

# K.A.R.L.® Release 2019

Starkregen - Hagelmodell - Klimadaten



Der Fortschritt kennt keine Pause und gesammelte Erfahrungen warten darauf, in der Praxis zum Einsatz zu kommen. Deshalb haben wir K.A.R.L. zu seinem 10-jährigen Jubiläum sowohl gründlich überarbeitet als auch erweitert. Neu in K.A.R.L. ist ein Starkregenmodell, welches weltweit und mittels bewährter K.A.R.L.-Methodik das aus Starkregen resultierende Risiko quantifiziert. Damit betritt die KA Köln.Assekuranz weltweit Neuland und bietet ihren Kunden einen analytischen Ansatz, um auch diese Naturgefahr einschätzen und bewerten zu können. Außerdem berücksichtigt K.A.R.L. nun Klimadaten, die mittels Projektionen die Klimaentwicklung anhand von Szenarien abbilden.

Ergänzt wurden diese größeren Entwicklungen um eine Vielzahl weiterer Verbesserungen. In den allermeisten Fällen bleiben die Analyseergebnisse stabil, aber es gibt an einzelnen untersuchten Orten auch deutliche Abweichungen zwischen „alt“ und „neu“. Natürlich haben wir diese Abweichungen analysiert und auf Plausibilität geprüft. Schließlich ist es immer unser Ziel, dem „tatsächlichen“ Risiko mit unseren Modellen möglichst nahe zu kommen. Im Einzelnen haben wir bei folgenden Themen Neuerungen eingeführt bzw. Änderungen vorgenommen:

## Starkregen

Neuling im Spektrum der von K.A.R.L. untersuchten Naturgefahren ist das Thema Starkregen. Zwei Gründe haben uns dazu bewogen, uns damit näher zu befassen:

- In den letzten Jahren haben sich die Katastrophenmeldungen gehäuft, deren Ursachen in plötzlich auftretenden und unerwartet heftigen Niederschlägen bestanden. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang nur an die 2018 eingetretenen Ereignisse in Genua (Brückeneinsturz nach Unwettern) und auf der Ferieninsel Mallorca (Unwetter, Überschwemmungen).
- Klimaforscher gehen davon aus, dass die Verteilung der Niederschläge übers Jahr infolge des Klimawandels kontrastreicher wird: Vor allem im Sommer werden die länger anhaltenden, zwar unangenehmen aber ansonsten harmlosen Landregen durch plötzliche, kurzfristige und äußerst ergiebige Platzregen abgelöst. Folglich steigt die Eintrittswahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen und damit natürlich auch das damit verbundene Risiko.

Starkregen ist meist ein relativ eng begrenztes Phänomen und kann auch in hochwassersicheren Zonen vorkommen. Umgekehrt können Starkregen-Ereignisse, die weitab von einem untersuchten Standort stattfinden und diesen nicht direkt treffen, Überschwemmungen bzw. Sturzfluten hervorrufen. Die Gefahrenorte eines niedergehenden Starkregens und der davon ausgelösten Sturzflut sind also nicht identisch. Deshalb werden Überschwemmungs- und Starkregen-Risiken von K.A.R.L. separat bewertet, denn es handelt sich um voneinander unabhängige Risiken.

Durch Starkregen können Schäden entstehen, die sich - anders als bei Überschwemmungen oder Sturzfluten - auf kleinstem Raum realisieren. An erster Stelle sind hier Überflutungen von Kellerräumen und Tiefgaragen sowie deren Einfahrten, allseitig geschlossenen Innenhöfen, Unterführungen und kleinen lokalen Senken zu nennen. Hinzu kommen mögliche Schäden durch das Eindringen von Regenwasser in Gebäude, Fahrzeuge und Transportmittel (Wagons, Container, Kisten, Verpackungsfolien etc.) sowie Beeinträchtigungen durch unterspülte Infrastruktursysteme.

Weiterhin hängt das Risiko, durch Starkregen beeinträchtigt zu werden oder Schaden zu erleiden, von der Aufnahmekapazität der lokalen Abwassersysteme ab. Diese sind aufgrund von Wirtschaftlichkeitserwägungen normalerweise auf Regenmengen ausgelegt, die in statistischen Intervallen von 3 bis 10 Jahren auftreten. Das ist dann der s.g. „Bemessungsregen“, an dem sich die Dimensionierung der Abwassersysteme ausrichtet. Ein höherer Schutzgrad ist selten zu finden, da er entweder zu teuer oder technisch überhaupt nicht umsetzbar ist. Wird der Bemessungsregen überschritten, kommt es zum Überstau, zum Austritt von Kanalwasser an der Oberfläche und den damit verbundenen Folgeschäden.

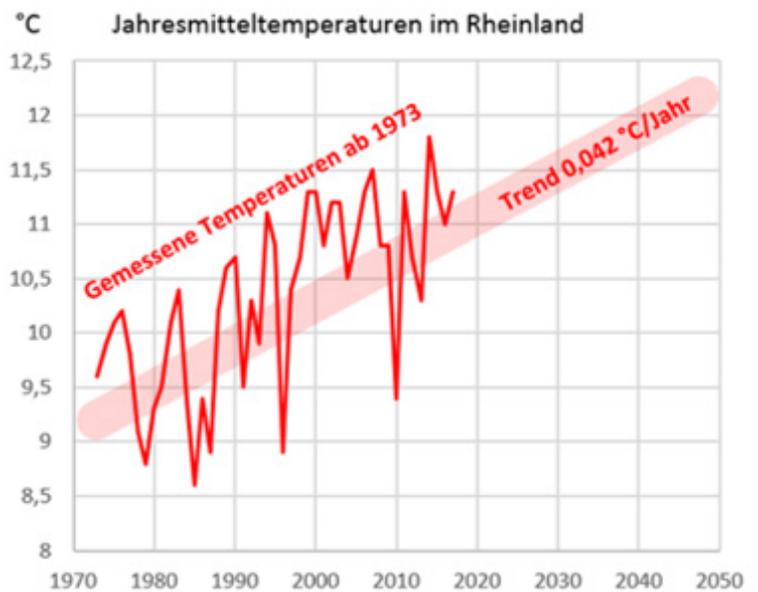
Zur Berechnung der Starkregen-Gefährdung und des daraus resultierenden Risikos kommt ein bei der KA entwickeltes Modell zum Einsatz, das auf global verfügbaren Klimadaten basiert und das anhand gemessener Niederschlagsdaten von mehr als 1.700 weltweit verbreiteter Wetterstationen kalibriert wurde. Dieses Modell liefert für jeden Punkt der Erde (außer der Antarktis) und für alle Wiederkehrperioden zwischen 1 und 10.000 Jahren Näherungswerte für die zu erwartenden maximalen Tagesniederschläge.

Unter der Annahme, dass der berechnete 5-jährliche Starkregen in etwa dem lokal gültigen Bemessungsregen entspricht, lässt sich aus der mit K.A.R.L. modellierten Häufigkeitsverteilung abschätzen, wie oft und wie stark dieser überschritten werden kann und welches Risiko sich daraus insgesamt ergibt.

## Klimadaten

Klima ist das Durchschnittswetter, beobachtet und gemessen über einen längeren Zeitraum. Meist basieren Klimadaten auf einer dreißigjährigen Beobachtungszeit. Wenn man also die aktuellsten gemessenen Wetterdaten von 1988 bis 2018 verwendet, erfährt man eigentlich nur, wie das Klima vor etwa 15 Jahren, also 2003, war. Mit K.A.R.L. möchten wir unseren Kunden jedoch die aktuellen Klimadaten des Jahres 2019 – und natürlich später auch die der Jahre 2020, 2021 usw. – zur Verfügung stellen können. Da es die Wetterbeobachtungen, die man dafür bräuchte, heute allerdings nur zur Hälfte gibt (die 15 Jahre bis 2033 fehlen noch), mussten wir einen anderen Weg wählen: Wir haben die Klimadaten, die K.A.R.L. bisher verwendet hat und die etwa den Zustand um die Jahrtausendwende wiedergeben, um modellgerechnete Daten aus Klimamodellen ergänzt. Hierfür haben wir auf das NCAR Community Climate System Model (CCSM) zurückgegriffen, dessen Projektionen in die Berichte des IPCC (International Panel of Climate Change) eingegangen sind. Verwendet haben wir daraus das Szenario A1b, das von einem mittelstarken CO<sub>2</sub>-Anstieg in der Erdatmosphäre bis zum Jahr 2099 ausgeht.

Rückblickend auf die letzten 1 bis 2 Jahrzehnte stimmt dieses Modell sehr gut mit der tatsächlich beobachteten Klimaerwärmung überein, was wir anhand von Stichproben an etlichen Punkten der Erde bestätigen konnten. So wird z.B. für den Raum Köln laut Szenario A1b eine Klimaerwärmung von durchschnittlich 0,042 °C pro Jahr erwartet. Das klingt im ersten Moment zwar nicht besonders aufregend, bedeutet aber, dass die mittlere Jahrestemperatur hier von 10,1 °C im Jahr 2000 voraussichtlich auf 12,2 °C im Jahr 2050 ansteigen wird. Spürbar ist das nicht, da die Jahresmitteltemperaturen der einzelnen Jahre (also das Wetter dieser Jahre), in Abb. 1 dargestellt als rote Linie, stärker schwanken können und den schleichenden Trend im Hintergrund überdecken.



Vergleichbare Entwicklungen gelten auch für die zu erwartenden Niederschläge oder die Anzahl der in Zukunft möglichen heißen Sommertage. Näheres hierzu finden Sie in K.A.R.L.® Insights: [Hitzesommer 2018](#) (Ausgabe 03/2018).

Abb. 1 gemessene Jahresmitteltemperaturen am Beispiel Rheinland und der daraus resultierenden Trend (Quelle: KA)

Wir gehen davon aus, dass dieses Modell auch in Zukunft – zumindest in den kommenden 2 bis 3 Jahrzehnten – die Klimaentwicklung auf unseren Planeten zutreffend wiedergeben wird. Damit haben wir K.A.R.L. in die Lage versetzt, stets den jeweils aktuellen Zustand des Klimas sowie auch den der kommenden Jahre in seinen Risikoanalysen berücksichtigen zu können.

Wie sich der Klimawandel auf das Starkregen-Risiko auswirken kann, zeigt sich eindrucksvoll am Beispiel München, für das in Abb. 2 dargestellten Diagramm die modellgerechneten maximalen Tagesniederschläge der Jahre 2000 und 2050 einander gegenübergestellt sind.

Demnach ist hier vor allem jenseits des 50-jährlichen Ereignisses mit einer deutlichen Intensivierung der maximalen Tagesniederschläge um 15 bis 20 Prozent zu rechnen. Damit geht allerdings auch eine Verschiebung der Wiederkehrperioden einher: Aus einem „Jahrhundertregen“ des Jahres 2000 wird ein 50-jährliches Ereignis im Jahr 2050 und 500-jährliche Platzregen mutieren zu 200-jährlichen Ereignissen. Insgesamt bedeutet dies – am Beispiel München – theoretisch eine Verdopplung des aus Starkregen resultierenden Risikos innerhalb der Zeitspanne von 2000 bis 2050.

Damit ist K.A.R.L. ein einzigartiges System, das das Starkregen-Risiko weltweit zahlenmäßig beschreibt und, abhängig vom Klimawandel, jährlich angepasst werden kann. Auch Projektionen auf bestimmte Zieljahre in der Zukunft sind auf diese Weise möglich.

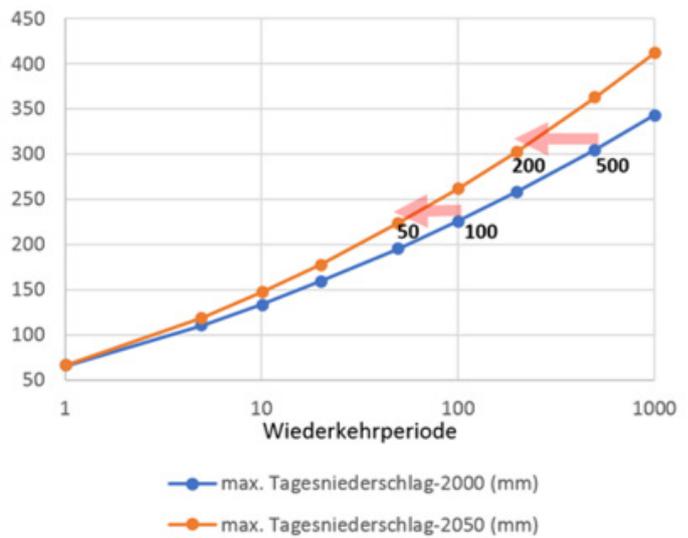


Abb. 2 Verschiebung der WKPs von Starkregen-Ereignissen (Quelle: KA)

## Hagel

Mit einem neuen Modell, das den Grad der Hagelgefährdung weltweit berechnen konnte, betrat K.A.R.L. im Jahr 2008 die Bühne. Dieses Modell unterschied sich grundlegend von allen bisher vorgenommenen Versuchen zur Beschreibung der Hagelgefährdung, denn es griff nicht mehr auf die in der Vergangenheit gesammelten Schadendaten der Versicherungswirtschaft zurück. Vielmehr wurde auf der Grundlage aktueller meteorologischer Daten und den daraus abgeleiteten regionalen Klimaparametern (Jahres- und Monatstemperaturen, Niederschlagshöhen, Verdunstungsraten und Höhe der Null-Grad-Grenze über dem Geländeniveau) untersucht, inwieweit solche Faktoren das Auftreten von Hagel entweder begünstigen oder verhindern und sich in ihrer Wirkungsweise eventuell auch gegenseitig kompensieren können. Da Hagel zudem in den meisten Fällen an Gewitter gebunden ist, wurde auch die Blizhäufigkeit in die Modellrechnungen einbezogen. Als Ergebnis werden Kennzahlen zwischen Null (keine Hagelgefährdung) und 14 (extrem hohe Hagelgefährdung) ausgegeben, die wir als „Hagelpotenzial“ bezeichnen. Die Kalibrierung des Modells bzw. der Hagelpotenziale erfolgte schon 2008 auf Basis von Wetter- und Klimadaten aus den USA (Quelle: NOAA). So konnten wir bereits damals allen Hagelpotenzialen die statistischen Wiederkehrperioden von Hagelkörnern unterschiedlicher Durchmesser zuordnen und die entsprechenden erwartbaren Schadenhöhen damit korrelieren.

Nun war es an der Zeit, dieses Hagelmodell nochmals gründlich zu überarbeiten und zusätzliche Erfahrungen aus den vergangenen zehn Jahren einfließen zu lassen. Im Wesentlichen bestehen die vorgenommenen Anpassungen darin, dass die monatlichen Verdunstungsraten stärker gewichtet, die Anzahl „heißer Tage“ über 20 °C als zusätzlicher Gefahrenfaktor berücksichtigt werden und die lokale Topographie stärker in die Gefährdungsanalyse einbezogen wird. Außerdem fließen die modellgerechneten Klima-Anomalien des IPPC-Szenarios A1b nun ebenfalls in das K.A.R.L.-Hagelmodell ein, so dass auch die Auswirkungen des Klimawandels auf den Grad der Hagelgefährdung mit in die Auswertungen eingehen.

Abb. 3 zeigt die neu berechnete globale Verteilung der Hagelpotenziale für das Jahr 2019. Die bekannten Schwerpunkte der Hagelgefährdung – Mittelwesten und Osthälfte der USA, Gebiete im Süden Brasiliens sowie der angrenzenden Staaten, Süd- und Zentralafrika, der Mittelmeer-Raum, der Südhang des Himalaya-Gebirges sowie die australische Ostküste – tauchen auch hier wieder auf. Hinzugekommen sind zahlreiche kleinräumige Abweichungen zum bisher verwendeten Hagelmodell, die im Weltkartenmaßstab nicht mehr darstellbar sind, aber auch neue ausgedehnte Gefahrengebiete in der Südhälfte Russlands sowie im Nordosten Chinas. Insbesondere in der letztgenannten Region wurde die Hagelgefährdung bisher unterschätzt, was das unter diesem [Link](#) erreichbare Video (letzter Aufruf 01/19) eindrucksvoll belegt.

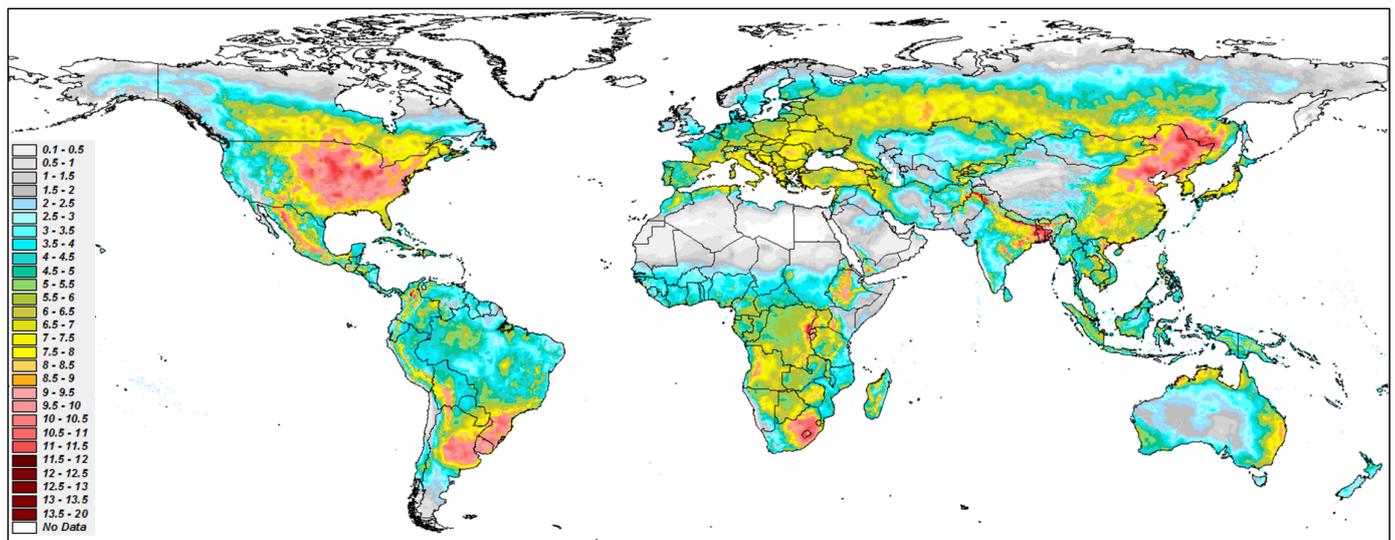


Abb. 3 Karte des neuen K.A.R.L.-Hagelmodells

(Quelle: KA)

Ebenso wie bei Starkregen werden auch die von K.A.R.L. berechneten Hagelgefährdungen ab 2019 jährlich den Bedingungen des Klimawandels dynamisch angepasst. Eine Entwicklung, die sich in diesem Zusammenhang zeigt, ist, dass die Hagelgefährdung in etlichen Ländern der Erde zukünftig vielleicht sogar leicht zurückgehen wird. Das ist die gute Nachricht. Die Schlechte ist, dass heftigere Starkregen den Hagel voraussichtlich bald als Haupt-Risikofaktor ablösen könnten.

Verglichen mit den anderen Naturgefahren haben wir am K.A.R.L.-Hagelmodell die größten Veränderungen vorgenommen. In umfangreichen Versuchsreihen mit mehreren Tausend Teststandorten konnten wir feststellen, dass dieser K.A.R.L.-Umbau bei mehr als 27 % der untersuchten Standorte sogar zu einer Verbesserung des berechneten Risikos geführt hat. Bei knapp 16 % hat sich das Hagelrisiko allerdings verschlechtert.

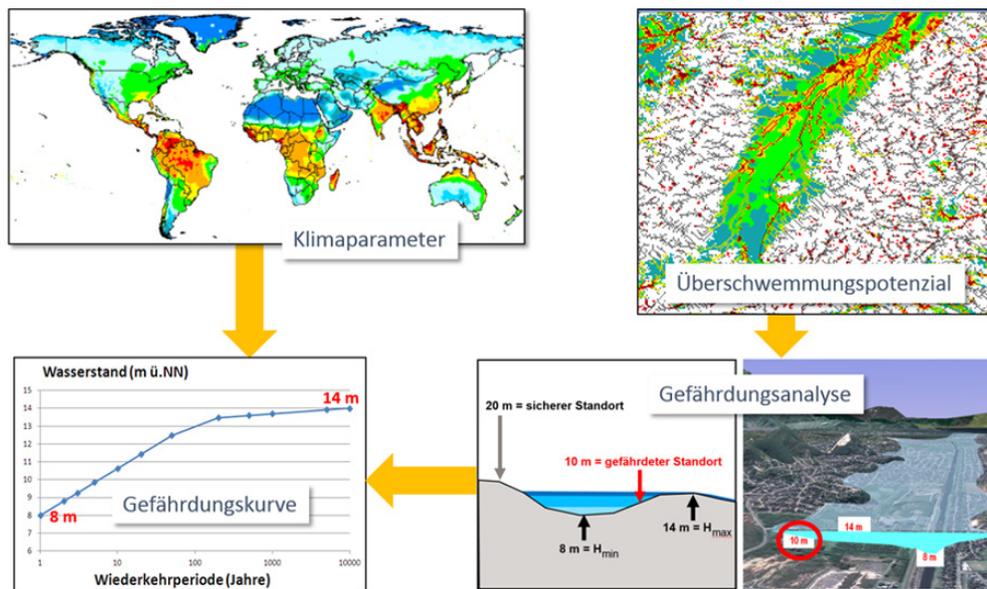
Weitere detailliertere Informationen zum „neuen“ Hagelmodell werden wir voraussichtlich im Verlauf des Jahres 2019 in einem speziellen K.A.R.L. -Insight veröffentlichen.

## Tornado

Tornados und Hagel treten oftmals unter den gleichen Wetterbedingungen auf. Deshalb sind in K.A.R.L. auch nach wie vor beide Analysen eng miteinander verknüpft. Die Änderungen, die wir im Hagelmodell vorgenommen haben, wirken sich also folgerichtig auch auf die Analyse der Tornado-Risiken aus, einschließlich der dynamischen Anpassung an den Klimawandel. Abgesehen vom Mittelwesten der USA sind die Tornado-Risiken in der übrigen Welt relativ unauffällig, so dass auch die durch die K.A.R.L.-Anpassung hervorgerufenen Abweichungen zu früheren Analysen marginal bleiben.

## Überschwemmung

Auch beim Thema Überschwemmung hat sich K.A.R.L. von Anfang an auf die Zukunft fokussiert und „den Blick in den Rückspiegel“ so weit als möglich vermieden. Das hat sich bewährt. Deshalb verfolgen wir auch weiterhin das Konzept, auf Basis der aus digitalen Höhenmodellen rekonstruierten Landschaftsstruktur zu erforschen, wo Überschwemmungen überhaupt MÖGLICH sind. Dabei ist es zunächst einmal völlig gleichgültig, ob an einem untersuchten Ort schon einmal Überschwemmungen stattgefunden haben, ob ein offenes Gewässer in der Nähe ist, ob ein Unwetter das Gebiet unter Wasser setzen oder ob eine Hauptwasserleitung platzen könnte. Ausschlaggebend ist einzig und allein, ob Wasser – wie auch immer es hierhin gelangt sein mag - entweder schnell und zügig oder nur ganz allmählich abfließen kann. Damit verfügt K.A.R.L. seit mehr als 10 Jahren über ein zuverlässiges und praxiserprobtes Werkzeug, das auch weit abseits von Flüssen, Bächen oder der Meeresküste auf potenziell überschwemmungsgefährdete Gebiete aufmerksam macht.



Ein zweiter, aber nicht minder komplexer Arbeitsschritt, ist die Gefährdungsanalyse. Hier muss K.A.R.L. selbständig herausfinden, an welchem Punkt in der näheren Umgebung er den Normal-Wasserspiegel ansetzt und bis zu welcher maximalen Höhe er von da aus das Wasser unter Berücksichtigung der regionalen Klimabedingungen ansteigen lassen kann, bevor es möglicherweise zusätzliche Abflusswege in andere Richtungen findet.

Während der erste Schritt, die Erkennung der Überschwemmungspotenziale, schon seit vielen Jahren zuverlässig seinen

Abb. 4 Berechnungsschritte des Überschwemmungsrisikos

(Quelle: KA)

Dienst tut, ist der zweite der etwas kritischere. Deshalb halten wir ihn ständig unter Beobachtung und verfolgen bei jedem Überschwemmungsereignis, das uns bekannt wird und dessen Begleitumstände wir rekonstruieren können, was K.A.R.L. dazu gesagt hätte und ob seine Risikoeinstufungen realistisch gewesen wären. Zusätzlich sind bei Hunderten von Risikostudien, die wir in den letzten Jahren mit K.A.R.L. manuell durchgeführt haben (Expert-Analysen), auf diese Weise zahlreiche Erfahrungen angefallen, die wir nun konzentriert in K.A.R.L. eingearbeitet haben.

Diese Eingriffe in K.A.R.L. haben bei über 20 % der Standorte sogar zu einer mehr oder weniger starken Verringerung der berechneten Risiken geführt. Bei etwas mehr als 10 % haben sich die Risiken hingegen erhöht. Der Rest ist in etwa gleichgeblieben. Insgesamt haben wir damit K.A.R.L. einen Teil seines „Pessimismus“, seiner Tendenz zur Worst-Case-Beurteilung, nehmen können.

Einen möglichen Zusammenhang zwischen Klimawandel und der Häufigkeit und Intensität von Überschwemmungen haben wir (noch) nicht berücksichtigt, weil er wissenschaftlich nicht so eindeutig geklärt ist, wie wir uns das wünschen würden. Wir werden dieses Thema jedoch weiterhin verfolgen und K.A.R.L. zu gegebener Zeit entsprechend anpassen.

## Sturmflut und Tsunami

Sturmfluten und Tsunamis sind Spezialfälle von Überschwemmungen in Küstennähe. Deshalb wirken sich die Anpassungen, die wir beim Thema Überschwemmung vorgenommen haben, natürlich auch hier auf die Berechnung dieser Risiken aus.

Wo entsprechende konkrete Informationen - z.B. Statistiken über die maximal zu erwartenden Wellenhöhen - verfügbar sind, berechnet K.A.R.L. die Sturmflut- und Tsunami-Risiken selbstredend auf der Basis dieser Daten und nicht über die eigenen Näherungsmodelle. Insbesondere für Sturmflut haben wir diese Datensätze 2018 sorgfältig durchforstet und dem aktuellen Kenntnisstand angepasst. Weiterhin ist uns in den letzten Jahren mehrfach aufgefallen, dass von uns untersuchte Standorte z.T. in unmittelbarer Nähe der Küste liegen, so dass sie Sturmfluten und Tsunamiwellen quasi schutzlos ausgeliefert sind und nicht, wovon K.A.R.L. bisher automatisch ausgegangen ist (wenn keine anderslautenden Informationen vorlagen!), durch geeignete technische Schutzmaßnahmen, z.B. einen Deich, gesichert sind. Ein Beispiel dafür sind die in Abb. 5 gezeigten Lagerplätze in Newark (USA), die 2012 von Hurrikan „Sandy“ durch eine Sturmflut empfindlich in Mitleidenschaft gezogen wurden. Einen Schutzwall gab es hier nicht und die Uferböschung hat den meterhohen Brandungswellen nichts entgegenzusetzen können.



Abb. 5 Blick auf die Hafenanlage im Hafen von Newark, NJ, USA

(Quelle: KA)

Diese Erkenntnisse haben wir nun, im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung (es ist besser, ein Risiko etwas zu überzeichnen als es zu übersehen) ebenfalls in K.A.R.L. eingearbeitet. Die Risikoeinstufung für Sturmflut hat sich hierdurch in fast 18 % aller von uns untersuchten potenziell gefährdeten Standorte erhöht. Auf der anderen Seite sind die von K.A.R.L. ermittelten Sturmflut-Risiken aufgrund der Anpassung anderer Risikofaktoren bei fast 20 % der untersuchten Standorte sogar geringer geworden. Bei den Tsunami-Risiken haben sich 10 % der untersuchten Standorte verbessert und nur knapp 3 % verschlechtert. Insgesamt gesehen ist K.A.R.L. also auch hier von seiner Worst-Case-Philosophie etwa abgerückt, dafür aber in berechtigten Einzelfällen etwas kritischer geworden.

## Erdbeben

In den vergangenen zehn Jahren haben wir die von K.A.R.L. verwendeten Erdbebenlisten um die „neu hinzugekommenen“ Beben ergänzt, damit unsere statistischen Analysen stets auf dem aktuellen Stand bleiben. Im Wesentlichen haben wir uns dabei auf die öffentlich zugänglichen Datenbanken des USGS (United States Geological Survey) gestützt. Dort war man während dessen nicht untätig: Die Daten vieler - insbesondere von länger zurückliegenden - Erdbeben wurden von den amerikanischen Kollegen in der Zwischenzeit ergänzt, überarbeitet und teilweise neu bewertet. Diese aufgefrischten Datensätze haben wir K.A.R.L. vollständig zugänglich gemacht. Damit sind die Analysen zur Erdbebengefährdung präziser geworden. Allzu große Abweichungen zu den früheren K.A.R.L.-Analysen sind dadurch allerdings nicht entstanden: Verbessert haben sich knapp 2,6 % der untersuchten Orte. Eine Verschlechterung der berechneten Risiken ist bei 3,2 % eingetreten. Der überwiegende Anteil der getesteten Standorte von gut 94 % ist annähernd gleichgeblieben.

## Ausblick

Damit steht Ihnen nun zu seinem 10-jährigen Jubiläum der leistungsfähigste und ausgereifteste K.A.R.L. zur Verfügung, den es je gab. Doch damit werden wir uns natürlich nicht zufriedengeben, denn wir haben eine Vielzahl von Ideen für mögliche K.A.R.L.-Erweiterungen in der Schublade, die teilweise auf Anregungen und Fragen aus dem Kundenkreis zurückgehen. Zu Stillstand wird es also nicht kommen. Wir werden Sie über weitere Entwicklungen beizeiten informieren. Lassen Sie sich überraschen.

Sollten Sie sich mit uns über das vorliegende Papier austauschen wollen, freuen wir uns auf Ihre Kontaktaufnahme.

**Besuchen Sie unsere Webseite unter [www.koeln-assekuranz.com](http://www.koeln-assekuranz.com)**