur weniger Infrarotstrahlung, auch die Reflexion des sichtbaren Lichtes ist geringer.

Farbinfrarot-Luftbild vom Stadtgebiet Wiens

Abbildung 2.1 zeigt das Farbinfrarot-Luftbild Nr. 112 (verkleinert) im Bereich der Innenstadt. Deutlich sind die in verschiedenen Rottönen abgebildeten Vegetationsbereiche zu erkennen.

Die Aufnahme wurde am 9.9.2000 um ca. 11:52 Uhr im Rahmen des ÖBIG-Messfluges erstellt. Rund drei Quadratkilometer Stadtgebiet sind auf einem Luftbild mit einem Bildmaßstab von 1:7700 abgebildet.

Im Bildzentrum befindet sich die Universität Wien, darunter der Rathauspark, das Rathaus, das Burgtheater und das Parlament. Deutlich sind die Ringstraßenallee, der Volksgarten und die großen Rasenflächen vor der Hofburg zu erkennen.

In der linken Bildhälfte dominiert die Blockverbauung des 7. und 8. Bezirkes. Die spärlichen Straßenbäume und die teilweise üppigen Innenhofbegrünungen heben sich in der Vogelperspektive deutlich von der Umgebung ab. Eine kleinräumige Dunstwolke behindert die totale Bodensicht. Links oben im Luftbild sind die Areale des alten und des neuen AKH abgebildet.

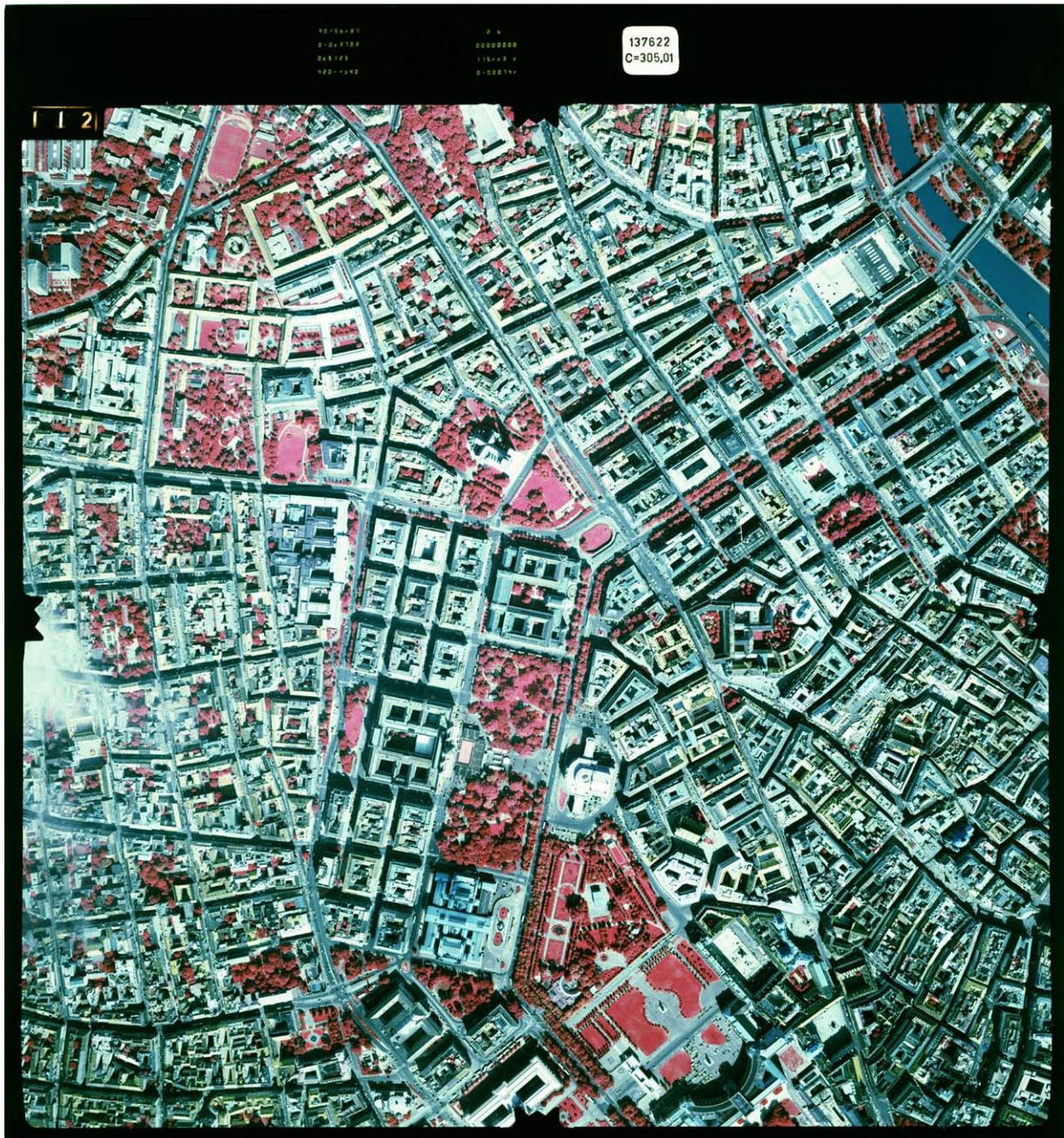


Abbildung 2.1: Farbinfrarot-Luftbild vom Stadtgebiet Wiens

3 Das Untersuchungsgebiet Wien

Es gibt nur wenige Städte, deren Lage so stark durch die Verschiedenartigkeit der Landschaft auf engstem Raum bestimmt ist wie jene Wiens. Innerhalb der Stadtgrenzen liegen die Bergketten des Sandstein-Wienerwaldes, die den westlichen Bezirken zwischen Lainzer Tiergarten und Leopoldsberg ihr besonderes Gepräge geben. Für den Südosten der Stadt ist die weite, flache Landschaft des Wiener Beckens von besonderem Einfluss. Im Raum zwischen Liesing, Inzersdorf und Oberlaa verläuft die Wiener Stadtgrenze mitten in dieser Landschaft.

Im reizenden Gegensatz dazu reichen im Südwesten die Ausläufer der Thermenalpen bei Rodaun, Kalksburg und Mauer in den Siedlungsraum der Großstadt Wien. Im Nordosten dehnt sich das dichtverbaute Gebiet immer stärker in die weite Ebene des Marchfeldes aus.

Die Stromlandschaft der Donau ist ein Lebensraum, der für Wien im Laufe der Geschichte stets von wirtschaftlicher und kultureller Bedeutung war. Ein Auenband begleitet ober- und unterhalb von Wien auch heute noch den Strom. Wegen der Großstadtnähe gewinnen diese Auwaldgebiete besondere Bedeutung. Denn gerade hier durchdringen und überschneiden einander vielschichtige Interessen des Siedlungswesens, der Erholung, der Industrie und der Wasserwirtschaft sowie der Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei.

Das dichtverbaute Stadtgebiet der Bundeshauptstadt birgt in seinem historisch gewachsenen Baubestand eine Fülle verschiedener Funktionen: Regierung und Verwaltung, Repräsentation, Handel und Einkauf, Gewerbe (inkl. Gastgewerbe!) und Industrie, Verkehr, Wohnen, Bildung, kulturelles und religiöses Leben, Unterhaltung, Erholung, Krankenhäuser, militärische Anlagen usw. Hofbegrünungen, Straßenbäume und Parkanlagen kommen im Hinblick auf Luftverbesserung (Staubfilterung, Befeuchtung), Erholung, Naturkontakt und Repräsentation gerade im dichtverbauten Gebiet eine entscheidende Bedeutung zu.

In Tabelle 3.1 sind einige Daten zur Lage Wiens angegeben. Aus dem lebhaften Relief Wiens ergeben sich recht bedeutende Höhenunterschiede innerhalb des Stadtgebietes; eine relative Höhe von 393 Meter trennt den tiefsten vom höchsten Punkt.

Tabelle 3.1: Daten zur Lage Wiens

Fläche:	414,09 km ²
Umfang:	133 km
Höhenlage:	
Gesamtes Stadtgebiet:	
Tiefster Punkt (Donau an der Stadtgrenze, östlich von Mannswörth)	149 m
Höchster Punkt (Gipfel des Hermannskogel)	542 m
Wohngebiet mit geschlossener Verbauung:	
Tiefster Punkt (Praterstern)	160,5 m
Höchster Punkt (Johnstraße-Hütteldorfer Straße)	240,6 m

Abbildung 3.1 zeigt die Lage Wiens aus der Satellitensicht. Die Stadtgrenze ist schwarz strichliert eingezeichnet.

Deutlich bilden sich die verschiedenen Naturräume und Kulturlandschaften Wiens ab. Violett das Stadtzentrum und der dichtverbaute Bereich, in dem aber auch die großen Parkanlagen sichtbar sind (Ringstraßenparks, Augarten, Belvedere, u.a.). Die Wienerwaldrandzone - als zartgrünes Band im Westen Wiens sichtbar - ist Herberge zahlreicher Villen und Mehrfamilienhäuser. Den Lückenschluss zum Wienerwald (der sich als dunkles Grün abbildet) bilden zahlreiche Wein- und Obstgärten. Die großen Erholungsgebiete Laaerberg, Prater, Donauinsel, Alte Donau, der Bisamberg und die Lobau (jetzt Teil des Nationalparks Donau-Auen) sind sehr deutlich als Grünflächen zu erkennen. Im Nordosten und Südosten Wiens bilden die landwirtschaftlich genutzten Flächen einen bunten Fleckerlteppich.

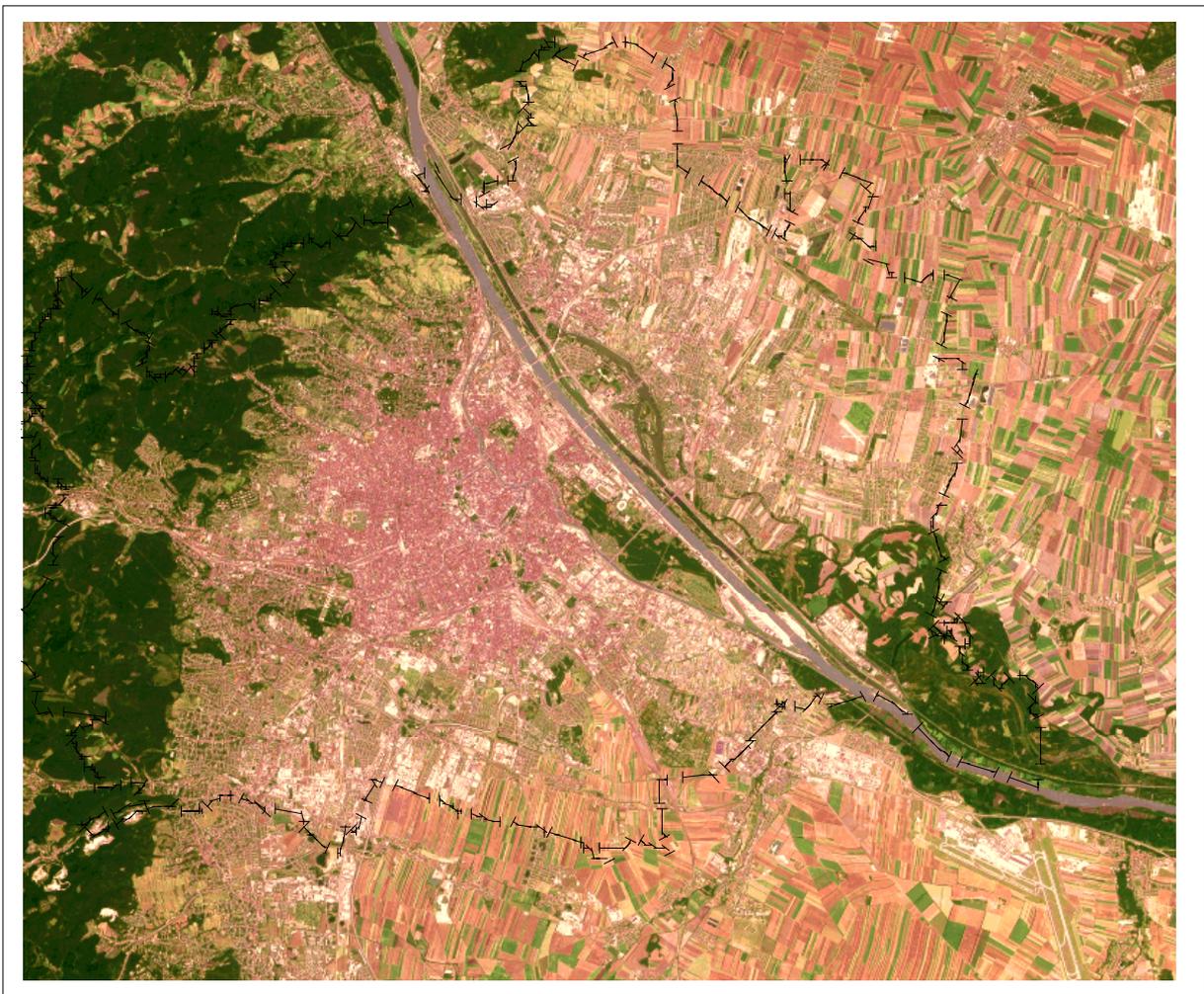


Abbildung 3.1: Satellitensicht von Wien

4 Messflug Wien 2000

Die Planung des Messfluges 2000 zur Aufnahme von Farbinfrarot-Luftbildern und Scannerdaten wurde durch das Arbeitsprogramm „BiotopMonitoring Wien“ maßgebend bestimmt. Bei der Festlegung des Befliegungsgebietes wurde auch ein Gebiet des Nationalpark Donau-Auen in Niederösterreich, das im Verwaltungsbereich der Stadt Wien liegt, berücksichtigt.

Zur Aufnahme der Farbinfrarot-Luftbilder und der multispektralen digitalen Daten wurde ein entsprechend ausgerüstetes Messflugzeug eingesetzt. Wie schon bei den vorangegangenen Befliegungen der Vegetationsflächen im Wiener Raum (seit 1979) wurde auch 2000 wieder das Institut für Optoelektronik der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen bei München mit der Flugdurchführung beauftragt.

4.1 Flugplanung

Hauptziel der Befliegung war die flächendeckende Erfassung der Vegetationsbereiche im Wiener Stadtgebiet. Um Veränderungen der Vegetationsbereiche durch eine visuelle Luftbildinterpretation feststellen zu können wurde vom mittleren Bildmaßstab der Luftbilder vom Messflug 1991 und 1997 ausgegangen.

Bei der Flugplanung wurden für das Untersuchungsgebiet Navigationsunterlagen erstellt. Dabei mussten, ausgehend von den Anforderungen, die durch die visuelle Interpretation der Bildmaterialien gestellt werden, und unter Berücksichtigung der technischen Randbedingungen, die Flugparameter für zwei Flughöhen festgelegt werden.

Der generell für das gesamte Untersuchungsgebiet gewählte Bildmaßstab von 1:7700 (im Mittel) und die Objektivbrennweite der Reihenschichtkammer (Normalbrennweite 300 mm) bestimmten die Flughöhe. Die Wahl der seitlichen Überlappung der Aufnahmestreifen (Querdeckung 20 %) ergab den Flugstreifenabstand. Dieser beträgt 1,25 km bei der Standardflughöhe und 5 km beim Hochflug. Abbildung 4.1 zeigt ein Aufnahmeschema von Luftbildpaaren.

Weiters bestimmten die Flugzeuggeschwindigkeit, die Scan-Frequenz und der Scan-Abtastwinkel des Multispektral-Scanners ebenfalls die Flughöhe. Durch Abstimmung der Anforderungen für die Luftbildaufnahmen und der Scannermessungen wurde eine optimale Flughöhe von 2250 Meter über Grund (Standardflughöhe) festgelegt. Mit einer zusätzliche Befliegung aus 3600 Meter über Grund (Hochflug) sollen mit einem 15 cm Objektiv Übersichtsaufnahmen im Maßstab von rund 1:25.000 angefertigt werden.

Seit Beginn der Befliegungssaison 1999 steht dem DLR-Institut für Optoelektronik ein Flugzeugtaugliches Positions- und Lagemeßsystem zur Verfügung, das zwei Aufgaben erfüllt:

- 1) die präzise Flugführung zwischen vorgegebenen geographischen Punkten,

2) die Bestimmung der Elemente der räumlichen Lage des Scanner-Sensors.

Diese Lagekoordinaten können für die weitere Verarbeitung der Scannerdaten weitgehend automatisiert bei der Rektifizierung zu hochgenauen, geocodierten Bilddaten eingesetzt werden. In Tabelle 4.1 sind die Koordinaten der Flugstreifen und die Ein/Ausschaltpunkte in Dezimalgrade bzw. in Grad und Winkelminuten angegeben.

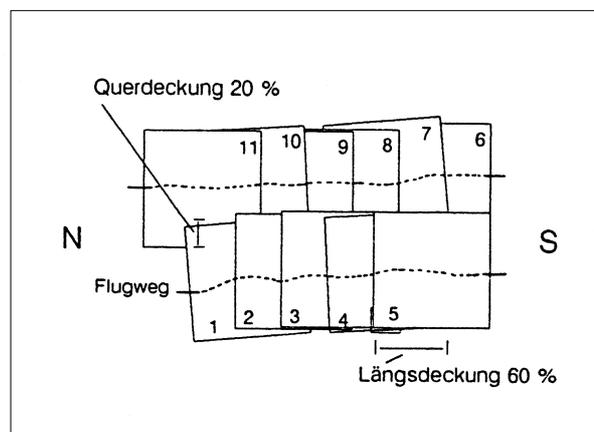
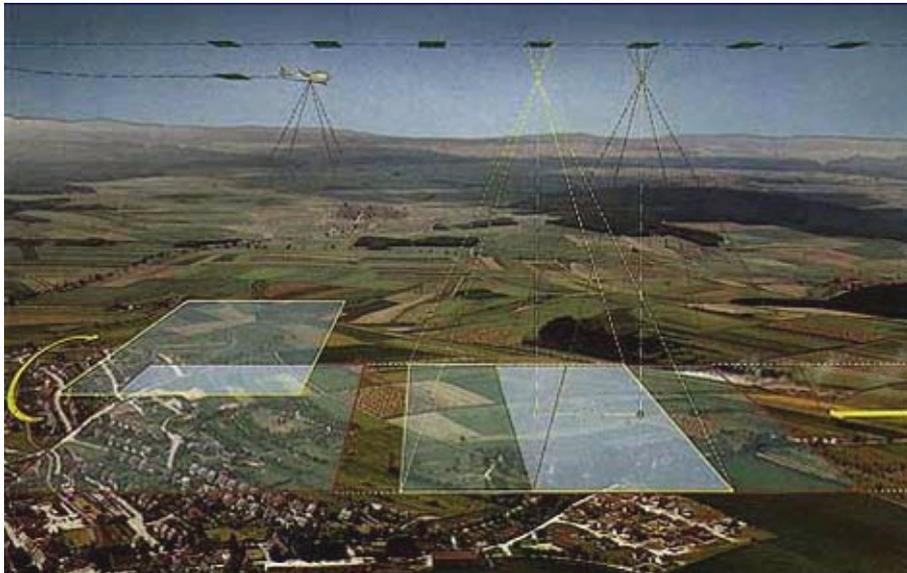


Abbildung 4.1:
Aufnahmeschema
von Luftbildpaaren

Für die flächendeckenden Farbinfrarotaufnahmen des Untersuchungsgebietes aus der Standardflughöhe sowie für die Aufnahmen aus dem Hochflug waren Flugstreifen von insgesamt 700 Kilometer Länge geplant. Mit der Standardflughöhe (rd. 8070 ft) sind 29 Flugstreifen geplant, im Hochflug (rd. 12.500 ft) werden 8 Flugstreifen geflogen. Der notwendige Filmbedarf wurde mit rund 800 Bilder abgeschätzt, und Filmrollen gleicher Charge vom Typ Kodak Aerochrom Infrared Film 2443 II besorgt.

Der vorgesehene Film 2443 Typ II wurde bereits beim Messflug 1997 mit gutem Erfolg eingesetzt. Um die Sensibilität des neuen Filmmaterials zu prüfen, wurden im August 2000 von der DLR Testaufnahmen mit verschiedenen Belichtungseinstellungen angefertigt. Die

von einer deutschen Firma ausgearbeiteten Luftbilder zeigten für eine bestimmte Belichtungszeit - Blendenkombination optimale Eigenschaften dieser Filmcharge bezüglich Schärfe, Empfindlichkeit und Farbdifferenzierung bei der Abbildung von Waldbereichen und von Vegetationsbeständen im verbauten Gebiet.

In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) wurde sichergestellt, dass die belichteten Filme vom Messflug über Wien von der BEV mit dem neuen Prozess AR-5 entwickelt werden können.

Streifen	Länge Grad	Länge Minuten
H 1	16	34,72
H 2	16	31,08
H 3	16	27,44
H 4	16	23,82
H 5	16	20,19
H 6	16	16,56
H 7	16	12,94
H 8	16	9,32

*Tabelle 4.1:
Koordinaten der Flugstreifen für
den Messflug 2000,
Standardhöhe (S) und Hochflug
(H)*

Streifen	Länge Grad	min. Breite Grad	max. Breite Grad	Streifen	Länge Grad	min. Breite Grad	max. Breite Grad
S 1	16,58	48,13	48,16	S 16	16,33	48,12	48,28
S 2	16,56	48,13	48,16	S 17	16,31	48,11	48,28
S 3	16,55	48,14	48,27	S 18	16,29	48,12	48,28
S 4	16,53	48,15	48,27	S 19	16,28	48,12	48,26
S 5	16,51	48,15	48,29	S 20	16,26	48,12	48,26
S 6	16,50	48,15	48,29	S 21	16,24	48,12	48,26
S 7	16,48	48,15	48,30	S 22	16,23	48,12	48,27
S 8	16,46	48,14	48,29	S 23	16,21	48,15	48,27
S 9	16,45	48,13	48,32	S 24	16,19	48,16	48,25
S 10	16,43	48,12	48,33	S i	16,60	48,12	48,16
S 11	16,41	48,11	48,33	S ii	16,61	48,12	48,16
S 12	16,39	48,12	48,33	S iii	16,63	48,12	48,16
S 13	16,38	48,12	48,32	S z	rechtsseitiges Donauufer		
S 14	16,36	48,12	48,29	S zz	linksseitiges Donauufer		
S 15	16,34	48,13	48,29				

Die nachstehende Abbildung 4.2 zeigt schematisch die Flugplanung für die Standardflughöhe. Die Lage der Flugstreifen, die Ein- und Ausschaltpunkte der Kamera sowie die idealen Bildmittelpunkte sind darin eingetragen und für die Flugnavigation koordinativ erfasst.

Meßflug Wien 2000

Flugplanung: ÖBIG
 Flugdurchführung: DLR
 Zeitraum: August bis September

 Stadtgrenze
 Flugstreifen
 Luftbildmittelpunkt
 Flugrichtung
 Bildbereich

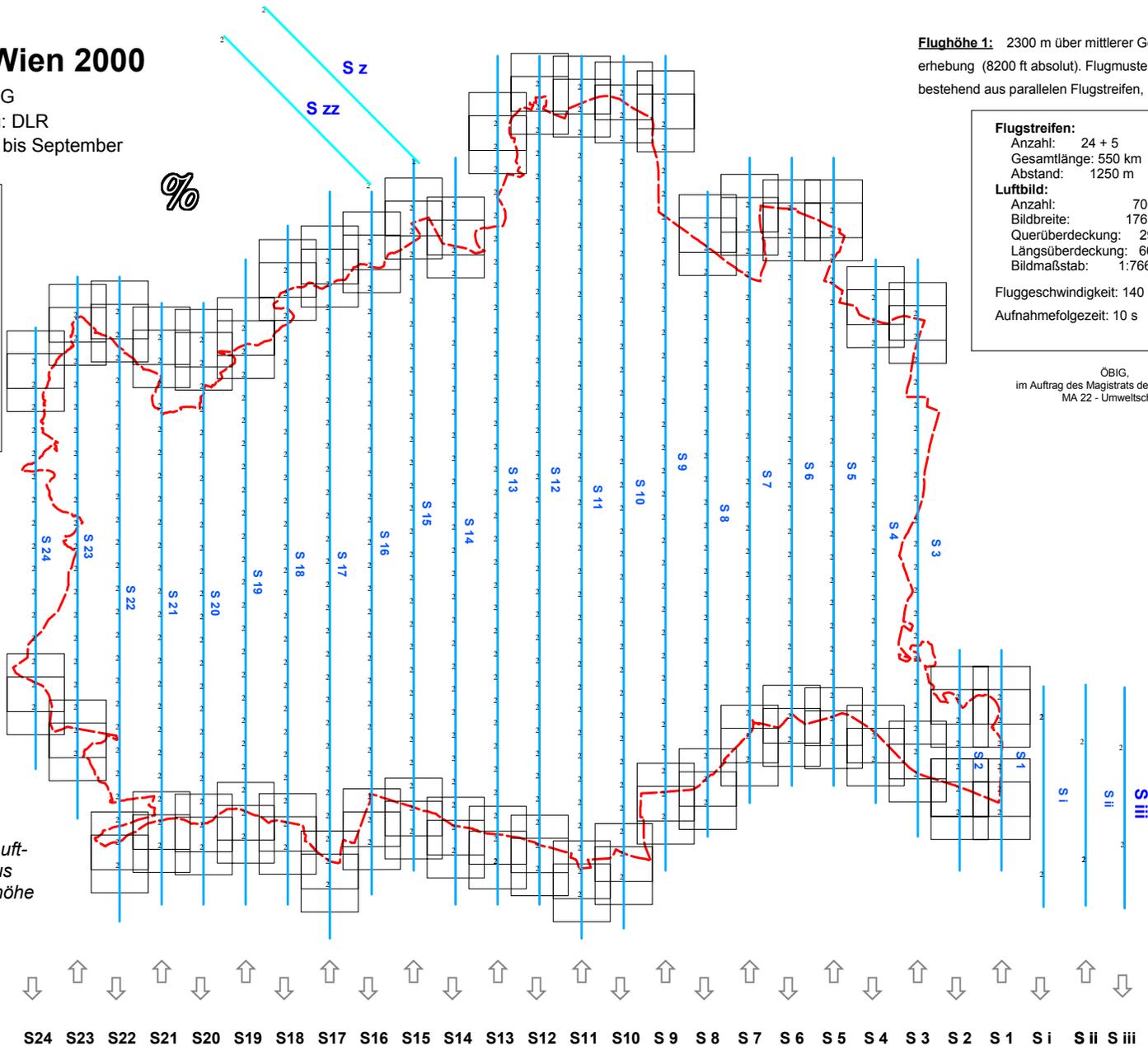


Abbildung 4.2:
 Flugplanung für Luft-
 bildaufnahmen aus
 der Standardflughöhe

Flughöhe 1: 2300 m über mittlerer Geländeerhebung (8200 ft absolut). Flugmuster mäanderförmig, bestehend aus parallelen Flugstreifen, Kurs Nord/Süd.

Flugstreifen:
 Anzahl: 24 + 5
 Gesamtlänge: 550 km
 Abstand: 1250 m

Luftbild:
 Anzahl: 700
 Bildbreite: 1763 m
 Querüberdeckung: 29%
 Längsüberdeckung: 60%
 Bildmaßstab: 1:7666

Fluggeschwindigkeit: 140 knt (260 km/h)
 Aufnahmezeit: 10 s

ÖBIG,
 im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien,
 MA 22 - Umweltschutz

4.2 Flugdurchführung

Für die Abwicklung des Messfluges 2000 wurde ein Messflugzeug vom Typ Cessna Caravan der DLR eingesetzt. Ein Hauptbestandteil der Flugzeugausrüstung war eine Luftbildkamera vom Typ Zeiss RMK A 30/23 für die Herstellung von Farbinfrarotbildern. Eine zweite Komponente der Messausrüstung, ein 11-Kanal-Scanner von Typ Daedalus AADS 1268, Airborne Thematic Mapper (ATM), war dazu bestimmt, neben den Luftbildaufnahmen die Rückstrahlung des Geländes in elf festgelegten Wellenlängenbereichen des sichtbaren Spektrums sowie des nahen, kurzwelligen und thermischen Infrarots zu messen.

Beide Sensoren, Kamera und Scanner, waren über den Messschacht auf sogenannten Drift-rahmen montiert, die zum Ausgleich der Nick- und Gierbewegungen des Flugzeugs dienen. Eine Bedienkonsole mit diversen Steuer- und Überwachungseinheiten, sowie ein Navigationsteleskop von Zeiss, Typ NT 2, zur Kontrolle der Feinführung des Flugzeuges auf dem vorgegebenen Kurs vervollständigten die Messausrüstung. In der Tabelle 4.2 sind die technischen Daten der Ausrüstung zusammengestellt.

Die Voraussetzung für einen Flugeinsatz sind durch verschiedene Rahmenbedingungen bestimmt. Es sind dies:

- die meteorologischen Bedingungen:
Wolkenbedeckungsgrad max. $\frac{1}{8}$, atmosphärischer Dunst entsprechend einer Schrägsichtweite von zumindest 15 km, anhaltende Hochdruckwetterlage für zumindest 48 Stunden
- die tageszeitliche Messperiode:
2 bis max. 2½ Stunden um den Tages-Sonnenhöchststand herum
- die Flugrichtung:
Nord-Süd bzw. Süd-Nord, das heißt in der Ebene des Sonnenazimuts zur Minimierung von Reflexions-Unsymmetrien bei der Scannermessung
- die Flughöhe über Grund:
2.300 m für die flächendeckende Erfassung des Wiener Stadtgebietes für die visuelle Luftbildinterpretation, 3.600 m für flächendeckende Übersichtsaufnahmen zur großflächigen Kartierung
- die Aufnahmefläche:
festgelegt durch die Einschalt- und Ausschaltpunkte der einzelnen Flugstreifen bzw. durch Gebietsabgrenzungen; seitliche Überlappung der Aufnahmestreifen 25 bis 40 %.

Der Messflug wurde vom Einsatzort Flughafen Wien-Schwechat aus durchgeführt. Die Anreise der Flug- und Messmannschaft mit einer Cessna erfolgte von der Dienststelle der DLR in Oberpfaffenhofen aus am ersten Einsatztag. Die Entscheidung für oder gegen einen Messeinsatz fiel vor allem durch die intensive Beobachtung der Wetterentwicklung im Internet gemeinsam mit dem Einsatzleiter der DLR.

Für die Befliegung des Untersuchungsgebietes wurde ein mäanderförmiges Flugmuster gewählt. Die Flugnavigation wurde automatisch durch ein differentielles Global Position System (D-GPS) über eingespeicherte Navigationskoordinaten der Flugplanung unterstützt.

Die Feinnavigation des Flugzeuges auf dem Sollkurs (Flugstreifen) erfolgte automatisiert mit Hilfe eines Navigationssystems (GPS/IMS), die Steuerung der Ein- und Ausschaltzeitpunkte der Messgeräte erfolgte händisch. Dabei wird mit Hilfe des Navigationsteleskops und der Planungslandkarte die Abweichung der Istposition des Flugzeuges von der Sollposition im Gelände visuell ermittelt und notwendige Kurskorrekturen an den Piloten gemeldet.

Die Bedienung und Überwachung der Sensoren (Messkammer und Scanner) lagen in der Obhut zweier Messingenieure, die zusammen mit einem Piloten und einem Flugzeugtechniker die Stammbesatzung der DLR des Messflugzeuges bildeten.

Tabelle: 4.2 Das messtechnische Equipment und ausgewählte technische Daten

DLR-Forschungsflugzeug Cessna Caravan C 208 B		Rufzeichen: D-FDLR
max. Flugdauer:	5 Stunden	
Reichweite:	1800 km	
Messgeschwindigkeit:	255 - 280 km/h	
Reisegeschwindigkeit:	340 km/h	
Reihenmesskammer Zeiss	RMK A 30/23	RMK A 15/23
Typ:	Normalwinkel	Weitwinkel
Objektivbrennweite:	305 mm	153 mm
Nennverzeichnung kleiner als:	3 μm	
Bildwinkel diagonal/seitl.:	56° /41°	
Blende:	5.6 bis 11	
Belichtungszeit:	1/50 bis 1/500	Defekt
Bildformat:	23 cm x 23 cm	
Filter: Zeiss D (entspricht Wratten 16 od. WILD 3)		
Bewegungsausgleich bei Belichtung: FMC-Magazin		
Farbinfrarotfilm KODAK 2443 II		
Auflösung:	32 Linien/mm, entspricht einer Bodenauflösung von 15 cm bei Bildmaßstab 1 : 5000	
Empfindlichkeit:	EAFS 40 (Effectiv Aerial Film Speed), entspricht mittlerer Empfindlichkeit	
Multispektral-Scanner ATM Daedalus AADS 1268		
Scanwinkel:	42.96°	
Streifenbreite (h 1000 m):	787 m	
Ebener momentaner Gesichtsfeldwinkel:	1.25 mrad	
Bodenauflösungselement im Fußpunkt (h 1000 m):	1.25 x 1.25 m ²	
Zahl der Auflösungselemente pro Zeile:	716	
Rollwinkelausgleich:	$\pm 15^\circ$	
Scanraten (Zeilen/s):	12.5/25/50	
Nominale Aufnahmehöhen (m) bei v=260 km/h:	1200/2400/4800	

Für die Positions- und Lagebestimmung des ATM-Scanners wurde ein Navigationssystem vom Typ CCNS AEROcontrol (Hersteller IGI mbh Hilchenbach) eingesetzt. Durch die Art der Montage erfasst das System die Lageänderung des Scanners und nicht die des Flugzeuges. Zur Genauigkeit der Lagemessung macht der Hersteller folgende Angaben:

- ❖ Roll und Pitch besser $1/100^\circ$
- ❖ Heading besser $1/10^\circ$.

Das System ist zwar differentialfähig, d.h. es empfängt Referenzdaten einer Boden- oder Satellitenstation und berechnet in „real time“ Positionen höherer Genauigkeit. Bei Nutzung von Bodenstationen liegt diese im Dezimeterbereich, hingegen liefert das OmniSTAR Satellitensystem, das in der Regel bei ATM-Erkundungseinsätzen verwendet wird, eingeschränkte, regional unterschiedliche Genauigkeiten im Bereich von 1 bis 3 Metern.

Datenaufzeichnung

Das CCN AEROcontrol registriert sowohl die Rohdaten als auch die in Echtzeit berechneten Positions- und Lageparameter mit einer Wiederholungsrate von 50 Hertz. Letztere werden nach dem Flug zu einer Textdatei aufbereitet.

Die Datei enthält neun Spalten:

- 1) Projektbezeichnung (max. 8 Zeichen)
- 2) Testgebiet (max. 8 Zeichen)
- 3) GPS-Zeit in Wochensekunden (Wsec), beginnend mit Sonntag, 00:00 Uhr UTC
- 4) Gegenwärtige Position, dezimaler Breitengrad WGS 84
- 5) Gegenwärtige Position, dezimaler Längengrad WGS 84
- 6) Höhe über WGS 84-Ellipsoid in Meter
- 7) Rollwinkel in Grad/Dezimale, neg. Vorzeichen für linke Seite des ATM in Flugrichtung runter
- 8) Nickwinkel in Grad/Dezimale, neg. Vorzeichen für ATM-Frontseite hoch
- 9) True Heading in Grad/Dezimale, Bereich 0 bis 360°

Synchronisation mit den Bilddaten

Zur Synchronisation der CCNS- mit den ATM-Bilddaten dienen die GPS-Wochensekunden im Verbund mit dem 1 PPS-Impuls, der zur exakten Lokalisierung des Sekundenwechsels benötigt wird.

Die vom CCNS ausgegebenen Wochensekunden (Wsec) werden ohne Verzögerung in den Zusatzdatenbereich des ATM eingespeist und sind in jeder Scanzeile als 6-stelliger, BCD-kodierter Wert unter Byte 6 bis 8 registriert und zwar so oft, bis ein neuer Wsec-Wert in den ATM-Datenrahmen übernommen wird. Dies erfolgt jedes Mal zu Beginn einer Scanzeile.

4.2.1 Der Flugeinsatz im Detail

Die in der zweiten Septemberwoche einsetzende Hochdruckwetterlage über Mitteleuropa verstärkte sich zunehmend und wurde am 9. und 10. September 2000 für die Befliegung des Untersuchungsgebietes bei optimalen Bedingungen genutzt.

Flugeinsatztag am 9. September 2000

Das Untersuchungsgebiet Wien wurde entlang von 23 Flugstreifen aus der Standardflughöhe mit einer Geschwindigkeit von 250 km/h aufgenommen. Die Messaufnahmen wurden um 11:05 Uhr Ortszeit über der Shopping City Süd gestartet (Bild Nr. 002) und erfolgten beginnend mit dem dichtverbauten Stadtgebiet bei S 17 mäanderförmig in Richtung Osten entlang der Flugstreifen (siehe auch Abbildung 4.3). Die Einschalt- und Ausschaltzeitpunkte der Kamera wurden absichtlich außerhalb der Gebietsgrenzen Wiens gewählt, um Bildmaterial von den angrenzenden Bereichen zu haben. Im Bereich des Rathausplatzes (Bild Nr. 112 – 115) behinderte eine kleine Dunstwolke lokal die totale Bodensicht. Über der Lobau (S 2) wurde die automatische Belichtungsauslösung der Reihenmesskammer defekt. Dieser kurze Flugstreifen wurde daher wiederholt, die Belichtung wurde ab diesem Zeitpunkt händisch ausgelöst. Nach Absolvierung der zwei Flugstreifen entlang der Donau bis Höhe Burg Kreuzenstein wurde der Messeinsatz plangemäß um 14:50 Uhr für diesen Tag beendet.

Abbildung 4.3 zeigt das am 9. September 2000 aufgenommene Gebiet, die Tabelle 4.3 gibt eine Übersicht der angefertigten Farbinfrarot-Luftbilder aus der Standardflughöhe.

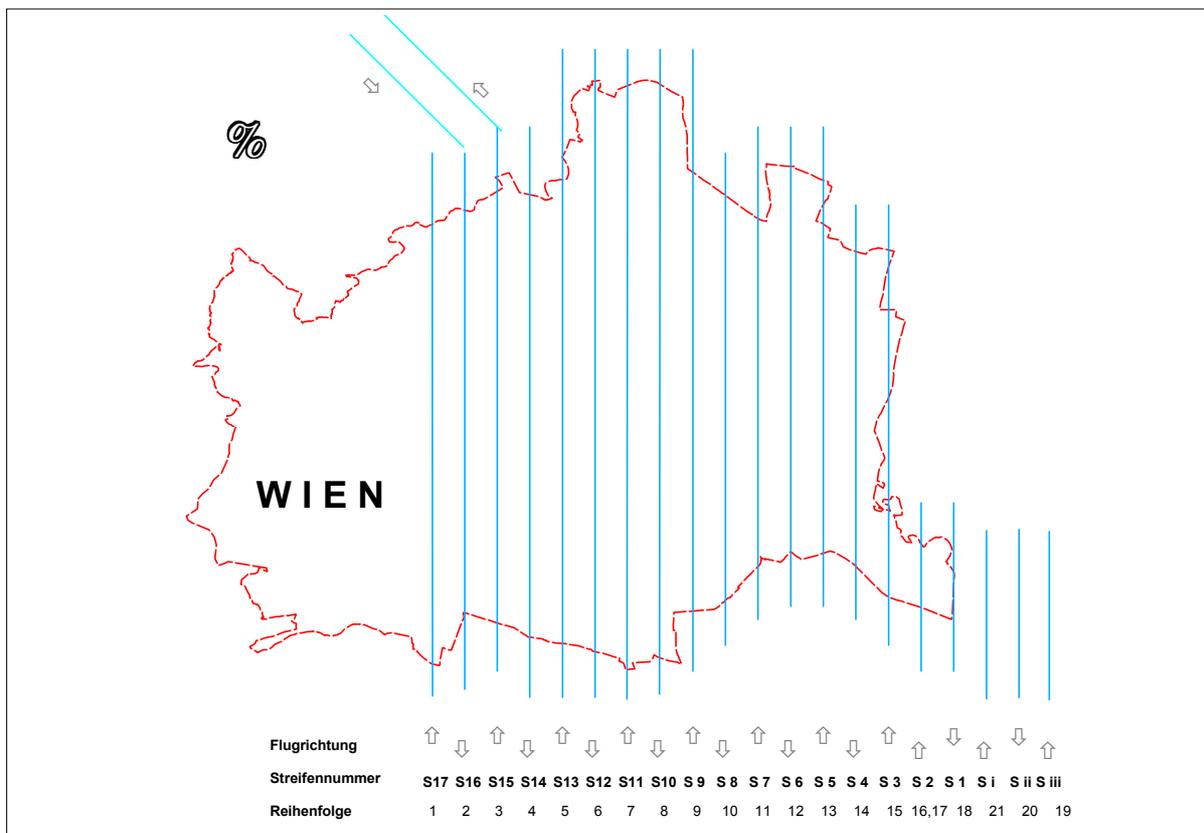


Abbildung 4.3: Flugstreifen und Rangfolge der Befliegung am 9.9.2000

Tabelle: 4.3 Aufnahmeprotokoll der Farbinfrarot-Luftbilder, Standardflughöhe

Datum der Meßaufnahmen: 9.9.2000

Aufnahmegebiet: Stadtgebiet Wien, Untere Lobau, Donau

Meteorolog. Verhältnisse: Frühherbstliche Hochdrucklage. Morgendliche Dunst- oder Nebelfelder lösen sich bis zum mittleren Vormittag auf. Danach im gesamten Untersuchungsgebiet ungestörtes Bildflugwetter. Schwach windig.

Homogene Beleuchtung durch dünne, hohe Schleierwolken, Schrägsichtweite 15 km.

Rang	Streifen Nr.	Flug-richtung	Bild Nr.	Flug- und Aufnahme-parameter	Bemerkungen
1	S 17	Nord	001 033	Flughöhe: 2300 m (8200 ft) Längsdeckung: 65% Querdeckung: 20% Blende: 5.6 Belichtung: 1/300 s	Film 26/00
2	S 16	Süd	034 064		Emulsionsnummer: 2443 6331005 04 03/02
3	S 15	Nord	065 096		kl. Dunstwolke
4	S 14	Süd	097 129		Nr. 147-151 leichter Dunst
5	S 13	Nord	130 167		
6	S 12	Süd	168 208		
7	S 11	Nord	209 250		Nr. 239-240 leichter Dunst
8	S 10	Süd	251 290		
9	S 9	Nord	291 327		
10	S 8	Süd	328 357		
11	S 7	Nord	358 386		
12	S 6	Süd	387 414		
13	S 5	Nord	415 440		
14	S 4	Süd	441 464		

Fortsetzung der Tabelle 4.3: Aufnahmeprotokoll der Farbinfrarot-Luftbilder,
Standardflughöhe

Datum der Meßaufnahmen: 9.9.2000

Aufnahmegebiet: Stadtgebiet Wien, Untere Lobau, Donau

Rang	Streifen Nr.	Flug- richtung	Bild Nr.	Flug- und Aufnahme- parameter	Bemerkungen
15	S 3	Nord	465 489	Single-Auslösung	
16	S 2	Süd	490 492		Auslösedefekt
17	S 2	Nord	493 499		Wiederholung
18	S 1	Süd	500 506		
19	S iii	Nord	507 514		
20	S ii	Süd	515 522		
21	S i	Nord	523 530		
22	S z	NW	531 578		Donaukurs 574: Filmende
23	S zz	SO	585 647		Flim 28/00 646,647 keine Belichtung

Tabelle: 4.4 Aufnahmeprotokoll der Farbinfrarot-Luftbilder, Standardflughöhe

Datum der Messaufnahmen: 10.9.2000**Aufnahmegebiet: Wien, Wienerwald, dichtverbautes Stadtgebiet****Meteorolog. Verhältnisse:** Weiterhin spätsommerliches Schönwetter. Vereinzelt dünne Schleier, sonst wolkenfrei. Leichter Dunst, Schrägsichtweite 25 km.

Rang	Streifen Nr.	Flug-richtung	Bild Nr.	Flug- und Aufnahme-parameter	Bemerkungen
1	S 18	Süd	648 678	Flughöhe: 2300 m (8200 ft) Längsdeckung: 65% Querdeckung: 20% Blende: 5.6 Belichtung: 1/300 s	Film 28/00 Emulsions- nummer: 2443 6331 005 04 01/02
2	S 19	Nord	679 706		
3	S 20	Süd	707 735		
4	S 21	Nord	736 764		
5	S 22	Süd	765 795		
6	S 23	Nord	796 821		
7	S 24	Süd	822 842		
8	S 17	Nord	843 865		Zweite Beflie- gung des dicht- verbauten Stadtgebietes
9	S 16	Süd	866 890		
10	S 15	Nord	891 914		
11	S 14	Süd	915 937		
12	S 13	Nord	938 958		
13	S 12	Süd	959 980		
14	S 11	Nord	981 1000		

5 Aufbereitung der Farbinfrarot-Luftbilder

5.1 Filmentwicklung

Die Filmmaterialien wurden unmittelbar nach der Befliegung am ÖBIG gekühlt gelagert und am 18.9.2000 am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) entwickelt.

Die jeweils durchgeführten Testentwicklungen zeigten bereits gute Ergebnisse bezüglich Filmlagerung, der Qualität der Filmemulsion und der Belichtung während des Messfluges, sodass keine zusätzlichen Manipulationen im Filmentwicklungsprozess notwendig waren.

Der diesjährige Film weist ganz offensichtlich eine deutlich veränderte Farbdifferenzierung von Vegetationsflächen gegenüber dem Exemplar aus dem Jahr 1997 auf. Das Bildmaterial ist jedoch für Zwecke der Vegetationserhebung im Stadtgebiet sowie zur Waldzustandserkennung im Wienerwald und der Lobau gut geeignet.

Die Bildqualität wird von erfahrenen Interpreten wie folgt beurteilt:

Bildschärfe:

Im gesamten Untersuchungsgebiet gut.

Farbwiedergabe und -differenzierung:

Das Bildmaterial ist leicht rotstichig (siehe auch Abbildung 5.1). Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes und den damit verbundenen wechselnden atmosphärischen Bedingungen treten generelle Farbunterschiede auf. Neben sehr gut differenzierten Bildern gibt es auch „milchige“ mit geringer Rot- und Gründifferenzierung.

Helligkeit:

Im gesamten Untersuchungsgebiet gut.



Abbildung 5.1:
Rotstich des Farbinfrarotfilms

5.2 Archivierung der Farbinfrarot-Luftbilder

Die Filmrollen wurden nach der Entwicklung am ÖBIG geschnitten, und die Einzelbilder nach der Bildnummer geordnet. Das Wiener Stadtgebiet ist auf rund 900 Diapositiven im Format 23 cm x 23 cm mit einem mittleren Bildmaßstab von 1 : 7700 abgebildet.

Bei der Archivierung wurden auf die vielfältigen Anforderungen durch die weitere Verwendung der Farbinfrarot-Luftbilder sorgfältig eingegangen. Sie betrafen im einzelnen:

- Schutz vor mechanischen Beschädigungen, und Schutz vor anderen Umwelteinflüssen wie Staub, Feuchtigkeit, Chemikalien und Sonnenlicht
- Langzeitstabilität
- kurze Zugriffszeit zu den einzelnen Luftbildern
- hohe Transparenz und Beschriftungsmöglichkeit der Bildhüllen bei visueller Luftbildinterpretation.

Von jedem Luftbild wurde der Bildmittelpunkt in einer Ortungskarte eingetragen. Danach wurden die Luftbilder in registerartig gestanzte Luftbildhüllen eingeordnet und nach der Luftbildnummer in eigens angefertigten Kartonschachteln zu je 50 Stück übereinander liegend abgelegt.

Abbildung 5.2 veranschaulicht das Luftbildarchiv von rund 2500 Farbinfrarot-Luftbildern der Jahrgänge 1991, 1997 und 2000. Die Diapositive sind feuchtigkeits-, licht-, staub- und wärme geschützt in einem Metallschrank verwahrt.



*Abbildung 5.2:
Archivierung der rund 2500 Luftbilder
vom Wiener Stadtgebiet,
Messflug 1991, 1997 und 2000*

Die Luftbildhülle

Mit den Hüllen konnten bereits seit dem Messflug 1991 gute Erfahrungen gesammelt werden. Als Material wurde eine 0,15 mm starke glasklare Hartfolie gewählt. Vom Hersteller wird der Werkstoff als frei von Weichmachern, Cadmium, PCB, Blei und anderen Schwermetallen oder löslichen Chemikalien bezeichnet. Die Wärmebeständigkeit beträgt nach DIN 53446 plus 75 °C. Die Hüllen haben einen zweiseitigen Eingriff, und sind gefalzt und hochfrequenzverschweißt. Auf einer abgestuften Leiste sind in grüner Farbe die jeweiligen Luftbildnummern eingetragen.

Die Ortungskarte

In der Ortungskarte sind die Bildmittelpunkte aller für die Auswertung zur Verfügung stehenden Luftbilder für das Stadtgebiet Wien markiert. Bilder, die bei Probebelichtungen während des Fluges entstanden, sind nicht eingetragen. Die Auffindung eines Luftbildes von einem bestimmten Gebiet erfolgt über die Luftbildnummer. Zur besseren Lesbarkeit werden dabei die Bildmittelpunkte in vier verschiedenen Symbolen dargestellt.

In der nachfolgenden Karte sind die Luftbildaufnahmen der Messflüge 1997 und 2000 als Ortungskarte eingetragen. Auf einem Blick können für ein Gebiet die einander entsprechenden Luftbilder des Jahres 1997 (blau) und 2000 (grün) für die Beobachtung der Vegetationsveränderungen genannt werden. Gleichzeitig ist die dem gewünschten Gebiet zugehörige Stadtkarte MZK 1:1000 bzw. MZK 1:2000 ersichtlich.

Literatur

Braun C.:

Der Zustand der Wiener Stadtbäume

Interpretation des Kronenzustandes und vergleichende Untersuchungen des Mineralstoffhaushaltes

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

ÖBIG, Wien 1990

Kellner K., Pillmann W.:

Digitales Luftbildarchiv Wien

Rasterbilddaten der Farbinfrarot-Luftbilder aus dem Meßflug 1997

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

ÖBIG, Wien 1999

Kellner K., Pillmann W.:

BiotopMonitoring Wien – Grünflächensituation im peripheren Stadtgebiet

B 1/98 Tätigkeitsbericht

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

ÖBIG, Wien 1998

Kellner K., Pillmann W.:

BiotopMonitoring Wien – Meßflug 1997

B 1/97 Themenbericht

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

ÖBIG, Wien 1997

Kellner K., Pillmann W.:

BiotopMonitoring Wien – Ergebnisse der Grünflächenversorgung auf Bezirksebene im innerstädtischen Bereich

B 1/96 Teilprojekt: Biotop - Info

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz

ÖBIG, Wien 1996

Kellner K., Pillmann W.:

Waldzustandserhebung Wienerwald im Bundesland Niederösterreich

Abschlußbericht zur Projektstufe I

Im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung – Abteilung R/3

ÖBIG, Wien 1992

Kodak Publ. AS-69:

Aerial Data, Kodak Aerochrome II Infrared Film 2443

Eastman Kodak Company, Major Revision 12/96

Landauer G., Voß H.-H. (Hrsg):

Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung

Abschlußdokumentation, Teil A

DLR, Oberpfaffenhofen 1989

www – Adressen:

www.austrocontrol.at/weather/maps/europe/A/NOEfore.htm

www.dfd.dlr.de/ftp/put/to_zdf/Central_Europe/image1.jpg

www.magwien.gv.at/ma22/pool/biomon.htm

www.wetterzentrale.de/pics/D2u.html

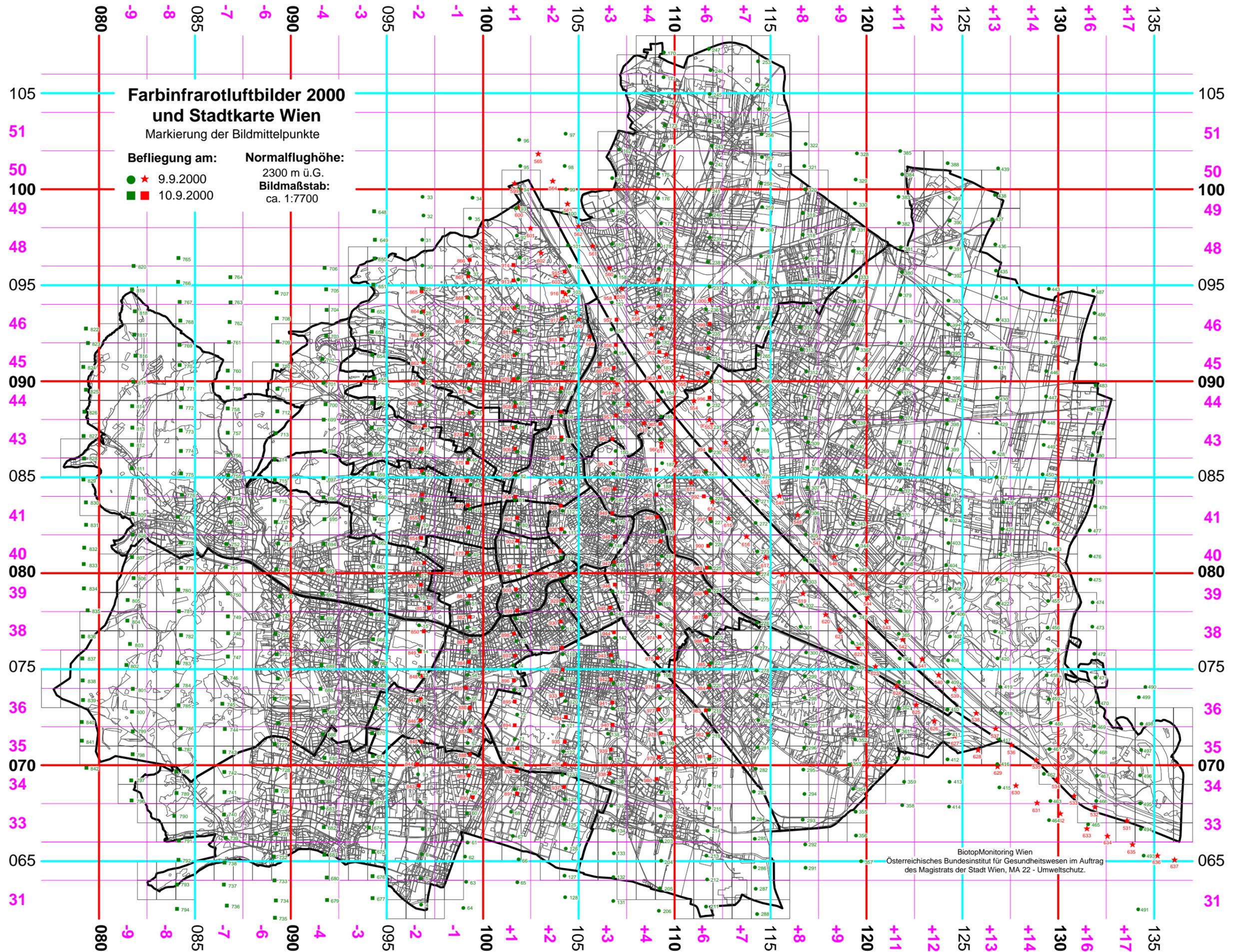
www.zamg.ac.at/devwww/wetter/sat.htm

www.home.t-online.de/home/saevert/dwetter.htm

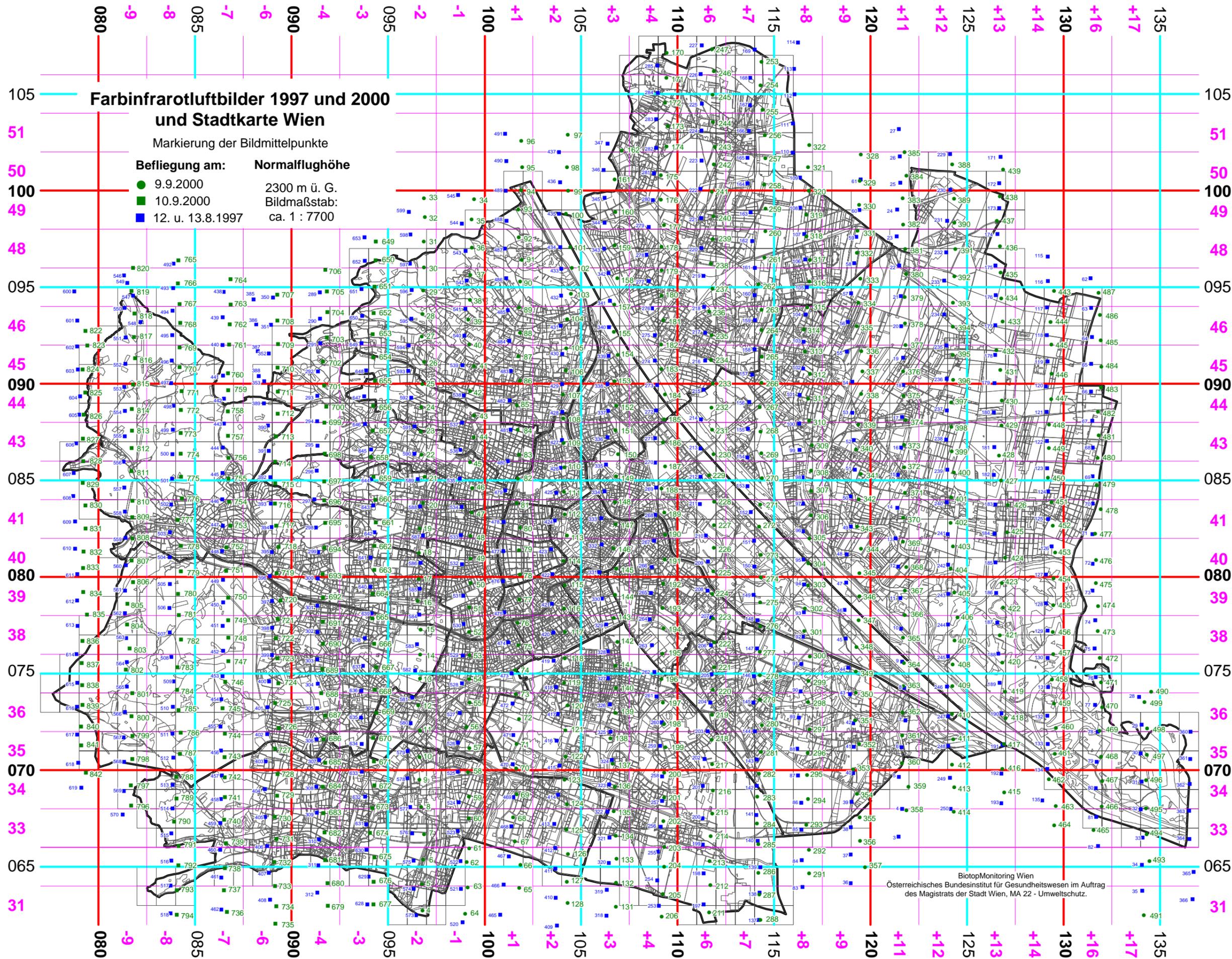
www.met.fu-berlin.de/wetter/wetterkarte/today/de_gnd.gif

www.meteoschweiz.ch/de/wetter/isobaren.shtml

www.eumetsat.de/en/area3/marf/histAdv.html



BiotopMonitoring Wien
Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen im Auftrag
des Magistrats der Stadt Wien, MA 22 - Umweltschutz.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Naturschutz - Studien der Wiener Umweltschutzabteilung \(MA 22\)](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [78](#)

Autor(en)/Author(s): Kellner Klaus, Pillmann Werner

Artikel/Article: [Biotopmonitoring Wien: Messflug Wien 2000 Flugsenkrehtaufnahmen von der Vegetation Wiens mit Multispektral-Scanner und Reihenmesskammer für das Arbeitsprogramm BIOTOPMONITORING WIEN 1-26](#)