

# Bachelorarbeit

## Berechnung und Vergleich von Risikoabschätzungen bei Hochwasser im micro-scale Bereich mit der Methode FLEMOcs(+), mit einem Risk Tool und mit reellen Schadensfällen aus Sicht einer Industrie-Sach-Versicherung in Deutschland



Fakultät für  
Verfahrens- und  
Systemtechnik



Fachbereich Bauwesen  
in Kooperation mit dem  
Fachbereich Wasser  
und Kreislaufwirtschaft

Christian Blinzler  
Matrikel: 2009 2754

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Böttge  
Dipl.-Ing. Michael Bruch

### Vorbemerkungen

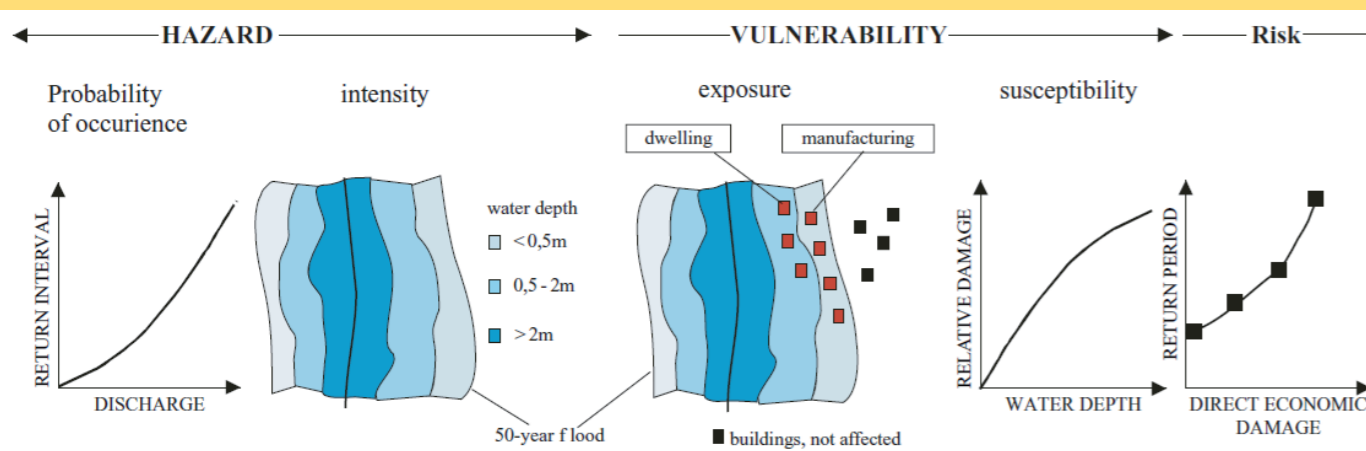
#### Überschwemmungen

- häufigste natürliche Schadensursache
- verursachen weltweit 1/3 aller gemeldeten Schadensereignisse und volkswirtschaftlichen Schäden
- töten mehr als die Hälfte aller durch Naturkatastrophen umgekommenen Menschen
- steigende Tendenz

#### Gesetze und Richtlinien

- EU-Richtlinie 2007/60/EG
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Deutsches Institut für Normung (DIN)
- Technische Regeln für Anlagensicherheit (TRAS)
- Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS)
- Richtlinien des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI)
- Regelwerk der deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)
- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

### Quantitative Hochwasser-Risikoabschätzung



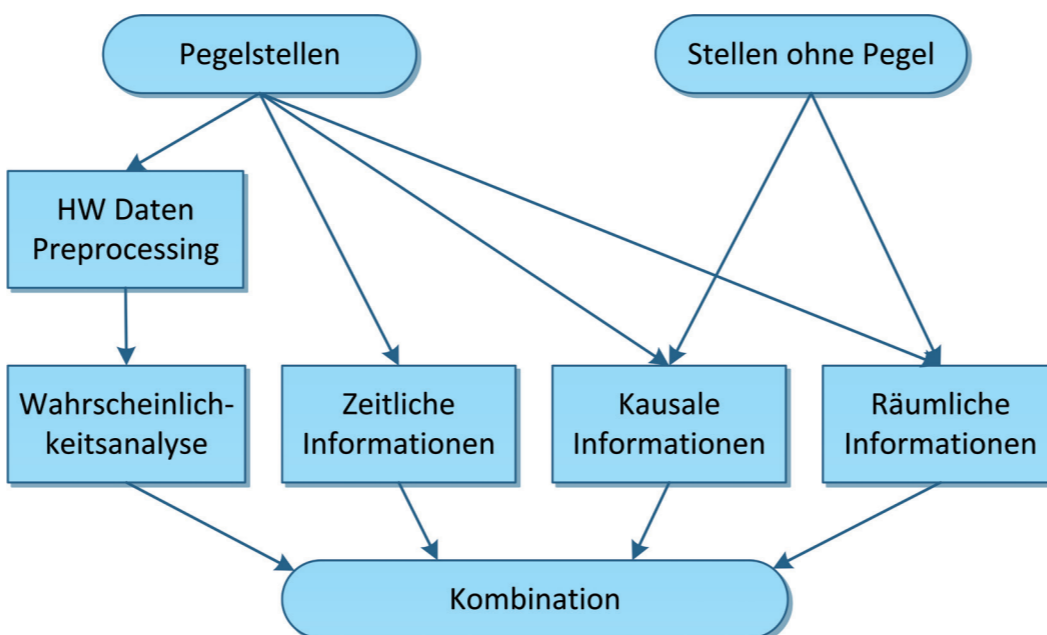
Hochwasserrisiko = f (Gefährdung, Verletzlichkeit)

### Gefährdung (engl. hazard)

- physikalische und statistische Aspekte der eigentlichen Überschwemmungen

Gefährdung = f (Überschreitungswahrscheinlichkeit, Ausmaß und Tiefe der Überschwemmung)

#### Überschreitungswahrscheinlichkeit



#### Intensität

Abbildung der Abflusswerte auf die Fläche mithilfe von 1D-, 2D- oder 3D-Geländemodellen

Mögliche Indikatoren für die Hochwasserintensität:

- Überschwemmungshöhe / Wassertiefe
- Strömungsgeschwindigkeit/ Fließgeschwindigkeit
- Dauer des Hochwassers
- Geschwindigkeit des Wasseranstiegs
- Anstieg und Abfall der Hochwasserwelle (Höhe und Dauer)
- Konzentration und Größe von Sedimenten und anderen transportierten Materials (z.B. Öl, Treibholz etc.)

### Verletzlichkeit (engl. vulnerability)

Verletzlichkeit = f (Exposition, Empfindlichkeit)

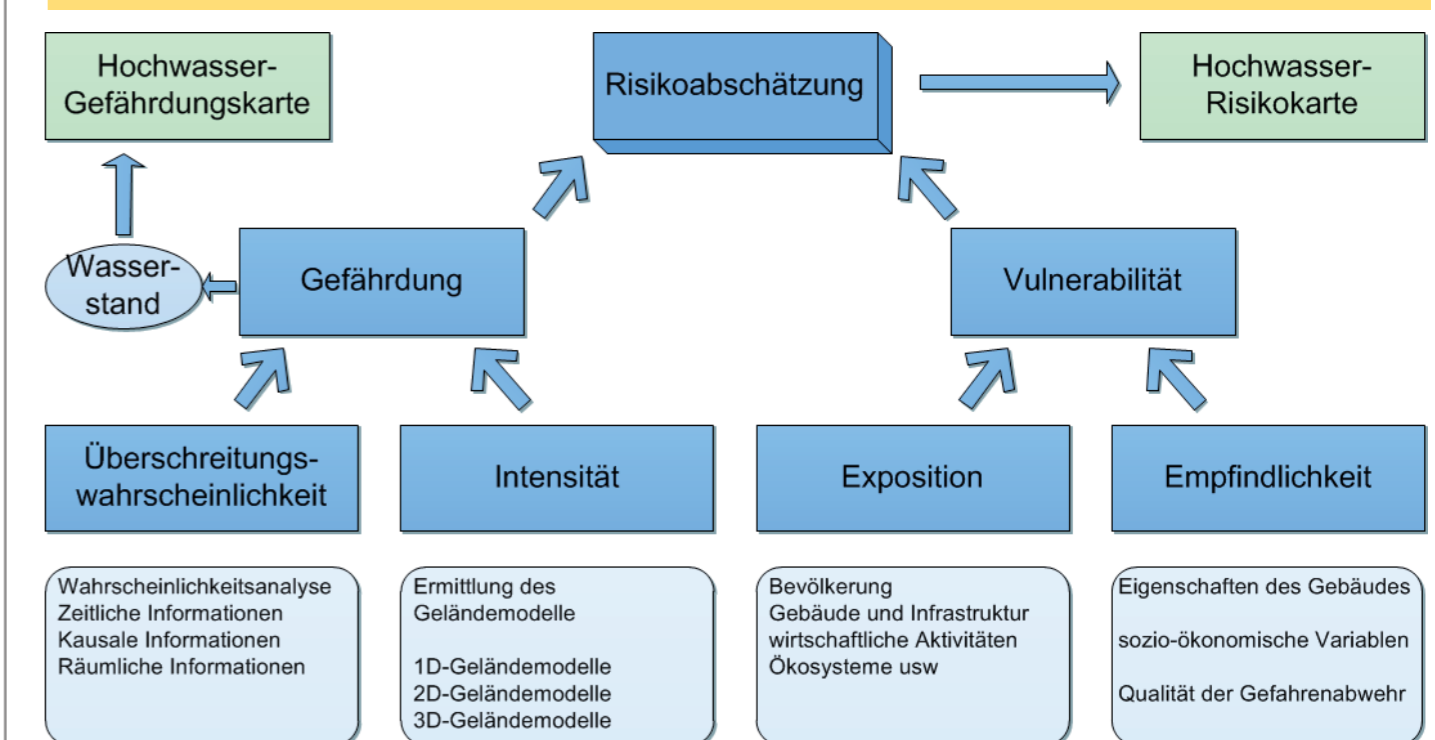
#### Exposition

- wird durch folgende Frage beantwortet: „Who or what will be affected by floods?“
- wird quantifiziert durch die betroffenen Risikoelemente (z.B. Bevölkerung, Gebäude und Infrastruktur, wirtschaftliche Aktivitäten, Ökosysteme)

#### Empfindlichkeit

- wird durch folgende Frage beantwortet: „How will the affected elements be damaged?“
- wird durch relative Schadensfunktionen ausgedrückt

### Faktoren der Hochwasser-Risikoabschätzung



### FLEMOcs

#### Flood Estimation Model for the commercial sector

- multifaktorielles Schadensmodell
- basiert auf empirischen Daten
- konzentriert sich auf direkte ökonomische Schäden an den
  - Gebäuden,
  - Betriebseinrichtungen und
  - Waren, Produkten und Lagerbeständen von Unternehmen

#### Faktoren der ersten Modellierungsstufe (FLEMOcs)

- Wassertiefe
- Größe des Unternehmens
- Branche

#### Faktoren der zweiten Modellierungsstufe (FLEMOcs+)

- Auswirkungen des Hochwasserschutzes
- Auswirkungen der Verschmutzung

#### Ergebnis ist die Schadensquote in % für die drei Bereiche:

- Gebäude
- Anlagen
- Waren, Produkte und Lager

#### Grenzen

- extreme Überflutungshöhen
- Schadensschätzung von Geräten, Waren, Produkten und Lagerbeständen
- FLEMOcs+ führt zu einer größeren Streuung der Schadensquoten an Gebäuden und deren Ausstattung

### Kommerzielles Risk Tool

#### Einsatzbereiche der Risk Tools

- Berechnung von Katastrophenrisiken
- Akkumulation des Kontrollrisikos
- Einschätzung der Reserven im Falle eines Verlustes
- Minimierung der Höhe des erforderlichen Kapitals, um die Risiken in ihren Portfolios abzudecken
- Risikoübertragung

#### Struktur und Funktionsweise des Überschwemmungsmodells

1. stochastisches Modell  
generiert zufällige Größen, Standorte und Frequenzen z.B. für Niederschlag, Schneeschmelze, Dambruch etc.
2. Gefährdungsmodell  
erzeugt lokale Schweregrade, wie z.B. die Überflutungstiefe
3. Vulnerabilitätsmodell  
schätzt den Verlust angesichts der lokalen Schwere
4. Finanzielles Modell  
berechnet z.B. industrielle und volkswirtschaftliche Schäden

#### Ergebnis ist die Schadensquote [%] für die zwei Bereiche:

- Gebäude
- Anlagen, Waren, Produkte und Lager

#### Besonderheiten

- Angabe von Standardabweichungen
- sekundäre Unsicherheit (zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsdichte)
- Eingabe von sehr vielen primären und sekundären Parametern

### Reelle Schadensfälle

#### Analyse von Schadenfällen einer Industrie-Sach-Versicherung seit dem Jahr 2001:

Angenommene Menge	Tatsächliche Menge
mehrere hundert	24 Datensätze
zur statistischen Analyse	sechs verwendbare Schadensfälle
mind. 50 Fälle benötigt	

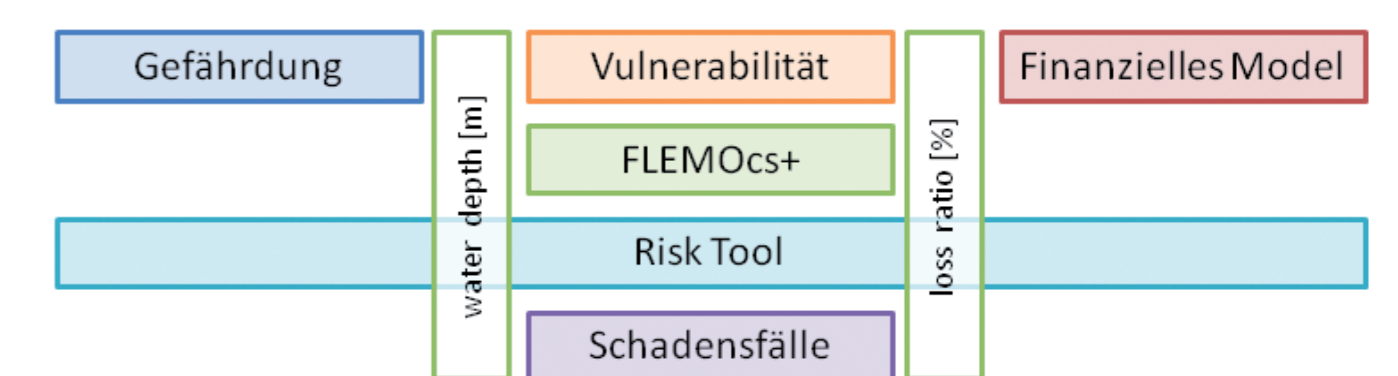
#### Kriterien der verwendbaren Schadensfälle

-> FLEMOcs Faktoren

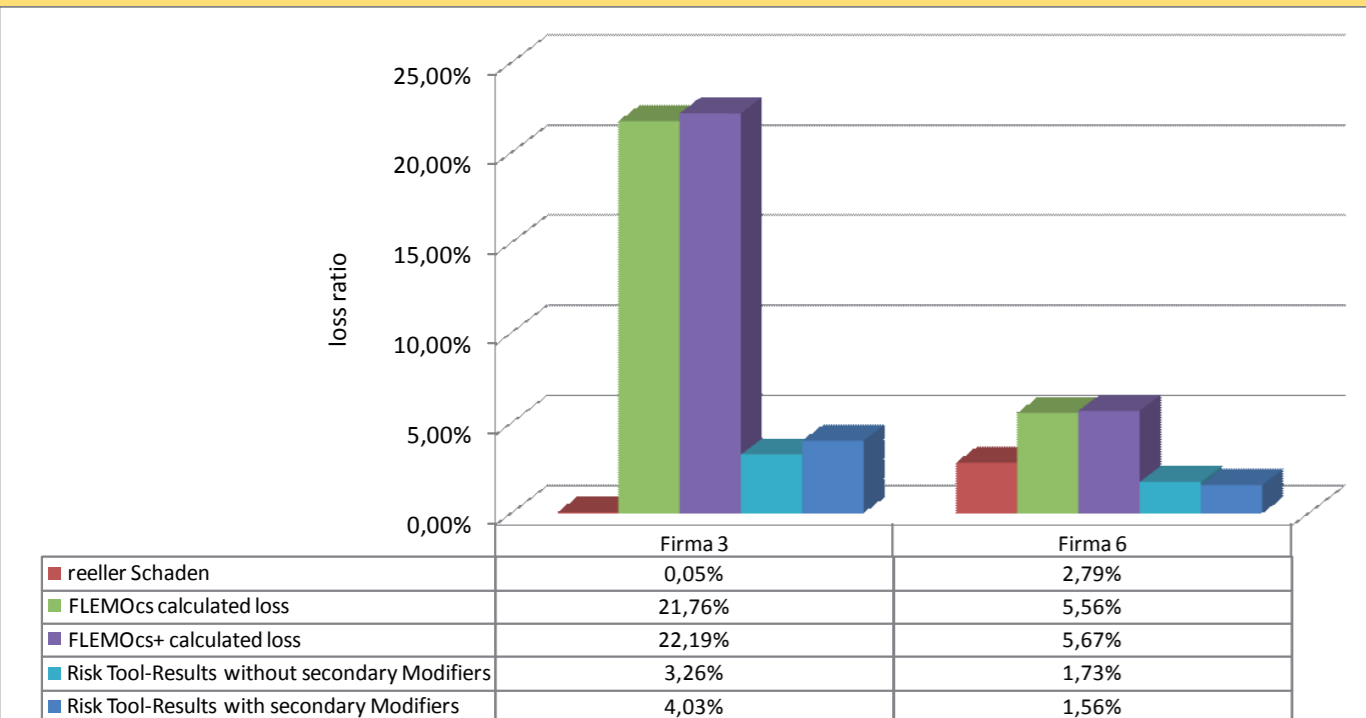
Referenzname	Schadensdatum	Ort	Überflutungsart	Fluss
Firma 1	2002	Coswig	General (river) flood	Elbe
Firma 2	2002	Dresden	General (river) flood	„Flutrinne“
Firma 3	2005	Murrhardt	Flash flood	-
Firma 4	2002	Dresden	General (river) flood	Weißeritz
Firma 5	2002	Dresden	General (river) flood	Weißeritz
Firma 6	2005	Blaichach	General (river) flood	Gunzerieder Ach

Übersicht der verwendeten Schadensdaten

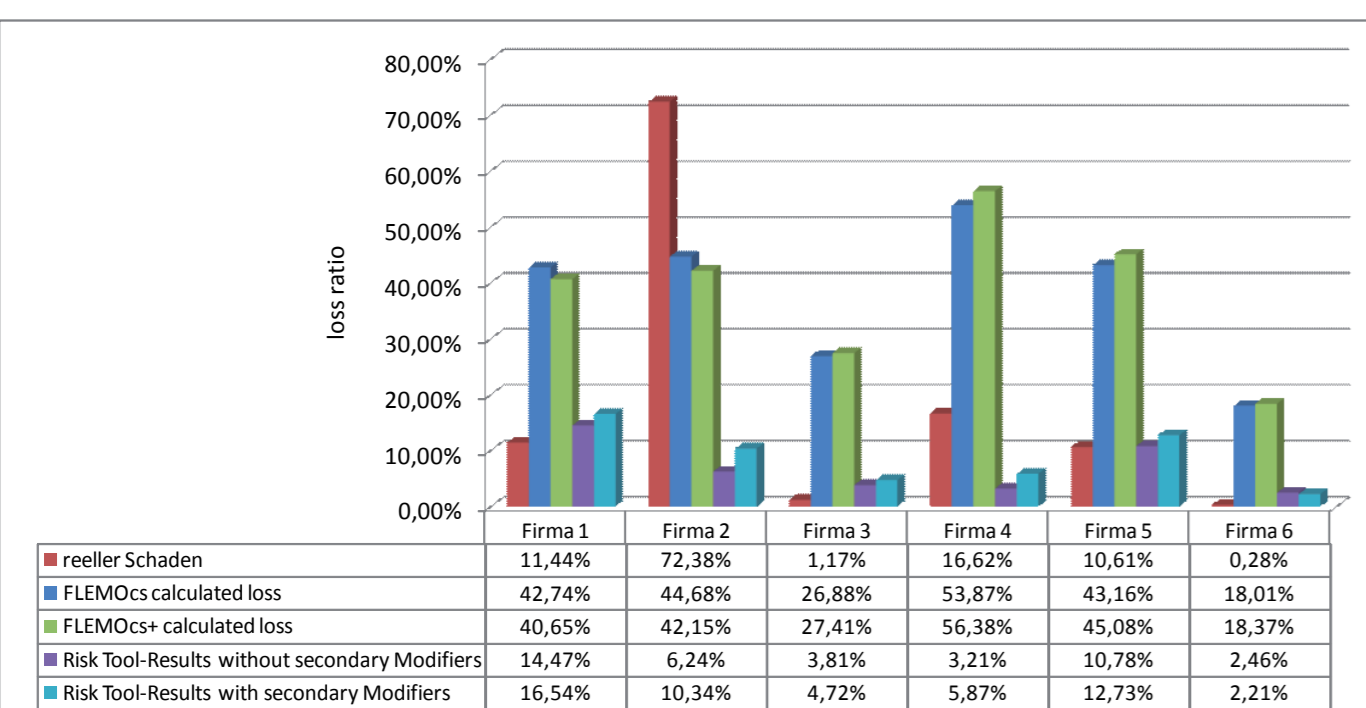
### Gegenüberstellung der Modellansätze



### Gegenüberstellung der Schadensquoten

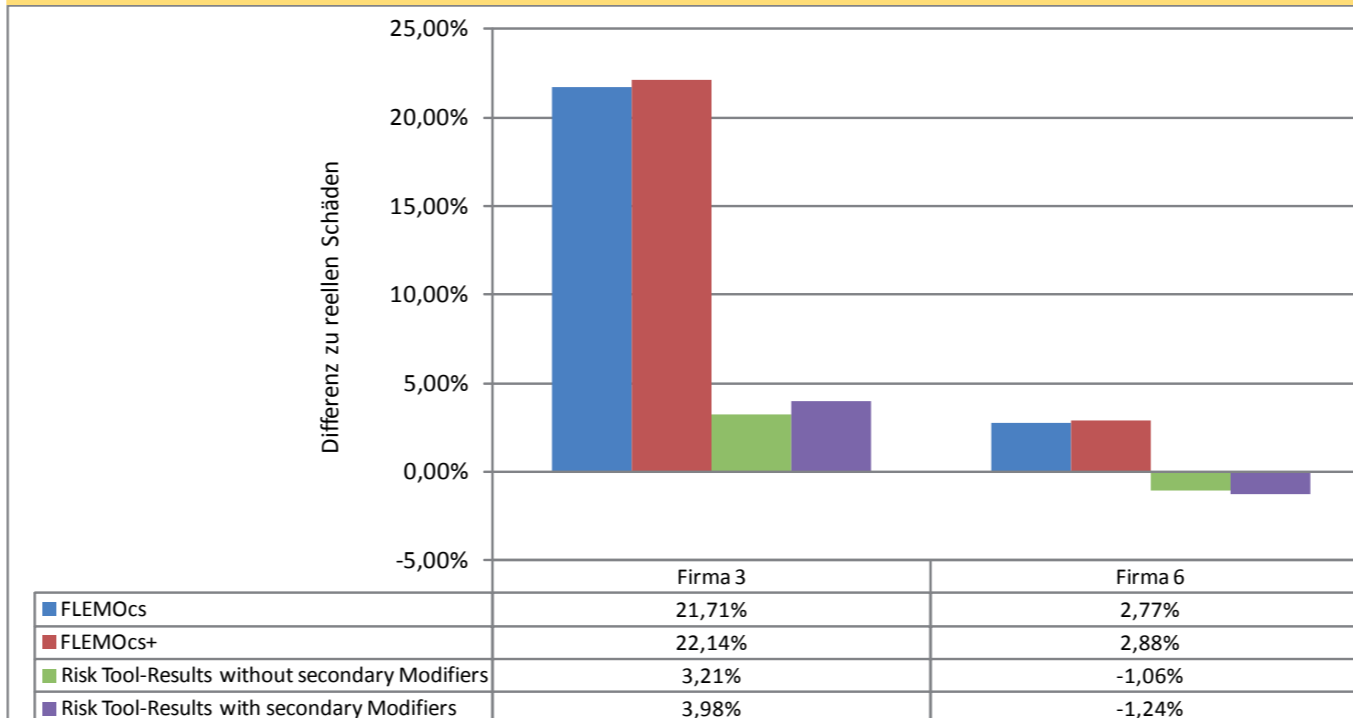


Vergleich der Schadensquoten bei Gebäuden von reellen Schäden, FLEMOcs und Risk Tool

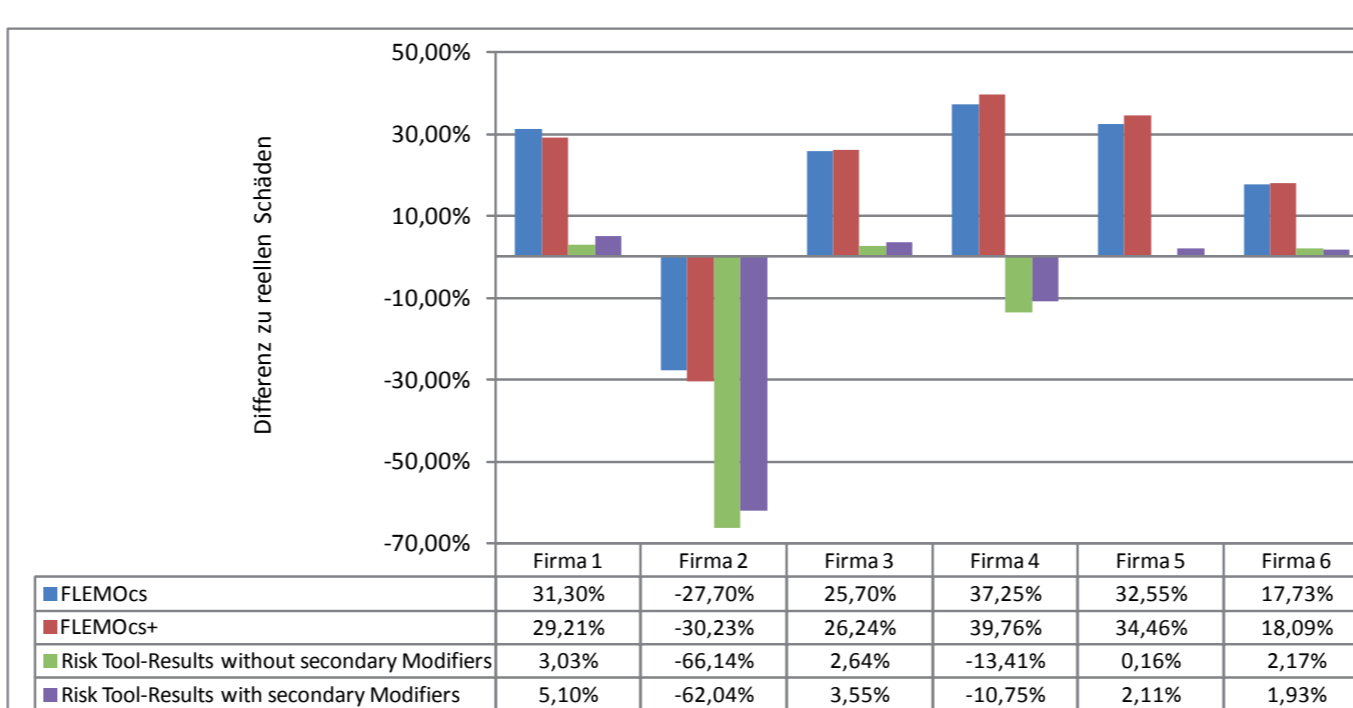


Vergleich der Schadensquoten bei Ausstattung und Waren von reellen Schäden, FLEMOcs und Risk Tool

### Differenzen der Schadensquoten



Differenzen zwischen den Gebäude-Schadensquoten der reellen Schäden und den mittels FLEMOcs und Risk Tool errechneten



Differenzen zwischen den Ausstattungs- und Waren-Schadensquoten der reellen Schäden und den mittels FLEMOcs und Risk Tool errechneten

### Fazit

#### Quantitative Hochwasser-Risikoabschätzung

- Fachleute aus verschiedenen Fach- und Ingenieurwissenschaften notwendig
- unterschiedliche Auslegung von Gesetzen und Richtlinien
- Anwendung von Stochastik und Statistik
- Anwendung und Bewertung der Lösungsansätze durch Spezialisten
- Ergebnisse sind mit großen Unsicherheiten behaftet
- keine ausreichende Darstellung und Angabe der Unsicherheiten in Überschwemmungskarten

#### Methoden

- geringe Anzahl verwertbarer Schadensfälle keine statistische Auswertung möglich
- keine Identifikation der Vor- und Nachteile in der mikro-Ebene möglich
  - bei der Anwendung von FLEMOcs für die Industrieversicherung in Deutschland und
  - im Vergleich von FLEMOcs und dem Risk Tool

#### Mögliche Maßnahmen im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses einer Versicherung

- einheitliche Definition und Erfassung der Schäden
- Auswertung von reellen Schäden
- Zusammenarbeit mit Externen