

Forschungspaket VeSPA, Teilprojekt 4

Einflüsse des Wetters auf das
Strassenunfallgeschehen

Fachtagung

Stephan Heuel

Ernst Basler + Partner
PTV Transport Consulting GmbH
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie

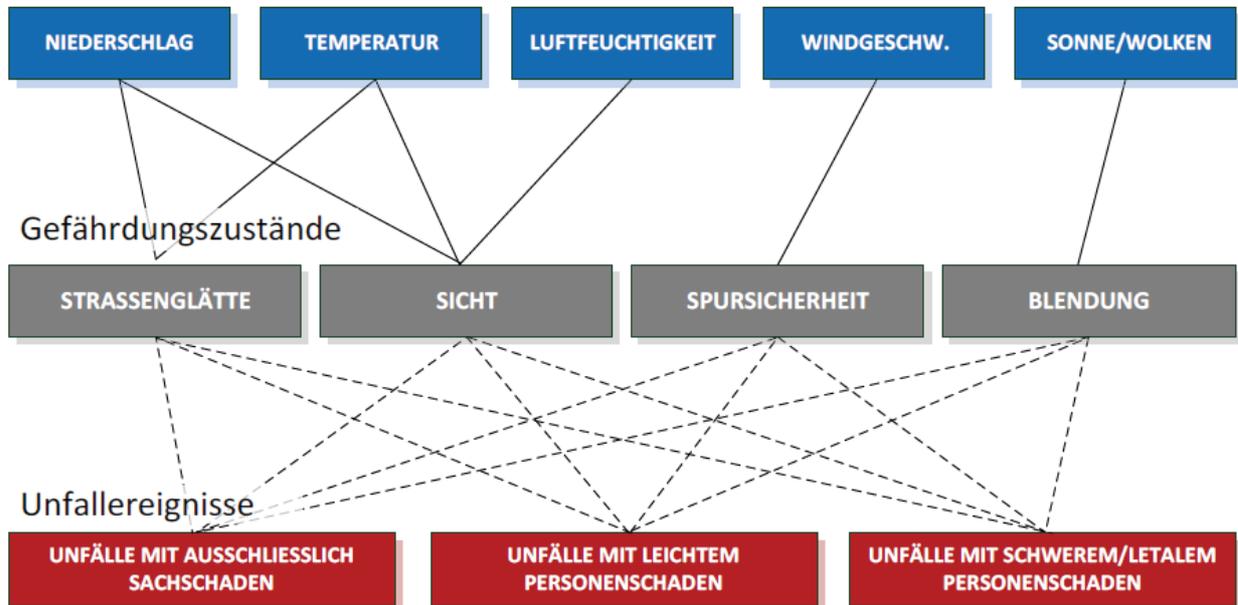
Zielsetzung des Teilprojekts

Identifikation und
Beschreibung von
kausalen Zusammenhängen
zwischen beobachtbaren
Wetterphänomenen und
resultierenden
Unfallereignissen.



Wetterphänomene und Unfallereignissen

Wetterphänomene



3

Systemabgrenzung

- **Nur messbare Wetterphänomene**
 - Niederschlag, Temperatur, Wind, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung

- **Drei Unfallschwerekategorien**
 - Sachschaden, leichte und schwere Personenschaden

- **Alle Strassentypen**
 - innerorts/ausserorts, mit/ohne Richtungstrennung, National/Kantonal/Gemeindestrassen

- **Gesamte Schweiz**

- **Beobachtungszeitraum 2011-2012**

4

Hypothesen zum Einfluss des Wetters

- Im Vorfeld haben wir **32 Hypothesen zum Einfluss des Wetters** auf das Unfallgeschehen aufgestellt:
- Einfluss von ...
 - Temperatur
 - Niederschlag
 - Schneefall und Eis
 - Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Kombination
 - Wolkendeckung und Sonnenblendung
 - Windgeschwindigkeiten
- Davon konnten wir **17 Hypothesen** anhand der vorhandenen Daten mit verschiedenen **statistischen Verfahren überprüfen**.



5

Hypothesen Temperatureinfluss

- Mehr Unfälle bei steigenden Temperaturen
- Auffälligkeit erhöhter Unfallzahlen bei sehr hohen Temperaturen (über 25 Grad)
- Es existieren Unterschiede beim Temperatureinfluss in Abhängigkeit von Ortslage, Strassentyp, Streckentyp



Bild: © Acid Pix, Flickr

6

Hypothesen Regeneinfluss (I)

- Mehr Unfälle bei Regenereignissen.
- Regenereignisse für vor allem im Winter zu mehr Unfällen.
- Auch Regenintensität besitzt einen Einfluss auf das Unfallgeschehen.
- Zunahme von Unfällen bei Regen vor allem auf Strassen mit hohen Geschwindigkeiten.
- Der Regeneinfluss ist Abends/Nachts am grössten.



Bild: © 55Laney69, Flickr

7

Hypothesen Regeneinfluss (II)

- Regen führt zu einer geringen Unfallschwere.
- Der Regeneinfluss ist bei nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern schwächer ausgeprägt.
- Auf Unfallzunahme bei normalen Regen folgt Rückgang bei schwerem Regen
- Regeneinfluss im Herbst am stärksten und im Frühling am geringsten.
- Regen führt zu einem Rückgang des Verkehrsaufkommens.



Bild: © 55Laney69, Flickr

8

Hypothesen Einfluss von Schneefall und Eis

- Mehr Unfälle bei Schneefall.
- Schneefall führt zu einer geringeren Unfallschwere.
- Überfrierende Nässe, vereisender Regen, Schneeregen und Nebelregen führen zu mehr Unfällen



Bild: © Andrew Seaman, Flickr

9

Hypothesen Einfluss der Sonnenblendung

- Erhöhte potenzielle Sonnenblendung führt zu mehr Unfällen

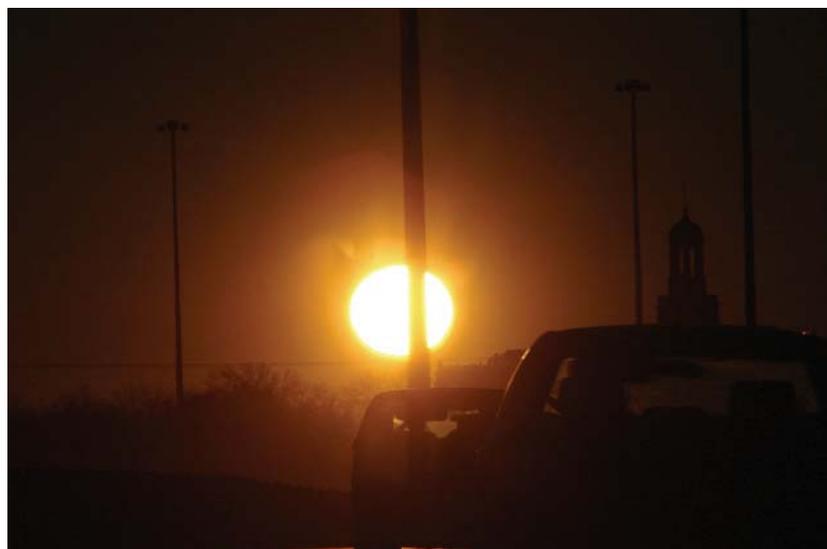


Bild: © Martin Cathrae, Flickr

10

Wichtigste Datengrundlagen

- Unfalldaten
- **Wetterdaten**
- Verkehrszählstellen
- Strassennetz
- **Höhenmodell für Sonnenblendung**



Bild: © Elrik Stavelin, Flickr

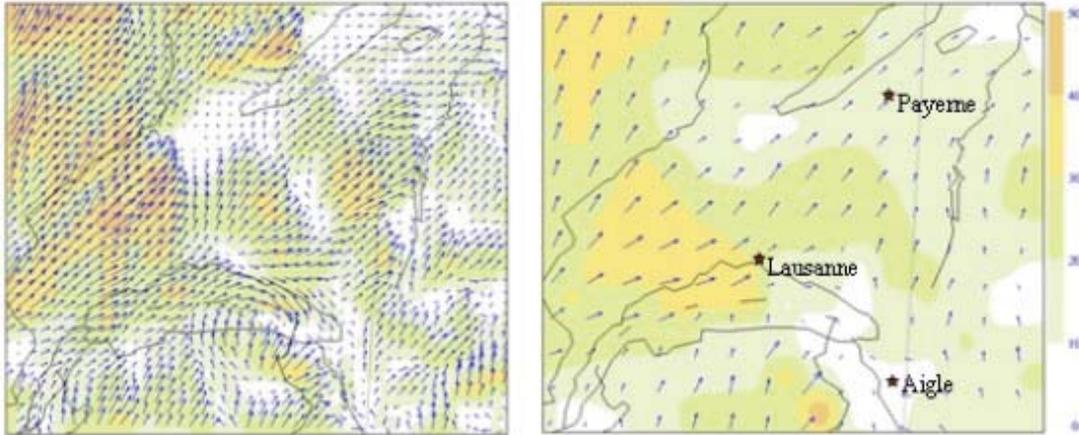
11

Welche Wetterdaten?

- **Fahrbahndektoren und Strassenwetterstationen**
 - Luftdruck, Niederschlag und Niederschlagsart, Windstärke und Wind-richtung, Lufttemperatur und Feuchtigkeit, Fahrbahnoberflächentemperatur, Fahrbahnzustand sowie Wasserfilmdicke und Salzgehalt.
 - **Problem: lokal, nicht flächendeckend**
- **Gitterbasiertes Vorhersagemodell COSMO-2 MeteoSchweiz**
 - Niederschlagsmenge, Niederschlagstyp, Temperatur 2m über Boden, relative Luftfeuchte 2m über Boden, Windgeschwindigkeit und -richtung in 10m Höhe, Luftdruck (Bezug Meereshöhe) und Bewölkungsmenge in 3 Höhenstufen

Wetterdaten COSMO-2

- Wird alle 3 Stunden neu gerechnet, Zustand und Prognose
- Datenmenge:
2 Jahre, jede Stunde 14 Modellwerte in 2.2km Auflösung
→ 2.3 Milliarden Modellwerte in Datenbank,
abgeglichen mit Unfalldaten und Strassen

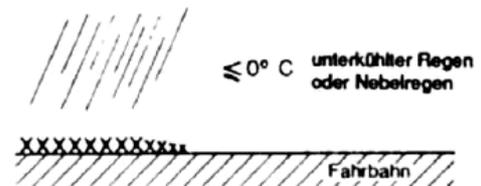


13

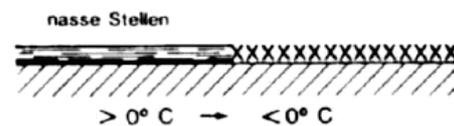
Grenzen der Beobachtbarkeit von Wettereinflüssen

Beispiel:
4 Arten von Strassenglätte – aus Wetterparametern beobachtbar?

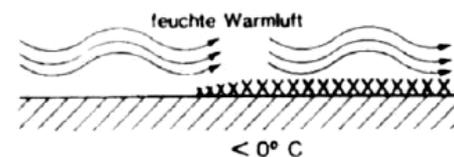
Glatteis



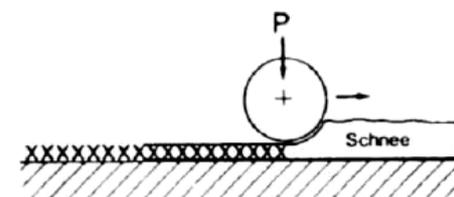
Eisglätte



Reifglätte



Schneeglätte



14

Grenzen der Beobachtbarkeit von Wettereinflüssen

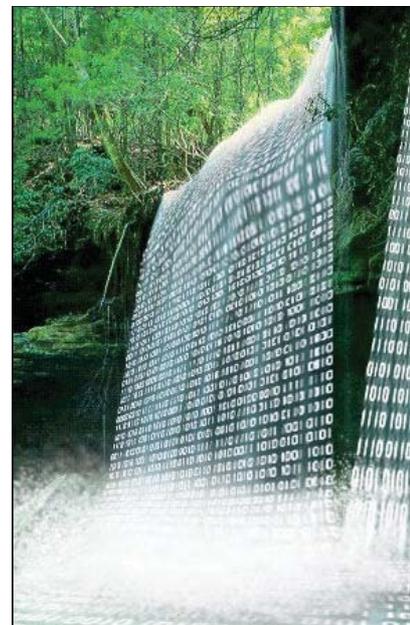
- Gewisse Wetterattribute wie **Nebel, Reifglätte oder Wind** können nicht oder nur schwer aus den Wetterparametern modelliert werden.

- Der **Zustand der Strasse** kann nicht direkt aus den Wetterparametern abgeleitet werden.
 - Niedrige Temperaturen und Niederschlag ist für Eisglätte notwendig, aber nicht hinreichend

15

Datenaufbereitung Verkehrsunfälle

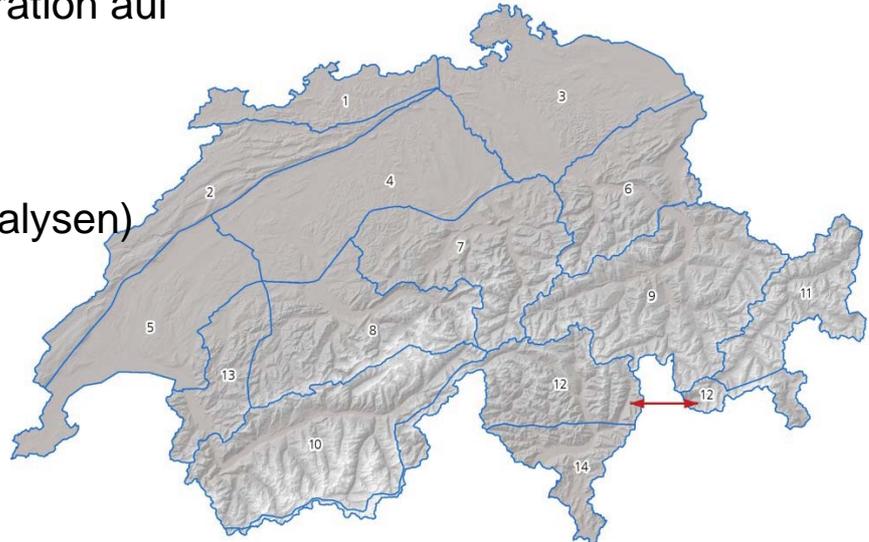
- **Verkehrsunfälle** kategorisiert nach
 - **Schwere des Personenschadens,**
 - innerorts/ausserorts,
 - Beteiligung,
 - Unfalltypengruppen,
 - Strecke/Kurve/Knoten,
 - Gefälle/Steigung und
 - Dämmerung/Nacht



16

Datenaufbereitung Wetter

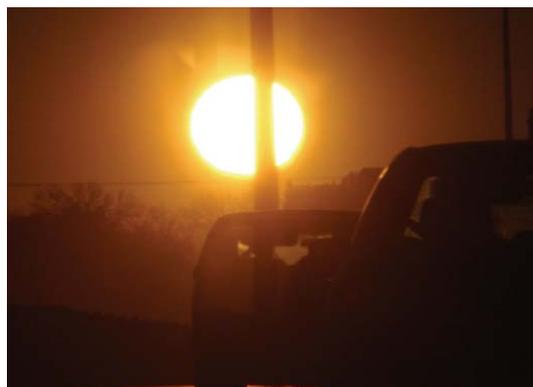
- Räumliche Aggregation gemäss Klimaregionen
- Gewichtung der Modellwerte gemäss Nähe zum Strassennetz
- Zeitliche Aggregation auf Tagesbasis
- (6h Fenster für Matched-pair Analysen)



17

Datenaufbereitung Sonnenblendung

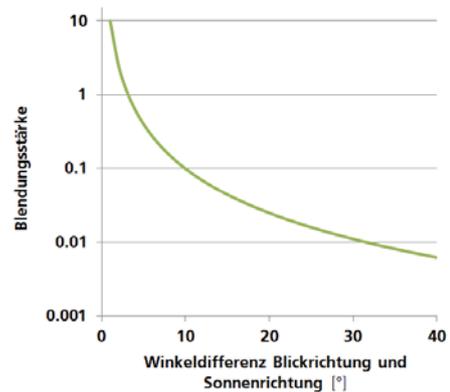
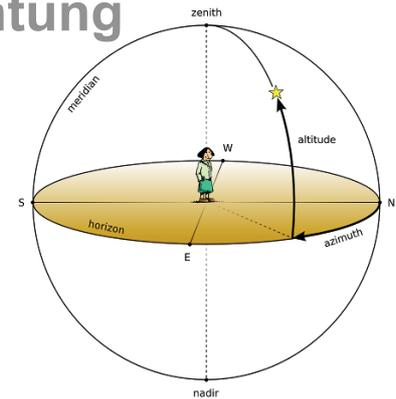
- Eingangsdaten
 - Positions- und Zeitangaben zu Unfallereignissen aus den Unfalldaten
 - Angaben zu Fahrtrichtung (Azimut) und Fahrtwinkel in der Vertikalen (Altitude) abgeleitet aus den Strassengeometrien und einem digitalen Höhenmodell (DHM)
 - Ermittlung Horizontsituation aus DHM (Modellierung der Verdeckung der Sonne durch z.B. Berg).



18

Tiefstehende Sonne in Fahrtrichtung

Berechnung Sonnenwinkel und
Beurteilung der Blendung für
Verkehrsunfälle



Ampelbewertung

Unterhalb von θ_1 (standardmässig 15° , aber übersteuerbar):

- Sonne über dem Horizont: „Blendung wahrscheinlich“
- Sonne unter dem Horizont: „Blendung unwahrscheinlich (Horizont)“

Zwischen θ_1 und θ_2 (stdmässig 15° und 30° , aber übersteuerbar):

- Sonne über dem Horizont: „Blendung möglich“
- Sonne unter dem Horizont: „Blendung unwahrscheinlich (Horizont)“

Oberhalb von θ_2 (standardmässig 30° , aber übersteuerbar):

- „Blendung unwahrscheinlich (Winkel)“

Statistische Bewertungsmethoden

Deskriptive Analyse

- Vergleich zwischen Unfallkollektiven mit Odds-Ratio Methode
- Methode der Mittelwertvergleiche
- «Matched-Pair»-Analyse

Empirische Modellentwicklung

- Verallgemeinerte lineare Modell

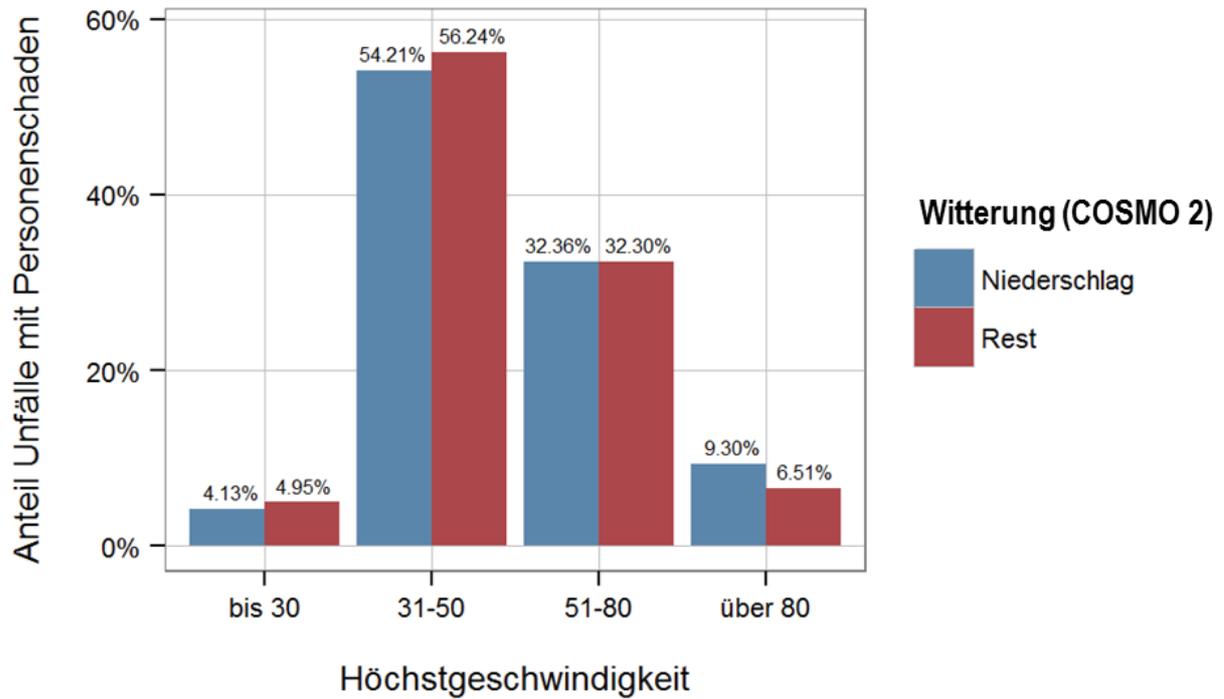
21

Vergleich Wetterattribute UAP und COSMO-2

- Sowohl Wetterdaten als auch UAP geben eine Aussage über die potenziellen Witterungsverhältnisse, aber **nicht unbedingt die realen Witterungsverhältnisse und Strassenzustände** vor Ort.
 - Modellungenauigkeit
 - Beobachtungsungenauigkeit
- Stimmen grundsätzlich überein (deskriptiv, Hypothesentest)
- Analysen der Meteodaten nur im makroskopischen Bereich zulässig, nicht lokal.
- **Beide Informationsquellen** (UAP, Meteodaten) **sind notwendig** zur Analyse.

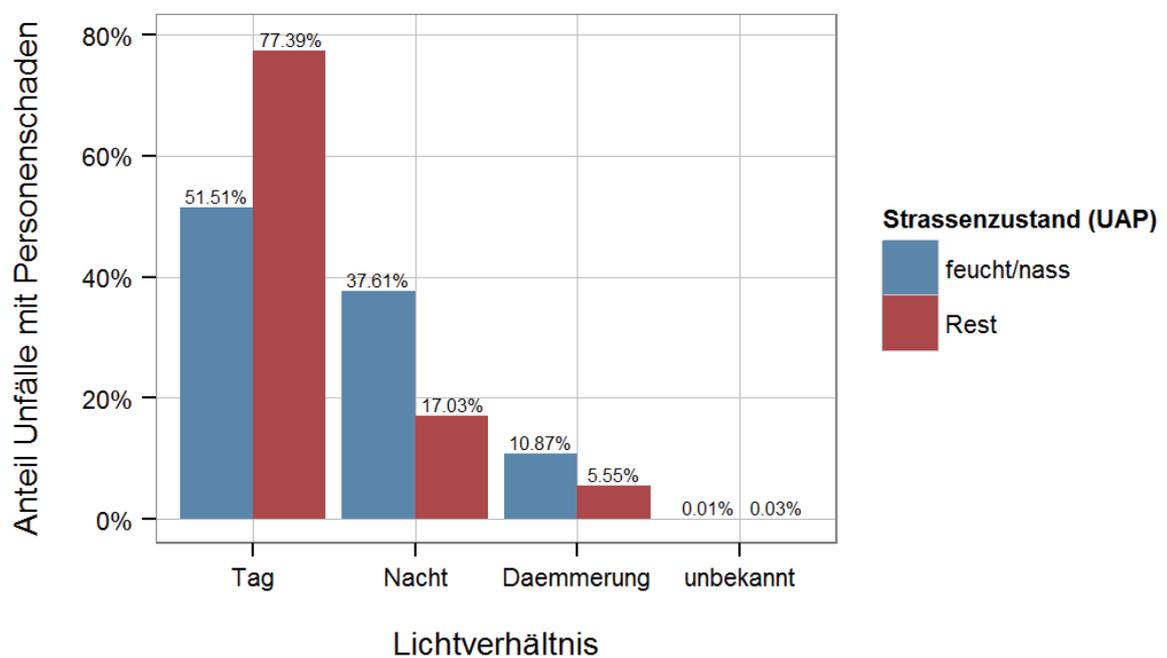
22

Beispiel deskriptive Analysen (I)



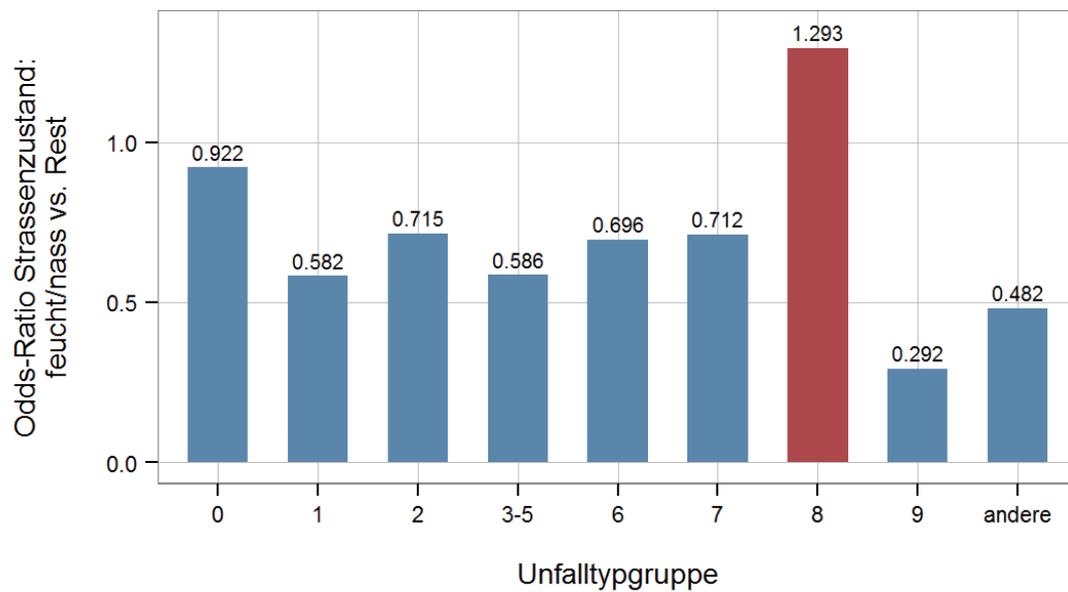
23

Beispiel deskriptive Analysen (II)



24

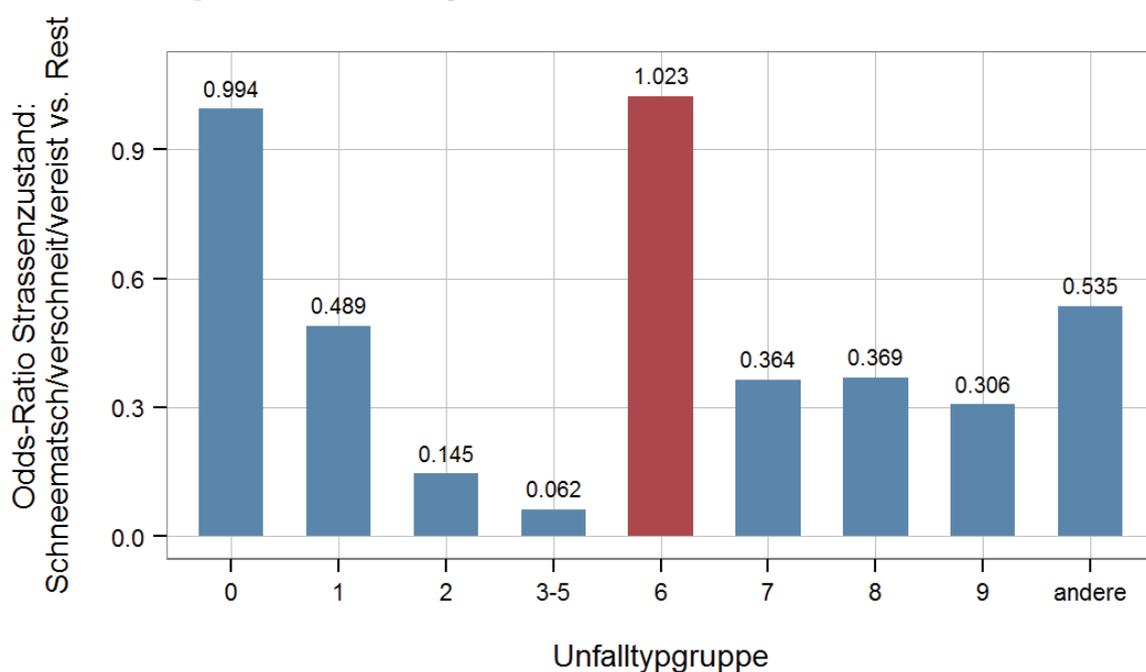
Deskriptive Analysen: Odds-Ratio



0=„Schleuder- oder Selbstunfall“ // 1=„Überholunfall, Fahrstreifenwechsel“ //
 // 2=„Auffahrunfall“ // 3+4+5=„Abbiegen, Einbiegen, Überqueren der Fahrbahn“ //
 6=„Frontalkollision“ // 8 =„Fussgängerunfall“

25

Deskriptive Analysen: Odds-Ratio



0=„Schleuder- oder Selbstunfall“ // 1=„Überholunfall, Fahrstreifenwechsel“ //
 // 2=„Auffahrunfall“ // 3+4+5=„Abbiegen, Einbiegen, Überqueren der Fahrbahn“ //
 6=„Frontalkollision“ // 8 =„Fussgängerunfall“

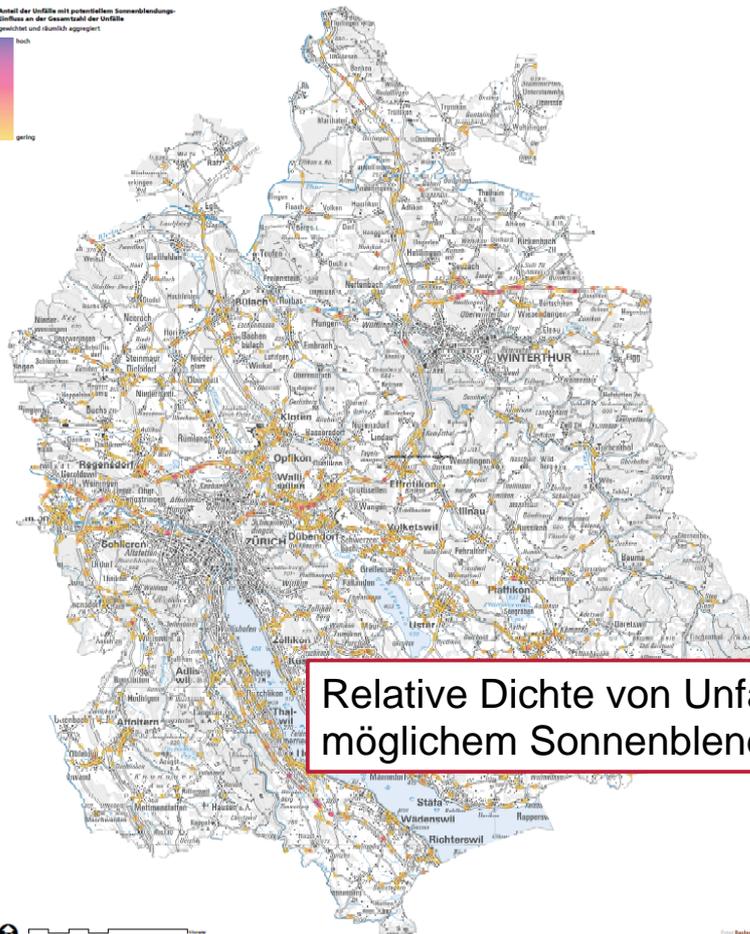
26

Abschnittsbezogenes Sonnenblendungspotenzial



Sonneneinwirkung als möglicher Einflussfaktor bei Strassenverkehrsunfällen

Anteil der Unfälle mit potentiellen Sonnenblendungs-Einfluss an der Gesamtheit der Unfälle gewichtet und räumlich aggregiert

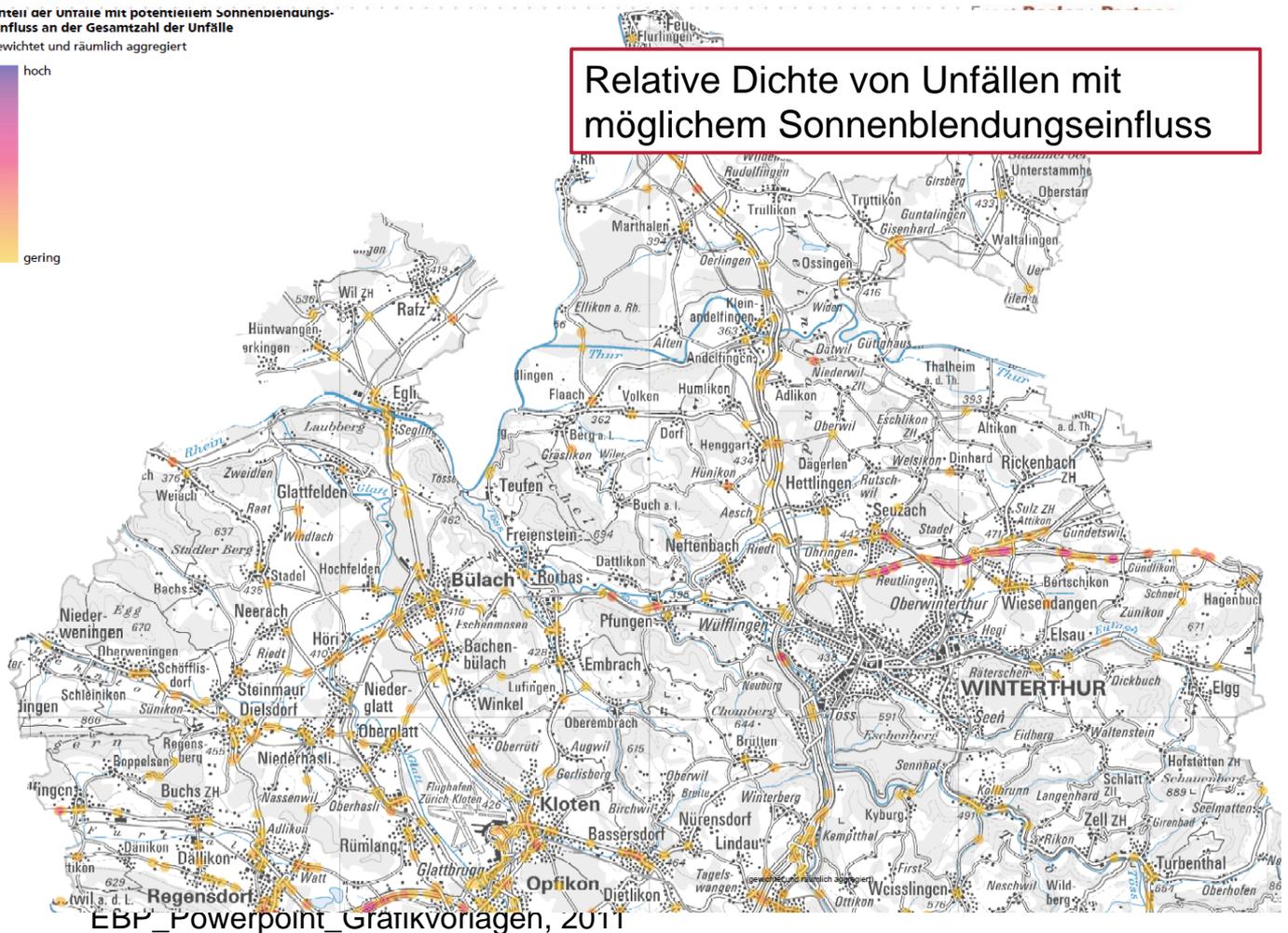


Relative Dichte von Unfällen mit möglichem Sonnenblendungseinfluss

Anteil der Unfälle mit potentiellm Sonnenblendungs-Einfluss an der Gesamtzahl der Unfälle gewichtet und räumlich aggregiert



Relative Dichte von Unfällen mit möglichem Sonnenblendungseinfluss



EBP_Powerpoint_GratiKvorlagen, 2011

Ernst Basler + Partner

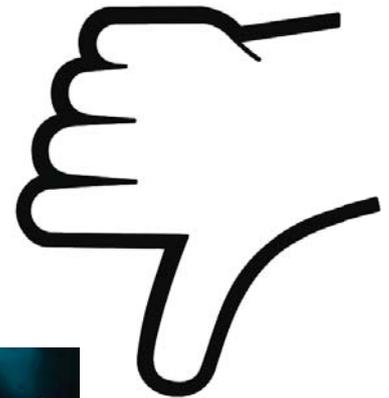
Anpassung Mobilitätsverhalten

- Für die Überprüfung von Mobilitätsanpassungen bei bestimmten Wetterausprägungen wurden einzelne Verkehrszählstellen ausgewählt und die **Verkehrsmengen mit Temperatur, Regen und Schneefall verglichen** (lineare Regression)
- **Rückgang auf Innerorts- und Ausserortsstrassen signifikant bei Niederschlag** (Montag bis Donnerstag).
- Anstieg des Verkehrs an warmen Tagen.

→ Ergebnisse nur exemplarisch zu betrachten

Prüfung von 17 Hypothesen

- Einfluss von ...
 - Temperatur
 - Niederschlag
 - Schneefall und Eis
 - Sonnenblendung



31

Temperatureinfluss

- **JA:** Mehr Unfälle bei steigenden Temperaturen (oberhalb von 8 Grad)
- **(JA):** Auffälligkeit erhöhter Unfallzahlen bei sehr hohen Temperaturen
- **(NEIN):** Es existieren Unterschiede beim Temperatureinfluss in Abhängigkeit von Ortslage, Strassentyp, Streckentyp



32

Regeneinfluss (I)

- **(JA):** Mehr Unfälle bei Regenereignissen.

(Abnahme bei Unfallschwere)

- **JA:** Regenereignisse für vor allem im Winter zu mehr Unfällen
- **JA:** Auch Regenintensität besitzt einen Einfluss auf das Unfallgeschehen
- **JA:** Zunahme von Unfällen bei Regen vor allem auf Hochleistungsstrassen

-

uss ist Abends/Na



33

Regeneinfluss (II)

- **(JA):** Regen führt zu einer geringen Unfallschwere
- **(NEIN):** Der Regeneinfluss ist bei nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern schwächer ausgeprägt.
- **Keine Aussage ableitbar:** Auf Unfallzunahme bei normalen Regen folgt Rückgang bei schwerem Regen
- **NEIN:** Regeneinfluss im Herbst am stärksten und im Frühling am geringsten.
- **(JA):** Regen führt zu einem Rückgang des Verkehrsaufkommens.



34

Einfluss von Schneefall und Eis

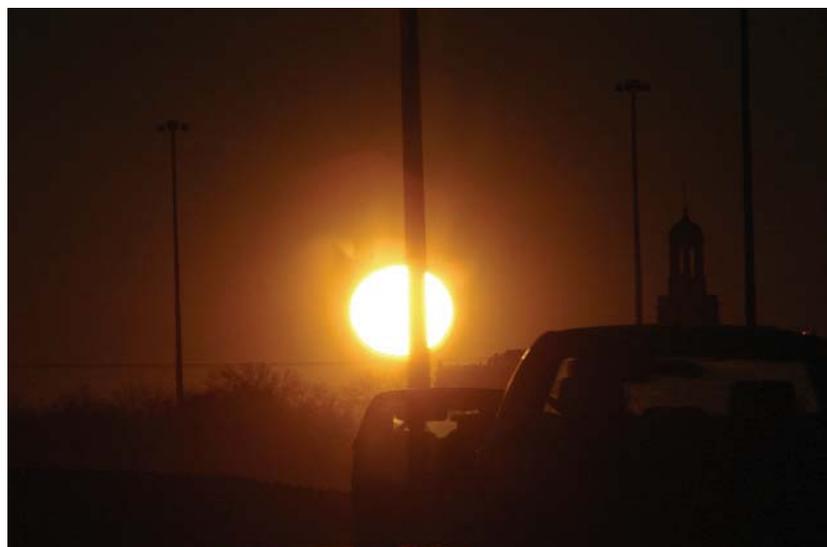
- **JA:** Mehr Unfälle bei Schneefall
- **JA:** Schneefall führt zu einer geringeren Unfallschwere
- **(JA):** Überfrierende Nässe, vereisender Regen, Schneeregen und Nebelregen führen zu mehr Unfällen.



35

Einfluss der Sonnenblendung

- **(JA):** Erhöhte potenzielle Sonnenblendung führt zu mehr Unfällen.



36

Aussagekraft in der Praxis

- Zunahme der Unfallhäufigkeit bei steigenden Lufttemperaturen.
- Regen bei Nacht und auf Hochleistungsstrassen.
- Schneefall generell.
- Sonnenblendung.



37

Ausblick

- Verknüpfung mit anderen Teilpaketen
 - TP1 Mensch und Gesellschaft
 - TP2 Situation und Infrastruktur
 - TP3 Fahrzeug
 - TP5 Medizinische Folgen
- Bisher hauptsächlich makroskopische Ebene.
- Auswertungen für Wetterbedingungen wie Glätteis, Nebel und Wind → Beobachtbarkeit?

