

→ Klimathjärnorna | SvD.se

”Klimatförändringen sker på din bakgård”

Ny forskning visar det som tidigare ansågs omöjligt att bevisa– hur dagens extremväder påverkas av människans utsläpp. I den nya serien Klimathjärnorna möter SvD den världsledande klimatologen Friederike Otto, som vill få in sin forskning i framtidens väderprognoser.

Peter Alestig
peter.alestig@svd.se

Florida, augusti 2017.

Det börjar som en liten prick på radarn. Pricken rör sig västerut, i den mexikanska golfen strax söder om Västindien.

Länge är det osäkert vad som ska bli av pricken. Om den kommer att försvinna igen. Eller inte.

Svaret kommer tidigt en morgon, från besättningen på ett specialflygplan kallat Hurricane Hunter. Pricken – en tropisk storm som fått namnet Harvey – är inte längre en storm. Efter en märklig paus över Mexikanska golfen, där den sugit energi från det ovanligt varma havsvattnet, har den blivit turbo-laddad. Nu är den en orkan.

National Hurricane Center i Miami kallar in all tillgänglig personal. Varningar skickas ut på rad, i versaler.

Klockan 13: ”ORKANEN HARVEY FÖRSTÄRKS SNABBT. FÖRBEREDELSE LÄNGS MED CENTRALA TEXAS KUST BORDE SKYNDSAMT FÄRDIGSTÄLLAS I DAG.”

Klockan 16: ”HARVEY PÅ VÄG MOT TEXAS KUST. LIVSHOTANDE OCH FÖRÖDANDE ÖVERSVÄMNINGAR FÖRVÄNTADE NÄRA KUSTEN PÅ GRUND AV KRAFTIGT REGN OCH STORMFLOD.”

Fredagen den 25 augusti uppmäts vindar på 60 meter per sekund i Harvey, som nu nått orkanklass 4. Strax efter mörkrets inbrott slår den till mellan Port Aransas och Port O'Connor vid Texas kust.

Palmer knäcks som spagettistrån. Husvägar imploderar. Bilar, lastbilar, båtar flyger och flyter iväg.

Harvey är den kraftigaste orkanen som slagit till mot Texas sedan 1961. Men det är inte styrkan som är värst – utan det faktum att den vägrar röra sig vidare. I fem dagar är den som fastlåst över Texas, fången mellan vädersystem. Den öser ur sig absurda mängder regn. I den lilla orten Nederland kommer över 1,5 meter regn – på fem dagar. Aldrig tidigare har så mycket regn uppmätts på samma plats i USA.

När vinden till slut mojar och regnet avtar är förödelsen i det närmaste total. I katastro-

fens efterspel vilar en obehaglig fråga över de ödelagda husen och vägarna.

Var det klimatförändringen som låg bakom Harvey?



– **Jag kommer väldigt tydligt** ihåg studien vi gjorde av Harvey. Det var i ett extremt känsligt politiskt läge, säger Friederike Otto.

Vi befinner oss på andra sidan Atlanten, tre år senare, i en salong med blommiga tapeter och tunga gula gardiner hos Oxford Union – den äldsta debattklubben vid världens näst äldsta universitet. Friederike Otto är en kontrast mot omgivningen, i sin svarta munkjacka och piercing i ögonbrynet. Hon pratar som man föreställer sig att en fysiker gör – hackigt, precist, med en svag tysk brytning.

Varför var studien så känslig?

– För att den genomfördes i USA. Och med amerikanska forskare som ville behålla sina jobb.



Det är en av mina största drivkrafter, att människor verkligen ska förstå vad klimatförändringen har för effekter i dag.

Friederike Otto, klimatolog.

Hon skrattar när hon säger det, men hon är medveten om att det hon gör väcker starka känslor.

När man pratar om ”klimatförändring”



Klimathjärnorna

■ **Vad är sant och inte om klimatförändringen?**

■ **SvD:s klimatreporter** Peter Alestig frågar dem som verkligen vet.

■ **I satsningen** Klimathjärnorna möter han världens främsta experter som spräcker myter och berättar om den senaste klimatklimatforskningen.

■ **Intervjuerna** publiceras som video, artiklar och podd. Podden kan höras i alla vanliga podcast-appar och på SvD.se

sker det ofta i formen av en skrämmande framtid som kommer allt närmare, med väderkatastrofer och stigande havsnivåer, om inte utsläppen minskar snabbt.

Men tänk om den bilden inte stämmer? Tänk om världen redan är mitt uppe i den förändring som beskrivs som ett framtida hot?

De senaste åren har präglats av extrema väderhändelser som, precis som Harvey, har väckt just den frågan. Extremvärmen i norra Europa sommaren 2018. Torkan i Sydafrika 2015–2017, när vattnet i Kapstaden var en hårsman från att ta slut. Bränderna i Australien i vintras.

Länge var svaret från forskningen otidligt. ”Det går inte att koppla enstaka händelser till klimatförändringen”. Eller, varianten: ”Klimatförändringen sker, alltså bär alla väderhändelser spår av ett förändrat klimat”.

Men nu håller det på att förändras. Nu börjar forskningen kunna ge svar.

Friederike Ottos forskningsområde är så nytt att det inte har något riktigt namn på svenska, men på engelska kallas det ”extreme weather attribution” – ungefär att förklara orsakerna bakom extremväder. MIT Tech Review har utsett området till ett av de tio viktigaste tekniska genombrotten 2020. Den organisation som Friederike Otto var med och grundade för sex år sedan, World Weather Attribution, är den mest framstående på området.

Det finns flera skäl till att hennes forskning är kontroversiell. För det första bryter den mot vetenskapliga normer genom att World Weather Attribution hoppar över den så kallade peer review-processen – alltså att forskare i samma fält granskar vetenskapliga artiklar innan de kan publiceras. Orsaken till att de tar genvägen förbi processen är enkel, enligt Friederike Otto: den tar för lång tid.

–Om du har tur blir du publicerad ett år efter att du skickat in en studie av en extrem väderhändelse. Men vid det laget pratar ingen utanför forskningen om händelsen längre.

Orkanen Harvey drog in över Texas 2017.
Foto: AP

Fortsättning på nästa uppslag





Fakta | Så valde vi forskare till serien

I kommande delar av Klimat-hjärnorna intervjuas:

■ **John Schellnhuber**, klimatologen som myntade begreppet ”trös-keleffekter” i klimatet.

■ **Jason Box**, Grönlands-forskare.

■ **Koko Warner**, expert på klimatmigra-tion.

■ **Corinne Le Queré**, IPCC-författaren som tog fram den första kol-dioxidbudgeten.

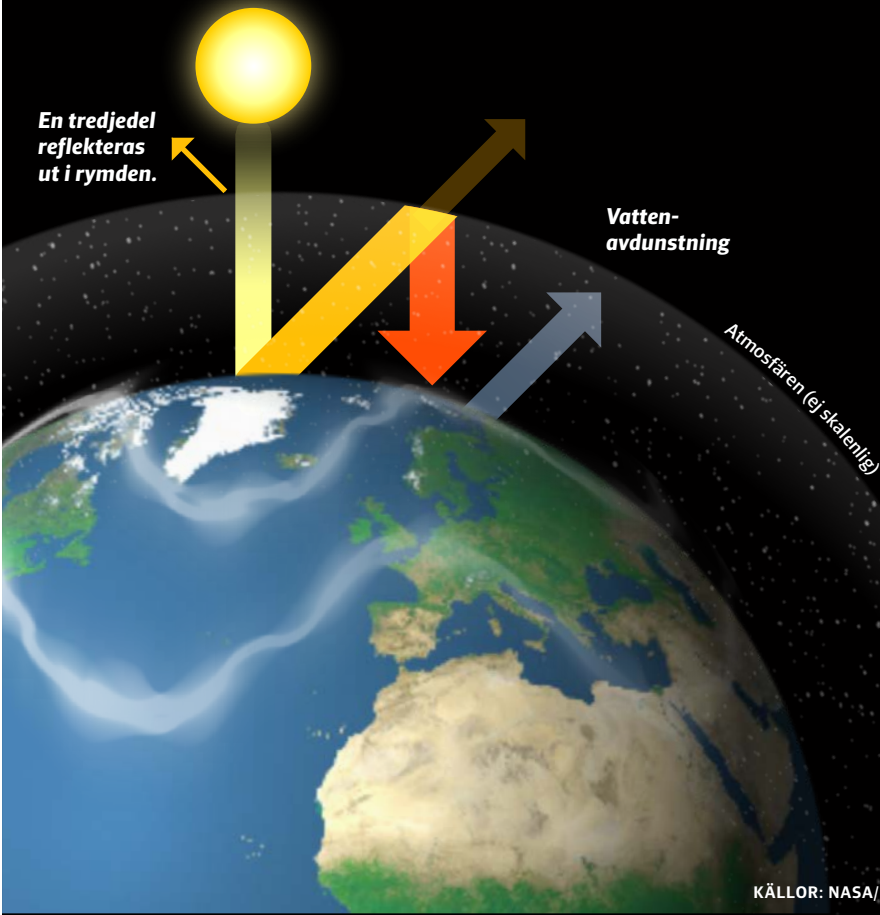
I arbetet med att välja intervjupersoner har vi pratat med en mängd klimat-forskare i Sverige och utom-lands för att veta vilka de ser som de mest inflytel-serika namnen globalt. Vi har valt att fokusera på forskare vid några av världens mest väl-renommerade universitet inom klimatforskning, samt på forskare som har publice-rat särskilt infly-telserika och välciterade stu-dier.

”Klimatförändringen sker här och nu och den drabbar oss alla. Den sker på din bak-gård, oavsett var din bakgård är”, säger Friederike Otto. Foto: Joalim Ståhl

Så skapar utsläppen mer extremt väder

1. Atmosfären värms upp

Högre andel växthusgaser i atmosfären gör att mer värme stannar på jorden. Det ökar risken för värmeböljor och minskar risken för köldknäppar. Det ökar också intensiteten i det "hydrologiska kretsloppet" – alltså att mer vatten avdunstar från mark och hav och nederbörden ökar globalt.



2. Ändrade cirkulationsmönster

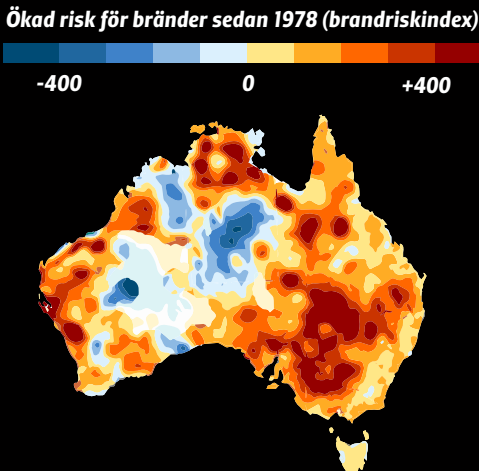
Genom utsläppen av växthusgaser påverkas också atmosfärens cirkulation, vilket påverkar hur och var olika väderfenomen uppstår och vart de rör sig. Det finns tecken på att det ökar sannolikheten för att en viss vädertyp "låses fast" över ett område, till exempel så som skedde i norra Europa sommaren 2018.



3. Så förändras vädret

Lokalt kan de två effekterna samverka eller motverka varandra vilket gör att konsekvenserna varierar över planeten. Vissa platser kan exempelvis få mer extremvärme – medan andra inte ser någon större skillnad.

Två områden som sett tydliga förändringar i förekomsten av extremvärme är Australien, där högre temperaturer också har lett till ökad risk för bränder, och Sibirien.



Årets första halvår var i snitt 7,5 grader varmare än normalt i delar av Sibirien. Den 20 juni var det 38 grader i Verchojansk, den högsta temperatur som någonsin uppmäts norr om polcirkeln.

KÄLLOR: NASA/IPCC, MIT, WORLD WEATHER ATTRIBUTION, BBC, CLIMATE CENTRAL/AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY, IOP SCIENCE

Hur har det tagits emot av det vetenskapliga samfundet?

–I början väldigt illa, om jag ska vara ärlig. Men vi är så transparenta vi kan, vi gör all vår data i snabbstudierna offentlig. Vem som helst kan upprepa studien och se om vi har begått något misstag, säger hon – och poängterar att de metoder som används i studierna är vetenskapligt granskade.

–Alla metoder, alla modeller – allt har granskats tidigare. Och nu ser vi ett ökat stöd i det vetenskapliga samfundet för vårt sätt att arbeta, det är många som delar bilden att detta är användbart.

Ett annat skäl till att forskningen väcker känslor ska vi återkomma till: den kan leda till skadestånd för fossilbolag. Men framför allt är det nog själva slutsatserna i en del av studierna som är kontroversiella. De ger nämligen svar på just den fråga som dök upp efter Harvey: När vi upplever en extrem väderhändelse, är det då klimatförändringen vi bevittnar? Och det är inte alltid svaren uppskattas.

Harvey är ett tydligt exempel. Medarbetare nära Donald Trump avfärdade tidigt att Harvey skulle ha kopplingar till klimatförändringen – och anklagade "vänstern" för att "försöka exploatera Harvey för en politisk agenda".

Men tre månader efter att orkanen mojnade kunde Friederike Otto, tillsammans med en grupp kollegor, visa att sannolikheten för det extrema regnfallet under Harvey hade ökat med 300 procent och blivit 15 procent mer intensivt på grund av människans utsläpp av växthusgaser.

– Klimatförändringen sker här och nu och den drabbar oss alla. Den sker på din bakgård, oavsett var din bakgård är, säger Friederike Otto, och fortsätter:

– Det är en av mina största drivkrafter, att människor verkligen ska förstå vad klimatförändringen har för effekter i dag.



Före den industriella revolutionen, för sådär 150 år sedan, var koldioxidhalten i atmosfären runt 250 miljondelar. Sedan dess har

människans förbränning av fossila bränslen fått halten att öka till över 400.

Den höjningen har fått direkta effekter på vädret. För det första värms atmosfären upp, vilket gör värmeböljor vanligare och köldknäppar ovanligare. Uppvärmningen gör också att nederbörden ökar globalt, eftersom varmare luft kan innehålla mer vattenånga.

Men det finns även en annan följd, som Friederike Otto kallar "den dynamiska effekten" – och som är mer komplicerad.

– Eftersom vi ändrar atmosfärens uppbyggnad påverkar vi atmosfärens cirkulation, alltså hur vädersystem utvecklas, hur de rör sig, vart de rör sig.

Tillsammans gör de två faktorerna – uppvärmningen och den dynamiska effekten – att klimatet på jorden förändras. Och det får konsekvenser för vädret.

I sin forskning har Friederike Otto kunnat konstatera att väderhändelser över hela världen har kopplingar till klimatförändringen. Det extrema väder som låg bakom bränderna i Australien i vintras: 30 procents ökad risk. Stormen Desmond i Storbritannien 2017: 60



Hon visar: våra utsläpp gör extremvädret värre

Se videon där Peter Alestig intervjuar klimatologen Friederike Otto.
[SvD.se/hon-visar-vara-utslapp-gor-extremvadret-varre](https://svd.se/hon-visar-vara-utslapp-gor-extremvadret-varre)

Fakta | Så går Ottos studier till

1 Steg ett är att bedöma vad man faktiskt ska granska. Det finns ingen vedertagen definition av vad exempelvis en värmebölja eller en orkan är – därför måste Frie-

derike Otto och hennes kollegor välja vilken aspekt de ska fokusera på. Vid orkanen Harvey valde de att fokusera på det extrema regnfallet, eftersom det var det

som fick mest förödande konsekvenser.

2 Steg två är att undersöka vilken väderdata som finns tillgänglig, för att kunna se hur extrem väderhändelsen är i ett historiskt perspektiv. Det



Foto: Joakim Ståhl

kan vara utmanande på vissa platser på planeten där väderdata är begränsad. I fallet Harvey var det dock inget problem, eftersom väderdata finns i överflöd i den regionen.

Världen Nyheter



Fakta | Så kopplas bränderna till klimatet

■ En av Friederike Ottos mest uppmärksammade studier är den som genomfördes på de omfattande bränderna i Australien i vintras.

■ Otto och hennes kollegor analyserade det så kallade "brandväder" som rådde i delstaterna New South Wales och Victoria. "Brandvädret" är en kombination av extrem värme, torka och vind – och forskarna kom fram till att det hade gjorts 30 procent mer sannolikt av klimatförändringen.

■ "Klimatförändringen gör de här bränderna, i både Australien och Kalifornien, mer sannolika och mer intensiva. Men det är viktigt att påpeka att de inte enbart sker på grund av klimatförändringen, bränder sker också naturligt. Därför måste man också se på markhanteringsens roll, och var man bygger hus och liknande", säger Friederike Otto.

procents ökad risk. Torkan i Kapstaden 2015–2017: 300 procents ökad risk.

Även i Sverige har vi sett konsekvenserna.



Sommaren 2018 hände något märkligt i atmosfären ovanför norra halvklotet. En luftström kallad jetströmmen, som normalt sett blåser i upp till 180 kilometer i timmen på en mils höjd, rörde sig ovanligt långsamt. Den började avvika från sin normala ganska cirkulära bana runt polen och bildade i stället en sorts sjubladig klöverform.

Först var det säkert många svenskar som uppskattade effekten. Ett omfattande högttryck låstes fast över landet, temperaturerna låg stadigt över 30 grader på många håll.

Men snart blev extremvärmen problematisk. Skördar slogs ut. Ensilaget till landets tamdjur tog slut. Bönder tvingades skänka bort eller nödslakta djur de inte längre kunde föda. Samtidigt började skogs- och markbränder plåga hela landet i aldrig tidigare skådad omfattning.

Än en gång ställdes frågan: var det klimatförändringen vi bevittnade?

Friederike Ottos svar: ja, med stor sannolikhet. Värmeböljan i norra Europa 2018 var minst fem gånger mer sannolik på grund av mänsklighetens utsläpp av växthusgaser.

Men extremvärmen i Sverige 2018 bleknar i jämförelse med den som inträffade i Sibirien i somras. Den 20 juni uppmätte Verchjansk 38 grader, den högsta temperatur som någonsin uppmäts norr om polcirkeln. Och det var inte bara då som Sibirien upplevde rekordvärme – hela det första halvåret var häpnadsväckande varmt. Permafrosten tinade med katastrofala följder, bland annat ett omfattande oljeläckage i staden Norilsk där floden färgades röd av utsläppen. Skogsbränder härjade över hela regionen och släppte ut 56 miljoner ton koldioxid bara under juni månad – mer än hela Sveriges utsläpp under ett år.

– För värmeböljor är klimatförändringen verkligen en *game changer*. Jag har aldrig sett något som liknar det som hände i Sibirien, säger Friederike Otto.

Bränderna i Australien våren 2020 tog många människoliv och orsakade stor materiell förstörelse.

Foto: Guardian, AP

När hon och hennes kollegor studerade värmeböljan hände också något som aldrig hade hänt tidigare. De kunde inte ge ett svar.

– Vi konstaterade att den gjordes minst 600 gånger mer sannolik. Men ordet "minst" är väldigt viktigt – händelser som är så extrema att man inte har observerat något historiskt som är ens i närheten... det är väldigt svårt att kvantifiera. Den kan ha varit 600 gånger mer sannolik eller 8000 gånger mer sannolik. Så vi är väldigt konservativa, 600 är den minsta siffra som vi kan tänka oss.

Hur reagerade du när du såg den siffran?

– När man har att göra med så stora siffror tänker man bara på hur man kan kommunicera dem på ett sätt som är vettigt. Som är ärligt mot forskningen, men så att folk ändå förstår att detta är något väldigt annorlunda. En typ av händelse som vi inte hade sett utan klimatförändringen.

Hon säger orden avmätt: värmeböljan i Si-

Fortsättning på nästa sida



3 Steg tre är att "kopiera" förutsättningarna i dagens värld till klimatmodeller, som sedan körs hundratals gånger för att se hur ofta en så extrem händelse inträffar.

4 Det fjärde och sista steget är att skapa en fiktiv värld i modellerna, där människans utsläpp av växthusgaser har tagits bort.

■ Med data från verkligheten och modelldata från en värld med och en värld utan mänskliga utsläpp av växthusgaser, kan sedan forskarna se hur mycket vanligare händelsen har blivit i dagens

värld jämfört med i den fiktiva utsläppsfria världen.

■ Ett potentiellt bonussteg är att modellera en värld med ännu högre nivåer av växthusgaser. Det gjorde forskarna i fal-

let med torkan i Kapstaden 2015–2017, där de kom fram till att sannolikheten för en sådan torka ökar med ytterligare 300 procent i en två grader varmare värld. SvD Torka i Sverige 2018. Foto: TT



Nyheter Världen



birien hade inte inträffat utan människans förbränning av fossila bränslen. Inte i någon annan studie har hon kunnat dra lika starka slutsatser. Inte i närheten. Och det är här de juridiska konsekvenserna av hennes forskning kommer in i bilden. För när vetenskapen börjar kunna bevisa hur mänsklighetens historiska utsläpp av växthusgaser orsakar skador och förluster i dag – då närmar sig läget då människor som drabbas kan börja kräva skadestånd från dem som orsakat utsläppen.

Det sker faktiskt redan. I exempelvis USA har åtta städer och kommuner i Kalifornien gått samman i en stämning av fem fossilbolag – bland andra Exxon Mobil och Shell – för kostnader i samband med havsnivåhöjningen. Friederike Otto berättar om ett exempel från sitt hemland, Tyskland, där den peruanska bonden och bergsguiden Saúl Luciano Lliuyas stämt det statliga tyska kraftbolaget RWE. Strax ovanför hans hemstad Huaraz i Anderna ligger Lake Palcacocha, en stor sjö som fylls på av smältande glaciärer och hålls tillbaka av en naturlig damm. Om – eller när

– dammen kollapsar kommer en enorm flodvåg dränka stora delar av Huaraz. Enligt stämningen har RWE bidragit med 0,47 procent av människans utsläpp av växthusgaser. Alltså borde RWE stå för 0,47 procent av kostnaderna för att skydda Huaraz, lyder argumentationen. – Ännu har ingen stämt ett bolag och vunnit, delvis eftersom forskningen är ganska ny. Det tar tid innan ny forskning blir accepterad kunskap i domstolarna. Domarna vill nog inte begå några misstag heller, med tanke på vilka enorma implikationer det skulle få om ett fall lyckas, säger Friederike Otto.

Tror du att det kommer att ske, att ett fall lyckas? – Ja, utan tvekan.



Vad händer när forskningen om extremväders koppling till klimatet blir mainstream? Kan studier som Friederike Ottos publiceras i samband med väderprognoser i framtiden? Eller rentav utföras av meteorologer?

Fakta | Utsläpp av reportaget

- **Flygresan** till London, Heathrow för tre personer orsakade utsläpp på sammanlagt 1 784 kilo CO2e, inklusive höghöjds-effekt.
- **Bilresa** från Heathrow till Oxford orsakade utsläpp av 30 kilo CO2e. Under resan till Storbritannien genomfördes två intervjuer, varför utsläppen relaterade till intervjun med Friederike Otto totalt landar på 904 kilo CO2e.
- **Utsläppen** har klimatkompen-serats dubbelt.

”Medier har länge skildrat värmeböljor med glada människor på stränder, men värmeböljor är i själva verket mördare”, säger Friederike Otto. Foto: Joalim Ståhl

– Ja, det vore idealiskt. Då skulle det också genomföras väldigt många fler studier och vi skulle få en mer fullödlig bild av vad klimatförändringen faktiskt har för konsekvenser i dag.

Nästa gång Sverige drabbas av extremvärme kanske väderpresentatörer i tv kan säga ”den här värmeböljan är med xx procents sannolikhet orsakad av våra utsläpp av växthusgaser”. Egentligen är det inte så långsökt, menar Friederike Otto – de modeller som meteorologerna använder för att förutsäga väder är snarlika de hon själv använder för att beräkna hur utsläppen av växthusgaser har ökat sannolikheten för en viss händelse. – Väderprognosmakarna skulle ganska enkelt kunna ta samma steg som vi gör. De har kunskapen och de har infrastrukturen på plats för att göra det i större skala. Oavsett hur det går med den saken konstaterar hon att forskningen om extremväder redan har fått en annan avgörande konsekvens: att världen börjat förstå vikten av att anpassa sig, inte minst till värmeböljor. – Jag är väldigt glad över det. Medier har länge skildrat värmeböljor med glada människor på stränder, men värmeböljor är i själva verket mördare, säger Friederike Otto och tar Frankrikes dödssiffror som exempel. – Du ser en stor topp 2020, det är covid. Och du ser en stor topp 2003, det var en värmebölja. Vi har redan en grads global uppvärmning, vilket gör att risken för värmeböljor verkligen har ökat. Men de senaste åren har de flesta regeringar i Europa fått på plats handlingsplaner för hur de ska agera när en värmebölja slår till, det är en väldigt positiv effekt.

Detsamma gäller bränder, poängterar hon. Visserligen har inte klimatförändringen ökat risken för bränder lika tydligt som för värmeböljor – men när bränder väl slår till är konsekvenserna enorma. – Ta bränderna i Australien förra vintern, där vi har visat att brandvädet som låg bakom bränderna var 30 procent mer sannolikt på grund av klimatförändringen – en liten siffra om du jämför med värmeböljan i Sibirien. Men i Australien, där vädet alltid har varit extremt, gör även små förändringar i väderomfånget att vi snabbt hamnar vid eller rentav förbi gränsen av vad vi klarar av. Och detta är nästa utmaning för forskningsområdet, menar hon: att inte bara titta på hur klimatförändringen ökar risken för extremväder, utan också titta på hur samhället ser ut. Hur väl rustade är vi att hantera orkaner som Harvey? Hur ser vi till att vi inte tänder gnistor i skog och mark, när extremt brandväder blir allt vanligare? Hur förbereder vi oss för nästa extrema torka? – Det är en otroligt viktig poäng. Den offentliga debatten om klimatförändringen är alltid antingen katastrof eller förnekelse. Verkligheten är att ja, klimatförändringen är på riktigt, den sker här och nu och den har väldigt allvarliga konsekvenser. Men allt som går fel när extremväder slår till är inte klimatets fel, vi måste också titta på vilken roll sårbarhet och utsatthet har.

Hur sårbara är vi för extremväder i dag? – Väldigt.

Samtidigt fortsätter jorden att bli varmare. Hur orolig är du för vad som väntar? – Det råder ingen tvekan om att vi kommer att få fler och mer intensiva extrema händelser. En del av de varmaste somrarna här i Europa de senaste åren kommer att vara relativt kalla somrar i en två grader varmare värld. Så vi behöver anpassa oss. Hon tar en paus. Tittar ner på den röda hel-täckningsmattan. Tittar upp igen. – Men vi är inte maktlösa. Och vi som globalt samfund har också gjort mycket som tidigare verkade ganska omöjligt. Det finns inget inbyggt i klimatproblemet som säger att det är omöjligt att hantera. Det behövs bara politisk vilja. ■