

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 90 (1999)

Heft: 1

Artikel: Satellitenbildarchiv der Schweiz

Autor: Seidel, Klaus / Schröder, Michael / Rehrauer, Hubert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-901890>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Satellitenbildarchiv der Schweiz

In den letzten Jahrzehnten wurden immer mehr Erdbeobachtungssatelliten in den Orbit befördert. Das ermöglicht einerseits Aufnahmen unseres Planeten mit zuvor nicht erreichbarer geometrischer, zeitlicher und radiometrischer Auflösung. Andererseits erschweren das Wachstum und die Vielfältigkeit der bildgebenden Systeme die Bearbeitung und Archivierung der Bilddaten, die man den Anwendern zugänglich machen will. In der Schweiz wird diese Aufgabe vom nationalen Satellitenbildarchiv erfüllt. Im folgenden werden technische Aspekte des von der ETH Zürich und dem Centro Svizzero di Calculo Scientifico (CSCS) in Manno TI gemeinsam betriebenen Archivs erläutert. Ein aktuelles Forschungsprogramm der ETH hat zum Ziel, dass Datenbanken in Zukunft nach bestimmten Bildinhalten automatisch durchsucht werden können.

Die Erde wird heute von einer Vielzahl Fernerkundungssatelliten begleitet. Sie registrieren vielfältige Informationen über unseren Planeten. Optische und Radarsatelliten beobachten einerseits globale Phänomene, wie zum Beispiel den El Niño oder das antarktische Ozonloch, andererseits können sie durch hochauflösende Aufnahmen die örtliche Siedlungsplanung unterstützen. Gegenwärtig werden Satelliten mit geometrischen Auflösungen im Bereich von einem bis drei Metern entwickelt. Damit können Strukturen und Vorgänge auf der Erde mit einem Detailreichtum zuverlässig und automatisch aufgenommen werden, der bisher aufwendigen Luftbildern vorbehalten blieb. Ein gutes Beispiel für heute gebräuchliche Satelliten sind ferner Wittersatelliten (Meteosat), mit denen die Qualität der Wettervorhersage wesentlich verbessert wurde.

Die durch Fernerkundung gewonnene Information hat ein hohes Potential. In der Landwirtschaft zum Beispiel können Bilder des Wachstumszustandes der Pflanzen bei der Düngereplanung helfen und Ernteprognosen ermöglichen. Gleichzeitig stellt die Fernerkundung aber auch eine Herausforderung dar. Die Aufnahmen müssen so bearbeitet und gespeichert werden, dass sie für Benutzer schnell und bequem zugänglich sind. Nur dann ist die Information kostengünstig verwertbar. Für einen Grossteil der Beobachtungsplattformen ist dies heutzutage allerdings noch nicht der Fall. Viele Aufnahmen werden in proprietären Rohformaten archiviert, und es existiert eine

beträchtliche Anzahl verschiedener Verarbeitungsstufen, die von den Rohdaten bis hin zu geokodierten Daten reichen.

In der Schweiz besitzt das nationale Satellitenbildarchiv die notwendige Infrastruktur, um grosse Datenmengen zu speichern und zu verteilen. Vor kurzem wurden die Zugriffsmöglichkeiten über das Internet erweitert. Gegenwärtig wird im Rahmen eines ETH-Forschungsprojektes vor allem die Benutzerschnittstelle erweitert. Zukünftige Kunden werden das Archiv nach anwendungs- und inhaltsbezogenen Aspekten durchsuchen können.

Fernerkundungs-Bildarchive

In den letzten 20 Jahren hat sich die Satellitentechnologie kontinuierlich verbessert. Auch die Bodenstationen, die für den Empfang und die Verarbeitung der Daten zu Endprodukten zuständig sind, haben sich weiterentwickelt. Dank der verbesserten Rechenleistung und der grösseren Speicherkapazität bieten sie heute eine grosse Palette von Produkten mit unterschiedlich prozessierten Daten an. Insgesamt hat hierbei deren Qualität, Auflösung und Menge zugenommen.

Tabelle I Auswahl internationaler Satellitenbildkataloge

Satellitenbildarchive speichern die Daten und machen die zugehörigen Kataloge online verfügbar. Um den gestiegenen Ansprüchen der Benutzer nach Zugänglichkeit und leichter Bedienung gerecht zu werden, sind die Produzenten und Vertrieber von Fernerkundungsdaten dabei, das «Bodensegment» zu erweitern. Das soll heissen, dass Datenaufbereitung und Archivierung mit umfangreichen Abfragemöglichkeiten kombiniert werden. Gegenwärtig wird bei vielen nationalen und internationalen Organisationen der Fernerkundung die Einführung neuer benutzerfreundlicher Datenarchive vorangetrieben.

Moderne Archive sollen den Benutzer beim Finden von Produkten unterstützen, die für seine Anwendung geeignet sind. Tabelle I zeigt eine Auswahl der bestehenden Online-Kataloge. Viele von ihnen bieten die Möglichkeit, auf einfache Weise zu recherchieren, ob für einen bestimmten Ort und eine gegebene Zeit Aufnahmen eines Satelliten verfügbar sind. Manche Kataloge erlauben die

Adressen der Autoren

Dr. Klaus Seidel, Michael Schröder, Hubert Rehrauer, Fachgruppe Bildwissenschaft, Institut für Kommunikationstechnik, ETH Zürich, Gloriastrasse 35, 8092 Zürich
Roberto Mastropietro, Centro Svizzero di Calculo Scientifico, Via Cantonale 6928 Manno

Recherche sogar simultan für mehrere Satelliten. Allerdings bieten viele bisher nur geringe Unterstützung für die Evaluation geeigneter Bildprodukte. Die Art des Zugriffs und das Spektrum der archivierten Daten variiert dabei stark. Dies liegt unter anderem an den unterschiedlichen Zielsetzungen der jeweiligen Organisationen.

Das Satellitenbildarchiv der Schweiz ist als Dienstleistung für die schweizerische Benutzergemeinschaft im Bereich Fernerkundung ausgelegt. Es wird im Auftrag des Bundesamtes für Landestopographie und unter der wissenschaft-

Organisation	Archiv	Adresse
Spot Image	Dali	http://www.spotimage.fr
Spaceimage	Carterra	http://www.spaceimage.com
Eurimage	Einet	http://www.eurimage.it/einet
DLR/DFD	Isis	http://isis.dlr.de
Saudi Centre	CBS	http://scrcbs.kacst.edu.sa
ESA	Leda	telnet://epocat.esrin.esa.it

lichen Leitung der Fachgruppe Bildwissenschaft des Instituts für Kommunikationstechnik der ETH Zürich unterhalten (<http://www.vision.ee.ethz.ch/~rsia>).

Der Bestand des Archivs ist an die hiesigen Bedürfnisse angepasst. Hauptsächlich werden optische Daten aus dem weiteren Alpenraum archiviert. Der Vertrieb der Daten geschieht durch den National Point of Contact (NPOC). Dieser verwaltet seit 1984 Daten von nahezu allen aktiven Erderkundungssatelliten für die schweizerische Benutzergemeinschaft. Der Katalog der von der Schweiz erhältlichen Daten steht auf dem Internet zur Verfügung. Insgesamt sind mehr als 15 000 Szenen mit einem Marktwert von über 2 Mio. ECU verfügbar.

Technische Aspekte des Archivs

Das Archiv wurde auf der bestehenden Infrastruktur des Hochleistungsrechenzentrums CSCS in Manno TI installiert (Bild 1). Dieses Rechenzentrum besitzt durch das Switch-Netzwerk sehr schnelle Verbindungen zu den Hochschulen und der Industrie in der Schweiz. Gleichzeitig ist am CSCS beträchtliches Fachwissen in den Bereichen der Kompression und der Archivierung grosser Datenmengen vorhanden.

Hauptkomponente des Archivs ist ein automatisches, robotergesteuertes Bandarchiv (STK-Silo) mit einer maximal möglichen Speicherkapazität von 500 Terabyte. Auf diesem Bandarchiv werden die Daten nach dem Kopieren von traditionellen Bändern gespeichert. Dort sind die Daten sowohl durch Sicherungskopien gegen physikalischen Zerfall als auch durch einen Firewall gegen unberechtigte Zugriffe geschützt. Für aufwendige numerische Berechnungen, wie sie für die inhaltsorientierte Indizierung der Daten nötig sind, wird ein Grossrechner von Hewlett-Packard (HP Convex) mit 16 Prozessoren verwendet. Falls in späteren Projekten noch mehr Rechenleistung nötig ist, steht mit dem NEC SX-4 ein Supercomputer zur Verfügung.

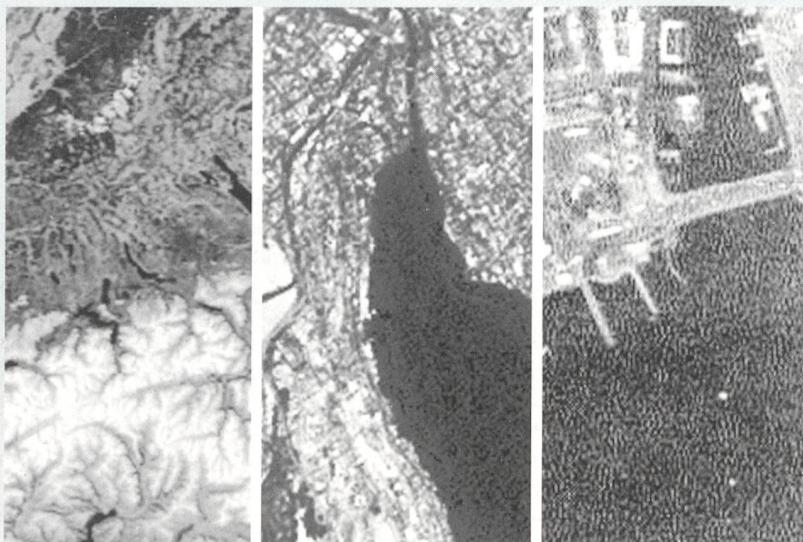
Die Metadaten der Satellitenbilder (z.B. Sensortyp, geographische Koordinaten oder Zeitpunkt der Aufnahme) werden in einer relationalen Datenbank auf einer eigenen Sun Workstation verwaltet. Hierbei werden das Datenbanksystem Oracle und das Intelligente Satellitendaten-Informationssystem (Isis) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) verwendet. Benutzer des Archivs können die Daten entweder über einen komfortablen grafischen Client oder ein einfaches WWW-Interface ab-

Erderkundungssatelliten im Orbit

Satellitenbilder sind eine wichtige Informationsquelle, zu deren quantitativer Auswertung die Erdfernerkundung Verfahren und Methoden entwickelt haben. Es geht um die Überwachung der Naturgüter unserer Erde und die Nutzung der Ressourcen zu Planungszwecken. Das schweizerische Interesse bezieht sich dabei naturgemäß besonders auf die Alpenregion.

Seit 1972 wurden regelmässig und weltweit Aufnahmen gewonnen. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die wichtigsten zurzeit in Umlaufbahn befindlichen Sensoren. Das Bild zeigt drei Beispiele für Satellitenbilder mit verschiedenen Auflösungen.

Satellit mit Sensor	Auflösung	Spektralbänder	Wiederholrate	Datenmenge pro Szene
Meteosat-5	5000 m	3	30 min	20 MByte
NOAA AVHRR	1000 m	5	12–24 h	12 MByte
Landsat-5, TM	30 m	7	16 d	280 MByte
SPOT XS	20 m	3	4–26 d	27 MByte
SPOT PAN	10 m	1	4–26 d	52 MByte
IRS LISS	23 m × 70 m	4	4–24 d	36 MByte
IRS PAN	5,8 m	1	4–24 d	78 MByte
ERS 1/2 (Radar)	20 m	1	35 d	300 MByte
Radarsat (Radar)	10 m	1	4–24 d	680 MByte



Satellitenbilder bei verschiedenen Auflösungen: 1000 m (NOAA/AVHRR, links), 30 m (Landsat TM, Mitte) und 1 m (russische Spionagekamera KWR)

fragen (siehe Textkasten «Archivabfrage im Internet»). Der grafische Client bietet deutlich mehr Funktionalität und ist leicht auf dem eigenen Rechner zu installieren.

Das Resultat einer Abfrage ist eine Liste von gefundenen Satellitenbildern, die den gewünschten Spezifikationen entsprechen. Daraufhin können weitere Detailinformationen abgerufen, eine Schnellansicht (Quicklook) des Bildes angeschaut oder die Lage auf einer Karte kontrolliert werden (Bild 2). Der Benutzerzugriff auf diese Daten bedarf zurzeit keiner speziellen Autorisierung, ist aber beschränkt auf die Abfrage von Metainformation und Quicklooks. Elektroni-

sche Auftragserteilung und elektronische Übertragung von Daten mit voller geometrischer Auflösung sind vorgesehen.

Ausblick auf inhaltsorientierte Abfrage

Das bestehende System erlaubt Abfragen nach Metainformationen, das heisst zu den Satellitenbilddaten gehörenden weiteren Informationen wie Datum und Uhrzeit der Aufnahme, Angabe der geographischen Eckkoordinaten oder spezielle Sensorparameter. Im Rahmen eines ETH-Forschungsprojektes werden nun weitergehende Möglichkeiten der Bildabfrage untersucht, welche die Suche

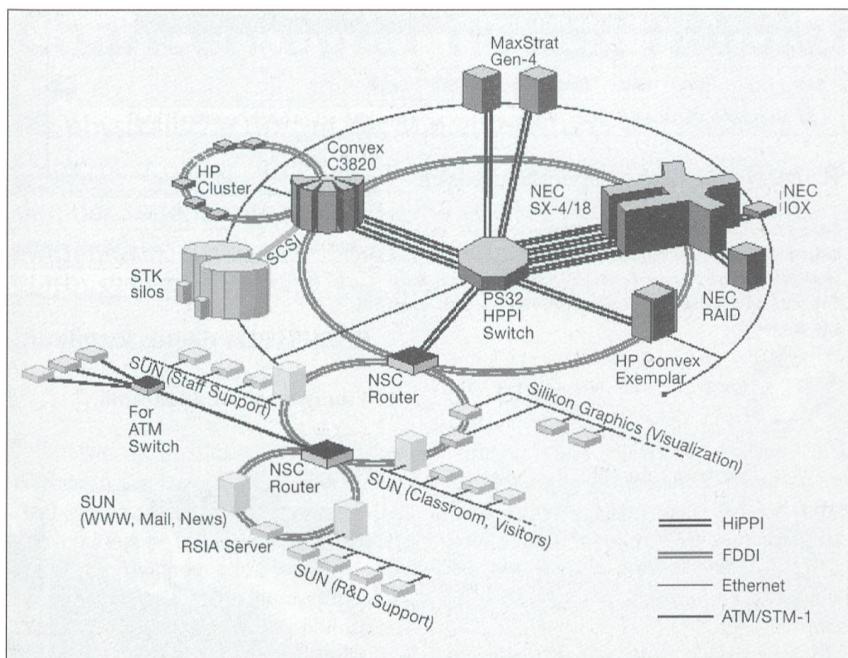


Bild 1 Netzwerkstruktur des CSCS

Die eigentlichen Satellitenbilder werden in den STK-Silos gespeichert, während sich die relationale Datenbank mit den Metainformationen auf dem RSIA-Server befindet.

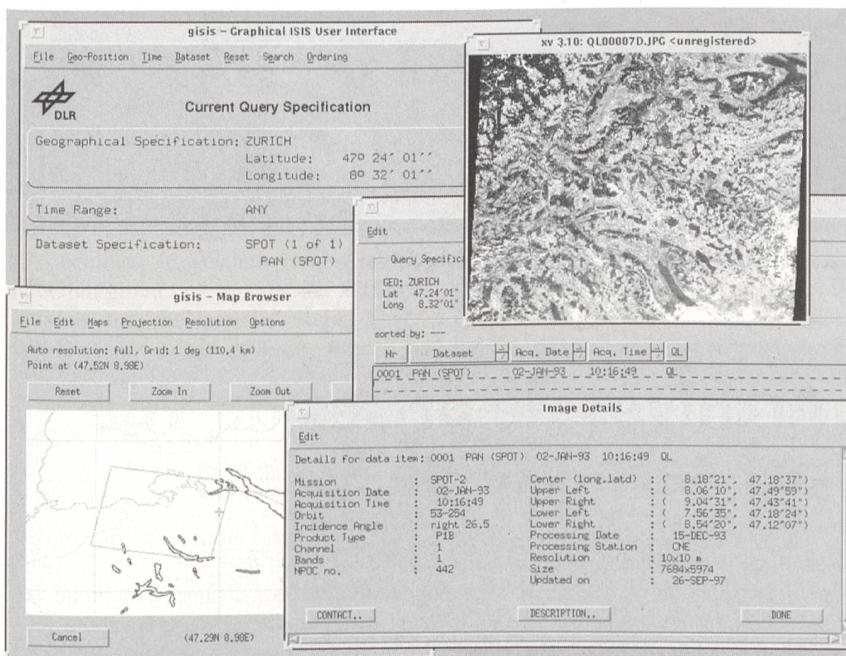


Bild 2 Das grafische Benutzerinterface zum Schweizer Satellitenbildarchiv

nach bestimmten Inhalten (z.B. «Stadt umgeben von Wald») unterstützen sollen.

Die inhaltsorientierte Abfrage stützt sich auf eine umfassende, signalorientierte Beschreibung der Bilddaten. Die Beschreibung ist unabhängig von bestimmten Anwendungen und beschreibt den Bildinhalt mittels einer Reihe von Modellen. Zum einen werden damit die unterschiedlichen Intensitäten in den verschiedenen spektralen Bändern und zum anderen die regelmässigen oder stochastischen räumlichen Strukturen charakteri-

siert. Diese «multispektralen» und «texturenellen» Beschreibungen werden anschliessend zu charakteristischen Klassen zusammengefasst (z.B. «feine Textur») und stellen eine objektive Beschreibung des Bildsignals dar. In der Folge werden sie mit anwendungsorientierten Merkmalsbegriffen (z.B. «städtisches Gebiet») verknüpft, nach denen schliesslich gesucht werden kann.

Ein wichtiges Konzept ist hierbei die Analyse des Bildes mit speziellen Algorithmen bei mehreren räumlichen Auflö-

sungen («scales»). Anders als das menschliche Auge, das die feinen und die groben Strukturen eines Bildes simultan erkennen kann, sind pixelbasierte Algorithmen vorrangig geeignet, um feine, lokalisierte Eigenschaften zu analysieren. Bei einer Transformation zu einer niedrigeren Auflösung werden nun räumlich ausgedehnte Strukturen zu feinen Texturen kondensiert, welche sehr gut detektiert werden können. Die Bearbeitung bei mehreren Auflösungen erweitert somit zum einen die Menge der erkannten Bildinhalte. Zum anderen ermöglicht dieses Vorgehen das direkte Vergleichen von Sensoren unterschiedlicher Auflösung. Dies ist wichtig für die gleichzeitige Suche nach Bildern verschiedener Sensoren. Mit der sogenannten Wavelet-Darstellung ist dies zugleich auch eine rechenmäßig effiziente Darstellung, die die progressive Bildübertragung unterstützt. Dabei wird dem Benutzer das Bild zuerst mit einer groben Auflösung präsentiert und, nachdem dieser eine interessierende Region markiert hat, werden die entsprechenden Detailkoeffizienten übertragen.

Ein Beispiel für eine Abfrage nach Bildinhalten ist in Bild 3 gezeigt. Hierbei wird in einer kleinen Testdatenbank nach vordefinierten Bedeckungstypen (z.B. «See» oder «Schnee») gesucht. Diese Demo ist über ein Web-Interface auf <http://www.vision.ee.ethz.ch/~schro/rsia/main.html> zugänglich.

In einem zurzeit in der Entwicklung befindlichen, grösseren System wird die kombinierte Suche nach Ort und Inhalt möglich sein. Zusammen mit die ganze Schweiz abdeckenden Daten (vergleiche Titelbild) ist eine Reihe interessanter Fragestellungen denkbar. Dies und Details der stochastischen Inhaltbeschreibung und Indizierung auf mehreren Skalen des Bildes werden Inhalt eines weiteren Artikels sein.

Archivabfrage im Internet

Eine kurze Anleitung, wie man sich die Client-Software für SunOS, Solaris oder Windows herunterlädt und auf dem eigenen Rechner installiert, befindet sich auf <http://www.vision.ee.ethz.ch/~rsia/instr.html>.

Ferner kann über <http://rsia.csccs.ch/isis-query.html> auch direkt auf das Archiv zugegriffen werden. Ausser Quicklooks bietet dieser direkte Zugang jedoch keinerlei grafische Unterstützung.

Dieses Forschungsprojekt ist Teil einer wissenschaftlichen Kooperation der ETH Zürich mit dem CSCS und dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Ziel ist die Entwicklung und Umsetzung von Methoden, welche die gehobenen Ansprüche der heutigen Benutzer unterstützen und auch der Bewältigung des wachsenden Datensstroms dienen sollen, der mit der nächsten Generation von Fernerkundungssatelliten zu erwarten ist.

Verdankung

Die Autoren danken an dieser Stelle den CSCS-Mitarbeitern Remo Valerioti und Nicola Pedrozzi für die technische Unterstützung, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt für die Bereitstellung der Isis-Software und Mihai Datcu für die wissenschaftliche Beratung.

Zum Titelbild dieser Bulletin-Ausgabe

Das Satellitenbildmosaik der Schweiz auf dem Titel dieses Bulletins wurde aus Aufnahmen des amerikanischen Erderkundungssatelliten Landsat-5 hergestellt. Dieser umkreist die Erde auf einer polnahen Umlaufbahn in einer Höhe von 705 km. Aufgrund der Bahngeometrie wird die gesamte Erde alle 16 Tage einmal aufgenommen. Die räumliche Auflösung der Satellitenbilder beträgt 30 m × 30 m. Um den gesamten Perimeter der schweizerischen Landeskarte abzudecken, mussten mehrere Einzelbilder zusammengesetzt werden. Insgesamt wurden 21 Szenen verwendet, die zwischen Mai 1990 und August 1994 aufgenommen worden waren.

Das Mosaik-Poster liegt im Massstab 1:300 000, das heißt 138 cm × 98 cm, vor. Es kann beim Bundesamt für Landestopographie (jean-pierre.perret@lt.admin.ch) oder beim Institut für Kommunikationstechnik ETHZ (klaus.seidel@vision.ee.ethz.ch) bezogen werden.

Bild 3 Inhaltsorientierte Abfrage eines Fernerkundungsarchivs

Archives de prises de vue par satellite de Suisse

Au cours de ces dernières décennies, s'est accru constamment le nombre de satellites d'observation mis sur orbite. Cela permet d'une part d'obtenir des photographies de notre planète avec une résolution géométrique, temporelle et radiométrique encore jamais atteinte. D'autre part, l'augmentation et la variété des systèmes d'imagerie compliquent le traitement et l'archivage des données d'image que l'on désire rendre accessibles aux utilisateurs. En Suisse, cette tâche est assumée par les archives nationales de photographie satellite. L'article expose les aspects techniques de ces archives entretenues par l'EPF Zurich et le Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) à Manno TI. Un programme de recherche de l'EPF a pour but de permettre à l'avenir la recherche automatique de contenus d'image précis dans les bases de données.