

Steinschlagrisiko

Thomas Mandelz, Patrick Schürmann, Lukasz Gothszalk, Julia Lobaton



(Brunner Images, 2017)

Aufgabenstellung

- Challenge Vorstellung
 - Kurze Zusammenfassung
- Sicherheit für Menschen gewährleisten
 - Risiko eines Todesfalles durch Steinschlag und offener Strasse
- Umgebung
 - Kantonsstrasse in Schiers, Graubünden

Ausgangslage

- Planung der neuen Sicherheitsnetze
- Steinschlagmessungen (Geschwindigkeit, Masse, Zeitpunkt)
- Kontrolle des Netzes (innerhalb 24h)
- Verkehr in der Gefahrenzone
- Entscheidung über dem Sperrung der Strasse



Methodik und Werkzeuge

- Theoretische Grundlagen der Methoden und Werkzeuge

Physikalische Formel

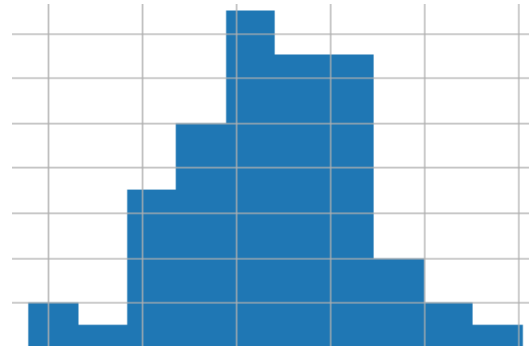
- Kinetische Energie

$$KE = \frac{1}{2} m * v^2$$

Verteilungen

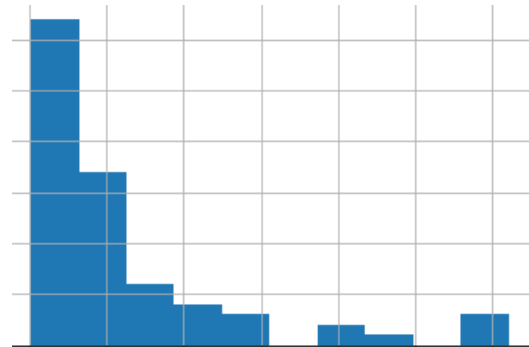
Normalverteilung

- Parameter
 - μ (Erwartungswert)
 - σ^2 (Standardabweichung)



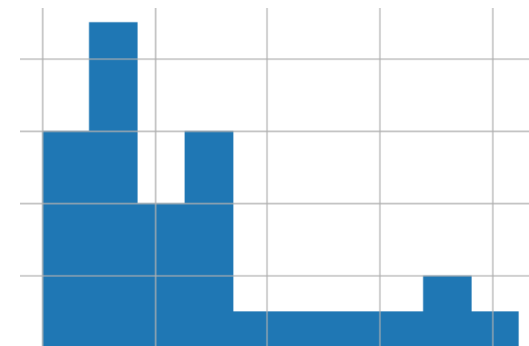
Exponentialverteilung

- Parameter
 - λ (Abfallrate)



Gammaverteilung

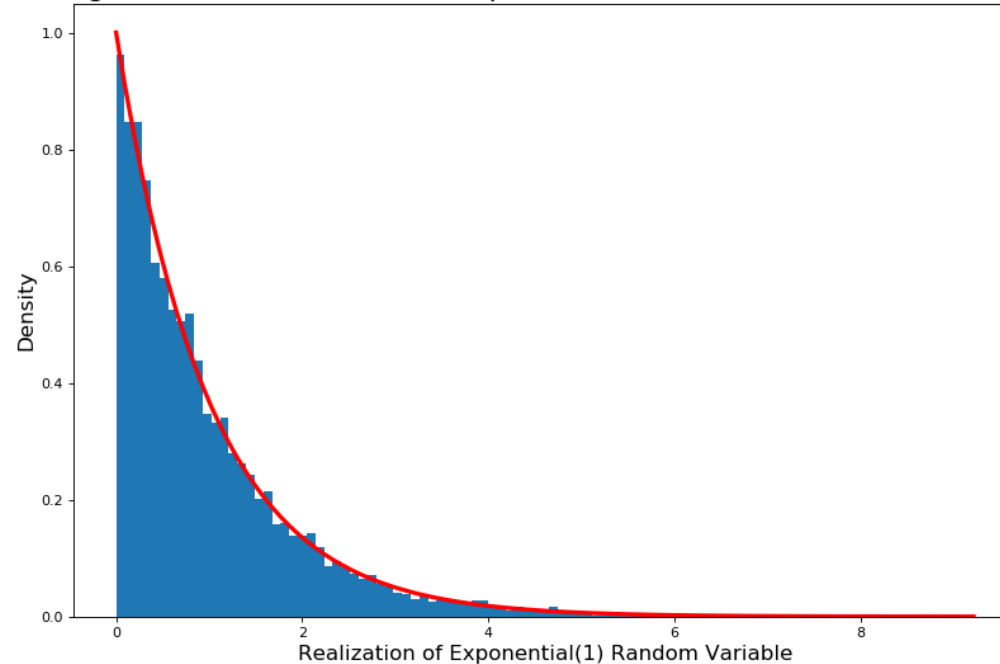
- Parameter
 - λ (Abfallrate)



Monte Carlo Simulation

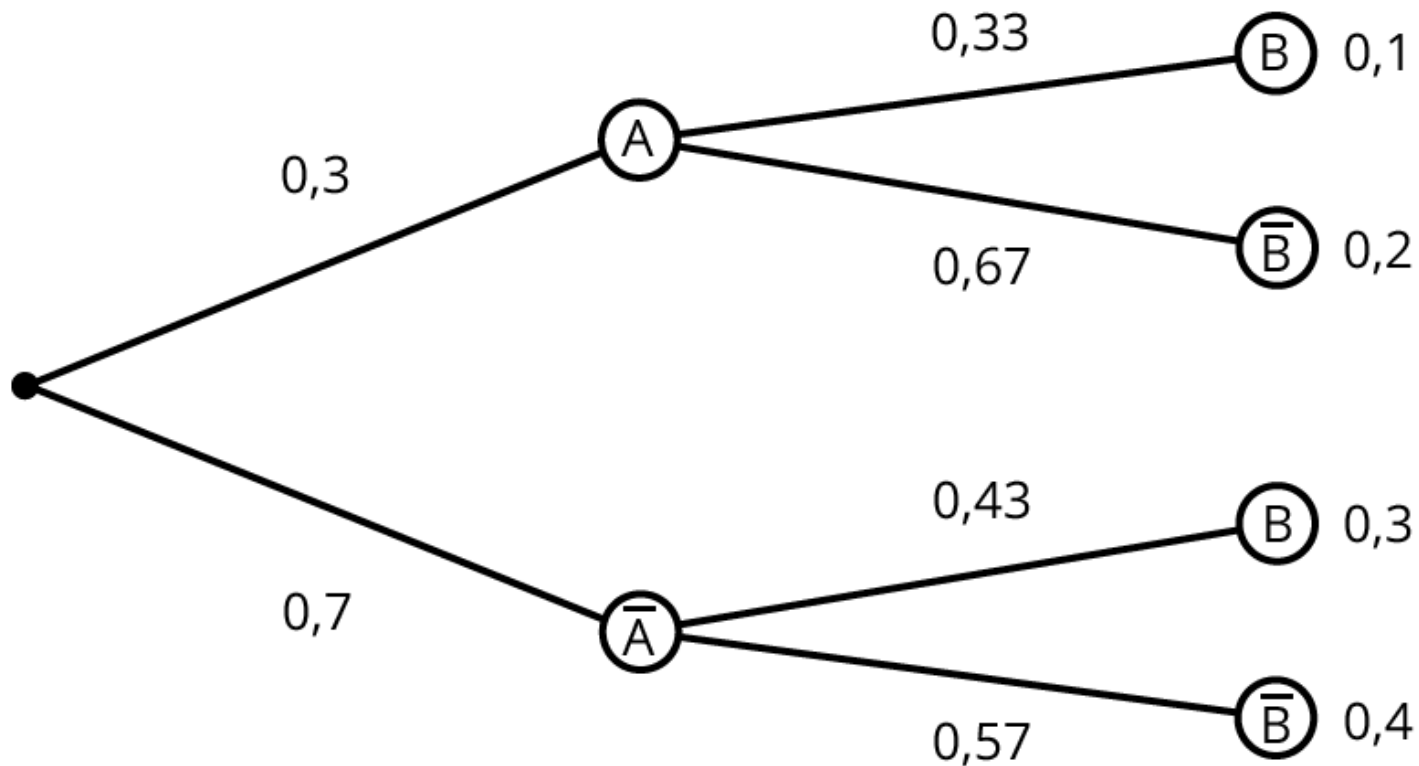
- Erzeugung von neuen Werten mittels Verteilungsparameter und Verteilungen
- Definition der Menge der simulierten Werte

Histogram of 10000 simulated Exponential(1) Values vs. Exact Distribution



Wahrscheinlichkeitskette

- Wahrscheinlichkeitsberechnung aus Kausalkette
 - Multiple Wahrscheinlichkeitsstufen



Python

- Pandas
 - Daten lesen
 - Daten cleanen
 - Daten ergänzen
- Numpy
 - Ergänzungsfunktionen für Pandas arrays
 - Verteilungsparameter bestimmen
 - Simulationswerte erstellen
- Scipy
 - Kolmogorov Smirnov Test durchführen
- Matplotlib
 - Plotten von Verteilungen

Vorgehen

- Einlesen und Aufbereitung der Daten
- Visuelle Analyse der Daten
- Verteilung der Daten berechnen
- Monte Carlo Simulation der neuen Steine
- Aufbereitung der Simulation
- Berechnung der Anzahl direkten Netzdurchschlägen
- Berechnung der Anzahl Netzdurchschläge aufgrund vollem Netz
- Verknüpfung der weiteren Wahrscheinlichkeiten

Verknüpfung der weiteren Wahrscheinlichkeiten

- Wahrscheinlichkeit für einen Netzdurchbruch pro Jahr
 - $\frac{\text{Durchbrüche}}{\text{simulierte Jahre}}$
- Wahrscheinlichkeit für ein Auto in der Gefahrenzone zu sein pro Tag
 - Gefahrenzone = Bremsweg + Reaktionsweg + Autolänge
 - $$\text{Bremsweg} = \frac{\left(\text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}{10} * \frac{\left(\text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}{10} / 2$$
 - $$\text{Reaktionsweg} = \frac{\text{Geschwindigkeit in } \frac{\text{km}}{\text{h}}}{10} * 3$$
 - Autolänge = 4,4 Meter
 - Gefahrenzone = 40,4 Meter

Verknüpfung der weiteren Wahrscheinlichkeiten

- Berechnung Wahrscheinlichkeit, dass Auto in der Gefahrenzone ist pro Tag
 - $\frac{\text{Gefahrenzone}}{\text{Geschwindigkeit Auto in } \frac{m}{s}} / (60 * 60) = 0,000673$
- 4 / 14 Personen verunfallen tödlich auf Hauptstrassen im Zusammenhang mit einem Steinschlag
- 1,66 Durchschnittspassagiere pro Fahrzeug

Verknüpfung der Wahrscheinlichkeiten

- Todesfallwahrscheinlichkeit
 - Resultat: 0.00017
- Grenzwert von 0.0001 überschritten?
 - Ja: Strasse muss geschlossen werden

Robustheit prüfen

- Zuverlässigkeit unseres Modells
- Multisimulation
 - Fünf Durchgänge

Weitere Ideen

- Was können wir tun, dass die Strasse trotzdem offen bleiben kann?
- Reaktionszeit verkürzen
 - Mit 4, 6, 8, 12, 14, 16 und 20 Stunden Reaktionszeit berechnen
 - Ergebnis sehr zufriedenstellend
 - Strasse kann bis zu einer Reaktionszeit von 12 Stunden offen bleiben
- Radaranlage

Quellen

BaZ. (2018, Mai 7). *Autos werden immer breiter und länger*. <https://www.bazonline.ch/auto/autos-werden-immer-breiter-und-laenger/story/25635086>

Brunner Images. (2017). *Bild*.
<https://oekastatic.orf.at/static/images/site/oeka/20170935/steinschlag.5649584.jpg>

Gebhardt, M. (2018, April 24). *Bremsweg Berechnung*. So wird der Bremsweg berechnet.
https://www.autobild.de/artikel/bremsweg-formel-13443369.html#anchor_1

Geopraevent. (2018, November 25). *Steinschlagradar Brienz*.
<https://www.geopraevent.ch/project/steinschlagradar-brienz/>

Gerber, W. (2019). *Naturgefahr Steinschlag – Erfahrungen und Erkenntnisse—SLF*.
<https://www.slf.ch/de/newsseiten/2019/03/naturgefahr-steinschlag-erfahrungen-und-erkenntnisse.html>

Hartmann, P., & Walter, P. (2018, April 1). *Mikrozensus Graubünden*. Mobilität in Graubünden.
https://www.gr.ch/DE/Medien/Mitteilungen/MMStaka/2018/MedienDokumente/Bericht_Mikrozensus_2015_ohneAnhang.pdf

Scott, T. (2021, November 8). *Why this „falling rocks“ sign is more important than most*.
<https://www.youtube.com/watch?v=o-oVXYkBwgw>