

## PPP-MALS

Tiefe Integration von Precise Point Positioning mit Mobilem und Airborne Laser-Scanning

<b>Programm / Ausschreibung</b>	KS 24/26, KS 24/26, BRIDGE 2025/01	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.04.2026	<b>Projektende</b>	31.03.2029
<b>Zeitraum</b>	2026 - 2029	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Projektförderung</b>	€ 265.025		
<b>Keywords</b>	PPP, ALS, ULS, INS, Optimierung, Punktwolke, Referenz		

### Projektbeschreibung

Im Projekt PPP-MALS werden die Technische Universität Wien und die Firma RIEGL Research & Defense GmbH den Stand der Wissenschaft im mobilen Laserscanning neu definieren. Laserscanning ist eine Methode zur Vermessung unserer Umwelt - sei sie menschengemacht oder natürlich. Von einer bewegten Plattform aus, z.B. Drohne, Fahrzeug oder Personen-getragen, sendet ein Laserscanner kurze Laserpulse in verschiedene Richtungen aus. Für jeden Puls wird gemessen, wie lange das Signal braucht, um durch die Atmosphäre zu laufen, und nach der Reflexion an einem Objekt wieder zurück. Mit der Lichtgeschwindigkeit lässt sich die Zeitdifferenz in die Entfernung zwischen Plattform und Objekt umrechnen. Globale Satellitennavigation (z.B. Galileo) wird genutzt, um die Position der Plattform zu bestimmen und mit der Kreiselnavigation kann die Winkelstellung der Plattform im 3D-Raum berechnet werden. Bringt man alle diese Daten zusammen, so lassen sich die Punkte der Reflexion der Laserstrahlen auf der Erdoberfläche berechnen. So entstehen „Punktwolken“, die unsere Umgebung mit 3D-Punkten überziehen. Typischerweise beträgt der Abstand zwischen den Punkten wenige cm bis dm, abhängig von Flughöhe, Messfrequenz des Laserscanners, etc.

Dieses Verfahren ist bereits im Einsatz, aber es treten immer wieder Probleme auf. PPP-MALS will sicherstellen, dass 1. die Berechnung effizienter erfolgt, 2. die Genauigkeit gesteigert wird - speziell so, dass Wiederholungsmessungen mit viel höherer Genauigkeit durchgeführt werden können als bisher - und 3. eine Referenz erstellt wird, mit der die Qualität neuer Verfahren zweifelsfrei nachgewiesen werden kann. Diese Referenz soll nachhaltig, also über die Projektlaufzeit hinaus, zur Verfügung stehen.

Wenn sich Wiederholungsmessungen zuverlässiger durchführen ließen, dann könnten selbst sehr kleine Signale der Umweltveränderung erfasst werden, z.B. Geländedeformationen als Folge der Tau-Zyklen des Permafrosts, oder Baumwuchs innerhalb einer Vegetationsperiode.

Die Datenverarbeitung dazu erfolgt bisher sequenziell: Zuerst werden die Messungen der Satellitennavigation ausgewertet, anschließend durch die inertielle Kreiselnavigation ergänzt und zuletzt mit den Laserscanner-Messungen verknüpft. Dabei werden die Fehler von einem Schritt zum nächsten weitergereicht, wodurch sich Ungenauigkeiten fortpflanzen.

Der Schlüssel für Verbesserungen liegt in einer gemeinsamen Verarbeitung aller Daten in einem einzigen Optimierungsschritt. Konkret sollen Precise-Point-Positioning (PPP) für die Satellitennavigation, die inertielle Kreiselnavigation und die Laserscanner-Messungen in einem integrierten Verfahren zusammengeführt werden. Dadurch kontrollieren und stützen sich die Messungen gegenseitig, die Trajektorie der Plattform sowie die Verknüpfungen der Laserscanning-Beobachtungen werden gleichzeitig bestimmt, und sowohl die Trajektorie der Plattform also auch die Punktwolke werden deutlich genauer. Zusätzlich entfällt der Betrieb von Bodenstationen für die Satellitennavigation, was das Verfahren universeller einsetzbar macht.

Das Projekt PPP-MALS (PPP für Mobiles und Airborne Laser-Scanning) führt die Expertise in PPP (Höhere Geodäsie, TU Wien) mit der Expertise im Laserscanning (RIEGL) und der Expertise in der Punktwolkenprozessierung (Photogrammetrie, TU Wien) zusammen.

## **Abstract**

In the project PPP-MALS, the TU Wien and the company RIEGL Research & Defense GmbH aim to redefine the state of the art in mobile laser scanning. Laser scanning is a method for measuring our environment - both natural and anthropogenic. From a moving platform, e.g. a drone, vehicle or person-carried device, a laser scanner emits short laser pulses in different directions. For each pulse, the time it takes for the signal to travel through the atmosphere and back after reflecting off an object is measured. Using the speed of light, the time difference is converted into the distance between platform and object. Global satellite navigation (e.g. Galileo) is used to determine the position of the platform, and inertial navigation can be used to calculate the angular position of the platform in 3D space. By combining all this data, the points of reflection of the laser beams on the Earth's surface is calculated. This creates "point clouds" that cover our environment with 3D points. Typically, the distance between these points is a few centimetres to decimetres, depending on flight altitude, measurement frequency of the laser scanner, etc.

This method is already in use, but problems arise time and again. PPP-MALS aims to ensure that 1) calculations are performed more efficiently, 2) accuracy is increased - specifically so that repeat measurements can be performed with much greater accuracy than before - and 3) a reference is created with which the quality of new methods can be proven beyond doubt. This reference should be sustainable, i.e. usable beyond the duration of the project.

If repeat measurements could be carried out more reliably, even very small signals of environmental change could be detected, e.g. terrain deformations as a result of permafrost thaw cycles, or tree growth within a vegetation period.

The data processing to date is carried out sequentially: first, the satellite navigation measurements are used for trajectory determination, then supplemented by inertial navigation measurements, and finally combined with the laser scanner measurements. In this process, errors are propagated from one step to the next, leading to cumulative uncertainties.

The key to improvement lies in the joint processing of all data in a single optimisation step. Specifically, Precise Point Positioning (PPP) for satellite navigation, inertial navigation, and laser scanner measurements are to be integrated within a unified procedure. This allows the measurements to mutually support and constrain each other, enabling the platform trajectory and the associations of the laser scanning observations to be determined simultaneously, resulting in significantly improved accuracy for both the position and the point cloud. In addition, the need for ground stations for satellite navigation

is eliminated, making the procedure more universally applicable.

The PPP-MALS project (PPP for Mobile and Airborne Laser Scanning) combines expertise in PPP (Higher Geodesy, TU Wien) with expertise in laser scanning (RIEGL) and expertise in point cloud processing (photogrammetry, TU Wien).

### **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

### **Projektpartner**

- RIEGL Research & Defense GmbH