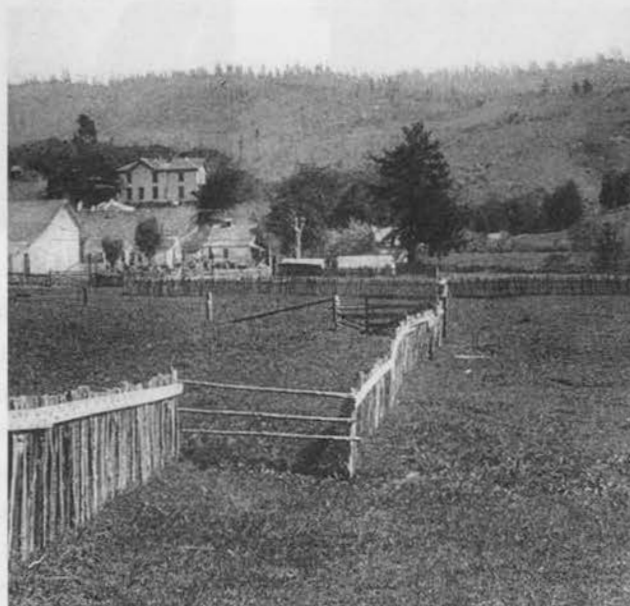


Gedanken zu Massenbewegungen und Grundstücksgrenzen

Grundstücksgrenzen werden durch klar erkennbare Markierungen im Boden (dem geologischen Untergrund) und Koordinaten in einem geodätischen Bezugssystem rechtlich verbindlich festgelegt. Gehen diese Markierungen verloren, können sie durch geodätische Methoden am „richtigen Ort“ wiederhergestellt werden. Solange horizontale Relativbewegungen des Bodens im gewählten Referenzsystem aus praktischen, rechtlichen, oder sonstigen Gründen vernachlässigbar sind, ist die Wiederherstellung einer Grundstücksgrenze eine eindeutig lösbare Aufgabe. Sobald sich jedoch der Boden, bzw. im größeren Maßstab die Erdkruste bewegt, muss eine Entscheidung getroffen werden. Wir können den Begriff „richtiger Ort“ im Sinne von Lagrange als materiell fixiert und den verbleibenden Markierungen im Boden folgend verstehen, oder im Sinne von Euler als ortsfest mit gleichbleibenden Koordinaten im entsprechenden Bezugssystem definieren.

Plattentektonische Bewegungen sind der Geodäsie wohl vertraut. Ihre methodische Behandlung erfolgt durch entsprechende, tektonischen Platten zugeordnete Referenzsysteme. Die durchschnittlichen Relativbewegungen an Plattengrenzen können bei 0.1 m/ Jahr liegen. Die Relativverschiebungen an den meisten Plattengrenzen sind jedoch nicht kontinuierlich. Sie erfolgen ruckartig und erzeugen Erdbeben mit einer Wiederkehr, die bei 100 Jahren liegen kann. Sehr bekannt ist die San Andreas Störung, welche in erster Näherung die Grenze zwischen der pazifischen und der nordamerikanischen Platte darstellt. Beim großen Erdbeben von San Francisco 1906 erreichten die lateralen Verschiebungen bis zu 6 m. Das folgende Bild zeigt den Blick von einer, der pazifischen Platte zuzuordnenden Wiese auf den nordamerikanischen Teil. Der Versatz des Zaunes markiert die (rechtsdrehende) San Andreas Störung. Man beachte die Lösung des Grenzproblems im Lagrange'schen Sinn. Das Festhalten am Zaun als Grenze in den kontinuierlich deformierten Bereichen östlich und westlich der Störung und die Montage der drei Stangen über den neu entstandenen Versatz hinweg, folgte aber sicherlich nicht aus grundlegenden, theoretischen Überlegungen heraus, sondern aus Gründen der praktischen Nutzung.



Kenner der Plattentektonik werden einwerfen, dass es sich hier um den rechtlich einfachsten Fall einer konservativen Plattengrenze (Transform- oder Transfer Störung = Seitenverschiebung) handelt. Bei den beiden anderen Plattengrenzen, dem Seafloor Spreading und der Subduktion könnte man fragen, wem neu entstehende Lithosphäre zugeschlagen wird und ob oder wie abtauchende, im Erdmantel versinkende Lithosphäre kompensiert werden kann. Im kleinen Maßstab werden sich bei Massenbewegungen die analogen Fragen stellen.

Nach diesem Exkurs zu den Bewegungen tektonischer Platten wollen wir uns nun den Massenbewegungen und den durch sie möglicherweise erzeugten Fragen zur Wiederherstellung von Grenzen zuwenden. Unter Massenbewegungen verstehen wir gravitativ bedingte Verformungen der obersten Erdkruste. Der Deformationsstil von Massenbewegungen kann mit Kriechen, Gleiten, Fließen oder Stürzen beschrieben werden. Die Geschwindigkeiten reichen von 1 – 10 mm/Jahr bis zu 100 - 200 km/h. Das bewegte Material kann Fels oder Lockergestein sein und das Volumen bis zu mehreren Kubikkilometern betragen. Die rheologischen Eigenschaften von Gesteinen sind zumeist so beschaffen, dass stärkere Verformungen zu einer Entfestigung führen und sich in der Folge auf Gleitflächen oder Gleitzonen konzentrieren, d.h. wir haben es mit diskontinuierlichen Verformungen zu tun, analog zu den Deformationen an den Grenzen tektonischer Platten.

Um zur Beantwortung der Frage, ob die Wiederherstellung einer Grenze im Lagrange'schen oder Euler'schen Sinn erfolgen soll, wollen wir die zwei, in der folgenden Abbildung gezeigten Beispiele betrachten.

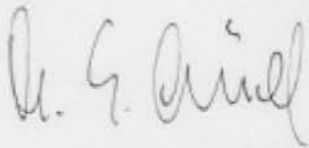


Das linke Bild zeigt die Massenbewegung Gradenbach bei Putschall im Mölltal. Der Vergleich von Luftbildern aus den Jahren 1962 und 1996 ergab annähernd eine Blockbewegung mit einer mittleren Geschwindigkeit von $\sim 0.6 \text{ m / Jahr}$. Diese Bewegung war keineswegs kontinuierlich, sondern zeigte längere Kriechphasen, die von sehr aktiven Phasen mit Bewegungen (überwiegend Gleiten) von mehreren Metern in einem Jahr unterbrochen wurden. Nach den stärksten Bewegungen in den Jahren 1965 und 1966 ist die auf dem Luftbild erkennbare Infrastruktur aufgebaut worden. Geringfügige Reparaturen konnten diese seither erhalten. Die Nutzung des Hanges zur Alm- und Waldwirtschaft wurde durch die Hangbewegungen nicht beeinträchtigt. Die mit der

Massenbewegung einhergehende Vergrößerung des Anrisses im obersten Hangbereich kann nicht genutzt werden. Im untersten Hangbereich kam es zwar zu einem sogenannten Talzusub. Die nutzbare Wiesen- und Waldfläche hat sich jedoch nur unwesentlich verkleinert. Die gesamte Situation legt nach meinem Dafürhalten eine Beibehaltung, bzw. Wiederherstellung von Grenzen im Lagrange'schen Sinn nahe.

Das rechte Bild zeigt einen Ausschnitt einer Bodenverflüssigung bei Anchorage. Diese Massenbewegung wurde durch das große Alaska-Erdbeben 1964 ausgelöst. Materiefeste Punkte haben den ursprünglichen Zusammenhang völlig verloren und sämtliche Infrastruktur ist zerstört. Eine Wiederherstellung von Grenzen ist wohl nur mehr im Euler'schen Sinn sinnvoll. Die Art der Nutzung der so wiederhergestellten Grundstücke hängt natürlich von den Sanierungsmaßnahmen ab.

Viele in der Praxis zu lösende Fragen zur Wiederherstellung von Grenzen auf Massenbewegungen werden nicht so eindeutig nach Lagrange oder Euler zu lösen sein wie in den hier gezeigten Beispielen. Die Festlegung von irgendwelchen Grenzwerten, die auf rein geodätischen Daten beruhen erscheint mir wenig sinnvoll. Vielmehr sollte den entscheidenden Personen oder Stellen rechtlich haltbare Lösungen ermöglicht werden, die die Kosten zur Sanierung und/oder die Reduktion des Nutzwertes der Grundstücke in einer für die Betroffenen ausgewogenen Weise minimieren. Hierzu Vorschläge zu machen geht aber deutlich über meine Kompetenz hinaus.

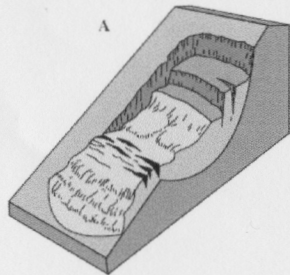


(Em. Univ. Prof. Dr. Ewald Brückl)

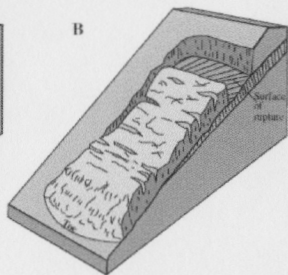
Wien, 13. Februar 2016

Massenbewegungen

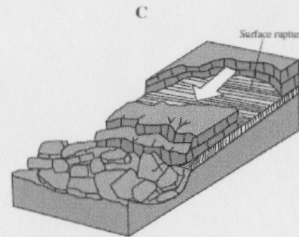
Klassifikation



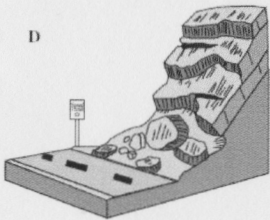
Rotational landslide



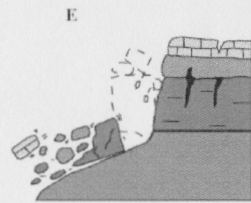
Translational landslide



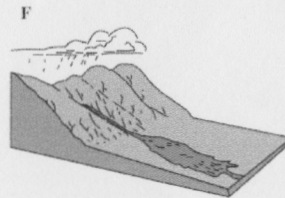
Block slide



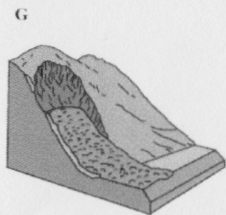
Rockfall



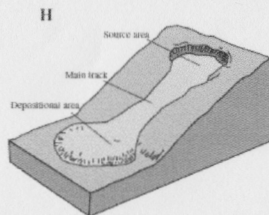
Topple



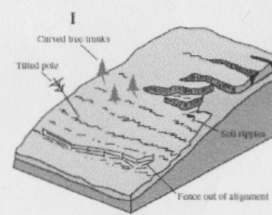
Debris flow



Debris avalanche

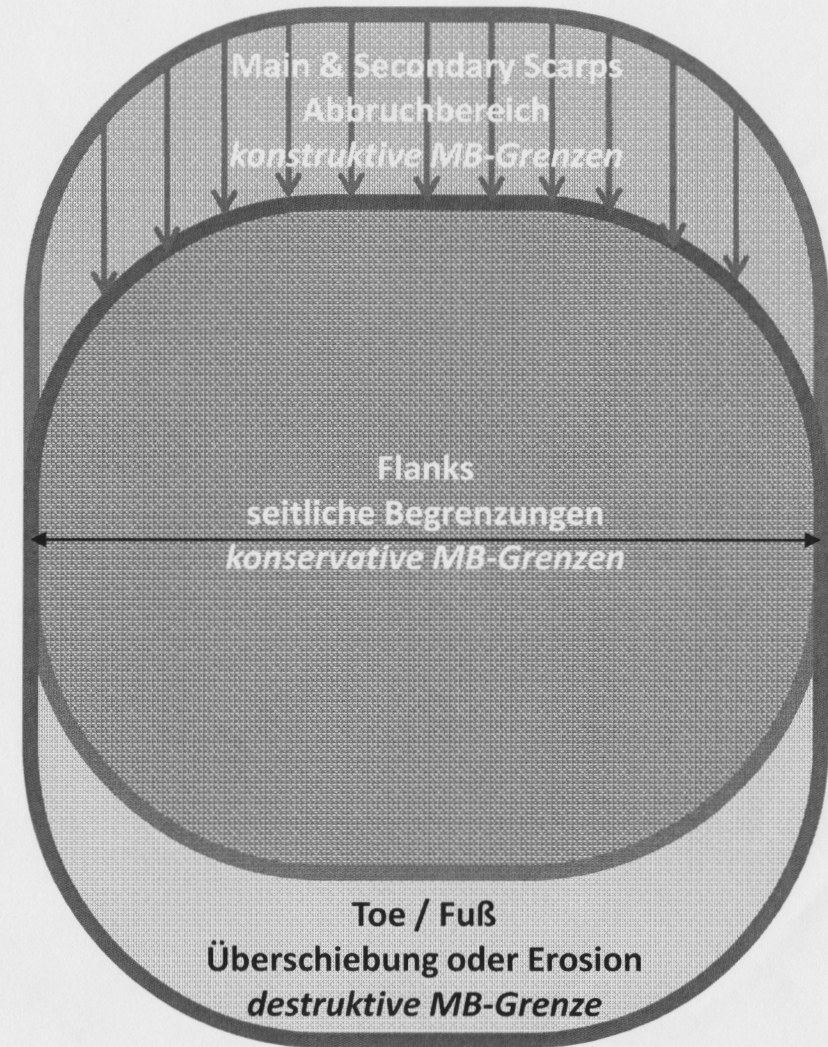


Earthflow

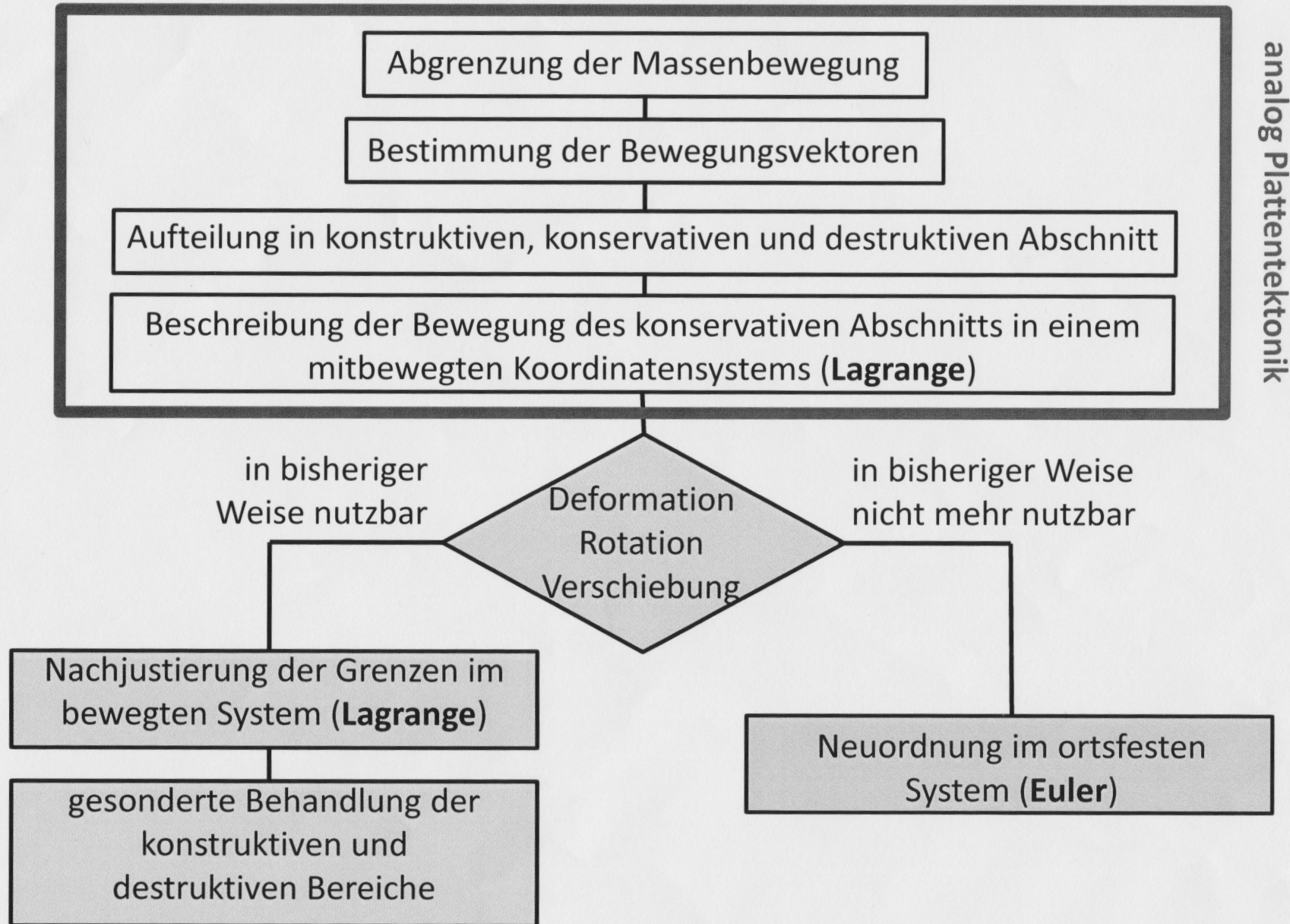


Creep

Generalisierung

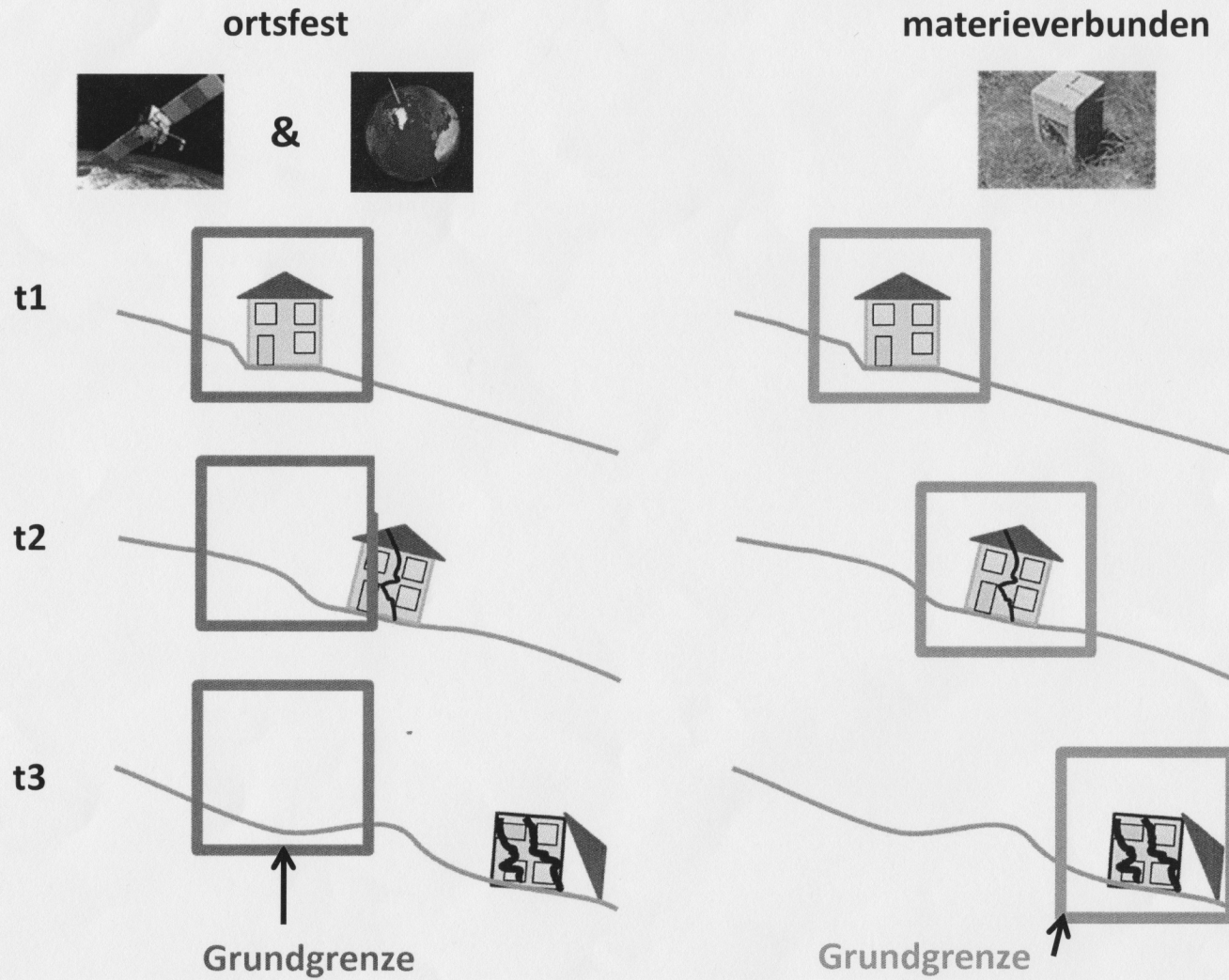


Zusammenfassung



analog Plattentektonik

Euler <> Lagrange



z.B.: William Prager, 1961: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Birkhäuser Verlag Basel und Stuttgart, p.228.