

# Populärvetenskaplig sammanfattning

Luftföroreningar och i synnerhet partiklar är starkt bidragande orsaker till bland annat lungsjukdomar, stroke, och hjärt-kärlsjukdomar. I Europa leder luftföroreningar till att ca 800 000 människor dör i förtid varje år. Globalt är siffran betydligt högre och totalt beräknas fler än 6 miljoner människor dö i förtid varje år. Luftföroreningar leder därmed till fler dödsfall än det sammanlagda antalet från AIDS, malaria, tuberkulos, samt alla krig och väpnade konflikter i världen. Luftföroreningar påverkar också barns hälsa i högre grad. Världshälsoorganisationen uppskattar att fler än 600 000 barn under 5 år dör, varje år, till följd av sjukdomar som orsakas eller intensifieras av luftföroreningar.

De höga temperaturerna vid förbränning leder till att små partiklar bildas. En ofullständig förbränning kan därför leda till utsläpp av partiklar. Både globalt och regionalt i Europa står utsläpp från förbränning i olika processer för en stor del av luftföroreningarna. Partiklar som bildas i flammor kallas ofta *sotpartiklar* och är vanligt förekommande i avgaser från t.ex. motorer och vedeldning. Svartkroppsstrålning gör att sotpartiklar lyser när de blir tillräckligt varma, och det är sotpartiklarna som ger flammorna i t.ex. vedspisar och stearinljus deras gulaktiga sken.

Sotpartiklar består till största delen av grundämnet kol. Ibland benämns detta material för "*elementärt kol*" och påminner om grafit. Även andra giftiga substanser bildas och släpps ut från förbränning, t.ex. cancerframkallande *polycykliska aromatiska kolväten*. När röken kyls ned bildar dessa ämnen ofta ett lager på sotpartiklarnas ytor. Ett flertal studier har indikerat att sotpartiklar kan vara mer toxiska än många andra komponenter som finns i luftföroreningar.

Sotpartiklar har ofta en karakteristisk svart färg och kan i atmosfären absorbera solljus. När ljusabsorberande partiklar släpps ut till atmosfären fångar de upp en del av den inkommande solstrålningen som normalt skulle reflekteras tillbaka till rymden. Detsamma sker när ljusabsorberande partiklar landar på snö och is. Svarta sotpartiklar bidrar kraftigt till den globala uppvärmningen. Ibland bildas bruna sotpartiklar. Till skillnad från svarta sotpartiklar så absorberar de bruna partiklarna relativt sett mer av det blåa solljuset än det röda. De bruna partiklarna bidrar till den globala uppvärmningen men hur stor effekt de har på klimatet är idag mycket osäkert. En grundläggande orsak till osäkerheten är bristande kunskap om partiklarnas sammansättning och deras olika källor.

Denna avhandling baseras på ett antal experimentella studier av sotpartiklar från olika typer av förbränning. Syftet var att bidra till en ökad förståelse för hur olika

förbränningsprocesser påverkar sotpartiklars egenskaper och sammansättning, och hur dessa i sin tur påverkar partiklarnas ljusabsorption och hälsorelevanta egenskaper.

Kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) som bildas vid förbränning under höga temperaturer är starkt förknippade med dieselmotorer. Utan avgasrening är temperaturen i förbränningen den avgörande faktorn för hur stora emissioner av  $\text{NO}_x$  ett dieselfordon generar. I förbränningsmotorer används tekniker för att sänka temperaturen och därmed minska utsläppen av  $\text{NO}_x$ . En vanlig sådan teknik är avgasåterföring, så kallad EGR<sup>1</sup>. Hur EGR påverkar utsläpp av sotpartiklar är en tekniskt viktig fråga för avgasrening och för att förstå utsläppen från moderna motorer. I en av studierna extraherades partiklar direkt från motorns cylinder. Koncentrationen av sotpartiklar kunde därmed mätas vid olika tidpunkter i förbränningen. Ökande EGR leder både till mindre sotbildning och sotoxidation inne i motorn. Den minskade oxidationen dominerar över den minskade sotbildningen, varför den sammanvägda effekten trots allt är en ökning av sotemissioner vid högre EGR.

Hur temperaturen i förbränningen påverkar sotpartiklars egenskaper studerades i en dieselmotor samt med en flamsotgenerator som modell. En viktig slutsats från studierna av dessa två mycket olika system är att sotpartiklarnas egenskaper genomgår liknande mognadsprocesser när temperaturen går från låg till hög. Resultaten i avhandlingen visar att sotet *mognar* med ökande temperatur. När sotet mognar förändras den kemiska och fysiska sammansättningen vilket leder till en ökad ljusabsorption och att sotpartiklarna går från att vara bruna till svarta. Detta resultat kan ha betydelse för att förstå vilka typer av förbränning som generar bruna sotpartiklar, vilket i förlängningen kan hjälpa till att öka våra kunskaper om dessa partiklars betydelse för den globala uppvärmningen.

Aerosol masspektrometri är en metod för att bestämma partiklars kemiska sammansättning. Metoden har hög tidsupplösning och stor tillämpningspotential i både omgivningsluft och studier av utsläpp från förbränning. I metoden förångas sotpartiklar med hjälp av en laser. När sotpartiklarna förångas bildas små molekylkluster vilka joniseras och sedan detekteras med hjälp av en *masspektrometer*<sup>2</sup>. Avhandlingsarbetet visar att metoden kan användas för att ge information om sotpartiklarnas mognadsgrad. Metoden kan ge bättre möjligheter att identifiera vilket bidrag olika typer av utsläppskällor har till koncentrationen av sotpartiklar i utomhusluften. Dessutom kan metoden hjälpa till att identifiera vad som kemiskt och fysiskt skiljer de bruna och svarta sotpartiklarna åt.

---

<sup>1</sup> Engelska, exhaust gas recirculation (EGR)

<sup>2</sup> Masspektrometern detekterar massan hos enskilda atomer eller molekylkluster.

Sotpartiklars hälsorelevanta egenskaper studerades genom att mäta hur mycket reaktiva syreföreningar som sotpartiklar av en bestämd massa bildade. Resultaten visar att de sotpartiklar från dieselmotorn som bildades vid en hög temperatur (lite EGR) genererade nästan 10 gånger mer reaktiva syreföreningar för samma massa jämfört med de sotpartiklar som emitterades vid en låg temperatur (mycket EGR). Utsläppen av sotpartiklar minskade något när fossil diesel byttes mot förnyelsebara HVO och RME bränslen, samtidigt som de uppmätta skillnaderna i sotpartiklarnas egenskaper var små mellan bränslena. Partikelrelaterade klimat- och hälsopåverkande effekter kan därmed vara något lägre för de förnyelsebara bränslena jämfört med diesel.