

SIO  
GRAFEN



# Insikter från grafens webbinarlandskap

Första halvåret 2020

Med stöd från

**VINNOVA**  
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

**FORMAS** 

Strategiska  
innovations-  
program

## Sammanfattning

Efter utvecklingen av COVID-19-pandemin våren 2020 avbröts nästan alla fysiska möten (regionala, nationella och internationella) vilket gav upphov till ett oöverträffat antal webinarier. I denna rapport ger en översikt över ett antal av de webinarier, webinarserier och konferenser om grafen som hölls.

## Innehåll

Sammanfattning .....	1
Innehåll .....	2
CarbOnlineHagen .....	3
First steps of 2D material integration in 300mm silicon pilot line.....	3
Stacking and twisting 2D materials for quantum nano-optoelectronics .....	3
Atomic imagine enabling 2D heterostructure development: studies of bend, twist and point defects.....	3
Atomically Thin Neuromorphic Computing Material and Devices.....	3
European Patent Office (EPO) .....	4
From Research to Business – Focus on Graphene Technologies webinar serie....	4
The Patent Landscape of Graphene Composite Technology .....	5
The Graphene Council.....	5
Graphene Characterization (28 april 2020) .....	5
CVD and Monolayer Graphene Production and Applications (22 maj 2020).....	5
Graphene Flagship.....	6
Graphene for Energy Storage Applications (17 June 2020) .....	6
Graphene Engineering Innovation Centre (GEIC) .....	6
Challenges and Opportunities in Graphene Webinar Serie .....	6
IDTechEx .....	7
Phantoms Foundation.....	9
Graphene and 2DM Industrial Forum 2020.....	9
Nanoscience and Advanced Material Speciality Section (NAMSS) .....	10
SIO Grafen .....	11
Vad är grafen? Webinarserie.....	11

## CarbOnlineHagen

Carbonhagen-konferensserien (2010-2019) kom våren 2020 tillfälligt tillbaka som "CarbOnlineHagen" för att stödja forskarsamhället samt öppna idéutbyte och resultatspridning inom området 2D-material vetenskap och teknik. En serie av fyra 40-minuters presentationer följda av 20-minuters öppen diskussion genomfördes. Serien organiserades av DNRF Center for Nanostructured Graphene and the NANOMADE-sektionen för fysikavdelningen vid Danmarks Tekniske Universitet.

Presentationen från denna serie var intressant men mer riktade till forskare och inte riktigt tillgängligt för personer som inte redan känner till de ämnen som presenterades.

### **First steps of 2D material integration in 300mm silicon pilot line**

Den första presentationen gavs av Cedric Huyghebaert (IMEC, Belgien) den 17 april. Han presenterade ett första färdplan för integration av 2D-material i en 300 mm kiselpilotlinje. IMEC har en ledande roll i arbetet, eftersom de redan utvecklar en generisk 300 mm integrationsmodul för grafen och andra 2D-material. Flera av utmaningarna presenterades, såsom kontroll av gränssnitten, vilket är en av de viktigaste faktorerna för komponenternas prestanda. Presentationen är tillgänglig [online](#).

### **Stacking and twisting 2D materials for quantum nano-optoelectronics**

Frank Koppens, april 23 (inte tillgänglig online).

### **Atomic image enabling 2D heterostructure development: studies of bend, twist and point defects**

Sarah Haigh (The University of Manchester, Storbritannien) höll en presentation den 7 maj. Efter en kort introduktion om olika typer av mikroskopi (SEM, AFM...) diskuterade hon de mikrostrukturella kännetecknen som hennes studier på 2D-material heterostrukturer resulterat i. Hon sammanfattade att information som kommer från de olika typerna av mikroskopi ger värdefull information för utveckling av dessa heterostrukturer. Presentationen finns [online](#).

### **Atomically Thin Neuromorphic Computing Material and Devices**

Mark Hersam (Northwestern University, USA) gav den sista presentationen i denna serie den 14 maj. Efter en kort introduktion om AI diskuterade han hur neuromorfisk (hjärnliknande) kalkylering görs traditionellt och hur hans grupp har tänkt om neuromorfa komponenter med 2D-material. Han presenterade två typer av sådana komponenter. Hans presentation är tillgänglig [online](#).

## European Patent Office (EPO)

### From Research to Business – Focus on Graphene Technologies webinar serie

Tillsammans med Graphene Flagship organiserade European Patent Office en serie webinarier för att hjälpa de som arbetar inom grafenområdet att förstå bättre informationen som finns tillgänglig i patentet. Fokus låg på hur man bäst skuddar och utnyttjar forskningsresultat genom att öka medvetenheten om immateriella rättigheter.

Denna introduktionskurs riktar sig mot forskare.

#### Introduction (5 maj 2020)

Introduktionskursen gav en översikt över innehållet av följande lektioner och förklarade vad patent är samt vad de kan skydda. Patent är en rätt att skydda en uppfinning från tredje part och kan beviljas för produkter, processer, metoder, apparater eller användning. För att en teknisk uppfinning ska kunna patenteras måste den vara ny, involvera ett uppfinningssteg och vara industriellt tillämpligt. Andra typer av immaterialrätt (copyright, registrerade varumärken...) presenterades också och diskuterades kort.

#### Patents as a source of information (12 maj 2020)

Det här webinariet gick in i mer detalj om informationen som finns i ett patent. Det förklarades att patent är en viktig informationskälla: det beräknas att hälften av den tekniska information som finns i världen idag befinner sig i patent (beviljade eller inte). Patentsökning kan användas som ett verktyg för att hjälpa till och etablera State-of-Art inom ett fält, identifiera olika lösningar och få insikt i hur mycket en marknad definieras av skyddade rättigheter.

#### Patents as a tool for protecting inventions (19 May 2020)

Detta tredje webinar gav mer information om patenteringsprocessen (tidslinje, uppskattning av budget...) Det olika vägarna för patent förklarades också: nationella, regionala och internationella. Patentansökan bör skickas in där varan kommer att produceras, där det finns konkurrens och där de viktigaste marknaderna är.

#### IP Questions when transitioning research into business (26 May 2020)

Det senaste webinariet gavs av en affärsexpert (i motsats till de andra 3 som gavs av representanter från EPO). Han presenterade den "normala vägen för innovation": forskning, uppfinning, patent, PoC, industriell prototyp, uppskalning och leverans till marknaden. Patent kan vara ett viktigt verktyg för att upprätta trovärdighet: att samla in pengar (för en uppstart) kan underlättas med ett patent.

## **The Patent Landscape of Graphene Composite Technology**

(27 May 2020)

<https://e-courses.epo.org/mod/streaming/view.php?id=5968>

## **The Graphene Council**

The Graphene Council grundades 2013 och är ett nätverk för grafenforskare, tillverkare, utvecklare, investerare, tillsynsmyndigheter och allmänheten. Det skickar nyhetsbrev, organiserar webinarier och säljer rapporter. En serie av två 60-minuters presentationer gjordes våren 2020. Huvudsyftet är att koppla samman akademiskt arbete och industriell utveckling.

Presentationerna ger ett allmänt intresserat ämne om grafen, det är lätt att fånga för de som arbetar med grafen, särskilt för industrin som vill veta utvecklingen av grafen. Åhöraren kan inte ställa frågorna direkt utan endast lämna dem skriftligt under presentationen. När hela presentationen var klar läste värden frågorna och talaren svarade på dem.

<https://www.thegraphenecouncil.org/page/Webinars>

## **Graphene Characterization (28 april 2020)**

Dr. Andrew Pollard från The National Physical Laboratory (NPL) i Storbritannien presenterade mätning av 2D-material med en rad ytkarakteriseringstekniker, såsom Raman-spektroskopi och spetsförbättrad Raman-spektroskopi (TERS), skanningssondmikroskopier (SPM), avsökning av elektronmikroskopi (SEM), sekundär jonmasspektrometri (SIMS) och röntgenfotoelektron-spektroskopi (XPS). Alla dessa karakteriseringsmetoder är fokuserade på grafenflagor och -pulver.

## **CVD and Monolayer Graphene Production and Applications (22 maj 2020)**

Det finns tre företag att presentera sin roll-to-roll CVD-tillväxt- och överföringsteknologi. LG, Korea har utvecklat sitt CVD-system i cirka 10 år från batch till roll-to-roll. Numera har de ett stort område (400 bred) och hög hastighet (60 m / h) massproduktion. De använder också big data för processhantering och processdesign. De fokuserar på visning, elektronisk / optoelektronik, energi och biomedicinsk applikation. General Graphene, USA kan växa stora krystallstorlekar (> 1 mm) monolagsgrafenen på roll-to-roll sätt. Affärsmodellen från General Graphene är att ha flerfas- och applikationsutveckling med industripartners. Grotex, USA har det tekniska för att odla CVD-grafen, och den starka delen är överföring och mönster. De fokuserar på tillämpningen av biosensor.

## Graphene Flagship

### Graphene for Energy Storage Applications (17 June 2020)

## Graphene Engineering Innovation Centre (GEIC)

I Manchester (Storbritannien) har flera centra skapats för att öka tekniköverföringen mellan universitet och industri. I [National Graphene Institute](#) (NGI) fokus ligger på konceptutveckling, ett steg bort från akademi mot industri, men även standardisering, kvalitetskontroll och hälsofrågor undersöks. [GEIC](#) är ett steg längre mot industrin, har högre TRL än NGI och fokuserar på tillämpningar inom kompositer, energi, membran och bläck.

## Challenges and Opportunities in Graphene Webinar Serie

Denna webinar-serier presenterar utmaningar och möjligheter som grafen presenterar i flera tekniska applikationer och marknadssektorer och hur 2D-material kan göra en skillnad för industrin.

Presentationerna (ungefär 40 minuter vardera) riktar sig mer mot industrideltagare och ha en bra balans mellan inledande information, utmaningar och potentiella nya användningar för grafen.

### Challenges & Opportunities in Graphene Coating (23 april 2020)

I detta första webinar i serien gavs en kort introduktion om grafen och grafenrelaterade material. Resultat från olika funktionella beläggningar (korrosionskydd, branhämmande mm) presenterades, samt en diskussion om de viktigaste utmaningarna: spridning, funktionalisering och uppskalning. Presentation avslutades på en kort presentation av GEIC och vad den har att erbjuda. Webbinariet finns [på nätet](#).

### Environmental Impacts of Graphene, and Opportunities in Sustainability (7 maj 2020)

Webbinariet omfattade allmänna överväganden och frågor kring återvinning och livslängd för grafenprodukter. Det presenteras också insikt i hur förståelse av hela systemmoteden för leveranskedjorna kan erbjuda möjligheter till hållbarhet och vinst. Webbinariet finns [online](#).

### Challenges and Opportunities of Scaling up CVD Graphene Production (21 maj 2020)

I presentationen introducerades hur grafen kan produceras av CVD, vilka är utmaningarna kring uppskalning av tekniken och exempel på potentiella nya användningar för CVD-grafen t.ex. kamouflage. Presentationen är tillgänglig [online](#).

### Thermal Management using 2D Materials (4 juni 2020)

Presentationen inleddes med en introduktion om termisk hantering med tonvikt på behovet av att utveckla nytt material. En jämförelse av värmeledningsförmågan hos olika typer av grafen (enkellager kontra flingor papper) följde. Slutligen gavs en presentation av hur egenskaperna hos grafen och andra 2D-material kan användas för att förbättra värmeledningsförmågan av produkter över flera marknadssektorer. Presentationen finns [på nätet](#).

## **IDTechEx**

IDTechEx säljer marknads-och teknikintelligensrapporter om en mängd olika växande teknik: 3D-utskrift, avancerat material (till exempel grafen), biovetenskap mm. De också arrangerar IDTechEx Show! evenemangsserie som äger rum på våren i Berlin (Tyskland) och på hösten i USA och ge webinarier som också finns tillgängliga [online](#).

De allra flesta webinarier marknadsför en av deras rapporter och ger en kort överblick över informationen köparna kommer få tillgång till i rapporten.

### Threats and Opportunities for Thermal Interface materials (19 maj 2020)

Presentationen gav en kort introduktion till Termiskt ledande material och hur de kommer att vara nyckeln för att möjliggöra nästa generations elektronik. Det gav en översikt över nya material som kunde spela en viktig roll: grafit, kolfiber, grafen... En kort överblick över marknaden presenterades också.

### New Materials Make Supercapacitors Better than Batteries (22 maj 2020)

Webbinariet beskrev strukturen hos superkapacitorer. Följde en presentation av hålen på marknaden (beskrivna som energiinnehåll) på marknaden och hur superkondensatorer kunde fylla de. Några framväxande material med hög potential diskuterades: grafen, kol nanorör... Flera forskningsresultat presenterades, till exempel en grafensupercapacitor för en proteshand.

### Electronics as Smart Materials Bypassing the Traditional Industry (24 juni 2020)

Presentationen visade hur nya elektronikmaterial är på väg att revolutionera traditionell industri genom att visa flera exempel på tillämpningar som fotovoltaisk tapet och justerbara, töjbara, wearable, andningsbara och självdrivna sensorer. Exempelen omfattade flera branscher och hade flera TRLs (technology readiness level).



Virtual Conference: Opportunities for Printed & Flexible Electronics (27 maj 2020)

Konferensen var et halvdag evenemang där flera talare från ett brett spektrum av företag gav korta (20 minuter) presentationer.

Alla talare började med en kort presentation av sitt företag. Presentationerna var inte tekniska men gav en bra överblick över landskapet och affärsnytta för var och en av de mer specifika teknologierna. Det är intressant att notera att även om de flesta presentationer inte direkt talade om grafenutveckling, grafen nämndes flera gånger som ett framväxande och lovande material.

Jerome Labie Duflot (Coca-cola Services) berättade om sitt företags resa mot smart och funktionell förpackning. Rafael Michalczuk (Swarovski) presenterade trenden i wearables och hur hans företag syftar till att använda funktionella kristaller i olika tillämpningar: omvandling och lagring av energi (energy harvesting), NFC... Han diskuterade också hur tryckt elektronik erbjuder nya möjligheter, främst genom att vara så flexibel, lätt och anpassningsbar. Martin Hedges (Neotech AMT) talade om skalbar 3D-printad elektronik och hur de kan göras på befintlig (konventionell) bit eller som helt additiv 3D-printad bit. Tommy Höglund (Ynvisible) pratade om elektrokromskärmar (skärmar där optiska egenskaper kontrolleras med applicerade spänningar) som hans företag tillverkar och deras fördelar. Cristina Bertoni (Elektrolux) och Alessandro Migliavacca (ROLD, R-LAB) gav en gemensam presentation. ROLD R-LAB är en del av innovationsfabriken från Elektrolux och arbetar på ett projekt där målet är att utveckla ett grafenoxid filtrerings- och avkänningsmembran. Tidiga resultat verkade lovande. Jochen Schuermans (Roartis) gav en introduktion om elektriskt ledande lim, deras för- och nackdelar. Limens konduktivitet skapas genom att tillsätta fyllnadsmaterial till en isolerande polymer. En mängd olika fyllnadsmaterial kan användas: kol/grafit, silver... Varje fyllnadsmaterial har fördelar och besvär, vilket ger mycket frihet att anpassa limen.

Raghu Das (IDTechEx) diskuterade om nya trender och möjligheter skapade av Covid-19 krisen. Behovet att hålla avståndet från varandra skapar nya efterfrågan på mänskliga maskingränssnitt och efterfrågan på hälsovårdsprodukter, särskilt smarta plåster som övervakar patienter på ett icke-invasivt sätt (utan implantat) växer. I detaljhandeln kommer vissa projekt att påskyndas, till exempel elektroniska taggar för att automatisera utcheckningar. Det finns också förväntningar på ökad efterfrågan på nya material, såsom antivirala beläggningar.

<https://attendee.gotowebinar.com/register/3305410536747126799>

## Phantoms Foundation

Phantoms Foundation är en professionell konferensarrangörstjänst specialiserad på planering och genomförande av konferenser och onlinemöten med fokus på nanovetenskap och nanoteknologi och särskilt grafen och andra 2D-materials. Det vanligast arrangerar en av de största konferensserierna i Europa med fokus på grafen och planerade att hålla Graphene 2020 i juni i Grenoble. Konferensen är för närvarande planerad till oktober 2020. Deltagare som var intresserade av den mer industriella delen av konferensen, Graphene Industrial Forum, kunde delta i ett online-dagsevenemang i slutet av maj.

## Graphene and 2DM Industrial Forum 2020

Konferensen omfattade grafentillverkning och flera tillämpningar. Det var tre flash-affisksessioner där deltagarna kunde presentera sina affischer i några minuter, vilket utvidgade antalet täckta ämnen. Dagen avslutades på en rundabordsdiskussion där en moderator ställde några frågor till en expertpanel.

De flesta presentationer fokuserade på produktion, integration och tillämpningar av CVD-grafen och riktade till en bred publik.

### Tillverkning av CVD grafen

Det industriella forumet innehöll flera bra presentationer kring tillverkning av och fabrikation med grafenfilmer framställda genom kemisk ångdeponering, CVD. Byung Hee Hong (Seoul National University, Korea) gav en presentation om produktion i kommersiell skala av CVD-grafen och gav exempel på tillämpningar: avisning och elektromagnetisk skärmning. Amaia Zurutuza (Graphenea, Spanien) diskuterade hur vi kan utveckla grafenindustri. Hon diskuterade de aktuella flaskhalsarna som stömmar de fullständiga storskaliga integrationen av grafen på CMOS-plattformen: kontamination (från tillväxt på koppar) och överföringsprocessen. Ravi Sundaram (Oxford Instruments, UK) visade lösningar för tillverkning av komponenter för att ta grafen och andra 2D-material från labbet till pilotlinjerna. Flera processer presenterades, såsom tillväxt av 2D-material i stor skala och tunna dielektriska material. Luigi Columbo (The University of Texas at Dallas, USA) och Archana Venugopal (Texas Instruments, USA) presenterade utmaningar och framsteg inom 2D-material för industriella tillämpningar. Presentation fokuserade på elektronikkyllning och grafen integration i kiselprocessflödet.

### Tillverkning av grafenflagor

Francesco Bonaccorso (BeDimensional, Italy) diskuterade tekniken hans uppstart använder för att producera grafenflingor: våt jetfräsning. Han gav också några exempel på tillämpningar för deras material som är relaterat till energi. Rune Wendelbo (Abalonyx, Norway) berättade om sitt företag som producerar grafenoxid i stor skala. Abalonyx engagerar sig i forsknings- och innovationsprojekt och utvecklar skräddarsydda produkter som sedan kan läggas till i produktkatalogen.

### Tillämpningar

Frank Koppens (ICFO, Spanien) diskuterade hur grafen skulle kunna komplettera och förbättra den nuvarande kiseltekniken som är mycket billig. Denna typ av teknik kan särskilt användas för nattsyn eller THz-detektor som för närvarande inte finns på en kiselplattform (och därför dyrare). Vincent Bouchiat (Grapheal, Frankrike) presenterade hur hans uppstart använder grafen i ett plåster för att minska effekterna av kroniska sår genom att påskynda läkningen och möjliggöra övervakning av läkningsprocessen utan att bandaget behöver tas bort. Paolo Bondavalli (Thales Research & Technology, Frankrike) visade en maskin som gör det möjligt för honom att spraya stora ytor med grafenflagor. Dessa kan användas i flera applikationer: superkapacitorer, minnen baserade på grafenoxid och EM-skärmning.

## **Nanoscience and Advanced Material Speciality Section (NAMSS)**

NAMSS är en undergrupp till Society of Toxicology i USA, en organisation med medlemmar från akademi, offentlig sektor och industri som praktiserar toxikologi. NAMSS är intresserade av potentiella oönskade/skadliga effekter på levande organismer från nanomaterial och arbetar till exempel med att utforma tester och riskbedömningar.

### From Nanomaterials to Advanced Materials: A Health and Safety Perspective (4 mars 2020)

Charles Geraci från National Institute for Occupational Safety and Health, USA gav presentationen. Huvuddelen av webinarret behandlade definitionerna, skillnader och likheter mellan nanomaterial och avancerade material, där deras definition av avancerade material är 'material som är designade för en specifik funktion eller tillämpning'. Exempel på olika material och användningsområden gavs, t.ex. grafen som funktionell tillsats till polymerer vid 3D printning.

Tyvärr inkluderade han inte mycket angående praktiska säkerhetsaspekter men nämnde att alla normala säkerhetstester för nanomaterial också bör gälla för avancerade material. Han poängterade också att den viktigaste aspekten är formen av materialet och inte den kemiska sammansättningen. Webbinariet finns online [här](#) med tillhörande [presentationsmaterial](#).

## SIO Grafen

### Vad är grafen? Webinarserie

Under våren 2020 startade SIO Grafen sin egen webinarie serie Vad är grafen? Totalt var det 10 st webinarier under våren men serien startar upp igen 12:e augusti och kommer fortsatt vara varje onsdag klockan 14.00. Samtliga tidigare webinarier går att hitta på: <https://www.gotostage.com/channel/siografen>

De webinarer som hölls under våren var:

- SIO Grafen- Vad händer 2020 i programmet, Elisabeth Sagström-Bäck SIO Grafen
- Grafen i Sverige, Jon Wingborg SIO Grafen
- 2D-TECH, Ermin Malic föreståndare kompetens centret 2D-TECH på Chalmers
- Roadmap Energi, Ingrid Nyström CIT Industriell Energi
- Roadmap Tillverkning, Johan Ek Weis och Sophie Charpentier Chalmers  
Industrieteknik
- The Importance of innovation, Kari Hjel Head of innovation Graphene Flagship
- Infinite possibilities - graphene and electronics, Sophie Charpentier och Lilei Ye  
Business developer Electronics Graphene flagship
- Improving metals with graphene, Mamoun Taher CEOP Graphmatech
- The Graphene Flagship – A success story, Jari Kinaret Director Graphene  
Flagship.
- Grafen av biomassa, Anna Carlsson CTO Bright Day Graphene