

Ingenieurgeodätisches Vertiefungsmodul der Frankfurt UAS an der Kinzigtalsperre – Ein Beitrag zur Vernetzung in der Region

Cornelia Eschelbach, Michael Lösler und Holger Müller

Zusammenfassung

Im Studiengang Geoinformation und Kommunaltechnik der Frankfurt University of Applied Sciences werden Studierende anwendungsorientiert und praxisnah auf ihr späteres Berufsleben vorbereitet. Dabei spielt der Vertiefungsbereich im Curriculum eine wesentliche Rolle bei der Profilbildung der Absolventen. Gerade die Erfahrungen und Erkenntnisse aus den Wahlpflichtmodulen sind für die Absolventen wertvoll für den erfolgreichen Schritt ins Berufsleben. In diesem Beitrag wird der Studiengang Geoinformation und Kommunaltechnik kurz vorgestellt und im Besonderen auf die praxisorientierte Vertiefungsphase eingegangen. Das Wahlpflichtmodul Ingenieurgeodäsie findet jährlich im April als Blockveranstaltung an der Kinzigtalsperre bei Bad Soden-Salmünster statt. Den thematischen Schwerpunkt bildet dabei die Planung, Durchführung und sachgerechte Auswertung der Netzmessungen zur Überwachung der Dammkronenpunkte auf geometrische Veränderung. Das Ingenieurbüro Müller & Richter aus Gelnhausen, das diese Vermessungsleistungen turnusmäßig alle fünf Jahre für den Wasserverband Kinzig durchführt, begleitet die Veranstaltung und verschafft so den Studierenden unter realistischen Bedingungen einen hervorragenden Einblick in das spätere Berufsfeld. Dieser Beitrag stellt das Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie inhaltlich und methodisch vor.

Summary

In the bachelor program Geomatics and Public Works of Frankfurt University of Applied Sciences, students get application-oriented and practical lectures for their future careers. Therefore, specialization in the curriculum plays an important role in the profile of the graduates. Especially experiences and insights from the elective modules are valuable for the graduates for the successful step into occupation. In this article, the study program Geomatics and Public Work is briefly presented focusing on the practical phase of specialization. In April the elective module surveying engineering annually takes place as a block event at the Kinzigtalsperre near Bad Soden-Salmünster. The course is focused on planning, realizing and proper evaluating the network measurements for monitoring purposes of the dam crest to check for geometric changes. The engineering consultants Müller & Richter from Gelnhausen, which carry out these surveying services every five years for the Wasserverband Kinzig, accompanies the exercises, providing the students an excellent insight into the future occupational field. This article presents the elective module surveying engineering in terms of content and methodology.

Schlüsselwörter: Ingenieurgeodäsie, Kinzigtalsperre, Bachelorstudiengang, Frankfurt UAS

1 Studiengang Geoinformation und Kommunaltechnik

Das Hessische Hochschulgesetz (HHG) fordert von Hochschulen die Vermittlung wissenschaftlich-kritischen Denkens und erwartet als Ausbildungsziel die Fähigkeit des selbstständigen Anwendens wissenschaftlicher Erkenntnisse. Dabei unterscheidet das HHG nicht zwischen den Hochschulformen und lässt eine Gleichstellung erkennen, die auch durch die Umsetzung der Bologna-Reform zur Harmonisierung der akademischen Abschlüsse europäischer Hochschulen sichtbar ist. Hochschulen sind dazu angehalten, wissenschaftliche Methoden weiterzuentwickeln und eigene Forschungsfelder zu besetzen. Dies schafft eine ideale Umgebung, um die Absolventen zu einer lösungsorientierten und selbstständigen Arbeitsweise in der beruflichen Praxis zu befähigen (HHG 2017).

Die akademische Ausbildung an Hochschulen für angewandte Wissenschaften ist traditionell sehr anwendungsorientiert und beschränkt sich nicht ausschließlich auf die Vermittlung theoretischer Grundlagen. An der Frankfurt University of Applied Sciences (Frankfurt UAS) wird seit 2003 der Bachelorstudiengang Geoinformation und Kommunaltechnik angeboten, auf den seit 2009 der gleichnamige Masterstudiengang aufbaut. Das Curriculum im Bachelor gliedert sich in die Studienschwerpunkte Vermessung, Geoinformation, Landmanagement, Facility Management und Technische Infrastruktur. Allgemein werden die Studierenden befähigt, Geodaten zu analysieren und Antworten auf raumbezogene Fragestellungen zu finden. Die Studierenden lernen, Geodaten zweckmäßig mit Hilfe der verschiedenen geodätischen Techniken im Hinblick auf die Weiterverarbeitung und späteren Analysen sachgerecht zu erfassen und die Ergebnisse qualitativ zu beurteilen. Die zentrale Säule des Curriculums bildet der Einsatz von Geoinformationssystemen, die Werkzeuge zur Visualisierung und Analyse der Geodaten zur Verfügung stellen. So spielen beispielsweise im Landmanagement oder infrastrukturellen Sektor diese Systeme bei der Planung kommunaler Trinkwasserversorgungen oder der barrierefreien Gestaltung von Verkehrsknotenpunkten eine wesentliche Rolle.

2 Praxisbezug in der Vertiefungsphase

Die Vertiefungsphase zeichnet sich durch einen erheblichen Zuwachs an Praxiswissen aus und startet im Studiengang Geoinformation und Kommunaltechnik mit dem fünften Semester. Die Studierenden wählen hier die Module nach ihren späteren beruflichen Interessen und führen dadurch eine Spezialisierung herbei. Mit der Wahl des zweisemestrigen Studienprojekts und des ersten von

antwortliche, disputierende und zugleich kooperative Arbeitsweise.

Thematisch bietet das Studienprojekt wechselnde Themen, die sich an aktuellen Fragestellungen aus Wissenschaft und Praxis orientieren und idealerweise in Kooperation mit außerhochschulischen Partnern angeboten werden. Beispielsweise wurden aus dem Schwerpunkt Landmanagement im Studienprojekt »Land Management meets refugees« bauliche Unterbringungsoptionen für Flüchtlinge geprüft (Coumans 2016). Im Stadtgebiet von Frankfurt und im direkten Umland wurde neben der Erarbeitung der theoretischen Grundlagen an verschiedenen Objekten das Potenzial zur Schaffung von Wohnraum für Flüchtlinge analysiert und es wurden Konsequenzen für Liegenschaften im direkten Umfeld und für die Gemeinden abgeleitet. Im Schwerpunkt Geoinformation wurde das Projekt »GIS im Rettungsdienst – Mobile Verortung von Unfallopfern im Wald im Bezugssystem der Rettungspunkte« angeboten. Dieses Projekt hat die »Rettungskette Forst« als Hintergrund, unter der man den Ablauf aller Hilfeleistungen, die notwendig sind, um verletzte Personen aus dem Wald

Tab. 1: Vereinfachte Übersicht über die Modulstruktur im Curriculum des Bachelorstudiengangs Geoinformation und Kommunaltechnik

Sem.	Bachelorstudiengang Geoinformation und Kommunaltechnik				ECTS
6	Studienprojekt 10 ECTS	WP 2 5 ECTS	Bachelor-Thesis mit Kolloquium 15 ECTS	Soft Skills Module (10 ECTS)	30
5		WP 1 5 ECTS			30
4	Module der Studienschwerpunkte (90 ECZT)				30
3					30
2					30
1	Grundlagenmodule (45 ECTS)				30

zwei Wahlpflichtmodulen im fünften Semester sowie mit dem zweiten Wahlpflichtmodul und der Themenwahl der Bachelor-Thesis im sechsten Semester entscheiden sie über die inhaltliche Ausrichtung ihres Studiums durch Module im Wert von 35 ECTS-Punkten, einem Sechstel des gesamten Curriculums (vgl. Tab. 1).

2.1 Aktuelle Themen der Studienprojekte

Durch seinen zweisemestrigen Verlauf bietet das Studienprojekt genug Zeit, Aufgabenstellungen zu bearbeiten, die sequenzielle, aufeinander aufbauende Anteile enthalten. Die Kompetenz zur Recherche wissenschaftlicher Erkenntnisse in der nationalen und internationalen Fachliteratur bildet die Basis für die Projektarbeit und das Einarbeiten in das Themengebiet. Die Erörterung der projektbezogenen Fragestellung und das Aufzeigen von Lösungswegen im abschließenden Projektbericht sind methodisch identisch mit der Arbeit an wissenschaftlichen Fragestellungen und bilden eine gute Vorbereitung für die sich anschließende Bachelorarbeit. Da die Studierenden im Projekt gemeinsam an einem Thema arbeiten und sich die Ergebnisse idealerweise ergänzen sollen, ist gerade hier Kommunikationsfähigkeit gefordert. In dieser Teamphase des Studiums lernen sie eine eigenver-

antwortliche, disputierende und zugleich kooperative Arbeitsweise. Ziel ist es, eine telematisch gestützte und prozessgesteuerte Rettungsketten-Suite zu entwickeln, bereitzustellen und zu verbreiten, die es den Rettungskräften bei komplexen Einsatzlagen im Wald oder in der freien Flur ermöglicht, schnell den Einsatzort zu lokalisieren und zu erreichen. An der Schnittstelle zwischen Vermessung und Landmanagement findet gegenwärtig ein Studienprojekt in Kooperation mit dem Ingenieurbüro Mathes aus Braunfels zur Aufmessung und Planung eines Baugebietes im Umland von Frankfurt statt.

2.2 Inhaltliche Schwerpunkte der Wahlpflichtfächer

Neben dem Studienprojekt führen die Wahlpflichtfächer zur effizienten Vertiefung der verschiedenen Schwerpunkte. Hierdurch erlangen die Studierenden in den Wahlpflichtfächern des Studienschwerpunktes Vermessung zusätzliche Sicherheit im Umgang mit der technischen Ausrüstung. Detailliertere Auswertestrategien ermöglichen ihnen, Messverfahren, Messablauf und Messergebnisse qualitativ besser einordnen zu können. In den Wahlpflichtmodulen GIS Anwendungsprozesse sowie Open GIS vertiefen die Studierenden ihr Wissen im Bereich der computergestützten Geodatenanalyse. Die

Wahlmodule der Technischen Infrastruktur haben beispielsweise die Dimensionierung von Versickerungs- und Rückhalteanlagen oder das Verkehrsmanagement zum Schwerpunkt. In der Vertiefungsrichtung Landmanagement bearbeiten Studierende kommunale Fragen im Umgang, in der Bewertung und der Planung unbebauter und bebauter Grundstücke. Das Facility Management bietet vertiefte Kenntnisse im Bereich CAFM und Thermografie für das kommunale Immobilienmanagement und Erfahrungen im interdisziplinären Arbeiten auf der Basis praxisrelevanter Aufgabenstellungen.

Die Wahlpflichtmodule sind aufgrund des dem Modul zugeordneten Workload von 150 Stunden thematisch enger gefasst als das Studienprojekt und werden im Jahresrhythmus angeboten. Für einen detaillierten Einblick in Aufbau, Ablauf und Zielsetzung eines Wahlpflichtfaches soll im Folgenden das Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie exemplarisch herangezogen werden, das jährlich im Sommersemester angeboten wird.

3 Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie

Unter dem Begriff Ingenieurgeodäsie wird allgemein die Aufnahme, Absteckung und Überwachung von baulichen Anlagen verstanden. Im Kontext der Kongruenzanalyse ist die Zielsetzung, einen Nachweis für die Stand- und Betriebssicherheit der Anlage abzuleiten. Die damit verbundenen vermessungstechnischen Aufgaben sind in regelmäßigen Abständen von Vermessungsingenieuren sachgerecht auszuführen (vgl. Kuhlmann et al. 2013, DIN 18710-1 2010).

Die Ende der 1980er Jahre vom Wasserverband Kinzig in Betrieb genommene Kinzigtalsperre befindet sich etwas 60 km östlich von Frankfurt bei Bad Soden-Salmünster und ist die drittgrößte Talsperre im Land Hessen (Abb. 1). Im Umfeld dieser baulichen Anlage wird seit 2015 jährlich das Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie vom Labor für Industrielle Messtechnik in enger Kooperation mit dem Ingenieurbüro Müller & Richter organisiert.

3.1 Überwachungsmessungen an der Kinzigtalsperre

Die Kinzigtalsperre dient primär dem Hochwasserschutz und ist für ein 100-jähriges Hochwasser dimensioniert. Betreiber der Anlage ist der Wasserverband Kinzig mit Sitz in Wächtersbach. Neben dem Hochwasserschutz wird die Talsperre auch zur Gewinnung von Strom und zum Ausgleich des Wasserpegels der Kinzig genutzt. Die Anstauung erfolgt über einen 14 m hohen und 550 m langen, geschütteten Damm. Die maximale flächenhafte Ausdehnung von ca. 125 ha erreicht der Stausee bei einer Anstauhöhe von 12 m. Die regelmäßige Überprüfung der Anlage obliegt dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und dem Regierungspräsidium Darmstadt (vgl. Wasserverband Kinzig 2018).



Abb. 1: Wasserseitiger Blick auf den geschütteten Staudamm der Kinzigtalsperre während der trigonometrischen Höhenübertragung mittels gleichzeitig gegenseitiger Zenitdistanzmessung (GGZ)

Im Jahr 1982 übernahm das Ingenieurbüro Müller & Richter aus Gelnhausen die inzwischen im fünfjährigen Zyklus durchzuführende messtechnische Überprüfung auf geometrische Veränderungen an der Stauanlage. Hierfür steht ein Referenzpunktfeld aus neun doppelwandigen Vermessungspfeilern zur Verfügung. Zur Überwachung des Damms und des umliegenden Böschungsbereichs befinden sich neun Objektpunkte auf der Dammkrone, sechs Objektpunkte im Bereich der Sohle sowie sechs weitere Punkte entlang des nördlichen Ufers. Die Objektpunkte wurden 2014 nach umfassenden Sanierungsarbeiten und der vollständigen Erneuerung der Asphalt- und Abdichtungsschicht des Staudamms neu gesetzt, da die ehemaligen Kontrollpunkte im Zuge der Sanierungsmaßnahme zerstört wurden. Alle Objektpunkte sind als Bodenpunkte vermarkt und befinden sich in einem schützenden Schachtbauwerk (vgl. Abb. 2). Die Überwachungsmessungen erfolgen getrennt in Lage und Höhe mittels Präzisionstachymetrie und Feinnivellement, da GNSS-Messungen nicht die gewünschte Genauigkeit liefern und inzwischen aufgrund vorhandener Vegetation nicht mehr sinnvoll ins Messkonzept integriert werden können. Die Vegetation ist auch für die terrestrische



Abb. 2: Schachtbauwerk auf der Dammkrone zum Schutz der lage- und höhenmäßig definierten Objektpunkte

Vermessung herausfordernd, da direkte Sichtverbindungen zwischen den stabilen Vermessungspfeilern nur noch in Ausnahmefällen möglich sind (vgl. Abb. 3).

3.2 Studentische Planung und Realisierung

Die Studierenden, die am jährlich stattfindenden Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie teilnehmen, realisieren in der einwöchigen Praxisphase einen Teil der Vermessungsleistungen, die auch vom Ingenieurbüro Müller & Richter turnusmäßig durchgeführt werden. Die Teilnehmerzahl ist durch die Objektgröße begrenzt auf drei Messtrupps.

Flexibilität und sozialer Kompetenz notwendig, gerade wenn es zu Abweichungen im Zeitplan und in der geplanten Aufteilung kommt.

Die Erfassung der Höhenkomponente erfolgt mittels Feinnivellement in drei partiell überlappenden Schleifen. Die drei Messtrupps arbeiten parallel mit dem Digitalnivellier Trimble DINI03 sowie Zeiss DINI10 bzw. DINI12. Jede Schleife weist eine einfache Länge von ca. 1,3 km auf und wird als Doppelnivellement im Beobachtungsverfahren Rück-Vor-Vor-Rück (RVVR) beobachtet. Um eine Umrundung des Stausees zu vermeiden und dennoch eine Stabilisierung des Höhennetzes herbeizuführen, wird zusätzlich der Höhenunterschied über den Stausee hinweg vom nördlichen zum südlichen Ufer übertragen.

Die Übertragung der Höhe auf einer Strecke von ca. 500 m erfolgt zum einen als geometrisches Nivellement mittels Seespiegelfixierung (z.B. Möser und Fuhrland 2006) und zum anderen trigonometrisch mit Hilfe von Reflektoraufsätzen für zwei der Totalstationen. Um den Einfluss der geodätischen Refraktion zu mindern, werden die Zenitdistanzen von beiden Uferseiten gleichzeitig gegenseitig beobachtet (GGZ; vgl. Kahmen 2006, S. 460 f.).

Während die Erfassung des Höhennetzes nur geringe Abhängigkeiten und Absprachen zwischen den Teilnehmern erfordert, ist bei der Lage-netzmessung ein hohes Maß an Koordinierung notwendig, um später auf Basis der erhobenen Daten die Netzteile miteinander sinnvoll zu verknüpfen. Unvermarktete Instrumentenstandpunkte sind von den Teilnehmern so zu wählen, dass diese nicht nur im eigenen Teilnetz gut eingebunden sind, sondern auch eine Verknüpfung zu den anderen Netzteilen ermöglichen. Da sich das Referenzpunktfeld über beide Uferseiten erstreckt, ergeben sich zusätzliche logistische Herausforderungen bzgl. der Ausrichtung der Reflektoren zu

den jeweiligen Standpunkten. Neben der Entscheidung bzgl. der reinen Messbarkeit der Punkte spielt hierbei insbesondere die Vermeidung von systematischen Messabweichungen aufgrund von Fehlansichtungen eine wichtige Rolle (vgl. Rüeger 1996, S. 158 ff.), für die die Teilnehmer sensibilisiert werden. Die Aufnahme erfolgt grundsätzlich in mehreren Vollsätzen, um den Einfluss von instrumentenbedingten Abweichungen zu minimieren und die Präzision gegenüber der Einzelmessung zu steigern.

Für die praktische Vermessung sind fünf Tage vorgesehen, in denen sich die vor Ort untergebrachten Studierenden selbstständig um die Instrumente und die gesamte Ausrüstung kümmern. Täglich werden die erhobenen Daten von ihnen ausgelesen, gespeichert und auf Auswertbarkeit und Plausibilität geprüft, sodass etwaige Unstimmigkeiten in den Messdaten unmittelbar lokalisiert werden und ggf. Nachmessungen kurzfristig organisiert und ausgeführt werden können.

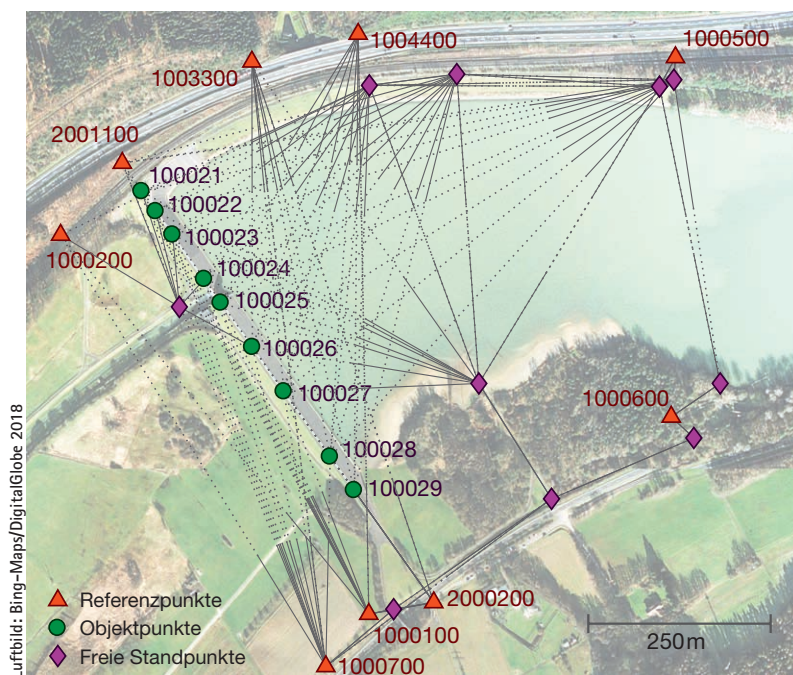


Abb. 3: Geplante Konfiguration des Lagenetzes zur Überwachung der Objektpunkte auf der Dammkrone. Nicht dargestellt sind Objektpunkte, die ausschließlich nivellitisch erfasst werden.

Ziel ist es, das gesamte Referenzpunktfeld sowie die Objektpunkte zu erfassen, sodass etwaige Punktverschiebungen lokalisiert werden können. In der Vorbereitung planen die Studierenden die Messkampagne auf Basis des verfügbaren Instrumentariums, Leica TS30, TM30 sowie MS50, sowie der zu erreichenden Genauigkeiten und entscheiden über Messkonfiguration, Aufteilung und Zeitplan. Im Areal der Anlage müssen sie sich mit den örtlichen Gegebenheiten vertraut machen und weitgehend selbstständig ein Messkonzept erarbeiten (vgl. Abb. 3). Aufgrund der Ausdehnung des Netzes beobachten die Messtrupps jeweils nur einen Teil des Netzes. Die Netzplanung muss daher sicherstellen, dass die beobachteten Netzteile später in der Auswertung zusammenführbar sind. Neben den örtlichen Herausforderungen aufgrund vorhandener Topographie ist hier insbesondere die Koordinierung der Messtrupps vordergründig zu berücksichtigen. Neben fachlichen Qualifikationen sind für die Bewältigung der Aufgabe ein hohes Maß an Teamfähigkeit,

3.3 Netzausgleichung und Kongruenzanalyse

Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgt die Auswertung und sachgerechte Beurteilung der erzielten Ergebnisse. Hierfür steht das Ausgleichungspaket Java-Applied-Geodesy 3D (JAG3D) zur Verfügung, das vom Labor für Industrielle Messtechnik fachlich betreut wird. JAG3D ist ein quellcodeoffenes Programm zur Auswertung hybrider geodätischer Netze mit integrierter Modellbildung (z.B. Lösler et al. 2018). Hierdurch können neben klassisch erhobenen terrestrischen Daten auch Lasertrackermessungen ausgewertet werden. Den Studierenden ist JAG3D aus verschiedenen Übungen ab dem 2. Semester bekannt, mit dessen Hilfe sie 2D- und 3D-Ähnlichkeits-Transformationen, Netzausgleichungen und Bezugssystemwechsel durchführen. Der Einsatz von Open Source Applikationen hat sich in der Lehre im Gegensatz zu kommerziellen Lösungen bewährt, da hierdurch lizenztechnische Hürden überwunden werden und Studierende schnell und einfach Zugang zur Software erhalten. JAG3D läuft plattformunabhängig auf allen gängigen Betriebssystemen (vgl. Abb. 4). Zwar sind Linux betrie-

bene Computer bei Studierenden eher gering, die Verbreitung von macOS erreicht neben Windows aber einen signifikanten Anteil.

Die Ausgleichung erfolgt entsprechend der Aufnahme getrennt als Lage- und Höhenetz in einer freien Netzausgleichung. Die Studierenden werten hierbei zunächst ihr eigenständig erhobenes Teilnetz aus und beurteilen die erzielten Messergebnisse anhand statistischer Kenngrößen. Die bereinigten Daten werden anschließend zusammengeführt und allen Gruppen zur Verfügung gestellt, um diese in einer gemeinsamen Netzausgleichung zu prozessieren und zu bewerten. Mögliche Schwachstellen im Netz aber auch die Eignung der Aufnahmekonfiguration bzgl. der unter statischen Gesichtspunkten zu erwartenden Objektpunktverschiebungen werden anhand der Größe und Orientierung der abgeleiteten Konfidenzbereiche diskutiert.

Im letzten Analyseschritt werden die Pfeiler- und Objektpunkte durch eine Kongruenzanalyse auf Invarianz geprüft. Der Vergleich erfolgt zur Referenzeпоche 2015 wiederum getrennt in Lage und Höhe mit der Software JAG3D. Die implementierte Kongruenzanalyse analysiert

Aktiv	Punktnummer ...	Punktnummer ...	Vz [mm]	Vz(α,β) [mm]	Tprio	Tpost	Signifikant
<input checked="" type="checkbox"/>	100021_epo15	100021_epo18	-0.4	-1.2	2.00	1.69	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100022_epo15	100022_epo18	2.1	1.4	41.39	34.96	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100023_epo15	100023_epo18	1.8	1.5	26.40	22.30	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100024_epo15	100024_epo18	2.9	1.6	54.20	46.78	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100025_epo15	100025_epo18	2.2	1.7	30.31	25.60	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100026_epo15	100026_epo18	0.8	1.7	3.40	2.87	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100027_epo15	100027_epo18	0.6	1.8	1.91	1.61	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100028_epo15	100028_epo18	0.5	1.8	1.68	1.42	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	100029_epo15	100029_epo18	0.1	1.7	0.11	0.09	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	204001_epo15	204001_epo18	1.2	1.4	11.78	9.95	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	204002_epo15	204002_epo18	5.4	1.5	224.24	189.39	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	204003_epo15	204003_epo18	6.0	1.5	278.26	235.02	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	204004_epo15	204004_epo18	4.1	1.4	146.28	123.54	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	204005_epo15	204005_epo18	-0.5	-1.2	2.51	2.12	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	800523_epo15	800523_epo18	1.2	1.5	11.80	9.97	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS1_epo15	FS1_epo18	0.7	1.1	7.52	6.35	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS2_epo15	FS2_epo18	1.2	1.1	21.99	18.57	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS3_epo15	FS3_epo18	0.2	0.9	0.63	0.53	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS4_epo15	FS4_epo18	0.2	0.9	0.99	0.84	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS5_epo15	FS5_epo18	0.1	0.9	0.33	0.28	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	FS6_epo15	FS6_epo18	0.3	1.0	2.26	1.91	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	H2_epo15	H2_epo18	1.6	1.4	17.33	14.63	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	H3_epo15	H3_epo18	-0.9	-1.0	16.91	14.28	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	BolzenF_epo15	BolzenF_epo18	0.8	0.3	89.16	75.30	<input checked="" type="checkbox"/>

Abb. 4: Ergebnisse der Kongruenzanalyse des Höhenetzes zwischen den Epochen 2015 und 2018 mit thematischer Hervorhebung von JAG3D unter macOS (Apple). Die ermittelten Punktverschiebungen sind mit ∇ bezeichnet. Die minimal aufdeckbare Modellstörung ist $\nabla(\alpha, \beta)$ und T_{prio} bzw. T_{post} sind die berechneten Teststatistiken für den Hypothesentest (vgl. Lösler et al. 2017).

die Daten auf der Basis der originären Beobachtungen durch eine gemeinsame freie Netzausgleichung der zu vergleichenden Messepochen (vgl. Lösler et al. 2017). Die Teilnehmer müssen somit eine kognitive Transferleistung erbringen und das erworbene Wissen zu statistischen Analysen aus dem 1. Fachsemester und Ausgleichung geodätischer Netze aus dem 2. Fachsemester auf die Kongruenzanalyse übertragen. Während im Lagenetz keine Punktverschiebungen nachweisbar sind, finden sich hoch-signifikante Setzungen im Objektpunktfeld im nördlichen Uferbereich von bis zu 6,0 mm (vgl. Abb. 4).

Die Teilnehmer durchlaufen somit den gesamten Prozess von der Planung über die Aufnahme bis hin zur Auswertung. Der hohe Anteil an Eigenleistung und der starke praktische Bezug, der durch die Involvierung des Ingenieurbüros Müller & Richter während der Messwoche unterstrichen wird, motivieren die Studierenden. Als Prüfungsleistung wird die Dokumentation der praktischen Durchführung und der Auswerteverfahren sowie die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse in einer schriftlichen Einzelausarbeitung zusammengefasst und mit 5 ECTS vergütet.

Vergleichbar attraktive, anwendungsorientierte Konzepte, Vermessungsaufgaben unter realen Bedingungen in Planung, Durchführung und Auswertung als Blockveranstaltung für Studierende anzubieten, finden sich an einigen Hochschulen im deutschsprachigen Raum. In den 1970er Jahren fanden Vermessungsübungen im damaligen Studiengang Vermessungswesen der Fachhochschule Frankfurt an der Schweizer Talsperre Schräh statt, die ab den 1990er Jahren zeitweise zusammen mit der Technischen Universität Dresden durchgeführt wurden (z.B. Schmidt und Möser 2006). Im Übrigen feierte im Jahr 2017 das Geodätische Institut des Karlsruher Instituts für Technologie das 125-jährige Jubiläum seiner Hauptvermessungsübung in Furtwangen an der Linachtalsperre (z.B. Illner 2010, Liebau 2017), ein bundesweit einmaliges Jubiläum. Dies zeigt, welchen großen Stellenwert nach wie vor eine praxisnahe Ausbildung in unserem Beruf hat.

4 Fazit

An der Frankfurt UAS werden Studierende anwendungsorientiert und praxisnah auf das spätere Berufsleben vorbereitet. Im Bachelorstudiengang Geoinformation und Kommunaltechnik steht eine breite Auswahl von praxisnahen Vertiefungsmodulen zur Verfügung. Im ausführlicher dargestellten Wahlpflichtfach Ingenieurgeodäsie werden Studierende auch auf die erhöhten Anforderungen ingenieurgeodätischer Fragestellungen vorbereitet und erlernen an einem realen Objekt, an der Kinzigalsperre, die Planung, Durchführung und Auswertung von Netzmessungen für Überwachungsaufgaben. Unterstützt werden die Studierenden dabei vom Ingenieurbüro Müller & Richter aus Gelnhausen, mit dem der Studiengang seit über drei Jahren erfolgreich kooperativ zu-

sammenarbeitet. Dieses Vertiefungsmodul ist ein hervorragendes Beispiel, wie eine Vernetzung mit regionalen Partnern gelingen kann.

Dank

Die Autoren bedanken sich beim Wasserverband Kinzig in Wächtersbach für die Zugangserlaubnis zum Gelände der Kinzigalsperre und im Besonderen beim stellvertretenden Talsperrenleiter Herr René Zuckrigl für die hervorragende Zusammenarbeit vor Ort. Ein besonderer Dank geht auch an Matthias Burg, der 2015 die Kooperation initiiert hat.

Literatur

- Coumans, F. (2016): Frankfurt: Lack of Open Data Frustrates Researchers. *GIM International*, Vol. 30(12), S. 33–35.
- DIN 18710-1 (2010): Ingenieurvermessung – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Deutsches Institut für Normung e.V, Beuth, Berlin.
- HHG (2017): Hessisches Hochschulgesetz (HHG). Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. Dezember 2017. www.rv.hessenrecht.hessen.de/lexsoft/default/hessenrecht_rv.html, letzter Zugriff 24.07.2018.
- Illner, M. (2010): Die Überwachung der Linachtalsperre als Teilprojekt der Hauptvermessungsübungen III. In: Geodätisches Institut (Hrsg.): Vernetzt und ausgeglichen – Festschrift zur Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Günter Schmitt. Karlsruher Institut für Technologie. Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, Nr. 3, ISBN: 978-3-86644-576-5.
- Kahmen, H. (2006): *Angewandte Geodäsie – Vermessungskunde*. 20. Aufl., deGruyter, Berlin. ISBN: 978-3110184648.
- Kuhlmann, H., Schwieger, V., Wieser, A., Niemeier, W. (2013): *Ingenieurgeodäsie – Definition, Kernkompetenzen und Alleinstellungsmerkmale*. zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 6/2013, 138. Jg., S. 391–399.
- Liebau, J. (2017): Staumauer an der Linachtalsperre als Studienobjekt. In: *Schwarzwälder-Bote* vom 17.08.2017.
- Lösler, M., Eschelbach, C., Haas, R. (2017): Kongruenzanalyse auf der Basis originärer Beobachtungen. zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 1/2017, 142. Jg., S. 41–52. DOI: 10.12902/zfv-0147-2016.
- Lösler, M., Eschelbach, C., Jarecki, F. (2018): Auswerte- und Analysestrategie für automatisierte untertägige Überwachungsmessungen. In: Benndorf, J. (Hrsg.): 19. Geokinematischer Tag. Schriftenreihe des Institutes für Markscheidewesen und Geodäsie der TU Freiberg, Heft 2018-1, S. 64–78.
- Möser, M., Fuhland, M. (2006): Ausgewählte Sensorik und Methodik zur Höhenbestimmung bei der Überwachung gefährdeter Objekte. In: Niemeier, I. (Hrsg.): 7. Geokinematischer Tag. Schriftenreihe des Institutes für Markscheidewesen und Geodäsie der TU Freiberg, Heft 2006-1, S. 31–41.
- Rüeger, J.M. (1996): *Electronic Distance Measurement*. 4. Aufl., Springer, Berlin.
- Schmidt, J., Möser, M. (2006): Rutschungsbeobachtungen und Höhenübertragung an der Talsperre Schräh (Schweiz). In: Workshop: Messtechnische Überwachung von Stauanlagen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida (FH), Nr. 1, S. 89–98.
- Wasserverband Kinzig (2018): Informationen zum Hochwasserschutz und dem Kinzigstausee. www.wasserverband-kinzig.de/hochwasserschutz/kinzigalsperre, letzter Zugriff 24.07.2018.

Kontakt

Cornelia Eschelbach | Michael Lösler
Frankfurt University of Applied Sciences, Laboratory for Industrial Metrology, Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt am Main
cornelia.eschelbach@fb1.fra-uas.de | michael.loesler@fb1.fra-uas.de

Holger Müller
Ingenieurbüro Müller & Richter, Herzbachweg 71, 63571 Gelnhausen
www.Geo-MueRich.de | holger.mueller@geo-muerich.de