

Aktuelle Entwicklungen im Bereich des terrestrischen Laserscannings

Konrad Wenzel
31. Oktober 2008

Inhalt

Einleitung.....	3
Technische Entwicklungen	4
Erweiterung der Sensorik	4
Steuerung	6
Hersteller und Produkte	7
Basis Software, Inc.....	7
Surphaser 25HSX	7
CALLIDUS	8
CPW 8000	8
FARO	8
Photon 80/20.....	8
I-Site.....	9
4400 LR	9
Leica Geosystems	9
Scan Station 2	9
HDS 6000	10
Optech	10
ILRIS-3D.....	10
RIEGL.....	11
LMS-Z390i	11
LMS-Z420i	12
LMS-Z620	12
VZ-400.....	12
TOPCON	13
Laserscanner GLS-1000	13
Trimble	13
GX 3D-Scanner	13
Zöller + Fröhlich	14
IMAGER 5006i.....	14
Übersicht	15
Quellen- und Bildverzeichnis.....	16

Einleitung

Terrestrische Laserscanner gewinnen zunehmend Bedeutung in der detaillierten 3D Datenerfassung, insbesondere im mittleren Entfernungsbereich. Historiker verwenden Laserscanner-Daten zur Rekonstruktion und Veranschaulichung von Kirchen, Planer nutzen die effizient erfassten Daten zur Bestandsaufnahme, Statiker führen mithilfe von Laserscannern Deformationsanalysen an Gebäuden durch, Architekten analysieren hochaufgelöste Innen- und Außenraumscans zu renovierender Gebäude, und in der Forensik werden hochaufgelöste Scans des Tatorts zur Analyse des Tathergangs vor Gericht eingesetzt.

Terrestrisches Laserscanning ermöglicht schon seit mehreren Jahren eine detaillierte Erfassung von 3D-Objekten. Problematisch waren dabei insbesondere die inhomogenen genauen Punktwolken, welche durch manuelle Registrierung der Punkte relativ zu anderen Scans und anschließend absolut im Raum aufwendig orientiert werden mussten. Die Auswertung der Punkte zu einem digitalen 3D-Modell erfolgte ebenfalls weitgehend manuell, wodurch ein erheblicher Arbeitsaufwand in der Datenprozessierung lag.

Firmen und Forschungszentren haben sich diesen Herausforderungen gestellt, und Sensoren und Softwarelösungen entwickelt, welche größere Reichweiten, feinere räumliche Auflösungen, höhere Punktgenauigkeiten, einfachere Bedienung, größere Sichtfelder und automatische Auswerteverfahren ermöglichen.

Die damit verbundenen technischen Neuerungen werden im Bereich „Technische Entwicklungen“ besprochen. Im Abschnitt „Hersteller und Produkte“ werden aktuelle Produkte verschiedener Hersteller und deren Spezifikationen aufgeführt. Schließlich folgt das Quellen- und Bildverzeichnis.

Die zunehmenden Anwendungsgebiete, neue Techniken sowie eine steigende Anzahl von Herstellern verursachen einen wachsenden und sich schnell verändernden Markt. Dieser Bericht soll dabei eine Momentaufnahme der aktuellen technischen Entwicklungen und Produkte mit Schwerpunkt auf Sensorik und Hardware darstellen. Die Auswahl und Reihenfolge der beschriebenen Geräte ist dabei willkürlich und nicht wertend.

Weiterhin handelt es sich hierbei nicht um einen Produkttest, sondern lediglich um eine objektive Vorstellung der verschiedenen Produkte, beruhend auf den Angaben der Hersteller.

Die aufgeführten Genauigkeitsangaben der Hersteller sind nicht vergleichbar, da sie sich in ihrer Definition unterscheiden, und das Rauschverhalten abhängig Reflexivität und Entfernung der gescannten Oberfläche ist. Hierfür wäre eine zusätzliche Untersuchung erforderlich, welche nicht Gegenstand dieses Berichtes ist.

Alle Daten und Spezifikationen sind ohne Gewähr und beziehen sich auf den Stand im Oktober 2008.

Der Bericht entstand im Rahmen eines Förderprojektes des Vereins „Freunde des Studienganges Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Stuttgart“- F2GeoS und einem damit verbundenen Besuch der INTERGEO 2008, eine der führenden Messen für Geodäsie, Geoinformatik und Landmanagement. Für die Unterstützung des Vereins möchte ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken.

Technische Entwicklungen

Erweiterung der Sensorik

Laser-Messsensorik

Die Verbesserung der Laser- bzw. der eigentlichen Messsensorik führt zu größeren Reichweiten, höheren Genauigkeiten, feineren Auflösungen und höheren Abtastfrequenzen.

Die maximale Reichweite der klassischen Systeme zum Erfassen von Häuserfassaden beträgt ungefähr hundert Meter. Für Spezialanwendungen führen verschiedene Hersteller Systeme mit unterschiedlichen Entfernungsbereichen, wie beispielsweise Geräte für hochpräzise Industrievermessungen im Nahbereich oder Systeme mit Reichweiten von bis zu 6 km – beispielsweise für Gletschervermessung.

Da diese Anwendungen weiterhin unterschiedliche Anforderungen bezüglich der Punktgenauigkeit aufweisen und die verschiedenen Reichweiten unterschiedliche Techniken erfordern, variiert die Punktgenauigkeit der verschiedenen Systeme. Sie unterteilt sich weiterhin in die Genauigkeit der Winkelmessung sowie der Streckenmessung, und ist abhängig vom Reflexionsverhalten der Oberfläche. Aus diesem Grund geben viele Hersteller das entsprechende Rauschverhalten prozentual in Abhängigkeit von der Distanz zum Messobjekt und der Reflexivität der Oberfläche an, wobei besonders gut reflektierende Oberflächen und kleinere Distanzen zu einer höheren Punktgenauigkeit führen.

Die maximalen Abtastfrequenzen handelsüblicher terrestrischer Laserscanner liegen derzeit im Bereich von bis zu 800.000 Punkten pro Sekunde.

Um eine Gefährdung von Personen zu vermeiden, versuchen viele Hersteller augenschonende Laser zu verwenden. Dabei werden energiearme Laser bzw. Frequenzen im nicht sichtbaren Bereich (häufig Infrarot) eingesetzt.

GPS

Zur absoluten Orientierung der Messungen setzen einige Hersteller integrierte GPS-Lösungen ein. Der Empfänger bzw. dessen Antenne wird dabei durch den Hersteller zuvor zum Messsystem des Laserscanners kalibriert. Manche Geräte können auch um einen GPS-Empfänger erweitert werden, welche schließlich durch den Nutzer selbst zum Zentrum der Messung kalibriert werden müssen.

Neigungssensor

Neigungssensoren dienen zur Kompensation der fehlerhaften Horizontierung. Dies ist insbesondere dann nützlich, wenn der Laserscanner äußeren Einflüssen wie beispielsweise Wind oder Vibrationen ausgesetzt ist. Die Korrekturen werden bei den meisten Geräten mit Neigungssensor direkt an den Messdaten angebracht, i.d.R. zeilenweise.

Hochwertige Kamera

Die Integrierung von hochwertigen Kamerasystemen bietet viele Vorteile, und ist eine der wichtigsten Neuerungen. Während in früheren Modellen Kameras lediglich zur Auswahl von Messbereichen vor dem Messvorgang verwendet wurden und eine grobe Kolorierung der Messpunkte möglich war, werden nun hochauflösende und kalibrierte Kameras eingesetzt, welche eine ähnliche äußere Orientierung aufweisen wie das Scansystem.

Die Kalibrierung enthält dabei sowohl eine Komponente der inneren Orientierung (Bildhauptpunkt, Kamerakonstante, Verzeichnungen), als auch der äußeren Orientierung (relative Position des Projektionszentrums zum Referenzpunkt der Messung), wodurch eine photogrammetrische Nutzung der Bilddaten und eine genauere Kolorierung der Messpunkte möglich wird. Dies führt zu einer höheren Informationsdichte innerhalb des Scan-Rasters und erleichtert sowohl eine manuelle, als auch eine automatische Auswertung der Daten.

Viele Entwickler von Software zur Auswertung der Laserpunktewolken haben hierfür bereits Funktionalitäten in ihre Produkte implementiert. Oft ist eine vollautomatische dreidimensionale Oberflächenberechnung von 3D-Objekten sowie eine verbesserte automatische Verknüpfung mehrerer Scanstandpunkte möglich.

Zur Integrierung der Kamera in das System des Laserscanners bestehen verschiedene Ansätze. Viele Systeme sind bereits mit einer niederauflösenden Kamera ausgestattet. Hochauflösende Kameras werden meistens mit optional erhältlichen Adaptern auf dem Laserscanner installiert, wobei in der Regel handelsübliche Kameras aus der Amateurfotografie eingesetzt werden (insbesondere Hersteller wie Nikon und Canon). Andere Systeme setzen auf eigene hochauflösende integrierte Kameralösungen. Da durch die unterschiedliche Position des Projektionszentrums der Kamera zum Referenzpunkt der Lasermessung immer noch Parallaxen auftreten, bieten Hersteller inzwischen Kamerasysteme an, die nach der Durchführung des Scans anstelle des Laserscanners auf derselben Position installiert werden und somit ein minimales Offset zwischen den Aufnahmepositionen der beiden Sensoren ermöglichen.

Wireless-LAN

Die Wireless LAN-Schnittstelle ermöglicht in vielen Scannern eine drahtlose Kommunikation zwischen Laserscanner und Steuergeräten. Neben der komfortablen Bedienung dank Kabelfreiheit wird dadurch eine Nutzung von weiteren Steuergeräten möglich, da die Wireless-LAN Schnittstelle in vielen Geräten wie Notebooks, Handhelds und Mobiltelefonen bereits integriert ist. Basierend auf systemunabhängigen Plattformen, wie beispielsweise Java, stellen viele Hersteller universelle Steuersoftware für die Scanner bereit.

Steuerung

Der Standard der Steuerung des Scanvorgangs ist die Verwendung eines Laptops, verbunden über ein handelsübliches Ethernet-Kabel. Dies ermöglicht zugleich große Datenraten als auch die Möglichkeit das Kabel bei Ausfällen mit wenig Aufwand zu ersetzen. Problematisch sind die Sicherheit bei Feuchtigkeit und die Anfälligkeit der Steckverbindung im Außeneinsatz.

Mithilfe der oben genannten Wireless-LAN Schnittstelle können viele Scanner nun auch aus der Distanz und ohne die Nachteile eines Kabels von verschiedenen Steuerplattformen betrieben werden.

Um auf eine externe Steuerplattform komplett verzichten zu können, werden viele Scanner als autarke Systeme konzipiert. Dabei können die Parameter des Scans entweder am Gerät oder mittels abgespeicherten Steuerdateien vorkonfiguriert werden. Viele Scanner werden inzwischen auch mit eigenem Display und einer entsprechenden Tastatur ausgestattet. Die Messdaten werden dabei auf Speicherkarten, externen Massenspeichermedien wie USB-Sticks oder auf internen Datenspeichern zwischengespeichert und können nach dem Messvorgang übertragen werden.

Zur Auswahl von Scanbereichen gibt es Lösungen entweder mittels integrierten RGB-Kameras oder mittels Intensitätsbilder des Laserscanners. Letztere Methode kommt insbesondere bei hochauflösenden und schnellen Scannern zum Einsatz, welche vor Durchführung des eigentlichen Scans den kompletten Sichtbereich mit einer geringeren Auflösung scannen und aus der Intensitätsinformation des reflektierten Signals ein Graustufen-Bild ableiten.

Hersteller und Produkte

In diesem Abschnitt werden verschiedene aktuelle Hersteller und deren Produkte vorgestellt. Die ausgewählten Produkte sind Laserscanner mit hoher Scangeschwindigkeit mit mittlerer bis großer Reichweite, welche i.d.R. für die direkte, statische und terrestrische Vermessung konzipiert wurden.

An die detaillierte Erläuterung der Spezifikationen der einzelnen Geräte folgt auf den Seiten 15 und 16 eine Übersichtstabelle, in der alle Daten der Geräte gegenübergestellt werden.

Die Genauigkeitsangaben sind nicht direkt vergleichbar, da sie von der Distanz zum Zielobjekt, von der Reflexivität der Oberfläche und ihrer statistischen Definition abhängen. Bei den Preisen handelt es sich um momentane unverbindliche Preisinformationen der Hersteller.

Alle Angaben sind ohne Gewähr und beziehen sich auf den Stand im Oktober 2008.

Basis Software, Inc.

Surphaser 25HSX

Der „Surphaser“ der Firma Basis Software, Inc. weist eine hohe Scangeschwindigkeit von bis zu 800.000 Punkten pro Sekunde auf.

Der Laserscanner ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich, die sich hauptsächlich in der Reichweite und der Genauigkeit unterscheiden.



Abbildung 1: Basis Software, Inc. Surphaser 25HSX

Der Hersteller gibt für jedes Modell den optimalen Distanzbereich an:

SR: „Short-Range“	Distanzbereich: 0,5 m – 5m	Reichweite: 27 m
IR: „Intermediate-Range“	Distanzbereich: 0,8 m – 16 m	Reichweite: 27 m
MR: „Medium Range“	Distanzbereich: 1 m – 27 m	Reichweite: 27 m
ER: „Extended Range“	Distanzbereich: 1,5 m – 38 m	Reichweite: 38,5 m

Der Laserscanner im Short-Range Bereich erreicht laut Hersteller eine Streckengenauigkeit im Sub-Millimeterbereich und das Medium-Range-Modell Punktgenauigkeiten im Millimeterbereich. Der Surphaser ist somit insbesondere für industrielle Nahbereichsanwendungen geeignet.

Das Sichtfeld beträgt 360° horizontal und 270° vertikal. Betrieben wird der Scanner über eine USB-Schnittstelle mit einem Laptop. Die Datenspeicherung erfolgt ebenfalls über diese Schnittstelle. Eine Kamera ist nicht integriert.

Der Hersteller gibt für alle Modelle des Surphasers einen einheitlichen Preis von ca. 95.000 US \$ an. Dies entspricht ca. 75.200 € nach aktuellem Umrechnungskurs (26.10.2008).

CALLIDUS

CPW 8000

Der CPW 8000 der Firma CALLIDUS erreicht bei einer Scangeschwindigkeit von 50.000 Punkten pro Sekunde eine Reichweite von 80 m. Nach Herstellerangaben beträgt die Genauigkeit der Distanzmessung 2 mm bei einem 30 m entfernten Ziel. Der Sichtbereich erstreckt sich horizontal über 360°, vertikal über 300°. Der Scanner kann bei einer Umgebungstemperatur von -10° bis 50° C betrieben werden.



Abbildung 2: CALLIDUS CPW 8000

Das Gerät kann autark über eine auf dem Scanner abgespeicherte Konfigurationsdatei eingesetzt werden. Die Datenspeicherung erfolgt auf einen USB-Stick. Ethernet und WLAN-Schnittstelle erlauben den Betrieb mit einem Laptop. Der Scanbereich kann über die Software mithilfe der integrierten Kamera ausgewählt werden. Der CALLIDUS CPW 8000 kostet nach Herstellerangaben 75.000 €.

FARO

Photon 80/20

Die Firma FARO bietet im Bereich des terrestrischen Laserscannings zwei Produkte an, die sich lediglich in ihrer Reichweite und im Preis unterscheiden. Der Photon 20 besitzt eine Reichweite von 0,6 m - 20 m und kostet ca. 50.000 €, der Photon 80 besitzt hingegen eine Reichweite von 0,6 m bis 76 m und kostet ca. 65.000 €.

Der FARO Photon scannt mit einer Geschwindigkeit von 120.000 Punkten pro Sekunde und weist mit einem Sichtfeld von 360° horizontal und 320° ein großes Sichtfeld auf, welches beispielsweise einen Einsatz im Bereich des Mobile-Mapping ermöglicht. FARO gibt für den Photon einen systematischen Streckenfehler von 2 mm bei einer Distanz von 25 m an.

Der FARO Photon kann als autarkes System eingesetzt werden, wobei die Daten auf der internen 80 GB Festplatte gespeichert werden. Weiterhin kann er über seine Ethernet- und Wireless-LAN-Schnittstelle gesteuert und ausgelesen werden. Dies ermöglicht neben dem Betrieb an einem Laptop auch die Steuerung mittels PDA.

Die Leistungsaufnahme beträgt ca. 60 W. Die Standardbatterie ermöglicht eine Betriebsdauer von 6 Stunden.

Optional ist für den FARO Photon ein Adapter für hochauflösende kalibrierbare Digitalkameras wie beispielsweise NIKON Spiegelreflexkameras erhältlich, der photogrammetrische Anwendung in Kombination mit den Daten des Laserscannings ermöglicht. Für den Adapter inklusive eines entsprechenden Softwarepaketes zur Auswertung der Bilddaten gibt FARO einen Preis von ca. 13000 € an.



Abbildung 3: FARO Photon 80

I-Site

4400 LR

Der Laserscanner 4400 LR der Firma I-Site erfasst Punkte mit einer Geschwindigkeit von 4400 Punkten pro Sekunde bei einer Reichweite von bis zu 700 m. Das Sichtfeld beträgt 360° horizontal und 80° vertikal. Die Genauigkeit eines 700 m entfernten Punktes beträgt laut Hersteller 50 mm.

Das Gerät wird über einen externen Handheld Controller (I-Site HHC) bedient, welcher über die Ethernet-Schnittstelle des Scanners angeschlossen wird.

Eine Möglichkeit zum Montieren von GPS-Receiver ist vorhanden.

Eine 37 Megapixel Kamera ist zur Echtzeit Einfärbung der Punktwolke integriert.

Der Hersteller gibt für den I-Site 4400 LR einen Preis von 90.000 € an.



Abbildung 4: I-Site 4400 LR

Leica Geosystems

Scan Station 2

Die Scan Station 2 der Firma Leica erreicht bei einer Reichweite von 300 m eine Scanrate von 50.000 Punkten pro Sekunde. Die Streckengenauigkeit bei einer Distanz zum Zielobjekt von 50 m beträgt laut Hersteller 4 mm. Das Sichtfeld erstreckt sich horizontal über 360 ° und vertikal über 270 °.

Die Bedienung erfolgt mit einem Laptop über eine Ethernet-Schnittstelle. Mit den Standard-Batterien kann eine Laufzeit von bis zu 6h bei einer Leistungsaufnahme von 80 W erreicht werden.

Laut Herstellerangaben kostet die Scan Station 2 ca. 53.000 britische Pfund, was bei derzeitigem Umrechnungskurs (27.10.2008) einem Preis von ca. 65.800 € entspricht.



Abbildung 5:
Leica Geosystems Scan Station 2

HDS 6000

Der Leica Geosystems HDS 6000 wurde von der Firma Zöllner + Fröhlich entwickelt, welche ein technisch bauähnliches Gerät, den IMAGER 5006, führte. Das aktuelle Produkt der Firma Zöllner + Fröhlich, der Imager 5006i (improved), wird unten behandelt.

Die maximale Reichweite des HDS 6000 beträgt 79 m bei einer Scanrate von bis zu 500.000 Punkten pro Sekunde. Leica Geosystems gibt eine Distanzgenauigkeit von 4 mm bei einer Distanz von 25 m und einer Reflexivität der gescannten Oberfläche von 90 % an. Das Sichtfeld beträgt 360 ° in horizontaler und 310 ° in vertikaler Richtung.

Der Scanner kann als autarkes System über das integrierte Display und das integrierte Bedienfeld gesteuert werden. Zusätzlich ist eine Fernsteuerung über die Bluetooth-Schnittstelle (beispielsweise mit PDA) oder die Bedienung mit einem Laptop über die Ethernet-Schnittstelle möglich.

Eine integrierte Lithium-Ionen-Batterie ermöglicht einen Betrieb von 1,5 h bei einer Leistungsaufnahme von 50 W. Mit externen Batterien können Laufzeiten von bis zu 4 h erreicht werden.

Laut Hersteller kostet der HDS 6000 ca. 63.000 britische Pfund. Dies entspricht bei aktuellem Wechselkurs (27.10.2008) einem Preis von 78.200 €.



Abbildung 6:
Leica Geosystems HDS 6000

Optech

ILRIS-3D

Der Laserscanner ILRIS-3D der Firma Optech wurde insbesondere für Laserscans mit großen Distanzen im Außenbereich konzipiert.

Die Reichweite beträgt 3 m bis 1000 m (Standard) bzw. bis 1500 m (Enhanced Range Option). Der Scanner ist wasserdicht und kann bei Temperaturen von 0° - 40° Celsius betrieben werden.

Die Scangeschwindigkeit beträgt 2500 Punkte pro Sekunde bei einem Sichtbereich von 40° horizontal und 40° vertikal (Standardausführung). Zum Erweitern des Sichtbereiches kann die

Option ILRIS-3₆D eingesetzt werden, welche mittels eines motorisierten Sockels einen Sichtbereich von 360 ° horizontal und -20° bis +90° vertikal erlaubt.

Die Distanzgenauigkeit bei 100 m liegt laut Hersteller bei 7 mm, die Punktgenauigkeit bei 8 mm.



Abbildung 7: Optech ILRIS-3₆D

Bedient wird der Laserscanner über einem einer Digitalkamera ähnlichen Interface. Der Scanbereich wird auf einem Bild der integrierten 3-Megapixel CMOS-Kamera ausgewählt und der Scanbereich auf einem Display angezeigt. Die Steuerung erfolgt drahtlos mittels PDA oder Laptop; die Daten können auf einem austauschbaren USB-Stick abgespeichert werden.

Die integrierte Kamera erlaubt eine Einfärbung der Punktwolke in Echtzeit. Ein optionaler Adapter für hochauflösende Kameras ist erhältlich.

Neben zusätzlichen Stromversorgungs-Optionen bzw. Batterie-Paketen ist auch eine Motion-Compensation-Option (ILRIS-3D^{MC}) erhältlich, die den Einsatz auf einem Mobile-Mapping-System erlaubt.

Optech gibt für die Standardausführung des ILRIS-3D einen Preis von ca. 100.000 US \$ an. Dies entspricht ca. 79.200 € nach aktuellem Umrechnungskurs (26.10.2008).

RIEGL

LMS-Z390i

Die Geräte der Z-Serie der Firma RIEGL unterscheiden sich insbesondere in ihrer Reichweite und den erreichbaren Genauigkeiten. Abgesehen von der Sensorik und der damit unterschiedlichen Leistungsaufnahme weisen die drei hier aufgeführten Scanner wenige Unterschiede auf und sind in ihrer äußerlichen Bauform ähnlich.

Der Z390i ist insbesondere für den Einsatz im Nahbereich konzipiert. Mit einer Reichweite von 1 m bis 400 m erreicht der Scanner laut Hersteller eine Punktgenauigkeit von 6 mm bei einer Reflexivität von 90 % eines 50 m entfernten Zielobjekts. Es können verschiedene Scan-Modi eingesetzt werden. Bei Verwendung des oszillierenden Spiegels werden Geschwindigkeiten von bis zu 11.000 Punkten pro Sekunde erreicht, bei Verwendung des rotierenden Spiegels Scanfrequenzen von bis zu 8.000 Punkten pro Sekunde. Horizontal beträgt das Sichtfeld 360°, vertikal bis zu 80°.



Abbildung 8: RIEGL LMS-Z390i

Der Z-390i besitzt einen integrierten Neigungssensor zur Bestimmung der vertikalen Ausrichtung des Gerätes. Weiterhin ist ein Zeitgeber zur Synchronisation mit optionalem GPS-Equipment integriert, was eine präzisere absolute Orientierung der Scandaten und damit beispielsweise auch einen Einsatz in Mobile-Mapping-Systemen erlaubt.

Für alle Scanner der Z-Serie ist zusätzlich ein hochpräziser Adapter für die Montierung von kalibrierbaren Kameras erhältlich. Die Modelle sind für Kameras der Firmen Nikon und Canon konzipiert und kosten laut Hersteller ca. 1850 €.

Der Scanner wird über ein Ethernet-Interface über das TCP/IP angesteuert und bedient. Die maximale Leistungsaufnahme beträgt 68 W. Der Preis für den Z390i beläuft sich auf 72500 €.

LMS-Z420i

Gegenüber dem annähernd baugleichen Z390i erlaubt die Sensorik des Z420i eine Reichweite von bis zu 1000 m. Die Punktgenauigkeit beträgt laut Hersteller 10 mm bei einer Distanz von 50 m zum Zielobjekt. Weiterhin weist der Scanner eine höhere Leistungsaufnahme von 94 W auf. Neigungssensor und Zeitgeber für GPS-Synchronisation sind nicht integriert, jedoch optional erhältlich. Der Z420i kostet laut Hersteller 102.040 €.

LMS-Z620

Der LMS-Z620 ist insbesondere für Anwendungen für den großen Distanzbereich konzipiert. Er hat eine Reichweite von bis zu 2000 m bei einer Leistungsaufnahme von 85 W. Die Punktgenauigkeit beträgt laut Hersteller 10 mm bei einer Distanz von 100 m zum Zielobjekt. Neigungssensor und Zeitgeber zur Synchronisation mit GPS-Messungen sind integriert. Die Kosten für den Z620 belaufen sich laut Hersteller auf 122.000 €.

VZ-400

Der VZ-400 ist das neueste Modell der Firma RIEGL im Bereich des terrestrischen Laserscannings. Bei einer effektiven Messrate von 125.000 Punkten pro Sekunde erreicht er laut Hersteller eine Punktgenauigkeit von 5 mm bei einer Distanz von 100 m. Die maximale Reichweite beträgt 300 m bei 80 % Reflexivität. Das horizontale Sichtfeld ist 360 °, das vertikale 100 ° groß.

Das Gerät besitzt bereits einen GPS-Receiver und einen Anschluss für eine optionale GPS-Antenne, welche eine absolute Orientierung der Punktwolke (auch mittels D-GPS) zulässt. Neigungssensor und Zeitgeber zur Synchronisation mit dem GPS-Signal sind integriert. Auf der Oberseite sind weiterhin Auflageflächen zur hochpräzisen Montierung des optionalen Adapters für hochauflösende digitale Kameras, insbesondere Produkte der Firmen Nikon und Canon.

Eine weitere Besonderheit des Scanners ist die Detektion von mehreren Objekten durch einen Laserpuls mittels Full-Waveform-Analyse.

Das Gerät kann über das 3,5 Zoll große TFT Display bedient werden. Ein 8-GB Flashspeicher ist integriert. Über den USB-Port können die Daten wahlweise auch auf USB-Stick oder eine externe Festplatte abgespeichert werden. Außer dem autarken Betrieb kann das Gerät auch über Ethernet, WLAN oder die USB-Schnittstelle mit einem Laptop betrieben und gesteuert werden. Die WLAN Schnittstelle lässt außerdem einen Betrieb mittels PDA und Mobiltelefon über die JAVA-Plattform zu.

Die Kosten für den RIEGL VZ-400 belaufen sich laut Hersteller auf 107.000 €.



Abbildung 9: RIEGL VZ-400

TOPCON

Laserscanner GLS-1000

Das derzeit einzige Produkt der Firma TOPCON im Bereich des terrestrischen Laserscannings verfügt über eine große Reichweite von 330 m und arbeitet mit einer Geschwindigkeit von 3000 Punkten pro Sekunde. Das Sichtfeld beträgt 360° horizontal und 70° vertikal.

Der Hersteller gibt 4 mm Streckengenauigkeit bei 150 m Distanz und eine Winkelgenauigkeit von 6 Bogensekunden an.

Das Gerät kann über das Display und die seitlich angebrachten Feintriebe wie ein Tachymeter als autarkes System bedient werden. Kommunikationsschnittstellen sind Wireless-LAN und USB. Zur Speicherung der Daten wird eine handelsübliche SD-Speicherkarte (Secure Digital) eingesetzt.

Ein besonderes Merkmal des Gerätes ist, dass zur Stromversorgung standardmäßige TOPCON-Akkus eingesetzt werden können, welche auch in den Tachymetern und Totalstationen der Firma verwendet werden. Mit einer Leistungsaufnahme von 25 W erreicht er mit einer Standardbestückung somit eine Laufzeit von ca. 4 h.

Als Preis für den GLS-1000 gibt TOPCON 77.000 € an.



Abbildung 10:
TOPCON GLS-1000

Trimble

GX 3D-Scanner

Der Trimble GX 3D-Scanner erreicht bei einer Scanrate von 5.000 Punkten pro Sekunde eine maximale Reichweite von 350 m. Die Distanzgenauigkeit beträgt 7mm bei einem Abstand von 100 m zum Ziel. Das Sichtfeld beträgt 360 ° horizontal und 60 ° vertikal.

Der Scanner wird über die USB-Schnittstelle angesteuert. Die Leistungsaufnahme liegt bei 100 W.

Ein besonderes Merkmal des GX 3D-Scanner ist die automatische Zielerfassung für spezielle Trimble-Ziele, welche eine schnelle und präzise Registrierung der Punktwolke ermöglicht.



Abbildung 11: Trimble GX 3D-Scanner

Zöller + Fröhlich

IMAGER 5006i

Der Laserscanner IMAGER 5006i der Firma Zöller + Fröhlich ist eine Weiterentwicklung des weit verbreiteten IMAGER 5006. Neuerungen gegenüber dem Vorgänger sind insbesondere die WLAN-Schnittstelle, verschiedene Optionen hochauflösende Kameras mit dem Scanner zu kombinieren, geringeres Messrauschen und ein größerer Temperaturbereich in dem der Scanner betrieben werden kann.

Der IMAGER 5006i erreicht bei einer maximalen Scangeschwindigkeit von 506.000 Punkten pro Sekunde eine Reichweite von bis zu 79 m. Das Messrauschen der Entfernungsmessung liegt laut Hersteller bei einer Strecke von 25 m und einer Reflexivität der gescannten Oberfläche von 20 % (dunkelgrau) bei 2,5 mm (RMS). Das Sichtfeld beträgt 360° horizontal und 310° vertikal.

Das Gerät kann autark über das integrierte Display betrieben werden. Die Daten werden dabei wahlweise auf die integrierte 60 Gigabyte Festplatte oder auf ein externes Massenspeichermedium über den USB-Anschluss gespeichert. Das Gerät kann weiterhin über die Ethernet und die WLAN Schnittstelle gesteuert und ausgelesen werden.

Im Gerät sind austauschbare Lithium-Ionen Batterien integriert, die bei einer maximalen Leistungsaufnahme von 65 W eine Laufzeit von bis zu 2,5 h Laufzeit ermöglichen. Zusätzlich können externe Batterien angeschlossen werden, die eine Betriebsdauer von bis zu 4 h erlauben.

Zöller + Fröhlich bietet optional verschiedene Lösungen zum Einsatz von hochauflösenden Kamerasystemen in Kombination mit dem Scanner an. Für 8900 € ist eine motorisierte Kamera mit einer Auflösung von 5 Mio. Pixel erhältlich, die eine Echtzeiteinfärbung der Punktwolke erlaubt. Als zweite Möglichkeit sind Adapter für Amateurkameras der Firmen Nikon und Canon erhältlich. Die dritte Möglichkeit heißt „SceneCam Solution“ wird durch die Partnerfirma Spheron VR AG vertrieben. Hier wird eine 50 Megapixel High-Definition-Range (HDR) Kamera eingesetzt, welche zum Aufnehmen von sphärischen Bildern (360° horizontal x 180° vertikal) ausgelegt ist. Die Kamera wird nach Entfernen des Scanners vom Stativ anstatt des Scanners aufgesetzt. Damit treten nur minimale Abweichungen zwischen Projektionszentrum der Kamera und der des Scanners auf wodurch zusätzlich Parallaxen minimiert werden. Die Kosten für die SceneCam Solution belaufen sich laut Zöller + Fröhlich inkl. Software auf ca. 29.000 €.

Der Preis für den Laserscanner IMAGER 5006i beträgt laut Hersteller ca. 88.000 €.



Abbildung 12: Z+F IMAGER 5006i

Übersicht (Seite 1/2)



Hersteller	Basis Software, Inc.	CALLIDUS	FARO	FARO	I-Site	Trimble	Leica Geosystems	Leica Geosystems
Typ	Surphaser 25HSX ER	CPW 8000	Photon 20	Photon 80	4400-LR	GX 3D-Scanner	Scan Station 2	HDS 6000
Maximale Reichweite (m)	38,5 m	80 m	20 m	76 m	700 m	350 m	300 m	79 m
Distanzgenauigkeit*	1 mm* (15 m)	2 mm* (30 m)	2 mm* (25 m)	2 mm* (25 m)	20 mm* (50 m)	7 mm* (100 m)	4 mm* (50 m)	4 mm* (25 m)
max. Punkte pro Sekunde	800.000	50.000	120.000	120.000	4.400	5.000	50.000	500.000
Sichtfeld (h x v)	360° x 270°	360° x 300°	360° x 320°	360° x 320°	360° x 80°	360° x 60°	360° x 270°	360° x 310°
Gewicht	10 kg	k.A.	14,5 kg	14,5 kg	14 kg	13 kg	18,5 kg	16 kg
Schnittstellen	USB	WLAN, Ethernet	WLAN, Ethernet	WLAN, Ethernet	Ethernet (eigene Control-Einheit)	USB	Ethernet	Ethernet, Bluetooth
zusätzl. Speichermöglichkeit	-	USB-Stick	80 GB HD intern	80 GB HD intern	-	-	-	60 GB HD int., USB-Stick/HD ext.
Leistungsaufnahme	~ 60 W	k.A.	~ 60 W	~ 60 W	k.A.	~ 100 W	~ 80 W	~ 50 W
Display	nein	nein	nein	nein	externer Controller	nein	nein	ja
autark betreibbar	nein	ja	ja	ja	mit ext. Controller	nein	nein	ja
Betriebsdauer (Std. Batterie)	k.A.	k.A.	6 h	6 h	k.A.	k.A.	6 h	1,5 h (int.), 4 h(ext.)
Betriebstemperatur	5° - 45°	-10° - 50°	5°-40°	5°-40°	k.A.	0° - 40°	0° - 40°	0° - 40°
Hochwertige Kamera	-	-	optional	optional	37 Megapixel intern	-	-	-
Preis	75.200 €	75.000 €	50.000 €	65.000 €	90.000 €	k.A.	65.800 €	78.200 €
Website	www.surphaser.com	www.callidus.de	www.faro.com	www.faro.com	www.isite3d.com	www.trimble.com	www.leica-geosystems.com	www.leica-geosystems.com

Stand: Oktober 2008. Alle Daten ohne Gewähr. *: Genauigkeitsinformation abhängig von den unterschiedlichen Ermittlungsverfahren der Hersteller, für Details bitte Hersteller kontaktieren.

Übersicht (Seite 2/2)



Hersteller	Optech	Optech	RIEGL	RIEGL	RIEGL	RIEGL	TOPCON	Zöller + Fröhlich
Typ	ILRIS-3D	ILRIS-3 ₆ D	Z390i	Z420i	Z620	VZ400	GLS-1000	IMAGER 5006i
Maximale Reichweite (m)	1.500 m (enh. Opt.)	1.500 m (enh. Opt.)	400 m	1.000 m	2.000 m	300 m	330 m	79 m
Distanzgenauigkeit*	7 mm* (100 m)	7 mm* (100 m)	6 mm* (50 m)	10 mm* (50 m)	10 mm* (100 m)	5 mm* (100 m)	4 mm* (150 m)	1 mm* (50 m)
max. Punkte pro Sekunde	2.500	2.500	11.000	11.000	11.000	125.000	3.000	506.000
Sichtfeld (h x v)	40°x40°	360° x 110°	360° x 80°	360° x 80°	360° x 80°	360° x 100°	360° x 70°	360° x 310°
Gewicht	13 kg	23 kg	15 kg	16 kg	16 kg	9.8 kg	17,6 kg	14 kg
Schnittstellen	WLAN	WLAN	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet, WLAN, USB	WLAN, USB	Ethernet, WLAN, USB
zusätzl. Speichermöglichkeit	USB-Stick	USB-Stick	-	-	-	8 GB intern, USB-Stick	SD-Karte	60 GB HD int., USB-Stick/HD ext.
Leistungsaufnahme	~ 75 W	~ 75 W	~ 68 W	~ 94 W	~ 85 W	~ 60 W	~ 25 W	~ 65 W
Display	ja	ja	nein	nein	nein	ja	20 x 4 Zeichen	ja
autark betreibbar	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja
Betriebsdauer (Std. Batterie)	5 h	5 h	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	4 h (4 Akkus)	2,5 h (int.), 4 h (ext.)
Betriebstemperatur	0°-40°	0°-40°	0° - 40°	0° - 40°	0° - 40°	0° - 40°	0° - 40°	-10° - 45°
Hochwertige Kamera	optional	optional	optional	optional	optional	optional	-	optional
Preis	79.500 € (ohne Opt.)	k.A.	72.500 €	102.040 €	122.000 €	107.000 €	77.000 €	88.000 €
Website	www.optech.ca	www.optech.ca	www.riegl.com	www.riegl.com	www.riegl.com	www.riegl.com	www.topcon.com	www.zf-laser.com

Stand: Oktober 2008. Alle Daten ohne Gewähr. *: Genauigkeitsinformation abhängig von den unterschiedlichen Ermittlungsverfahren der Hersteller, für Details bitte Hersteller kontaktieren.

Quellen- und Bildverzeichnis

Quellenverzeichnis

Datenblätter

- **Basis Software, Inc.**, „Surphaser 25HSX Specification“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 08/2008
- **CALLIDUS**, „CALLIDUS 8000“, Datenblatt
- **FARO**, „FARO Photon 80/20“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 24.07.2008
- **Optech**, „ILRIS-3D“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 2007
- **RIEGL**, „LMS-Z390i“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 14.08.2007
- **RIEGL**, „LMS-Z420i“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 23.02.2007
- **RIEGL**, „LMS-Z620“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 13.08.2008
- **RIEGL**, „VZ-400“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 25.09.2008
- **SPHERON VR**, „SceneCam Solution“, Datenblatt
- **TOPCON**, „Laserscanner GLS-1000“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 09/2008
- **Zöller + Fröhlich**, „Technical data Z+F PRFOILER 5006i“, Datenblatt, Erscheinungsdatum: 2008

Internetressourcen

I-Site, „4400 LR“, Aufruf: 26.10.2008, URL: http://www.isite3d.com/pdf/I-Site_4400LR_infosheet.pdf

Leica Geosystems, „Leica ScanStation 2“, Aufruf: 26.10.2008,
URL: <http://www.leica-geosystems.com/common/shared/downloads/inc/downloader.asp?id=8410>

Leica Geosystems, „Leica HDS6000“, Aufruf: 26.10.2008,
URL: <http://www.leica-geosystems.com/common/shared/downloads/inc/downloader.asp?id=8112>

Trimble, „White Paper: Trimble 3D Scanning For Surveyors“, Aufruf: 26.10.2008
URL: http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-262881/022543-177_3DScanningforSurveyors_WP_1005_lr.pdf

Bildverzeichnis

Abbildung 1: Basis Software, Inc. Surphaser 25HSX, Quelle: www.surphaser.com	7
Abbildung 2: CALLIDUS CPW 8000, Quelle: www.callidus.de	8
Abbildung 3: FARO Photon 80, Quelle: www.faro.com	8
Abbildung 4: I-Site 4400 LR, Quelle: www.isite3d.com	9
Abbildung 5: Leica Geosystems Scan Station 2, Quelle: www.leica-geosystems.com	9
Abbildung 6: Leica Geosystems HDS 6000, Quelle: www.leica-geosystems.com	10
Abbildung 7: Optech ILRIS-3₆D, Quelle: www.optech.ca	10
Abbildung 8: RIEGL LMS-Z390i, Quelle: www.riegl.com	11
Abbildung 9: RIEGL VZ-400, Quelle: www.riegl.com	12
Abbildung 10: TOPCON GLS-1000, Quelle: www.topcon.com	13
Abbildung 11: Trimble GX 3D-Scanner, Quelle: www.trimble.com	13
Abbildung 12: IMAGER 5006i, Quelle: www.zf-laser.com	14