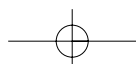


Nanoteknologi



Nano-bioteknologi • Nano-fysik • Nano-sundhed • Nano-produktion



A complex, branching, and interconnected network of thin, translucent, greenish-yellow structures, resembling a dense web or a microscopic view of a biological or synthetic material. The structures vary in thickness and form, with some appearing as thin filaments and others as larger, more rounded, interconnected shapes. The overall appearance is that of a highly porous, interconnected network.

FOTO PÅ FORSIDE: MIKROINDSPRØJTNING.
MIKROSKOPISKE "NANORBOTTER" SOM DENNE
VIL MULIGVIS I FREMTIDEN KUNNE ARBEJDE
DIREKTE PÅ SKADEDE BLODCELLER. CONEYL
JAY/SCIENCE PHOTO LIBRARY.

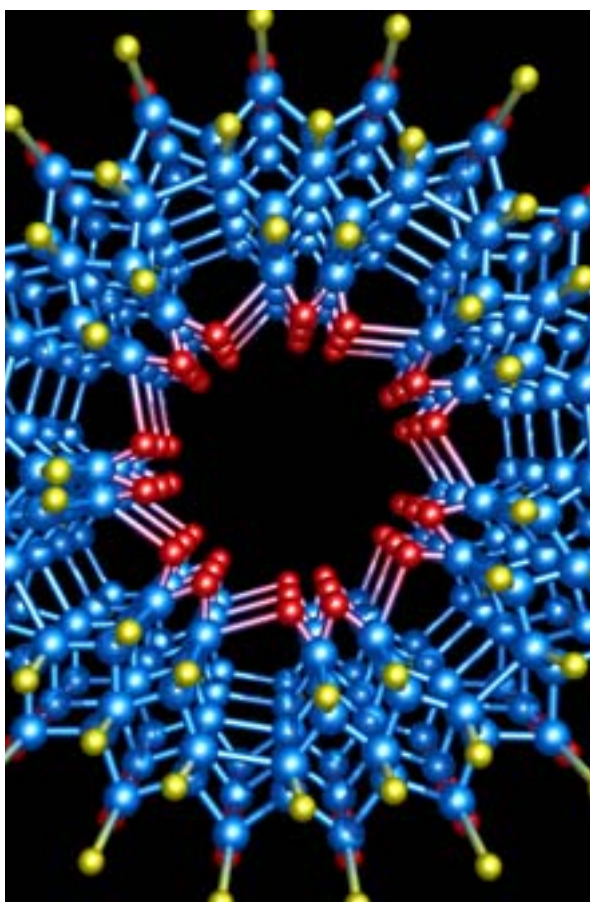
FOTO PÅ DENNE SIDE: TEORETISK SIMULATION AF
ELEKTRONERS STRØMNINGSBEVÆGELSER I EN
"2-DIMENSIONEL ELEKTRON-GAS". BILLEDET ER
SKABT ERIC J. HELLER, HARVARD UNIVERSITY.

INDHOLD

“UDDANNELSE I DET MINDSTE”	4
CIVILINGENIØRUDDANNELSEN	5
SPECIALISERINGER	6
STUDIEFORM	8
DIPLOMINGENIØRUDDANNELSEN	9
CAND.SCIENT. I FYSIK OG NANOTEKNOLOGI	10
JOBMULIGHEDER FOR INGENIØRER (CAND.POLYT.)	12
JOBMULIGHEDER FOR CAND.SCIENT.	12
NANONORD	13
INANO	14
LIVET VED SIDEN AF STUDIERNE	15
OPTAGELSE	16

“UDDANNELSE I DET MINDSTE”

Kan du forestille dig en 1000 GHz computer på størrelse med et postkort? Eller en bioteknologisk robot, der sejler i dine blodårer? Eller et elektrisk kredsløb, der er 10 atomer bredt og udelukkende består af kulstof?



Det lyder som science fiction, men det er præcist hvad nanoteknologien arbejder med. En nanometer er en milliardtedel af en meter, og nanoteknologi handler om at fremstille og undersøge strukturer på den skala. Faktisk benytter naturen allerede nanoteknologi i næsten alle biologiske processer, tænk bare på dna. Her har naturen lavet verdens mest kompakte datalagringsystem ved at sammensætte molekyler på nanoskala.

Forestil dig mulighederne, hvis vi kunne bygge materialer atom for atom. Hvorfor ikke lave elektriske ledninger af lange molekyler? Eller udnytte principperne i fotosyntese til at lave solceller på molekylniveau? Det er de muligheder, som du vil møde på AAU's ingeniøruddannelse i Nanoteknologi.

Aalborg Universitet tilbyder en uddannelse, som kombinerer viden på tværs af de eksisterende ingeniøruddannelser. Som civilingeniør i Nanoteknologi får du mulighed for specialisering inden for Nano-bioteknologi, Nano-fysik, Nano-sundhed eller Nano-produktion. Desuden udbyder vi en cand.scient. uddannelse i Fysik og Nanoteknologi. Uddannelsesstilbuddet henvender sig til dig, der er interesseret i naturvidenskab, fx fysik, kemi og biologi.

HVAD ER NANOTEKNOLOGI?

Det nye og fascinerende ved nanoteknologi er, at mennesket nu har mulighed for at operere med og organisere atomer og molekyler på en helt ny måde, der fører til nye materialer med nye egenskaber, nye komponenter, nyt apparatur, ny medicin og vacciner m.m.

For at studere materialer helt ned i nanoskalaen skal du både lære om produktionen af nanomaterialer, og om hvordan du analyserer materialerne. Det udstyr, vi bruger til at analysere materialerne med, kan samtidig bruges til at flytte på atomer og molekyler i materialet, sådan at vi faktisk selv kan designe en nanoteknologisk overflade.

Aalborg Universitet følger udviklingen, idet samfundet har erklæret et behov for kandidater, der kan medvirke til udforskning, udvikling og indførelse af nanoteknologi.

NANOTEKNOLOGISKE UDDANNELSER PÅ AAU

Nanoteknologien favner utroligt bredt – både i viden- skaben og i industrien. Lige fra sundhedssektoren til mobiltelefonindustrien har nanoteknologi et meget stort potentiale. Derfor udbyder Aalborg Universitet også en bred vifte af specialiseringsmuligheder på området.

Overordnet kan du vælge mellem at læse til diplom- eller civilingeniør i Nanoteknologi eller cand.scient. i Fysik og Nanoteknologi. Hvis du vælger civilingeniør- uddannelsen, udbyder vi fire forskellige specialiseringer inden for nanoteknologien. Dermed kan du få den faglige profil, som du ønsker dig. Uanset dit valg starter du på Basisåret, og alle får dermed det samme brede grundlag for det videre uddannelsesforløb, herunder introduktionen til problemorienteret projektarbejde.

CIVILINGENIØRUDDANNELSEN

STUDIETS OPBYGNING

Skemaet nedenfor viser, hvordan ingeniøruddan- nelsen i Nanoteknologi er bygget op. Allerede på Basisåret, der består af to semestre, arbejder man med grundlaget for nanoteknologi, men der er også kurser i fx matematik og it. Efter Basisåret starter bachelordelen, som strækker sig over fire semestre. På bachelordelen kommer du i berøring med alle sider af nanoteknologi, fx laboratoriearbejde, kvantemekanik og bioteknologi på nanoniveau. Endelig udgør 7.-10. semester specialiseringsdelen. Ideen er, at man på bachelordelen ”snuser” til de mange forskellige emner, og derefter vælger at specialisere sig inden for et af hovedområderne.



SPECIALISERINGER

Efter 6. semester skal du vælge en nanoteknologisk specialisering i retning af bioteknologi, fysik, sundhed eller produktion. Disse specialiseringer udbydes inden for de stærke tekniske og naturvidenskabelige forskningsområder, og vil også være åbne for bachelorer i Nanoteknologi fra andre universiteter.

NANO-BIOTEKNOLOGI

Specialiseringen i Nano-bioteknologi vil give dig viden om de mange muligheder, som nanoteknologien tilbyder biovidenskaberne. Du vil opnå en detaljeret forståelse for, hvilke teknologiske udfordringer bioteknologien repræsenterer med fokus på bioteknologisk forskning og biomedicin til diagnose. Endelig vil overbygningen i Nano-bioteknologi tilbyde avanceret molekylemodellering, inklusive molekyledynamik af både biomakromolekyler (nukleinsyrer og proteiner) og selvaggrerende molekyler (phospholipider).

NANO-FYSIK

Specialiseringen i Nano-fysik fokuserer på anvendelser af nanoteknologi til nye optiske og elektroniske komponenter og nye materialer, fx rettet mod kommunikationsteknologi, sensorteknologi, katalyse m.m. I forløbet får du kurser, som behandler nanoskalamaterialers specielle elektroniske og optiske egenskaber, hvor bl.a. kvanteeffekter og overflader spiller en væsentlig rolle. Uddannelsen dækker elementerne modellering,

karakterisering og produktion på nanometerskala og giver rige muligheder for en erhvervsrettet profil. Du vil kunne arbejde med projekter, der afspejler den brede vifte af muligheder og kan spænde helt fra grundvidenskabelige undersøgelser til fremstilling af fx integrerede optiske kredsløb.

NANO-SUNDHED

Specialiseringen i Nano-sundhed vil fokusere på områderne biomedicin og sundhedsvidenskab. Det betyder, at du kan være med til at udvikle nye behandlinger, diagnosemetoder og leveringssystemer. Formålet med denne specialisering er at give den studerende kompetence til at videreføre forskning i metoder og komponenter i submikron- og nanostørrelse inden for levende cellers substrukturer, biologiske markører i cellulære proteiner og den genetiske kode. Det giver nye anvendelsesmuligheder, der i fremtiden kan udvikle sundhedsplejen.

NANO-PRODUKTION

Specialisering i produktionsteknologi vil fokusere på at uddanne kandidater med speciale i produktionstekniske forhold inden for nanoteknologi. Overbygningen er fagligt centreret om nanofabrikation og materiale- og procesteknologier, produktudvikling m.m. Du vil komme til at behandle de specielle forhold vedrørende tolerancer og renhed og anvendelse af avanceret robotteknologi i forbindelse med nanoteknologi.

ANITA FRIIS SOMMER, 4. SEMESTER



I slutningen af gymnasiet begyndte jeg at interessere mig meget for naturvidenskab og ville gerne studere videre. Jeg fandt ud af, at Nanoteknologi på Aalborg Universitet bl.a. indeholder en kombination af fysik og biokemi, netop de fag, som jeg brænder mest for.

Jeg synes, det er spændende at finde ud af, hvad verden er opbygget af helt fra bunden. Både for at finde ud af hvad naturen består af, men også for

at bruge den viden til at udvikle nye materialer og muligheder. Uddannelsen giver mig et mere nuanceret billede af den virkelighed, vi som mennesker bevæger os rundt i. Når jeg er færdiguddannet, ser jeg frem til at få et arbejde, hvor jeg kan være med til at forbedre nogle af de områder, som giver mennesker problemer i dag.

Jeg kommer oprindeligt fra Vejle, men valgte at flytte til Aalborg, fordi jeg havde hørt så meget godt om studieformen ved Aalborg Universitet. Jeg har aldrig været ret god til gruppearbejde, men er blevet rigtig glad for det nu, og har også fået nogle gode venskaber ud af det. Det er rart, at der ikke er afleveringer hele tiden, og at man i stedet kan bruge tiden på ét stort semesterprojekt. Det tror jeg, man får mere ud af i længden.

STUDIEFORM

Der er flere kendetegn ved uddannelsen i Nanoteknologi. Du vil få en tværfaglig teoretisk og eksperimentel viden lige fra studiestarten. Desuden vil du opleve, at emner fra fysik, bioteknologi, kemi, it osv. vil indgå i uddannelsen, fordi nanoteknologien netop kombinerer alle disse fag. Du kan også forvente, at samspil med erhvervsvirksomheder er en integreret del af studiet.

De enkelte semestre er opbygget af studieenhedskurser, projektenhedskurser og projektarbejde. Rundt regnet bruges ca. halvdelen af studietiden på problemorienteret projektarbejde, som er hjertet af den velkendte og velfungerende Aalborg-model – studieformen på Aalborg Universitet. Projektarbejdet foregår i grupper, der typisk består af 3-7 medlemmer. Hver gruppe har sit eget grupperum med plads til pc'er, kaffemaskiner og meget mere. Hvert projekt varer et helt semester, på nær første semester, hvor man laver to mindre projekter. De enkelte projektgrupper får tilknyttet en vejleder, som vil hjælpe gruppen med både teoretiske og eksperimentelle problemer. Hvert semester har et overordnet projekttema, som projekterne vælges ud fra. Projektenhedskurserne på de enkelte semestre er specielt rettet mod projektarbejdet, og indholdet passer derfor til semestrets tema.

PÅ DE FØRSTE SEKS SEMESTRE ER TEMAERNE:

1. semester: Modeller og virkelighed med undertema "nanoteknologiske målemetoder"
2. semester: Størrelsesordener i naturen/ universet med undertema "kunstige nanostrukturer"
3. semester: Detektion af nanostrukturer
4. semester: Nanostrukturers opbygning
5. semester: Microfluider og microarrays
6. semester: Nanofabrikation

EKSEMPLER PÅ PROJEKTARBEJDE

1. SEMESTER.

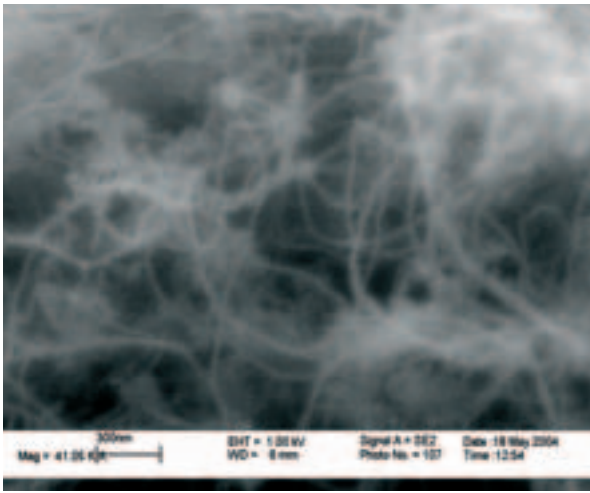
"Faseovergange på nanoniveau". På dette semester bliver du introduceret til en række forskellige nanoteknologiske måleteknikker. Her kan nævnes optisk mikroskopi, Atomic Force mikroskopi og forskellige former for spektroskopi. I projektet bruges teknikkerne på forskellige nanostrukturer som fx krystallerne af natrium-acetat på billedet herunder, som er taget vha. et mikroskop med CCD-kamera af en projektgruppe på 1. semester.



2. SEMESTER.

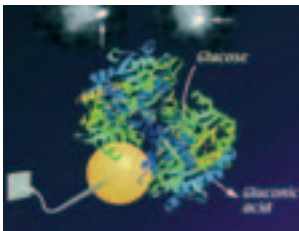
"Dyrkning af silicium nanowirer". I dette projekt konstruerede de studerende selv en opstilling til at

fremstille ultratynde "ledninger" af silicium. Som man kan se af gruppens elektron-mikroskop-billede nedenunder, er tykkelsen af ledningerne helt ned til ca. 10-20 nanometer (læg mærke til 300 nanometer målestokken). Sådanne nanoledninger spås en stor fremtid inden for elektronik på nanoskala.



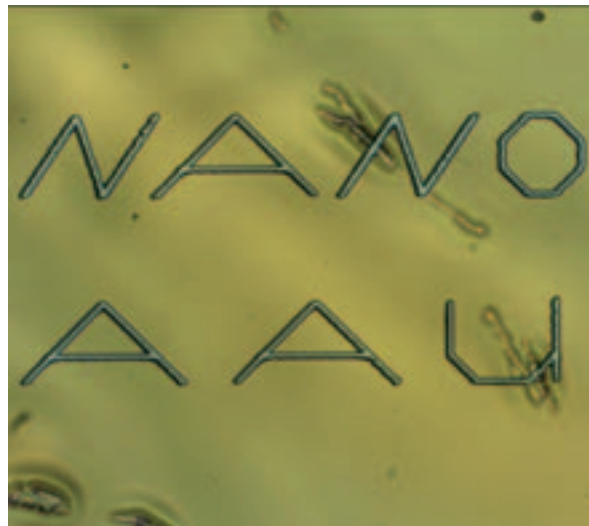
3. SEMESTER.

"Udnyttelse af enzymer i nanobiosensor". Enzymer er naturens katalysatorer, og et stort mål for nanoteknologien er at udnytte deres fænomene evne til at fremskynde og styre specifikke reaktioner. I projektet hæftede de studerende enzymer af typen glukoseoxidase til en guldoverflade. Enzymerne kan "genkende" glukose og dermed bruges til at måle indholdet af sukker i menneskers blod. Gruppen kunne derfor lave en egentlig nanobiosensor, der rent faktisk kunne detektere glukose.



4. SEMESTER.

"Fabrikation af mikrokanaler til nanobiosensor". Som et samarbejde med "enzym-gruppen" valgte to andre grupper at arbejde med at producere et mikrokanalsystem til biosensoren. De lavede software og elektronik til at "skrive" kanaler direkte i et tyndt plastiklag vha. en laser. Det lykkedes at lave kanaler, der kun var godt en mikrometer brede, og som man kan se på billedet, kunne teknikken også bruges til at skrive "nanobogstaver".



DIPLOMNINGIØR- UDDANNELSEN

Ønsker du at blive diplomingeniør, tager uddannelsen 3½ år. Det betyder, at du på 7. semester skriver afgangsprøve, ofte i samarbejde med en privat virksomhed.

CAND.SCIENT. I FYSIK OG NANOTEKNOLOGI

Sideløbende med civilingeniøruddannelsen i Nanoteknologi udbydes også en cand.scient. uddannelse i Fysik med hovedvægt på Nano-fysik. Uddannelsen består af en bachelordel og en kandidatdel, som vist på figuren herunder.

I forløbet kombineres Fysik med et andet fag, sædvanligvis Matematik, Datalogi eller Kemi. Du opnår dermed en bachelorgrad i begge fag. Desuden specialiserer du dig inden for det ene fag, som således bliver det centrale fag. På figuren er kombinationen Fysik og Matematik brugt som eksempel. Du kan også

vælge at læse Fysik i stedet for Matematik på 9. semester, men dermed miste du muligheden for at blive gymnasielærer.

STUDIEFORLØB FOR CAND.SCIENT.

Cand.scient. studiet i Fysik og Nanoteknologi forløber parallelt med civilingeniøruddannelsen i Nanoteknologi. Mange kurser er fælles for begge grupper af studerende, dog får cand.scient. studerende nogle særlige kurser i grundlæggende fysik som fx relativitetsteori og atom/kerne fysik. Studieforsløbet for Ingeniør- og Naturvidenskabsretningen er derfor meget ens. Faktisk får du på kandidatdelen en stor del af



den undervisning, som de ingeniørstuderende får på deres specialisering. Som studerende i naturvidenskab har du måske lyst til at dykke ned i de grundvidenskabelige spørgsmål, som Nano-fysikken rummer, fx inden for kvantemekanik eller nanostrukturers særlige egenskaber. Derfor er der i projektdelen skabt særlig mulighed for at arbejde med den slags emner.

EKSEMPLER PÅ PROJEKTER INDEN FOR FYSIK OG NANOTEKNOLOGI:

- Optisk egenskaber af kulstof-nanorør
- Scanning-tunnel mikroskopi på halvlederoverflader
- Teoretisk kvantemekanik og kvanteoptik
- Spektroskopi på nanostrukturer

TROELS RØNNOW, 4. SEMESTER



Jeg læser Nanoteknologi, fordi jeg interesserer mig for naturvidenskab generelt, og herunder specielt fysik. Jeg synes godt om, at faget er så abstrakt. Det er sjovt at prøve at forstå ting, som ikke opfører sig, som man intuitivt ville forvente.

Jeg kan godt lide både de teoretiske og praktiske aspekter af studiet - og det er jo altid hyggeligt at diskutere med sin gruppe, hvorfor de aldrig stemmer overens. Det er i det hele taget en enorm styrke at være flere til at finde problem-løsninger.

JOBMULIGHEDER FOR INGENIØRER (CAND.POLYT.)



NANOTEKNOLOGI-STUDERENDE
OMKRING ET VAKUUMKAMMER,
HVOR DER FREMBRINGES METALLAG
MED EN TYKKELSE PÅ FÅ NANOMETER.

Der er et behov for nanoteknologiske ingeniører i videntunge industrier og områder såsom: Firmaer indenfor nano-, medico og bioteknologien, katalysator-, tynd-film- og halvlederindustrien, kommunikationssektoren samt farmaceutiske firmaer og virksomheder, der udvikler komponenter og nye materialer.

Med de nye muligheder for at designe materialer på det atomare og molekylære niveau vil der klart være jobmuligheder inden for omfattende grundforskning og anvendt forskning i den offentlige sektor. Hertil kommer mange nye aktiviteter og firmaer, der blomstrer op i takt med, at denne teknologi, der er præget af dynamik og står højt på dagsordenen i de højtudviklede områder i hele verden, vinder indpas.

JOBMULIGHEDER FOR CAND.SCIENT.

Med en kombination af fx Matematik og Fysik er du kvalificeret til at arbejde med teknisk-naturvidenskabelige problemstillinger side om side med civilingeniører i højteknologiske virksomheder. Du kan endvidere få kompetence til at undervise i gymnasiet gennem pædagogikumordningen. Vælger du en specialisering i Fysik, kan du desuden vælge at blive forsker eller arbejde med udvikling både i erhvervslivet, ved universiteter eller andre forskningsinstitutioner.

NANONORD

Virksomheden NanoNord A/S er grundlagt i 2001 af direktør Ole N. Jensen, tidligere ejer og grundlægger af en større telekommunikationsvirksomhed i regionen. Selskabets ledelse og administration samt udviklings- og produktionsfaciliteter er beliggende tæt ved Aalborg Universitet. Det er selskabets formål at udvikle og producere nye produkter med nanoteknologisk indhold.

Aalborg Universitet har indgået en fast samarbejdsaftale med NanoNord. Den indbefatter bl.a. brug af virksomhedens udstyr. Dermed får studerende på AAU adgang til et af Nordeuropas mest avancerede nanoteknologiske laboratorier. NanoNord omfatter 1840m² med udviklingsafdeling og laboratoriefaciliteter, herunder et såkaldt klasse 100 rentrum på 1000m² og avanceret udstyr til nanoteknologisk udvikling og produktion – bl.a. litografiudstyr med 350nm opløsning, LP-CVD vertikalovne, produktions PVD udstyr, robotsystemer til montage og pakning, semi-automatiske ætsebænke samt avanceret metrologiudstyr.

INANO

Aalborg Universitet samarbejder endvidere med Aarhus Universitet gennem det fælles nanoteknologi-center iNANO.

DANNY
MALKOWSKI,
4. SEMESTER



Jeg valgte at læse Nanoteknologi, fordi retningen virkede meget lovende mht. jobmuligheder ude i fremtiden. Der er jo pt. endnu ikke nogle færdiguddannede ingeniører med speciale i nanoteknologi, hvilket højst sandsynligt vil gøre os meget eftertragtede, når vi har afsluttet uddannelsen. Og så synes jeg selvfølgelig også det lød spændende!

Jeg er meget glad for, at kurserne er så forskellige, som de er. Jeg interesserer mig både for biokemi, fysik, medicin og sundhed, og det dækker fagene flot over med kurser som genetik, proteinstrukturer og kvantemekanik.

Jeg har altid været meget glad for at arbejde i grupper. Jeg har taget min studentereksamen på HTX, hvor der også indgik gruppearbejde. På AAU er gruppearbejdet med det problemorienterede projektarbejde endnu bedre, da det skaber et bredere projekt, når der kommer flere synsvinkler ind på emnet. Når man løber ind i et problem, eller der er nogle opgaver, man ikke lige kan finde ud af, er der altid nogle man kan snakke med det om i gruppen! Det kan jeg godt lide ved AAU-modellen.

LIVET VED SIDEN AF STUDIERNE

Med 13.000 studerende er Aalborg efter danske forhold en stor universitetsby. De mange studerende sætter selvfølgelig deres præg på byen. I Aalborg finder du alt hvad hjertet kan begære. Der er et bredt udbud af musiksteder, der udbyder alle musikgenrer. Du finder teatre, caféer, restauranter og masser af diskoteker. Shoppingmulighederne er i top, og det samme er udbuddet af sportsaktiviteter. Glem heller ikke, at Aalborg blot ligger en halv times kørsel fra de flotteste hvide sandstrande, der findes i Danmark.

LIVET PÅ AAU

På grund af den særlige studieform på Aalborg Universitet, hvor du arbejder i grupper, får du hurtigt et godt socialt netværk. Projektarbejdet betyder, at du tilbringer meget tid på universitetet, hvor gruppearbejdet og diskussionerne typisk foregår. Men der er også andet end studierne. Grupperne arrangerer ofte fællesspisning og byture.

På universitetet er der et rigt socialt liv i forbindelse med universitetsmiljøet. Der er bl.a. sportsarrangementer planlagt af de studerende, hvor du kan dyrke forskellige sportsgrene og møde studerende fra andre retninger. Der bliver løbende også arrangeret foredrag og koncerter.

Derudover findes der op til flere fredagsbarer, herunder "Basisbaren", der er placeret det sted, du læser det første år. Baren bestyres af førsteårs studerende og er åben hver fredag. Den er et alle tiders samlingssted for studerende fra forskellige studieretninger.

STUDENTERHUSET

Studenterhuset i Aalborg er et af Danmarks største studentehuse og er også blevet kåret til Danmarks bedste. Huset er drevet af studerende for studerende. Her finder du et væld af aktiviteter til studentervenlige priser. Studentarhuset ligger på Gl. Torv lige midt i centrum af Aalborg og er stedet, hvor du møder studerende fra alle studier samt fra andre uddannelsesinstitutioner.

Der bliver afholdt mange forskellige arrangementer fx koncerter, stand-up, foredrag og jazzaftener. Man kan også mødes i studentercaféen, hvor du finder et stort udvalg af drikkevarer og meget mere, og hvor der er mulighed for at tage et slag pool eller backgammon.



GODT AT BO GODT

Sammenlignet med andre danske universitetsbyer er Aalborg i den bedste ende med hensyn til boligtilbud. Aalborg har en "tag-over-hovedet garanti". Det betyder, at hvis du ikke har et sted at bo, når du starter på universitetet, så garanterer Aalborg Kommune dig tag-over-hovedet, indtil du selv finder en bolig.

OPTAGELSE

For at blive optaget på uddannelserne inden for Nanoteknologi skal du opfylde nogle formelle adgangskrav. Du skal have en adgangsgivende eksamen fra gymnasiet, htx, hhx, hf eller adgangskursus. Desuden skal du opfylde nogle fagspecifikke krav:

DIPLOM- OG CIVILINGENIØR- UDDANNELSEN I NANOTEKNOLOGI

- Matematik A-Niveau
- Fysik B-Niveau
- Kemi C-Niveau

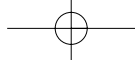
CAND.SCIENT. I FYSIK OG NANOTEKNOLOGI

- Matematik A-Niveau
- Fysik B-Niveau

For at blive optaget på civilingeniøruddannelsen skal du desuden have enten mindst 8,0 i gennemsnit i din adgangsgivende eksamen eller 7,0 i hvert af fagene Matematik og Fysik (gennemsnit af års- og eksamenskaraktererne). Adgangen til alle uddannelserne i Nanoteknologi foregår via det Teknisk-Naturvidenskabelige Basisår.

Du skal udfylde ansøgningskemaet til Den Koordinerede Tilmelding og indsende det senest 1. juli. Hvis du ikke opfylder adgangskravene, udbyder Aalborg Universitet supplerende i enkelte fag eller adgangskursus, som giver direkte adgang til et studium på Ingeniør- og Naturvidenskab. Kontakt studievejledningen for mere information.





INFORMATION

Nanoteknologi på AAU
www.physics.aau.dk
www.nanobio.aau.dk

Aalborg Universitet
www.aau.dk

Ingeniør- og Naturvidenskab, AAU
www.AAuni.dk

Studievejledningen
Tlf. 9635 9440
studievejl@adm.aau.dk
Åbent: Hverdage kl. 12-15

Den decentrale Studievejledning
Tlf. 9635 8614
nanovejl@cs.aau.dk

