

Risikomodellierung auf Basis eines 3D-Gebäudemodells – Kooperationsprojekt zwischen der Munich Re und der LMU München



Martin Simon

Anstieg von Naturkatastrophen – Zunahme von Schäden und Erhöhung des Risikos

Naturgefahren – ein Thema das stetig mehr in den Fokus der Öffentlichkeit rückt. Die Naturkatastrophen im Kalenderjahr 2011 verursachten einen Rekordschaden von ca. 380 Milliarden US\$. (MUNICH RE, 2012). Die Graphik der Munich Re (Bild 1) zeigt den deutlichen Anstieg der Gesamtschäden der weltweiten Naturkatastrophen in den letzten Jahren. Dies steht natürlich auch im Zusammenhang mit der Zunahme der versicherten Schäden von Naturgefahren in den letzten Jahrzehnten.

Eine Begründung hierfür ist die wirtschaftliche Entwicklung, was zu einer Zunahme von potentiellen Schadensobjekten in den Gefährdungsräumen führt. Die erhöhte Wertekonzentration und die Bevölkerungszunahme in den Gefährdungsräumen tragen ebenfalls zu diesem Trend bei. Ein weiterer Grund für die erhöhten Gesamtschäden ist die erhöhte Vulnerabilität (Verletzbarkeit) von neuen Materialien und Technologien. Überschwemmungen, Sturm- und Hagelereignisse gehören in Deutschland zu den überwiegenden Naturkatastrophen (GRÜNEWALD et al., 1998). Im Jahr 2002 resultieren 50 % (27,3 Milliarden US\$) des volkswirtschaftlichen Schadens und 37 % (4,7 Milliarden US\$) des versicherten Schadens aus Überschwemmungsereignissen.



Bild 1: Volkswirtschaftliche Gesamtschäden und versicherte Schäden von Naturkatastrophen für den Zeitraum 1980–2011 (MUNICH RE, 2012)

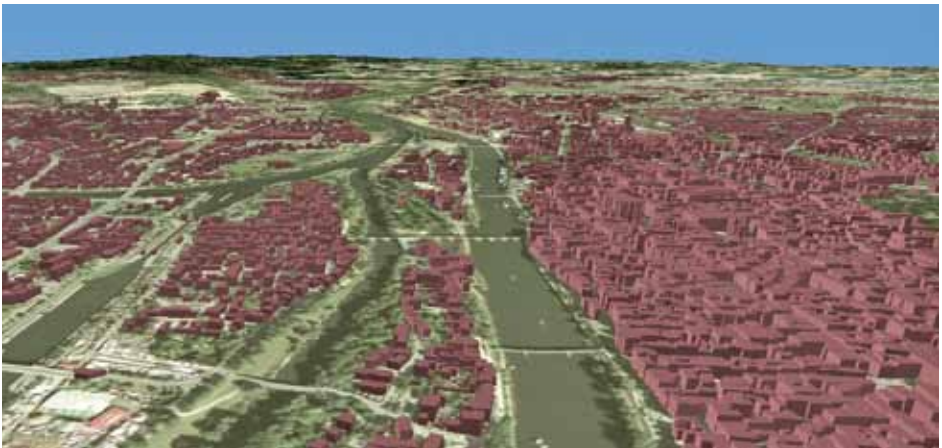
Aufgrund der vermehrt auftretenden Überschwemmungen und die mit dem Klimawandel verbundene Zunahme von Extremwetterereignissen, wie Starkregen, wird das Hochwasserrisiko in Zukunft weiter steigen (KUNDZEWICZ, 2005). Wegen der Erhöhung der Überschwemmungsgefahr wurden in den letzten Jahren Hochwasserschutzmaßnahmen und Konzepte zur Vermeidung von Hochwasser entwickelt. Neben der Entwicklung von Hochwasserschutzmaßnahmen wurde auch vermehrt im Rahmen von wissenschaftlichen Studien das Schadenspotential von hochwassergefährdeten Gebieten bestimmt. Bei der Ermittlung von Schadenspotentialen wird der Gebäudeschaden, der Schaden des Gebäudeinventars oder der wirtschaftliche Schaden (Betriebsunterbrechung) ermittelt.

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen der Ludwig-Maximilians-Universität München, dem Bayerischen Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) und Munich Re sollen Risiko- und Schadenspotentiale von Hochwasserereignissen mithilfe dreidimensionaler Gebäudemodelle bestimmt werden.

Die Hypothese: Vor allem bei regional auftretenden Naturereignissen wie Überschwemmungen kann eine Detailbetrachtung mit 3D-Gebäudeinformationen die Modelle in der Sachversicherung qualitativ verbessern. Hierzu wurde untersucht, wie gut sich die Daten dafür eignen, Überschwemmungsgebiete abzugrenzen und ob sich die Aussagen über erwartete Gebäudeschäden verbessern lassen.

Das Gebäudemodell (LoD1)

Im Rahmen der Arbeit wird das LoD1 Gebäudemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung zur Risikomodellierung verwendet. Dieses Gebäudemodell ist bayernweit verfügbar und bildet die 8,1 Millionen Gebäude in Bayern ab. Neben den Höhenattributen enthalten die Daten zusätzlich beschreibende Attribute und Qualitätsattribute. Abgesehen von den Gebäudemodellen wurden verschiedene digitale Geländemodelle in den unterschiedlichsten Auflösungen verwendet. Diese Geländemodelle dienen als Grundlage für die Hochwassermodellierung im Donauraum zwischen Regensburg und Passau.



*Bild 2: 3D-Gebäudemodell der Stadt Regensburg
(eigene Darstellung, Datengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung)*

Auswahl geeigneter Geländemodelle ist entscheidend

Ein wichtiger Aspekt bei der Überschwemmungsmodellierung ist die Auswahl geeigneter Geländemodelle, um Überschwemmungsflächen und -tiefen abzuleiten. Hierzu stellte das LVG mehrere Modelle mit unterschiedlichen Auflösungen bereit. Um eine ausgewogene Balance zwischen Detailtiefe, Datenvolumen und Rechenzeiten zu erreichen, wurde untersucht, welche Modell-Gitterweiten für Überschwemmungsmodelle am geeignetsten sind. Anders als bei Modellen mit einer Gitterweite von zehn Metern (DGM 10) sind die Höheninformationen bei hochaufgelösten Geländemodellen (< 2 Meter) zwar sehr genau, der Rechenaufwand ist jedoch aufgrund des größeren Datenumfangs erheblich höher, und detailliertere Geländemodelle führen oft zu keinen gravierenden Ergebnisverbesserungen. Eine Untersuchung zur Hochwassermodellierungsqualität am Beispiel von Regensburg an der Donau, in der sechs digitale Geländemodelle in verschiedenen Auflösungen (1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 50 m, 90 m) verwendet wurden, liefert sehr unterschiedliche Ergebnisse.

Zusammenfassend zur richtigen Wahl der Geländemodelle ist festzuhalten, dass die Modellergebnisse des DGM 90 und DGM 50 ungenaue Informationen liefern. Die Modellergebnisse bei 1 m und 10 m Auflösung weichen im Hinblick auf die Anzahl der betroffenen Gebäude nur sehr geringfügig voneinander ab. Auch bei der Bestimmung der Wassertiefen sind die Unter-

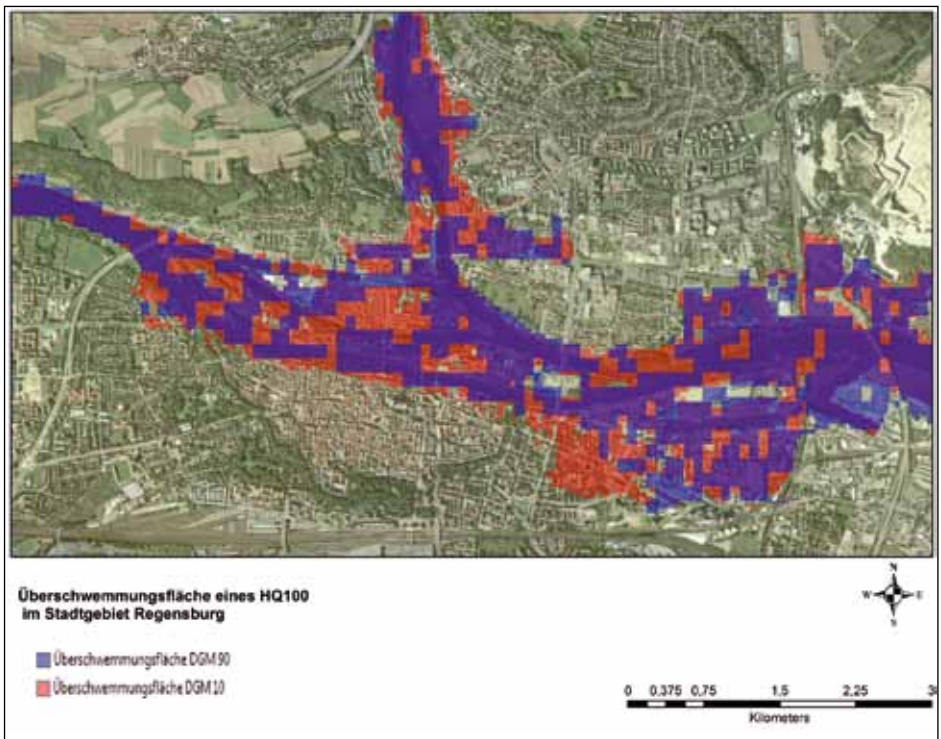


Bild 3: Überschwemmungsfläche berechnet aus einem digitalen Geländemodell mit einer Auflösung von 10 Meter (rot) und mit einer Auflösung von 90 Metern (blau) (eigene Darstellung)

schiede bei diesen beiden Modellauflösungen mit 5 cm sehr gering und somit weitestgehend vernachlässigbar. Aufgrund der geringeren Datenmenge des DGM 10 m ist dieses Modell die am besten geeignete Grundlage für die Hochwassermodellierung. Jedoch ist festzuhalten, dass die Modellwahl zielgruppenabhängig ist. Während für Hochwassermodellierungen, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt werden, ein Geländemodell von 10 Metern ausreicht, wird zum Beispiel bei ingenieurtechnischen Fragestellungen ein höher aufgelöstes digitales Geländemodell benötigt.

Risikomodellierung: Identifizierung des Risikos und Schadensberechnung

Die Risikomodellierung besteht aus zwei wesentlichen Faktoren. Zum einen muss die Gefährdung und das damit verbundene Risiko identifiziert werden. Zum anderen muss nach der Risikoidentifizierung der erwartete Schaden berechnet werden. Zur Hochwassermodellierung an der Donau zwischen Regensburg und Passau wurden historische Pegelstände vom August-Hochwasser 2002 sowie verschiedene Hochwasserszenarien verwendet. Eines dieser Szenarien war das hundertjährige Hochwasser, also ein Hochwasser, das statistisch gesehen einmal in 100 Jahren vorkommt. Zudem wurde ein Verfahren entwickelt, das aus den vorhandenen offiziellen Überschwemmungszonen der deutschen Versicherungswirtschaft (ZÜRS) Hochwasserszenarien ableitet. Bei all diesen Szenarien konnte man das Überschwemmungsgebiet exakt bestimmen. Neben den großräumigen Überschwemmungsbereichen konnten unter Verwendung des 3D-Gebäudemodells einzelne von der Überschwemmung betroffene Gebäude identifiziert werden. Neben der Identifikation der überfluteten Gebäude ist es nun auch möglich, die Wassertiefe an den Gebäuden zu bestimmen.

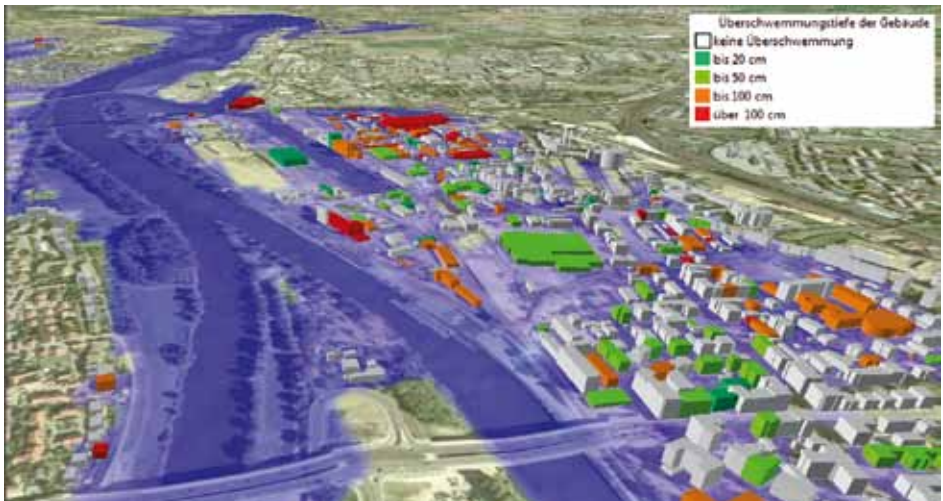


Bild 4: Darstellung der Überschwemmungstiefe an einzelnen Gebäuden in Regensburg bei einem modellierten 100-jährigen Hochwasser

Mithilfe der Überschwemmungsmodellierung und der verschiedenen Wasserstands-Schadens-Funktionen können die relativen Schadenswerte simuliert werden. Schadensfunktionen bestimmen die Hochwasserschäden in Abhängigkeit der Wassertiefe.

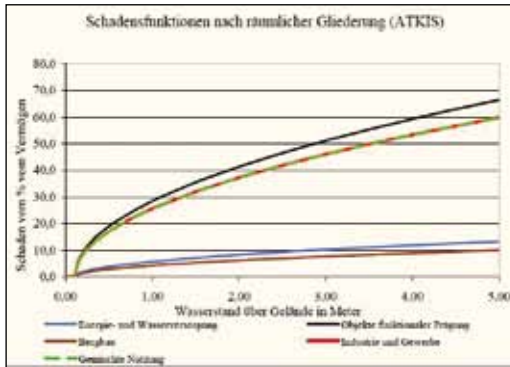


Bild 5: Relative Schadensfunktion nach räumlicher Gliederung (HYDROTECH)

Schadenbeeinflussende Faktoren sind die Überschwemmungstiefe sowie die Dauer der Überschwemmung. Außerdem beeinflussen Gebäudetyp (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Gebäude mit oder ohne Keller), Gebäudematerialien (Ziegel, Holz) und das Baujahr die Vulnerabilität und damit die Schadenshöhe der Gebäude. Die Schadensanalyse lässt eine Unterteilung in Gebäudeschäden und Schäden am Inventar zu. Kombiniert mit Gebäudenutzungsdaten, wie sie ebenfalls von der Vermessung bereitgestellt werden, kann nun auch zwischen unterschiedlichen Gebäudefunktionen differenziert werden. Mit dieser Unterteilung und den verschiedenen Schadensfunktionen lassen sich neben Schäden an Wohngebäuden auch Industrieschäden oder solche an öffentlichen Gebäuden berechnen.

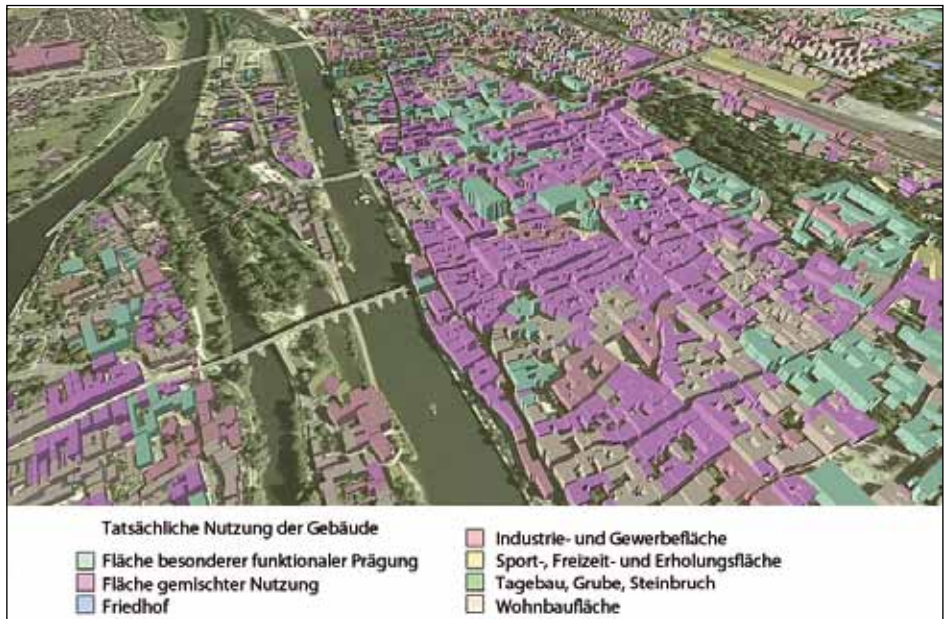


Bild 6: Klassifikation der Gebäude in Regensburg nach der tatsächlichen Nutzung (eigene Darstellung, Datengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung)

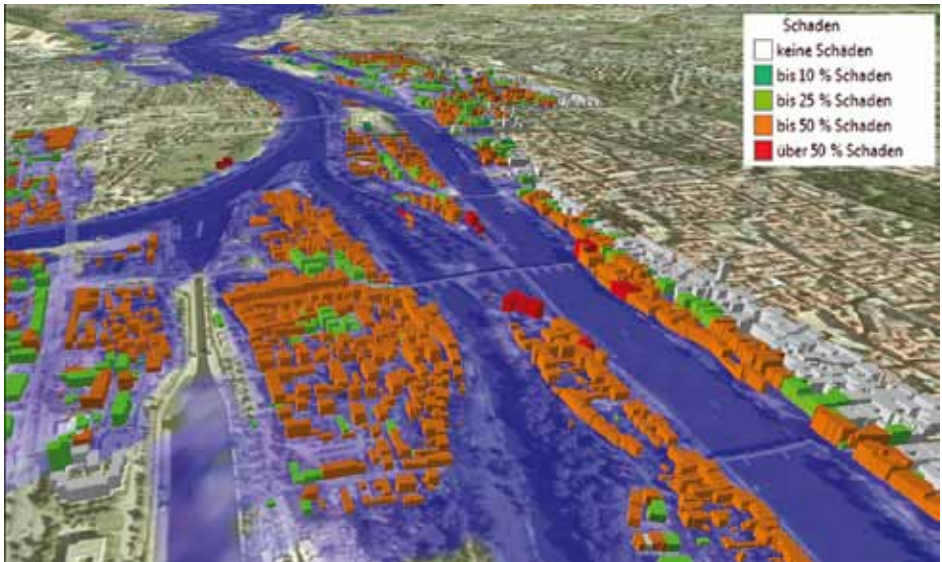


Bild 7: Beispiel für Schäden bei einem 100-jährigen Hochwasser in Regensburg

3D Gebäudemodelle – Nutzen für die Versicherungswirtschaft

Vor allem bei Industriestandorten mit hohen Versicherungssummen – wie bei den Überschwemmungen in Thailand im September 2011 – ist eine eindeutige Risikoeinschätzung auf Basis detailgenauer Lagedaten von großem Vorteil.

Bei Industrie- oder Logistikstandorten kann es aufgrund von Betriebsunterbrechung und komplexen Lieferkettenbeziehungen zu substantziellen Rückwirkungsschäden kommen. In Thailand waren etliche Industrieparks mit enormen Wertekonzentrationen von der Flut betroffen, sodass es zu Produktionsausfällen und Transportproblemen und bei zahlreichen Schlüsselbetrieben der Elektronikindustrie in der Folge zu Rückwirkungsschäden kam. Dies wiederum führte zu Lieferengpässen in der Computerindustrie und der Automobilbranche. Mit einer objektgenauen Risikomodellierung können diese Standortrisiken besser bestimmt und ihre räumliche Vernetzung transparent gemacht werden. Zusätzlich zur Hochwasser- und Schadensmodellierung betroffener Gebäude können auch Zusatzinformationen wie das ZÜRS-Zonierungssystem oder die Gebäudenutzungen auf einzelne Gebäude übertragen werden. Das Gebäudemodell „LoD1“, das für diese Modellierung im Donaauraum verwendet wird, bietet neben den Adressinformationen auch Höhen- und Flächeninformationen sowie Beschreibungen zu Gebäude-(und Dach-)Typen, die auch bei der Schadensinterpretation wertvolle Zusatzspekte liefern können. Zur Verbesserung der Risikotransparenz und -kommunikation können 3D-Gebäudedaten aber auch mit anderen Informationen oder Werten hinterlegt werden (zum Beispiel Gebäudehöhe zur Darstellung von Haftungen oder Schadenshöhen). 3D-Kartendarstellungen sind zudem eine hervorragende Möglichkeit, um Haftungskonzentrationen und Schadensschwerpunkte zu visualisieren.

Fazit und Ausblick:

Die Arbeit zeigt, dass mittels des 3D-Gebäudemodells eine objektgenaue Risikomodellierung möglich ist. Für jedes einzelne Gebäude lässt sich das Hochwasserrisiko und die zu erwartenden Schäden eines Hochwassers ermitteln. Mit Hilfe der Hochwassermodellierung lässt sich nicht nur bestimmen, ob sich ein Gebäude im Überschwemmungsgebiet befindet, sondern es kann die Überflutungstiefe der Gebäude bei den verschiedenen Hochwasserszenarien bestimmt werden. 3D-Gebäudemodelle werden erst seit Kurzem und schwerpunktmäßig bei wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet. Doch gerade wegen der hohen Informationsdichte auf Gebäudeniveau werden diese Modelle in den nächsten Jahren stark nachgefragt sein. Folglich können diese Modelle künftig für die Risikomodellierung einen wichtigen Beitrag bei Risikoidentifizierung, -bewertung und Schadensmodellierung leisten. In Zukunft wird auch die Schadensmodellierung für die Versicherungswirtschaft an Bedeutung zunehmen. Vor allem bei Industriestandorten mit hohen Versicherungssummen ist eine eindeutige Risikoeinschätzung auf Basis detailgenauer Lagedaten von großem Vorteil.

Ebenfalls können 3D-Gebäudemodelle einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Hochwasserschutzkonzepte leisten. Bei den Hochwasserrisiko- und Gefahrenkarten der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie können Gebäudeinformationen wichtige Erkenntnisse über die Gebäudenutzung und der Bevölkerung liefern. Eine nächste Ausbaustufe der Gebäudemodelle, das sogenannte »LoD2«, wie es das Bayerische Landesamt für Vermessung und Geoinformation für 2015 plant, wird noch mehr Anwendungsmöglichkeiten bieten.

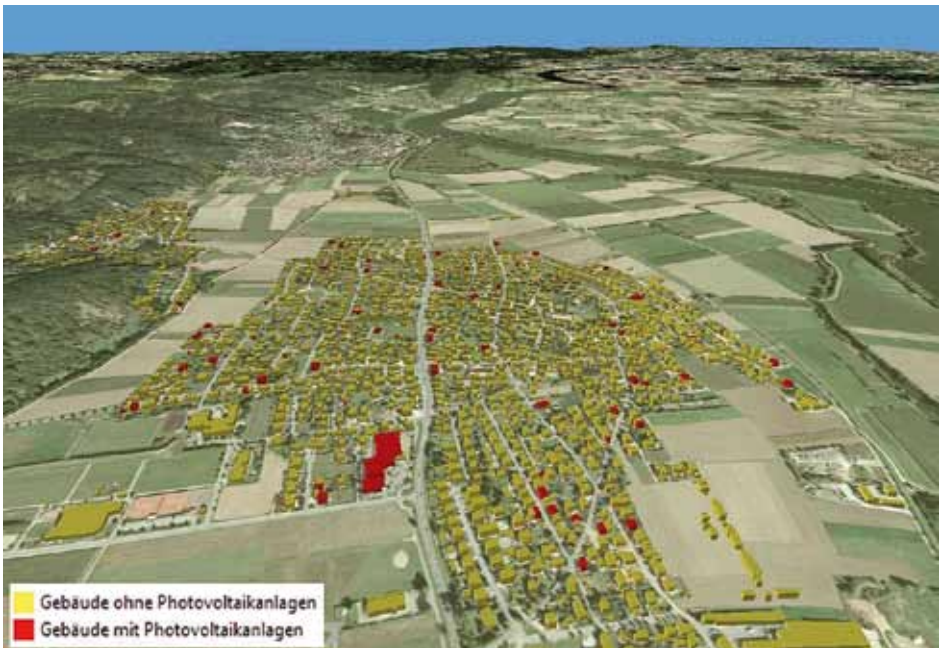


Bild 8: Gebäude mit und ohne Photovoltaikanlage in der Gemeinde Tegernheim
(eigene Darstellung, Datengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung)

Da dieses erweiterte Modell zusätzlich exakte Informationen über die Gebäudedächer liefert, kann auch die Modellierung von Sturmereignissen und Unwettern davon profitieren. Beispielsweise können Unwetter- oder Hagelschäden am Gebäude oder der Gebäudeinstallation (etwa Photovoltaik-Anlagen) besser analysiert werden.

Literaturverzeichnis:

BAYERISCHE VERMESSUNGSVERWALTUNG; (2010): 3D-Gebäudemodell LoD1, Landesamt für Vermessung, München.

BAYERISCHE VERMESSUNGSVERWALTUNG; (2011a): Digitale Geländemodelle, Landesamt für Vermessung, München.

BAYERISCHE VERMESSUNGSVERWALTUNG; (2011b): Kundeninformation – Datenbeschreibung für die »Tatsächliche Nutzung« im Format Shape, Landesamt für Vermessung, München.

GRÜNEWALD, U. & KALTOFEN, M. & ROLLAND, W. & SCHÜMBERG, S.; (1998): Ursachen, Verlauf und Folgen des Sommer-Hochwassers 1997 an der Oder sowie Aussagen zu bestehenden Risikopotentialen. Eine interdisziplinäre Studie. Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V., Bonn.

KUNDZEWICZ, Z. W.; (2005): Is the Frequency and Intensity of Flooding Changing in Europe. In: Extreme Weather Events and Public Health Responses, Springer, Berlin.

MERZ, B.; (2006): Hochwasserrisiken – Grenzen und Möglichkeiten der Risikoabschätzung. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

MUNICH RE; (2012): Topics Geo. Naturkatastrophen 2011 – Analysen. Bewertungen und Positionen, Munich Re, München.

Datenquellen:

ESRI

Bayerische Vermessungsverwaltung

US Geological Survey

Gesamtverband der deutschen Versicherer (GDV)

Eurographics

Google Earth