

# Klimawandel Kalifornien

Leonard Hermes 5145035

## Temperatur



- Jährliche Lufttemperatur in Kalifornien seit 1895 um ca. 1,4°C gestiegen
- Tiefsttemperaturen: +1,6°C, Höchsttemperaturen: +0,6°C pro Jahrhundert
- Anstieg der Nachttemperaturen um das 3-fache stärker als jener der Tagestemperaturen (Nachttemperaturzunahme ca. +1,96°C)
- Rückgang der Winterkälte im gesamten kalifornischen Central Valley (Essenziel für erneute Blüte von Obst- & Nussbäumen)
- Begrenzung der THG- Emissionen: Verabschiedung des California Global Warming Solutions Act von 2006
- Zusammenfallen von wärmsten & trockensten Jahren: Verschärfung von Dürrebedingungen, Landoberflächentemperaturen & Evapotranspiration
- Abnahme der Heizgradtage & Zunahme der Kühlgradtage<sup>2)</sup>

Figure 1. Statewide annual average temperatures

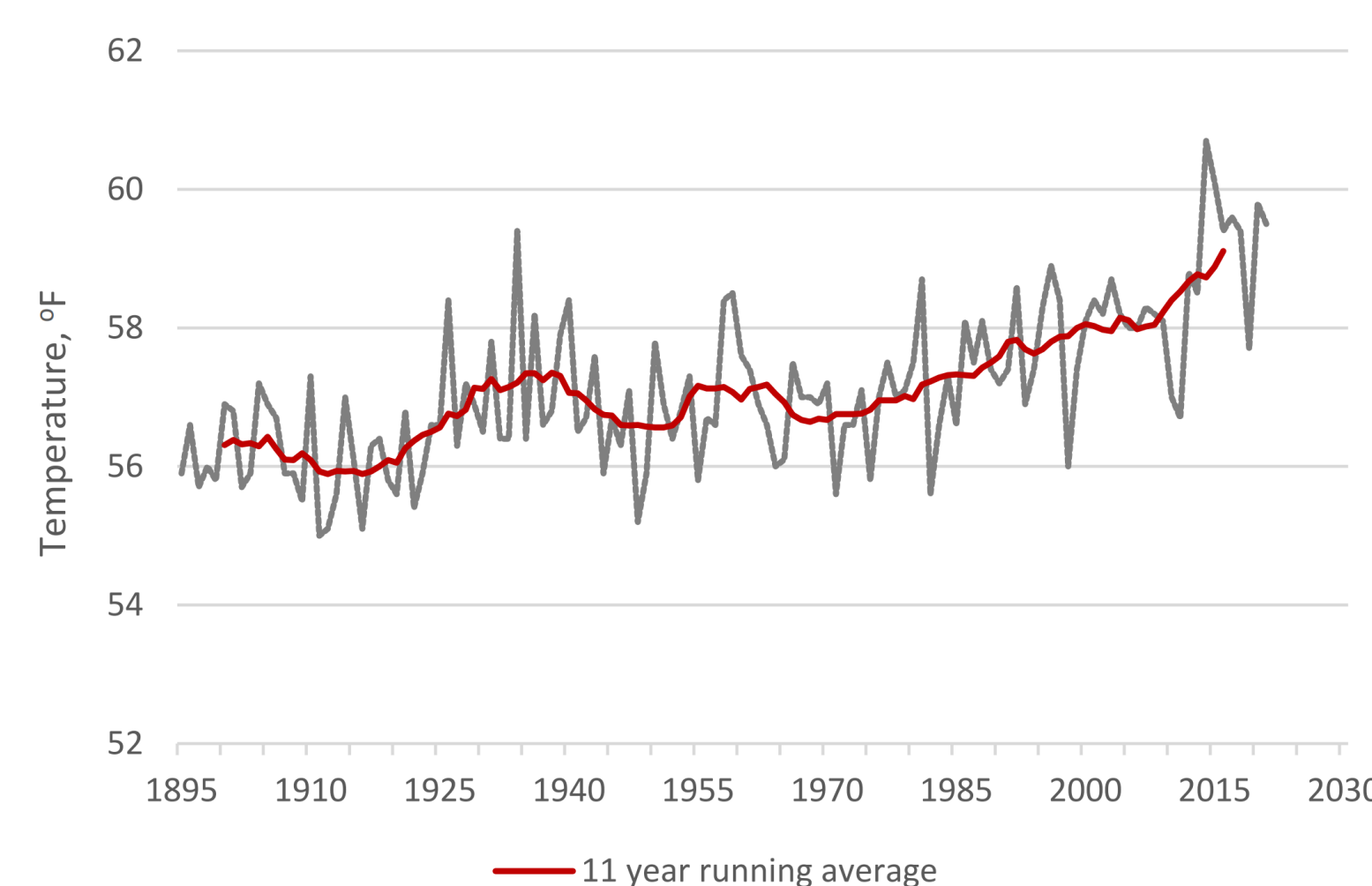
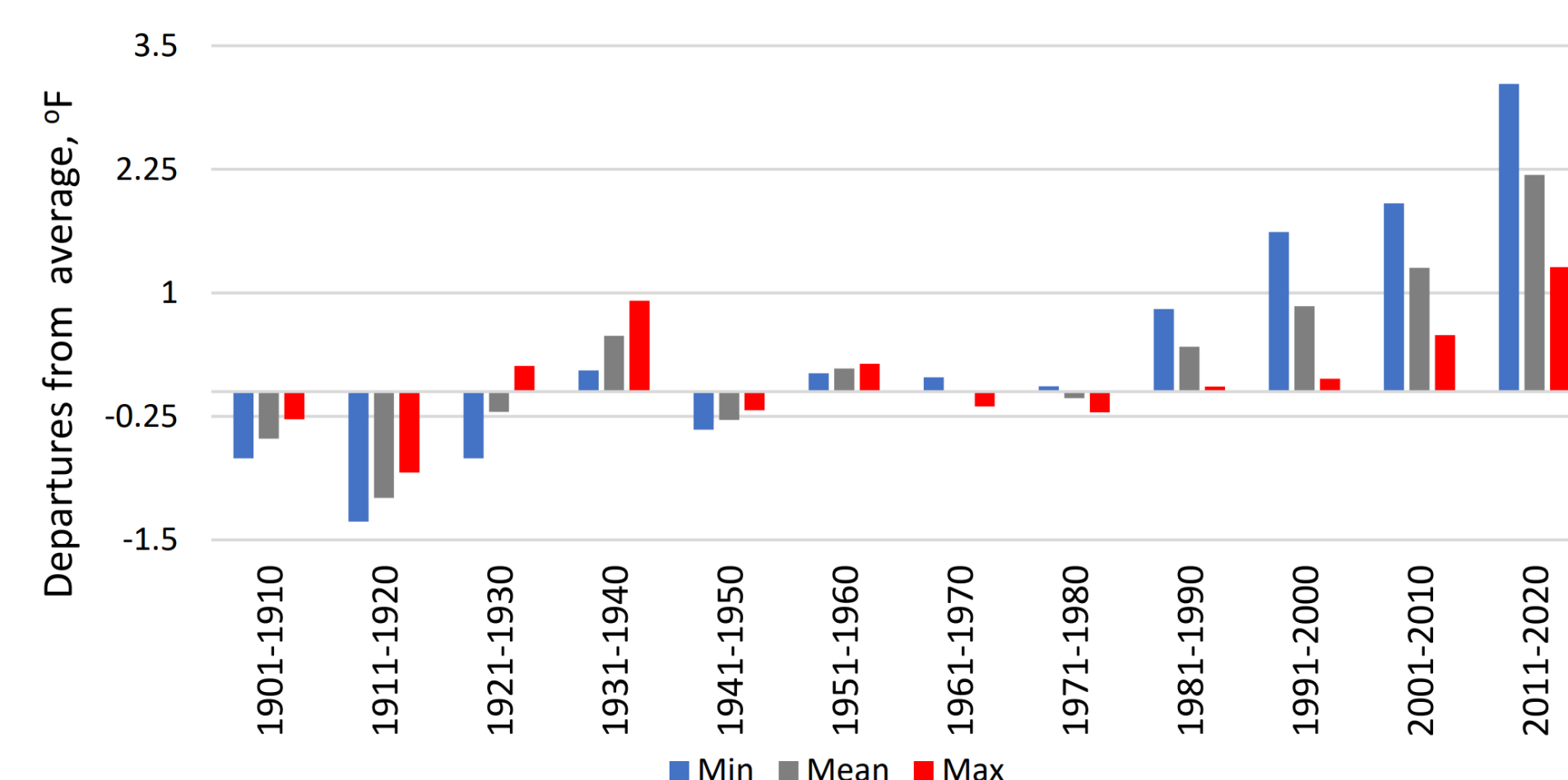


Figure 2. Statewide Temperatures, Decadal Averages (relative to the 1901-2000 long-term average\*)



## Niederschlag & Wasser



- Zunehmendes Auftreten von Trocken- & Nassextremen (Wechsel von Dürren (2012-2016) & Überschwemmungen (Winter 2016-2017))
- Zunehmend verzögerte und kürzere, schärfere Regenzeit<sup>2)</sup>
- Mehr Regen statt Schnee durch steigende Temperaturen (v.a. in hohen Lagen)
- Jährliche Niederschlagsmenge in den letzten 4 Jahrzehnten variabler geworden (aufgrund der Variabilität von Winterstürmen)
- Winterschneedecke & Schneeschmelzenabfluss (=Schneewassergehalt) im Frühling liefern ca. 1/3 der jährlichen Wasserversorgung des Staates
- Schneewassergehalt sinkt + Rückgang der frühjahres-Schneeschmelze um ca. 8%
- Massenverlust von 65-90% einiger der größten Gletscher der Sierra Nevada
- Temperaturanstieg von Seen & Flüssen um bis zu 1°C pro Jahrzehnt bedrohen ansässige Ökosysteme (Bsp. Lachs-Wassereinzugsgebiet)<sup>1)</sup>
- „Atmospheric river storms“ für Großteil des kalifornischen Niederschlags (30-50 %) & Schneedecke (40%) verantwortlich<sup>2)</sup>

Figure 1. Statewide annual precipitation (1895-2021)

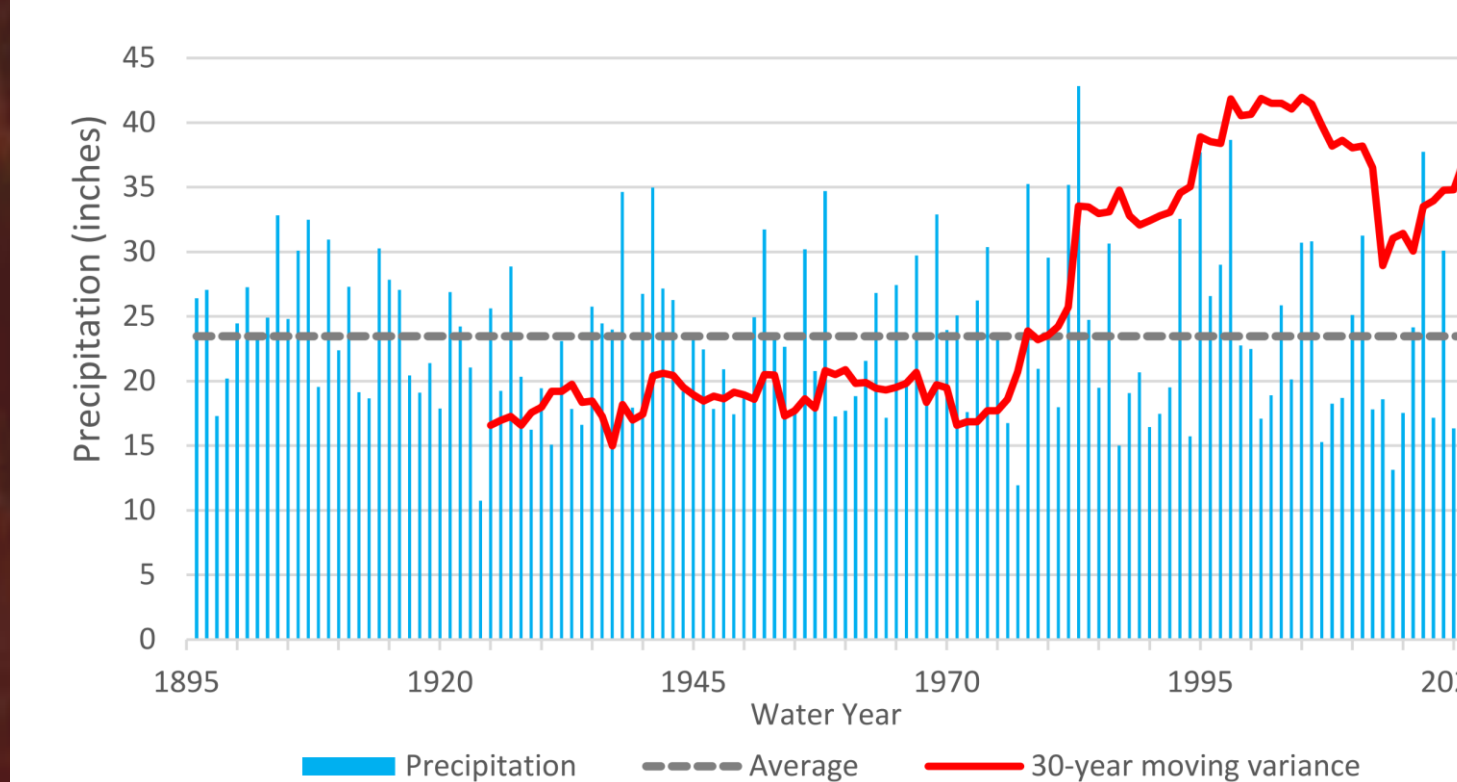
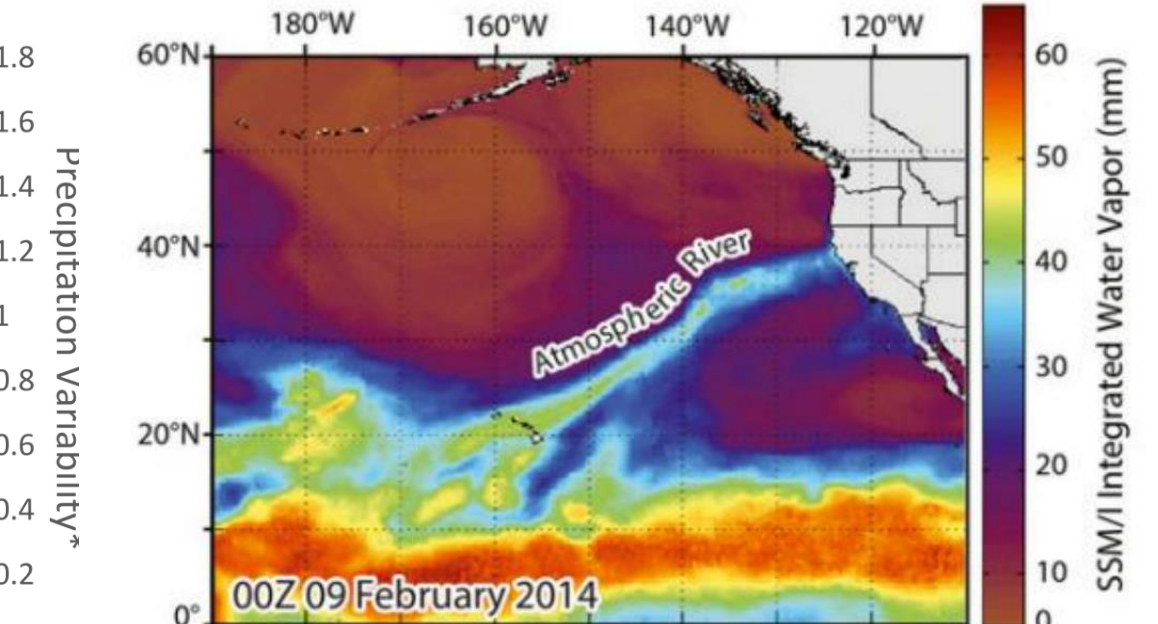
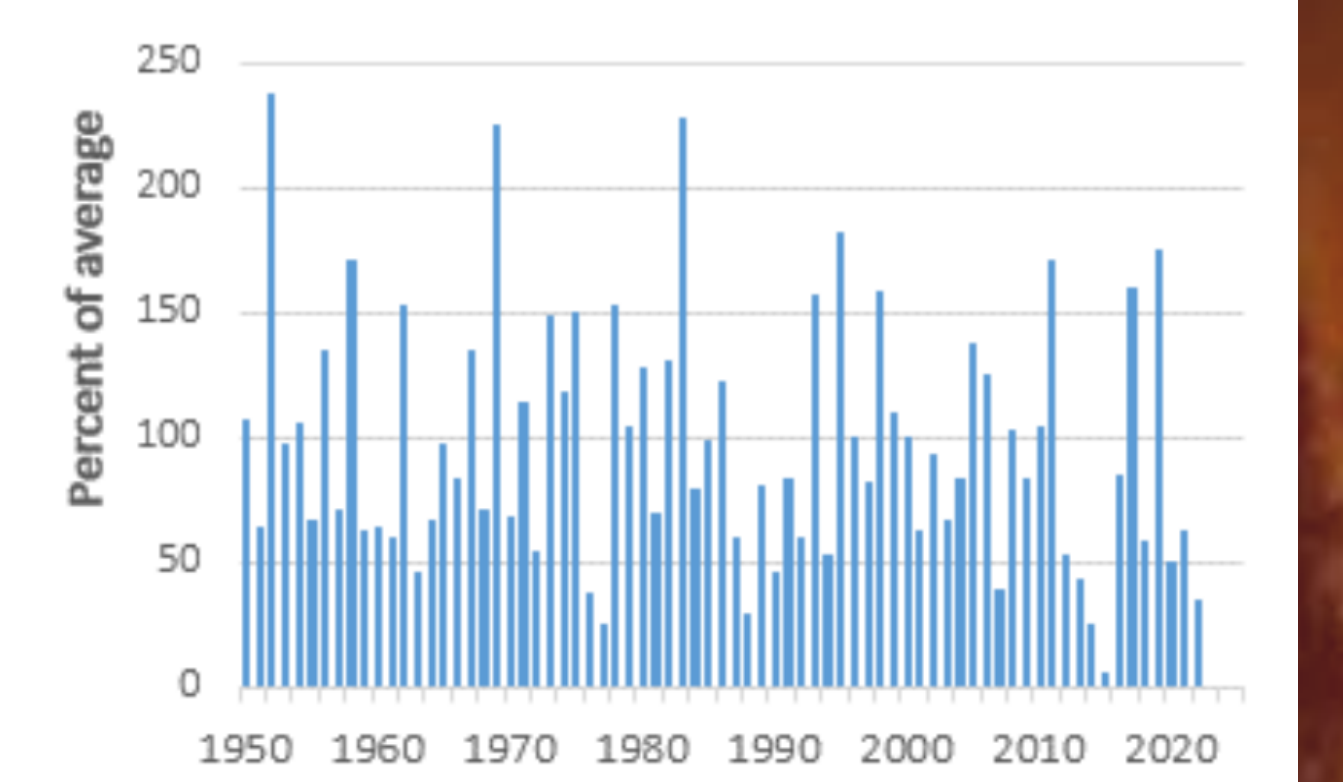


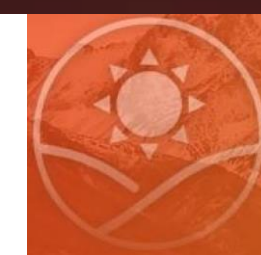
Figure 4. Satellite-derived image of an atmospheric river



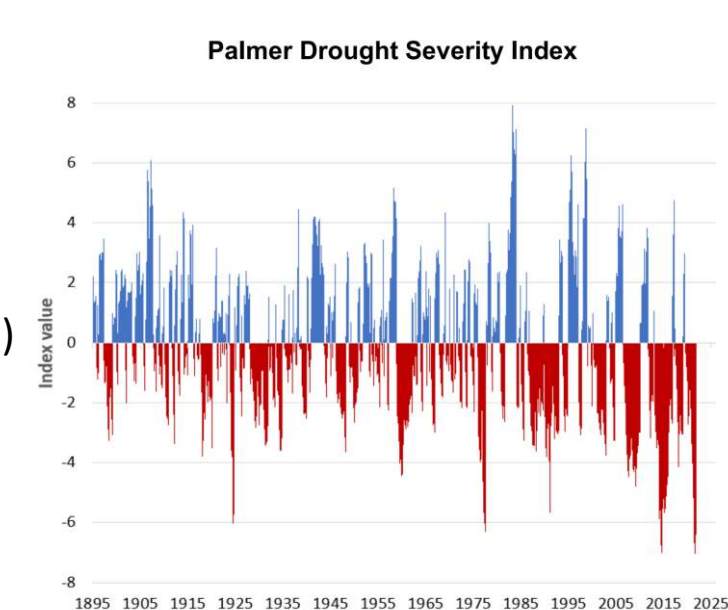
Snow-water content, as a percentage of average



## Dürre & Hitzewelle



- Zunehmende Anzahl trockener Tage bzw. Jahre
- +50% häufigere Großbrände (>25.000ha) bis zum Ende des Jhdt.
- Fordert meiste Todesfälle (2006: 600 Tote, 5,4 Mrd. US-\$ Schaden)
- Verzehnfachung des Sterberisikos für Personen ab 65 Jahren bis 2090 <sup>1)</sup>
- Der Palmer Dürreschwereindex misst die rel. Trockenheit einer Region (-3= schwere/ -6= sehr extreme Dürre)
- 2010-2021: 48 Monate mit Indexwerten unter -3, 8 Monate mit Werten unter -6 <sup>2)</sup>



## Unwetter & Stürme



- Zunahme extremer Sturmereignisse<sup>2)</sup>
- Von Stürmen ausgelöste Überflutungen in wochenlangen Schüben<sup>1)</sup>
- Erhöhte Blitzaktivität bei steigender Lufttemperatur
- „Atmospheric river storms“ für die größten Stürme & ca. 75% aller Extremniederschlagsereignisse verantwortlich
- Jährliche Niederschlagsmengen Kaliforniens von Niederschlägen weniger Stürme abhängig
- Zunahme von Staubstürmen, welche Krankheitserreger über hunderte Kilometer verbreiten (Bsp. Valley-Fiber-Infektion)<sup>2)</sup>

## Luftverschmutzung



- Höhepunkt der Treibhausgasemissionen (THG) 2004
- Ziel: THG-Emissionen bis 2050 um 80% reduzieren (Bezug 1990)<sup>1)</sup>
- Emissionsreduktionsziel für 2020 bereits 2016 erreicht
- CO2-Neutralität bis 2045
- Jährliche durchschnittliche CO2-Konzentration von 315 ppm auf 416 ppm gestiegen (1958-2021), Beschleunigung von 1,6 zu 2,4 ppm pro Jahr
- CH4-Emissionen von 0,7 ppm auf 1,9 ppm gestiegen (1750-2020)
- 90% der Bevölkerung in Gebieten ansässig, in welchen Luftqualitätsstandards nicht eingehalten werden<sup>2)</sup>

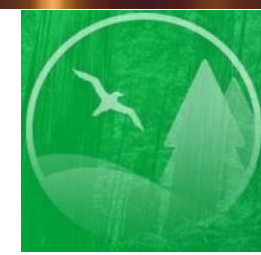


## Meer & Küste



- Erwärmung des Meeres: Dürren, Meereshitzewellen, giftige Algenblüten, Schließung von Fischereibetrieben & Massenaussterben von Meerestieren (Bsp. Seelöwen) <sup>1)</sup>
- Versauerung des Meeres durch CO<sub>2</sub>: Erschwerte Schalenbildung ökol. & ökon. wichtiger Arten wie Krill, Muscheln & Krabben<sup>2)</sup>
- Erwärmung des Küstenmeeres um 0,7°C (1900-2016)
- 31-67% der südlichen kalifornischen Küste könnten ohne menschliche Eingriffe bis 2100 vollständig erodiert sein
- Schäden in den Hauptbevölkerungsgebieten von 17,9 Mrd. US-\$
- Anpassung: Bepflanzung von Dünen, Küstenbefestigungen, Wiederherstellung von Gezeitensümpfen, Züchten von Meerespflanzen zur Erhöhung des Sauerstoffgehaltes in Meer, Reduzierung des Nährstoffabflusses durch Dünger ins Meer<sup>1)</sup>

## Naturräume

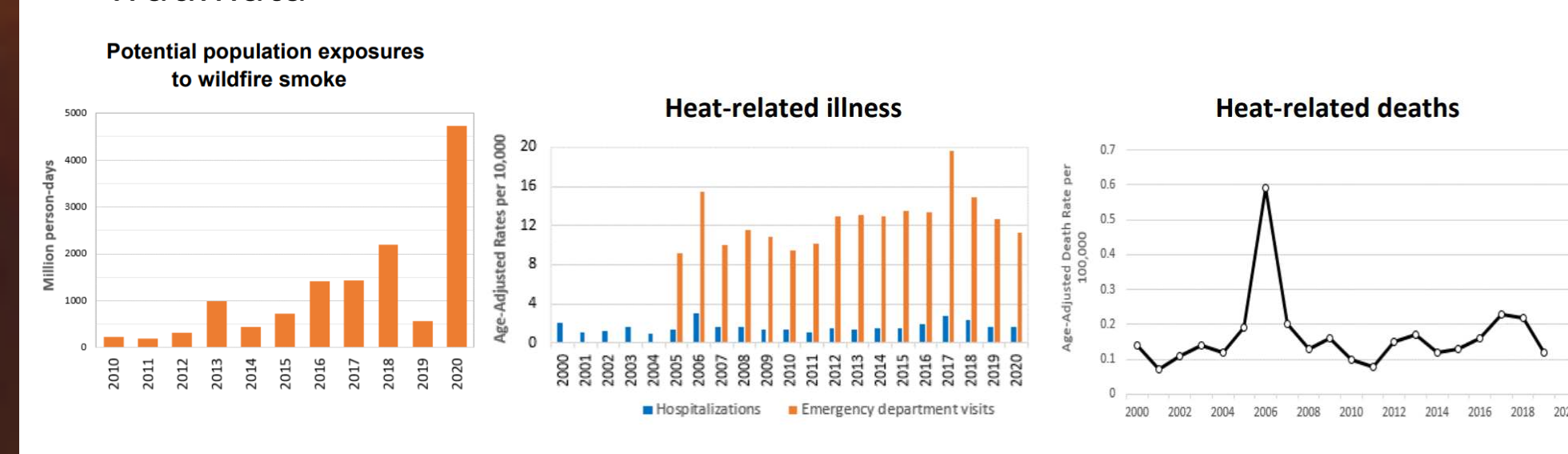


- Zunehmende Fläche von Waldbränden bis 2050 um +77%, Höchstwerte von +178% (Bezug 1961-1990)
- Anpassung: Verringerung der Baumdichte & kontrollierte Feuer machen Wald gegen Brände widerstandsfähiger
- Erhöhter Insektenbefall im Zuge des Temperaturanstiegs
- Sinkende Wasserspeicherkapazität der Böden
- Anpassung: Eintrag org. Substanz in Böden durch Kompost kann Wasserspeicherkapazität erhöhen (um +4,7 Mil. Acre-feet)
- 45-56% der natürlichen Vegetation bis 2100 klimatisch belastet (Bsp. Baumsterben Dürre 2012-2016) <sup>1)</sup>
- Ca. 170 Mil. Bäume zwischen 2010 & 2021 gestorben <sup>2)</sup>
- Anpassung: (Klima-) Korridore die Pflanzen & Tieren die Möglichkeit bieten, in geeignetere Gebiete abzuwandern<sup>1)</sup>

## Gesundheitsrisiken



- Zunahme von hitzebedingten Krankheiten
- Atemwegserkrankungen (z.B. durch Rauch der Waldbrände)
- Ausbreitung von durch Mücken übertragenen Krankheiten durch steigende Temperatur (Bsp. Zika)
- Zunehmende Katastrophen führen zu mehr Stress & psychischen Traumata<sup>1)</sup>



## (Land-) Wirtschaft



- Geringere Ernteeinträge aufgrund von Hitzewellen & -stress, erhöhtem Wasserbedarf von Nutzpflanzen & -tieren & Schädlingen
- Landwirtschaft mit einem Rückgang von 5-15% der Bruttoeinnahmen aufgrund fehlendem Bewässerungswasser
- Verlust von Arbeitsplätzen im Bereich Feld- & Getreideanbau durch Rückgang der bewässerten Flächen (Umverteilung des Wassers)<sup>1)</sup>
- Belastung der Wasserressourcen & des Stromnetzes (erhöhter Einsatz von Klimaanlagen)
- Negative Auswirkungen extremer Hitzebedingungen auf Tourismus
- Steigende Stromkosten in Dürreperioden (weniger Stromerzeugung durch Wasserkraft)<sup>2)</sup>



## Infrastruktur



- Gefährdung der energieliefernden Infrastruktur in Küstennähe durch den Meeresspiegelanstieg bzw. Überflutungen
- Gefährdung der gesamten Infrastruktur durch Waldbrände
- Anpassung: z.B. Aufrüstung im Bereich Solarenergie
- Gefährdung von Straßen, Eisenbahnstrecken, Pipelines, Häfen & Flughäfen durch Erdbeben, Schlammlawinen & Überflutungen
- Ansteigende Straßenbaukosten (3-9%)
- Anpassung von Straßenbaumaterialien (um höheren Temperaturen standzuhalten)
- Gefährdung von ca. 400 Meilen Eisenbahnstrecke durch Überflutungen der Küste bis zum Jahr 2100
- Beeinträchtigte Wasserversorgung durch verringerte Wasserspeicherung in Stauseen (-30%)<sup>1)</sup>