Tau Epsilon C

Technologische Prozess-entwicklung

Tau Epsilon C 3
Geschäftsleitung 4
Sensorik 6

3D-Datenerfassung:
SLS – Structured Light Scanning 8
ToF – Time of Flight 9
CT/MRT/3D-Ultraschall 10
Photogrammetrie 11

Datenverarbeitung 12

Software-Entwicklung / 3D-Datenaufbereitung:
Datenauswertung 14
Ausgabeformate 16
Anwendungen 18

Hardware- / Produktentwicklung:
3D-Scanner 20
Maschinensteuerung 21

Technologische Prozessentwicklung am Beispiel der HORSESHAPE-Lösungen 22

White Papers und Case Studies 25

Tau Epsilon C, kurz TEC, ist spezialisiert auf automatisierte 2D- und 3D-Datenverarbeitung und verfügt über tiefe Kenntnisse im Bereich optische Messsysteme und Sensortechnik.

In Kombination mit unserem Know-how auf den Gebieten Client-Server-Architektur und Web-/App-Entwicklung realisieren wir Kundenanforderungen und sorgen für ganzheitliche Lösungen mit hoher Wertschöpfung im Rahmen Technologischer Prozessentwicklung.

Mit mittlerweile mehr als fünfzehn Jahren Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung modernster und anspruchsvollster Technologien schaffen wir innovative Ergebnisse mit ausgeprägtem Fokus auf Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Qualität.

Andreas Rieser

Geschäftsführender Gesellschafter

*1984
2006 Meisterakademie (Handwerksmeister Feinwerkmechanik)
2006–2009 TU Kaiserslautern, Maschinenbau mit angewandter Informatik
2007 Wissenschaftliche Hilfskraft Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE)
2008 Wissenschaftliche Hilfskraft Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)
2014 Gründung Tau Epsilon C

„Wie Maschinen funktionieren interessiert mich ungemein – und diese Faszination prägt meinen beruflichen und privaten Alltag. Ob nun als Passagier in einem Flugzeug, oder bei einem Kundenprojekt vor einer Baugruppe. Zusammenhänge zerlegen und verstehen, Optimierungspotenziale aufdecken und für andere Projekte adaptieren ist ein stetiger Prozess. Um diese Leidenschaft effektiv einsetzen zu können, habe ich gemeinsam mit Daniel Utech Tau Epsilon C gegründet.“

Daniel Utech

Entwicklungsleiter & Gesellschafter

* 1986
2005–2011 TU Kaiserslautern, Technomathematik
2007–2010 Wissenschaftliche Hilfskraft Fraunhofer ITWM
2011 Software-Entwickler HORSESHAPE
2014 Gründung Tau Epsilon C

„Als Mathematiker begeistert es mich komplexe Vorgänge zu verstehen und zu optimieren. Durch den Motorsport lernte ich Andreas Rieser im Jahr 2007 bei der Gründung des studentischen Rennteams an der TU Kaiserslautern kennen. Bei diesem anspruchsvollen Projekt (s.S. 6) konnten wir gemeinsam interdisziplinäre technische Problemstellungen unter hohem Zeit- und Erfolgsdruck lösen. Dies sollte nicht unsere letzte Herausforderung sein ...“

SENSORIK › AUTOMOTIVE

CAD-Konstruktion, Rennwagen auf dem Hockenheimring.

Die Geschäftsleiter der Tau Epsilon C engagierten sich bei der Initiierung und dem Aufbau des Formula Student Rennteams an der TU Kaiserslautern. Beide übernahmen nacheinander als erste Vorsitzende die Leitung des Vereins (ca. 120 Mitglieder) und damit je für eine Saison die Koordination des gesamten Projektes. Das Saisonziel ist die Konstruktion und der Bau eines fahrtüchtigen Rennwagens. Es folgte die erfolgreiche Teilnahme an den drei europäischen Formula Student Wettbewerben in Silverstone, Hockenheim & Fiorano.

› Sensoren › Aktoren › Sensoren/Aktoren

› WLAN
› Sicherung

› Kühlwassertemperatur
› Lüftersteuerung
› Pumpensteuerung

› Inertialsystem (Beschleunigung und Drehrate in 3D)

› Motorsteuerung
› ASR
› Drosselklappenstellung
› Lambdasonden

› Öltemperatur
› Öldruck
› Bezinverbrauch
› Tankfüllstand

› Display für Fahrdaten
› Schaltwippen

› Pedalwinkel
› Bremsdruck
› Lenkwinkel

› Gangschaltung
› Bremslicht

› Dehnungsmessstreifen
› Federwege

› Luftdruck am Unterboden

› Raddrehzahlen
› Reifentemperaturen
› Reifendrücke

Streifenlichtprojektion und resultierende 3D-Rekonstruktion.

SLS – Structured Light Scanning

Durch einen Projektor wird ein bekanntes Muster auf das zu erfassende Objekt projiziert. Mit einer Kamera wird über die optische Verzerrung des Musters die dreidimensionale Objektoberfläche rekonstruiert. Unterscheiden lassen sich Systeme mit dynamischem und statischem sowie sichtbarem und unsichtbarem Projektionsmuster.

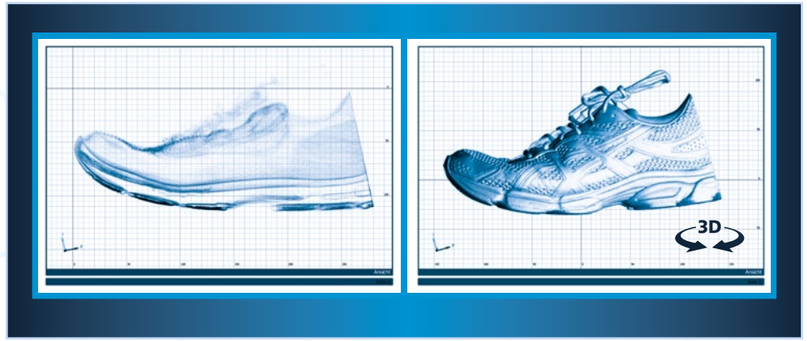
Anwendungsbeispiele:
- Qualitätssicherung in der Industrie
- Analyse von Schüttgut zur Lagebestimmung von Einzelteilen

Laserscan eines Straßenzuges in Koblenz.

ToF – Time of Flight

Dieses Verfahren basiert auf der Messung der Laufzeit, die ein emittierter Lichtpuls benötigt, um von einer Objektoberfläche zurückgeworfen zu werden. Beim klassischen Laserscanning wird diese Messung punktweise vorgenommen – je nach Abtastverfahren unterscheidet man hierbei LiDAR und TLS. Alternativ wird die gesamte Szene durch einen Lichtpuls ausgeleuchtet und anhand einer Kamera die Laufzeit für alle Pixel ermittelt.

Anwendungsbeispiele:
- Gebäude-/Geländevermessung, Baudokumentation, Denkmalschutz
- Videoerstellung
- Erfassung von Bewegungsabläufen, Überwachung von Förderbändern



CT-Scan eines Sportschuhs: Einzelschicht sowie 3D-Rekonstruktion.

CT / MRT / 3D-Ultraschall

Neben den optischen 3D-Datenerfassungstechniken stehen verschiedene bildgebende Verfahren zur Verfügung, die vorwiegend aus dem medizinischen Bereich bekannt sind. Unabhängig ob Röntgenstrahlung, Magnetfeld oder Ultraschall genutzt werden – eine Gemeinsamkeit macht diese Verfahren besonders spannend: Neben der dreidimensionalen Oberfläche liefern diese zerstörungsfrei auch Einblicke in den inneren Aufbau der zu erfassenden Objekte. Dies eröffnet insbesondere für Anwendungen in der Qualitätssicherung völlig neue Möglichkeiten.

Anwendungsbeispiele:
- Mikro-Messtechnik an Kunststoffspritzgussbauteilen (Schwund & Verzug)
- Struktur-Analyse von Composite-Bauteilen, Lunkeranalyse in Gussteilen
- Funktionskontrolle von Steckverbindungen

Photogrammetrie

Bei der Photogrammetrie werden lediglich 2D-Informationen aus Serien von Einzelbildern oder Videoaufnahmen verwendet. Die 3D-Rekonstruktion basiert auf der Orientierung der Einzelbilder zueinander. Bei Stereo- oder Multikamerasystemen ist diese durch die Kalibrierung bekannt. Bei Verwendung einer einzelnen Kamera aus verschiedenen Perspektiven kann diese Information durch Bildanalyse gewonnen werden.

Anwendungsbeispiele:
- Geländevermessung via Drohnenflug
- Qualitätssicherung in der Industrie
- Erfassung von Personen
- Archäologie

DATENVERARBEITUNG

Die Kernkompetenz von Tau Epsilon C ist die elektronische Datenverarbeitung.

Auf jedem Weg zur gezielten Informationsgewinnung müssen verschiedene Datenquellen richtungsweisend kombiniert werden. Durch die intelligente Strukturierung ungeordneter Datenmengen schaffen wir die Basis für eine effiziente Datenverarbeitung und machen den Weg frei für wirtschaftliche technologische Prozesse.

SOFTWARE-ENTWICKLUNG / 3D-DATENAUFBEREITUNG

Laserscan der Sporkenburg
in Eitelborn, Deutschland.

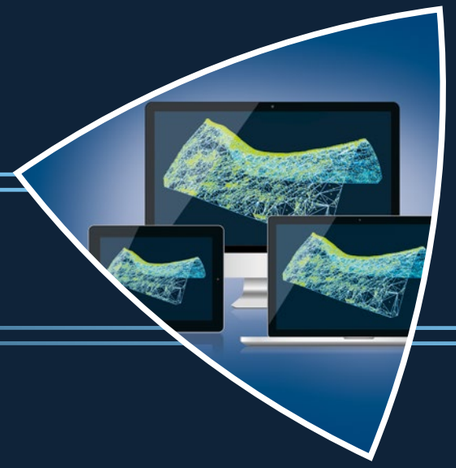
Bei der 3D-Datenaufbereitung werden folgende Schritte durchlaufen:

- Datenerfassung und 3D-Rekonstruktion
- Bereinigung der Ausgangsdaten
- Ausrichtung der Einzeldatensätze anhand von Fehlerkriterien, Referenzmarken sowie zusätzlichen GPS-/IMU-Positionsinformationen
- Nach Bedarf: Filterung und Glättung

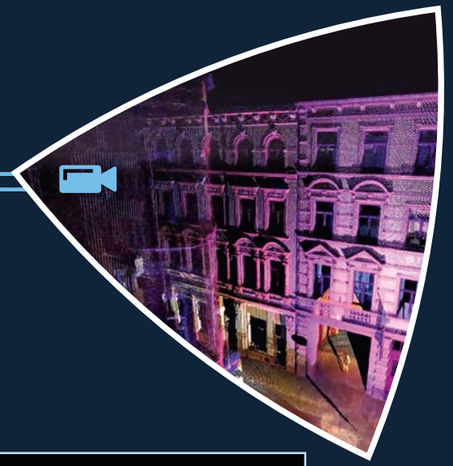
Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung mit unterschiedlichen Erfassungstechniken stimmen wir den Aufbereitungsprozess individuell auf die Kunden- und Projektanforderungen ab.

SOFTWARE-ENTWICKLUNG / 3D-DATENAUFBEREITUNG

Visualisierung & Auswertung – plattformunabhängig – durch den Einsatz von Webtechnologien



Video-Rendering – Realisierung beliebiger Kamerafahrten durch 3D-Daten



Virtual Reality – Datenbereitstellung für interaktive virtuelle Umgebungen

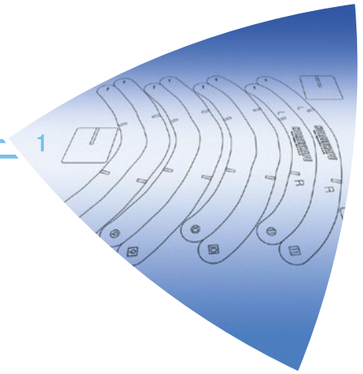
Den Möglichkeiten zur Visualisierung der 3D-Daten sind beinahe keine Grenzen gesetzt. Auch komplexe interaktive Auswertungswerkzeuge können nach individuellen Anforderungen implementiert werden. Zudem können verschiedenste Ausgabeformate von einfachen Punktewolken über bemaßbare Orthofotos bis hin zu flächengeführten, parametrischen CAD-Daten exportiert werden.

1 Schnittkonturen für Schneidlaser

2 Teilepositionen im Schüttgut für Greifroboter

Datenaufbereitung für bestehende Anlagen- und Maschinen

Im Automatisierungsumfeld können anhand der Anwendung von 3D-Datenerfassungstechniken beispielsweise Positionsinformationen bestimmt und auf standardisierten Schnittstellen an vorhandene Steuerungen übergeben werden. Klassische Fertigungsmaschinen wie CNC-Fräsen, Schneidlaser oder 3D-Drucker können gezielt mit optimierten prozessrelevanten Daten versorgt werden.



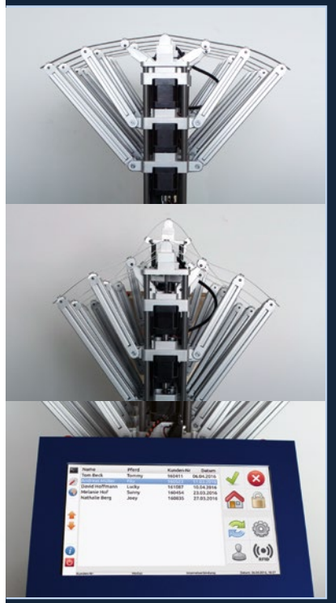
Anwendungsbeispiele:

1 Vollautomatische Erzeugung von Schnittkonturen auf Basis von verarbeitenden 3D-Daten und materialoptimierte Anordnung auf dem Schnittbogen für die Herstellung von 1:1-Modellen der erfassten Oberfläche auf einem Schneidlaser.

2 Selektion chaotisch bereitgestellter Objekte für Roboter-basierte Werkstückzuführung: Ein 3D-Bild des bereitgestellten Gutes wird erzeugt. Durch den Abgleich mit den CAD-Informationen des Teils wird die Lage im Raum bestimmt. Das am besten zu erreichende Teil wird ausgewählt und die Koordinaten an den Roboter weitergegeben.

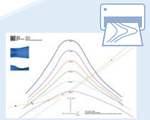
HARDWARE- / PRODUKTENTWICKLUNG

Handgeführter 3D-Scanner für den Einsatz bei stark wechselhaften Bedingungen: Verwendung eines LowCost-3D-Sensors, Kalibrierung zur Verbesserung der Messgenauigkeit größer Faktor 5, Gehäuseentwicklung, Umrüstung auf Batteriebetrieb mit Überwachung des Batteriezustandes, Integration eines Inertialsystems zur Überwachung der Ausrichtung, Laser-Positionierhilfe mit Echtzeit-Feedback zur Ausrichtung / Minimaldistanz, Marker-Tracking mittels Farb-Kamera, automatische Beleuchtung. **Anwendung: 3D-Scan von Pferderücken und Reitsätteln.**



Mobile Maschine zur Wiedergabe von dreidimensionalen Oberflächen: Realisierung einer vollautomatischen Schrittmotorsteuerung mit Touch-Display, RFID-Erkennung von Werkstücken, WLAN-Anbindung an Oberflächen-Datenbank. **Anwendung: Reproduktion von Pferderücken zur Anpassung von Reitsätteln.**

TECHNOLOGISCHE PROZESSENTWICKLUNG AM BEISPIEL DER HORSESHAPE-LÖSUNGEN



Tau Epsilon C entwickelte den gesamten technologischen Prozess hinter den vollintegrierten HORSESHAPE-Lösungen: Beginnend bei der optimalen Erfassung relevanter Stammdaten, über die gezielte Bereitstellung der benötigten Informationen im Fertigungsprozess, bis zur Dokumentation des Endproduktes zwecks Qualitätssicherung.

1 Hardware-Entwicklung: Handgeführter batteriebetriebener 3D-Scanner (s.S. 20)

2 Software-Entwicklung: Client-Desktop-Applikation für Datenerfassung & Synchronisation, individuelles Betriebssystem, Aufbau eines Software-Update-Services

3 App-Entwicklung: Offline-Erfassung & Zuordnung von Videos/Fotos/Dokumenten, Anbindung an Client- und Server-API, Online-Synchronisation

4 Server-Entwicklung: verteilte automatisierte 3D-Datenaufbereitung

5 Web-Entwicklung: Visualisierung und Auswertungswerkzeuge

6 Web-Entwicklung: PDF-Export für 1:1 Schnittkonturen

7 Hardware-Entwicklung: Wiedergabe von dreidimensionalen Oberflächen (s.S. 21)

8 Software-Entwicklung: Integration von 3D-Satteldaten

HORSESHAPE

Mit der Vermessung des Pferderückens im Stall schafft das HORSESHAPE-System die beste Basis für einen passgenauen, gesunden Sattel. HORSESHAPE stattet den Fachhandel mit einem 3D-Scanner aus und stellt über die myHORSESHAPE-Plattform eine direkte Verbindung zum Sattelhersteller her.

1 Das HORSESHAPE-ScanKit vermisst den Pferderücken im Stand in Sekundenschnelle, völlig Stress- und Risikofrei für das Pferd (s.S. 20)

2 Mit dem Netbook können Stammdaten erfasst und eine erste Prüfung der Messung durchgeführt werden

3 Mithilfe der Mobile App kann der Fachhändler zudem weitere Informationen zu Pferd, Reiter und Sattel erfassen

4 Mobile App und Netbook synchronisiert der Fachhändler mit der myHORSESHAPE Plattform. Es erfolgt nun die serverseitige Datenaufbereitung.

5 Danach stehen verschiedene 3D-Ansichten und Auswertungswerkzeuge online zur Verfügung – Datensätze können direkt an Sattelhersteller freigegeben werden

6 Zusätzlich gibt es eine Vielzahl an Exportmöglichkeiten, wie bspw. den 1:1-Ausdruck von Schnittkonturen

7 Zahlreiche Hersteller sind als HORSESHAPE Partner gelistet und profitieren von zusammen entwickelten Schnittstellen. HORSESHAPE bringt dann bspw. über einen digitalen Pferderückenabbilder (s.S. 21) den Rücken in die Werkstatt des Sattlers

8 Auch der angepasste Sattel, kann durch einen 3D-Scan dokumentiert werden und so eine ganzheitliche Qualitätssicherung von der Messung bis zur Produktion geschaffen werden