

# Fra myremalm til jern

## – et brugerdrevet undervisningsmateriale



Forfattere:

Museumsinspektør Lene Birgitte Mirland (projektleder)  
Arkæolog, jernmager, smed og formidler Mads Rohde Jylov

November 2011

# Fra myremalm til jern

## – et brugerdrevet undervisningsmateriale

---

### Kort om projektet

I projektet er der udviklet et undervisningsmateriale om jernudvinding i vikingetiden bestående af hjemmesiden [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk) og en materialekasse, som kan lånes via CFU i Region Midtjylland. Indholdet af materialekassen kan bruges, når en klasse ønsker at prøve nogen af de forsøg, der er beskrevet på hjemmesiden. Materialet er rettet mod undervisningen i fysik/kemi samt matematik i 8.-10. klasse.

Hjemmesiden er udviklet i et samarbejde mellem elever og lærere fra 8.Y og 9.Z på Forældreskolen i Aarhus og Moesgård Museum. En af hjemmesidens to hoveddele består af elevernes formidling af deres egne eksperimenter med jernudvinding i form af film og PowerPoints samt et link til den blog, som eleverne brugte til at kommunikere deres oplevelser og eksperimenter med, mens eksperimenterne fandt sted. Det er hensigten, at denne del af hjemmesiden fremover skal omfatte endnu flere og forskelligartede elevdokumentarer i takt med, at skoleklasser på Moesgård Museum og andre steder gennemfører eksperimenter med jernudvinding. Den anden hoveddel af hjemmesiden er en vidensbase, hvor lærere og elever kan hente konkret viden om jern og jernudvinding og finde vejledninger til forsøg og opgaver, der relaterer sig til emnet jernudvinding i vikingetiden.

Som afslutning på projektet er der holdt et lærerkursus, hvor hjemmeside og materialekasse blev præsenteret, og hvor lærerne fik mulighed for at deltage i et forsøg med jernudvinding lige til dem, der er udgangspunktet for hjemmesiden og kan gennemføres med skoleelever.

Desuden blev der i forlængelse af forskerseminaret *Smedens rum* i oktober holdt et miniseminar på Moesgård Museum med deltagelse af jernmagere og jernforskere fra Danmark og Norge, som interesserer sig særligt for at involvere museernes brugere i arkæologiske eksperimenter. Her blev undervisningsmaterialet præsenteret, der blev udvekslet erfaringer med at lave jernudvindingsforsøg med børn og unge, og der blev etableret et netværk, som skal udbrede og videreudvikle hjemmesiden.

Projektet er gennemført i perioden februar-november 2011 med enkelte pauser grundet sommerferieperioden og andre projekter på Moesgård Museum, der skulle varetages af projektets nøglepersoner.

## Ændringer i forhold til ansøgningen

Kulturarvsstyrelsen blev ansøgt om et samlet beløb på 348.500 kr. til projektet. Der blev bevilliget 248.500 kr., ligesom der skete ændringer i bevillingstidspunktet, hvilket betød at vi måtte ændre lidt på konceptet, vi havde udtænkt.

De primære samarbejdspartnere blev 8.Y og 9.Z fra Forældreskolen og deres lærere Nick Hougaard og Ivan Storgaard. Samarbejdet med Fåborg Sundskolen måtte opgives pga. den fysiske afstand og de deraf følgende økonomiske omkostninger samt den ændrede tidsplan.

På grund af bevillingen på 100.000 kr. mindre end det ansøgte, måtte vi også opgive samarbejdet med designer Ole Prinds om udvikling af hjemmesiden. Vi valgte i stedet at udnytte de kompetencer, der i forvejen var til stede på Moesgård, og således producere hjemmesiden selv.

Økonomien i projektet betød også, at vi måtte afstå fra at holde lærerkursus i samarbejde med Naturvidenskabernes Hus i Bjerringbro. Til gengæld brugte vi erfaringerne fra projekt *Fra myremalm til jern* i NatPLUS projektet, der er forankret i Naturvidenskabernes hus, og hvor vi samarbejder med Mercantec i Viborg om at udvikle naturvidenskabelige forløb rettet mod 1. htx.

Da vi mod projektets afslutning fik mulighed for at tilrettelægge et miniseminar for jernmagere og jernforskere fra Danmark og Norge, som arbejder med at lave jernudvindingsforsøg sammen med skoleelever, og vi kunne se, at der i budgettet var midler til at afholde det, blev dette føjet til projektet og kom til at markere dets foreløbige afslutning.

Før sommerferien havde vi planlagt, at hjemmesiden i august-september skulle brugertestes af udvalgte elever fra Forældreskolens ældste klasser, ligesom de opgaver og forsøg, der findes på hjemmesiden, skulle testes. Det har imidlertid ikke været muligt at gennemføre disse tests endnu, men de er nu planlagt til at finde sted 9. og 13. december 2011. Årsagen til udsættelsen af denne del af projektet har været travlhed og ændringer af planer for andre arbejdsopgaver og undervisning på henholdsvis Moesgård Museum og Forældreskolen.

## Baggrund for projektet

Moesgård Museum udbygges i øjeblikket og åbner for publikum i helt nye rammer i sommeren 2014. Hele processen omkring udbygningen har givet anledning til at kigge indad mod vores eksisterende formidlingspraksis og se på, hvor vi vil hen – bl.a. med den formidling, som er rettet mod undervisningsinstitutionerne.

Vi har konstateret, at vores nuværende praksis for en stor del bygger på den velkendte afsender-budskab-modtager-model, og at eleverne i de ret ensartede forløb rettet mod få fag ofte er meget passive eller har begrænsede udfoldelsesmuligheder. Dette harmonerer dårligt med vores ønske om, at give dem mulighed for både indsigt og indlevelse.

Derfor ønsker vi at udvikle en formidling, hvor eleverne er mere aktive medskabere af forløbene på museet og de undervisningsmaterialer, vi udvikler. Vi ønsker, at der fremover skal ske en langt større udveksling mellem brugerne og museet, og vi ønsker at skabe forløb og materialer, der giver eleverne mulighed for at lære på forskellige måder og bruge museets viden i flere fag.

Projektet her er det første, hvor vi har arbejdet med at skabe et undervisningsmateriale gennem inddragelse af brugerne, som i dette tilfælde tæller både elever og lærere. Samtidig har vi arbejdet med en ny målgruppe – udskoling – og rettet materialet mod fag, som vi ikke tidligere har henvendt os til.

Omdrejningspunktet i projektet er eksperimenter med udvinding af jern fra myremalm i ovne af ler, der er rekonstrueret med udgangspunkt i fund fra vikingetiden og middelalderen. Arkæolog, jernmager, smed og formidler Mads Rohde Jylov har arbejdet med eksperimentel jernudvinding gennem en årrække, og det er på baggrund af hans viden og erfaringer, at projektet er blevet bygget op. Da projektet blev defineret, pegede han på, at udvinding af jern er forbundet med en række fysiske og kemiske processer, som er relativt nemme at vise gennem enkle forsøg og passer med trin- og læringsmål for udskoling (jf. ansøgningen). Det er samtidig let at bygge en rekonstruktion af en jernudvindingsovn som dem fra vikingetid og middelalder, ligesom det er nemt at skaffe de materialer, der skal bruges. Endelig er oplevelsen af en jernudvindingsproces meget intens og spektakulær; den er umiddelbart fascinerende og opleves ofte som magisk.

Projektgruppen har arbejdet tæt sammen med Moesgårds Rekonstruktionsværksted, hvor der bl.a. arbejdes med eksperimentel arkæologi, og med Moesgårds Konservering og Naturvidenskabelige Afdeling, hvis ressourcer således er blevet aktiveret i forhold til formidling til skolerne. Rekonstruktionsværkstedet har bistået med redskaber og mandskab i forbindelse med forsøgene, mens personale fra Konservering og Naturvidenskabelig Afdeling har fungeret som sparringspartnere i forbindelse med opstilling af forsøg og udvikling af materialekasse.

## Projektforløb

Dette afsnit beskriver de rammer, som samarbejdet mellem museum, elever og lærere skete inden for, og den proces, som samarbejdet mandede ud i.

Erfaringer fra projekterne Intraface og NatPLUS, hvor Moesgård Museum har udviklet forløb på museet i samarbejde med ungdomsuddannelser, har vist os, at det er afgørende for et projekts succes at udvikle rammen for et forløb i samarbejde med de lærere, som er partnere i projektet. Derfor holdt vi som indledning til projektet et møde med Ivan Storgaard og Nick Hougaard, hvor vi lagde vægt på at afstemme forventningerne til projektet, at fastlægge tidsforbrug og tidsplan, at idéudvikle i fællesskab (finpudsning af konceptet beskrevet i ansøgningen) og at sparre med lærerne om elevernes niveau og erfaringer med at samarbejde samt sammenhængen mellem forløb på skolen og på museet.

Vi holdt også et møde med pædagogisk konsulent Ole Haubo Christensen fra CFU i Region Midtjylland (Aarhus), der sparrede med os omkring det at skabe relevante undervisningsmaterialer og planlægning af materialekasser.

Forløbet, hvor elever, lærere og museumsfolk arbejdede intenst sammen, strakte sig over en periode på knap to måneder – fra slutningen af marts til slutningen af maj 2011. Forløbet var bygget op på denne måde:

### Introduktionsdag på Forældreskolen

For at opnå det bedste samarbejde og lære hinanden at kende, blev der afsat en hel skoledag (6 timer), hvor projektet blev præsenteret for eleverne, og hvor der blev arbejdet med at forberede forsøg og formidling af dem samt at udvikle idéer til hjemmesidens indhold og udseende. Dagen, som Mads Rohde Jylov og Lene Birgitte Mirland stod for i fællesskab, var bygget op af følgende elementer:

- **Introduktion til forsøg med jernudvinding.** Eleverne fik en kort introduktion til, hvad eksperimental arkæologi er, hvordan man stiller et forsøg op med forsøg med jernudvinding som eksempel, og hvad det er for en grundlæggende fysik og kemi, der er involveret, når sådan et forsøg uføres (lærerne fulgte dette op i deres undervisning senere). Udgangspunktet for introduktionen var, at vi på museet havde brug for elevernes hjælp til at gennemføre Danmarkshistoriens hidtil største dokumenterede jernudvindingsforsøg, hvor vi skulle udvinde jern i 7 ovne samtidig. Vores mission var desuden at formidle proces og resultater, så unge på elevernes egen alder ville synes, at det var spændende og kunne lære noget om emnet. Vi skulle sammen lave et online undervisningsmateriale. Det havde vi også brug for elevernes hjælp til, både i form af gode idéer og egentlige produkter til hjemmesiden.
- **Workshop: smedning i jordesse.** Eleverne fik en direkte erfaring med at arbejde med det materiale, jern, som de senere skulle forsøge at fremstille, og det blev indirekte slået fast, at de skulle til at arbejde på en anden måde, end de var vant til.
- **Workshop: dokumentation af fund.** Vi ville prøve at designe forsøgene med jernudvinding, så der var tale om forsøg, som var reelle og kunne have en videnskabelig værdi. Derfor var det vigtigt, at eleverne fik en indsigt i, hvordan man dokumenterer korrekt og hvilke faldgruber, der kan være. Dette skete gennem en øvelse, hvor eleverne var inddelt i grupper, der sad spredt, og fik tildelt hver sin genstand (originale fund fra Moesgård Museums magasiner) samt registreringskort. Hver elev skulle nu udfylde et registreringskort, herunder beskrive genstanden med ord, men han/hun måtte ikke tegne. Da dette var sket, blev registreringskortene fra en gruppe samlet sammen og givet til en anden gruppe, som ikke havde set genstanden, men på baggrund af beskrivelsen på registreringskortet skulle tegne det, der var beskrevet. Til sidst blev alle tegninger og genstande sammenlignet, og det blev diskuteret, hvad en god registrering er, og hvad der er vigtigt at huske på, når man registrerer.
- **Workshop: den bedste hjemmeside.** Udgangspunktet for denne workshop var, at vi ikke vidste, hvad de unge synes er en god hjemmeside/et godt online undervisningsmateriale. Vi lavede derfor en workshop, hvor vi først bad eleverne om at beskrive verdens værste hjemmeside med stikord, som vi skrev op på tavlen. Med udgangspunkt i dette, skulle eleverne derefter i grupper beskrive verdens bedste hjemmeside og udarbejde et ark med anbefalinger til museet. Det blev understreget, at det f.eks. ikke var nok at skrive ”pæn”, hvis der på tavlen stod ”grim”, men at eleverne skulle uddybe, hvad de mente med pæn. Eleverne skulle desuden komme med et bud på et

godt navn på hjemmesiden, og da flere kom med idéen [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk), fandt valget på dette.

- **Introduktion til blogs.** En del af læringsstrategien i projektet gik ud på, at eleverne på forskellige måder skulle formidle deres oplevelser og forsøg. Dette skulle dels ske gennem et slutprodukt, hvis karakter eleverne selv valgte (se nedenfor), og dels gennem en blog, der kunne formidle elevernes proces til omverdenen, mens forsøgene fandt sted. Den skulle samtidig fungere som kommunikationskanal for elever, lærere og museumsfolk i hele forløbet. Desuden ville bloggen fastholde elevernes umiddelbare oplevelse af det, der foregik, hvilket vi kunne bruge som arbejdsredskab efterfølgende i videreudvikling af dette og andre projekter. Endelig havde vi en formodning om, at bloggen kunne være med til at motivere eleverne. Moesgård Museums arkæologer bruger Wordpress blogs, der også findes som smartphone app, og derfor blev dette gratis blogsystem valgt til vores projekt.
- **Workshop: planlægning af slutprodukt.** Dagen blev afsluttet med en workshop, hvor eleverne arbejdede i de 7 grupper, som skulle gennemføre hvert sit forsøg. Her skulle den enkelte gruppe først beslutte, hvilket slutprodukt de ville bidrage til online undervisningsmaterialet med (de fik frit valg). Dernæst skulle de lave en produktionsplan og beslutte, hvem der havde ansvar for hvad (hvem skulle f.eks. filme, speake, fotografere, lave det praktiske arbejde).

### Ovnbyggeri på Moesgård

To dage efter introduktionsdagen og en uge før selve forsøgene med jernudvinding skulle gennemføres besøgte de to klasser Moesgård Museum for første gang og brugte 5 timer på i grupper at bygge og dokumentere opbygningen af 7 ovne. Ovnene skulle være så ens som muligt og skulle derfor bygges efter en arbejdstegning, hvilket betød at denne dag i høj grad kom til at stå i matematikkens tegn.

For at eleverne skulle komme godt i gang med at bruge bloggen og blive fortrolige med den, blev der stillet krav til eleverne om, at hver gruppe skulle skrive mindst tre blogindlæg i løbet af dagen. Dette skete via elevernes egne smartphones og to bærbare computere med trådløs internetforbindelse, som var sat op på pladsen ved vikingehusene, hvor ovnene blev bygget.





### Gennemførelse af forsøg med jernudvinding på Moesgård

Dagen, hvor forsøgene skulle gennemføres, blev en lang dag, hvor der blev arbejdet i 7 timer. Først blev selve forsøget gennemgået ud fra en kortfattet manual, som hver gruppe skulle følge, og derefter gik eleverne i gang med at gennemføre forsøgene i grupper. For at skabe lidt ”konkurrence” mellem de to klasser, skulle 9. klassernes tre ovne køre med elektriske luftblæsere, mens 8. klassernes 4 ovne skulle køre ved hjælp af manuelt betjente blæsebælge.

Blogging fandt også denne dag sted via elevernes egne smartphones og bærbare computere med trådløs internetforbindelse.



## Elevernes arbejde med at producere materiale til hjemmesiden

Efter forløbene på Moesgård arbejdede elevgrupperne med at producere deres film mv. til hjemmesiden hjemme på skolen med sparring fra deres lærere. Der blev brugt 5-10 lektioner på at skabe slutprodukterne. Nogle grupper tog også fritiden i brug. 8.Y lavede deres produktioner umiddelbart efter, at forsøgene var gennemført, mens 9.Z pga. prøver måtte vente en lille måned på at kaste sig over opgaven.

## Elevernes præsentation af deres produkter

Klasserne fik mulighed for at præsentere deres slutprodukter for Mads Rohde Jylov og Lene Birgitte Mirland på skolen og forklare, hvilke valg de havde truffet. Ved samme lejlighed kunne Mads Rohde Jylov give hver gruppe den ene halvdel af den gennemskårne jernklump fra deres ovn og fortælle om det samlede resultat af forsøgene, herunder sammenligne dem med hans egne forsøg.

## Præsentation af prototype af hjemmesiden

Da elevernes produktioner var færdige, gik arbejdet med at fastlægge struktur for og kode hjemmesiden i gang. Undervejs var Mads Rohde Jylov begyndt at producere materiale til vidensbasen, men dette arbejde blev intensiveret efter præsentationen. Arbejdet blev imidlertid sat i stå, da han hen over sommeren var ansat på Moesgård Museum til at arbejde med andre opgaver.

Inden sommerferien var en prototype af hjemmesiden klar, som blev præsenteret for 8.Y og 9.Z ved et hyggearrangement på Moesgård Museum, der markerede afslutningen på samarbejdet mellem museet og klasserne. I forbindelse med præsentationen blev eleverne bedt om at gennemgå hjemmesiden og skrive deres umiddelbare kommentarer på gule sedler. Sedlerne skulle de hænge op på døren, inden de gik, så vi kunne bruge dem i det videre udviklingsarbejde. Desuden blev de opfordret til at give Mads Rohde Jylov og Lene Birgitte Mirland mundtlig feedback. Dette blev grundlag for arbejdet, der fandt sted efter sommerferien.

---

Fra slutningen af august og frem til efterårsferien blev der arbejdet med at færdiggøre materialer til hjemmesiden og materialekassen. I perioden eller dele af den har arkæolog Mikkel Blichfeldt Siebken og stud.mag. Mads Kærgaard Kristensen været tilknyttet formidlingsafdelingen på Moesgård Museum og har bidraget med indhold til hjemmesiden, bearbejdning af spørgeskemaer, som blev uddelt til eleverne før og efter forløbet, samt afvikling og evaluering af lærerkursus.

Hjemmeside og materialekasse blev lanceret i forbindelse med et lærerkursus med 14 deltagende lærere, der fandt sted mandag 19. september 2011 på Moesgård Museum. Kurset bestod dels af en introduktion til materialerne, en introduktion til grundlæggende jernteori samt et forsøg med jernudvinding, som lærerne var med til at gennemføre i en ovn, som var bygget på forhånd. Målet med forsøget var at give lærerne en førstehåndsoplevelse af jernudvindingsprocessen og at klæde de mest modige af dem på til selv at lave et forsøg sammen med deres elever hjemme på skolen.





Fredag-lørdag 14.-15. oktober holdt vi i forlængelse af forskerseminaret *Smedens rum* et miniseminar på Moesgård Museum, hvor vi udvekslede erfaringer med en håndfuld danske og norske jernmagere og arkæologer, som enten allerede har erfaring med at lave jernudvindingsforsøg med skoleklasser eller er i opstartsfasen med at lave et projekt, der minder om vores. Deltagerne var arkæolog Tom H. Haralsen fra Mjømuseet i Norge, arkæolog Jan Henning Larsen fra Kulturhistorisk Museum i Oslo, museumsformidler og jernmager Jens Jørgen Olesen fra Heltborg Museum samt Mads Rohde Jylov og Mikkel Siebken fra Moesgård Museum. I forbindelse med seminaret på Moesgård blev der gennemført forsøg med at udvinde jern på en anden måde end den, der har ligget til grund for vores forsøg, bl.a. med henblik på at finde ud af, hvordan og om det kunne designes, så det kunne bruges som undervisningsforløb.

Som det sidste har pædagogisk konsulent Ole Haubo Christensen gennemgået hjemmesiden grundigt og givet feedback, ligesom vi har holdt en sidste evaluering med lærerne Nick Hougaard og Ivan Storgaard for at se projektet lidt på afstand og diskutere projektets perspektiver.

Der mangler fortsat en elevtest af hjemmesiden og mindre forsøg, der kan udføres på skolerne og findes beskrevet på hjemmesiden, samt en efterfølgende tilretning. Dette er planlagt til at ske i december 2011.

# Produkter – hjemmeside og materialekasse

Hjemmesiden [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk)

Som nævnt ovenfor fik vi ikke bevilliget hele det ansøgte beløb, hvorfor ambitionerne for hjemmesidens design måtte sættes ned, og vi måtte afstå fra at producere og integrere animationer o.l. Resultatet er en hjemmeside, der ikke udnytter internettets muligheder fuldt ud på den måde, som vi og eleverne havde ønsket det, og som heller ikke i sit udtryk lever op til de krav, som vi oprindeligt havde sat.

Vi valgte at se den økonomiske begrænsning som en udfordring og som en mulighed for selv at lære at lave en hjemmeside i et open source program. Gennem sparring med Thomas Berg Robenhagen, der er medlem af Moesgårds frivillige smedelaug og arbejder i en grafisk virksomhed, lærte vi programmet Joomla! at kende og fik lavet hjemmesiden [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk).

Målet med hjemmesiden er at *formidle* den naturvidenskab, som er involveret i en jernudvindingsproces, og at *inspirere* elever og lærere til at kaste sig ud i forsøg og eksperimenter, der kan finde sted, når man arbejder med emnet jern og jernudvinding. Samtidig håber vi, at hjemmesiden kan inspirere til, at der i undervisningen bliver arbejdet med at dokumentere og formidle forsøg og eksperimenter gennem rapporter, slideshows, film, blogs mv.

Fra hjemmesidens forside er der to indgangsmuligheder: enten kan man vælge i topmenuen eller man kan gå ind via en af fire bokse med billeder: *Dokumentar* (elevernes præsentationer), *Fra malm til jern* (vidensbase), *For læreren* (lærervejledning, forsøg, opgaver) og *Jernshop* (book emne-kasse og jernmager, bidrag til hjemmesiden). De centrale dele er *Dokumentar* og *Fra malm til jern*.

## Vi laver jern.dk

Fra myremalm til jern – et brugerdrevet undervisningsmateriale



Forsiden | Dokumentar | Fra malm til jern | For læreren | Forsøgsdatabase | Links | Book en jernmager



### Dokumentar

8.Y og 9.Z fra Forældreskolen gennemførte forsøg med jernudvinding i foråret 2011. Se de unges film, fotos og fortællinger om forsøgene, hør om deres oplevelser og erfaringer og læs deres blog.



### Fra malm til jern

Her får du masser af viden om jernudvinding i fortiden. Der er særligt vægt på teknologihistorien og på den kemi og fysik, som er involveret i en jernudvindingsproces.



### For læreren

Få idéer til, hvordan hjemmesiden kan bruges i undervisningen, og til forsøg og opgaver.



### Jernshop

Book en jernmager  
Book en emne-kasse  
Bidrag til hjemmesiden

© Moesgård Museum, 2011. Hjemmesiden er udarbejdet i samarbejde med Forældreskolen, Århus og blevet til med støtte fra Kulturarvsstyrelsen.

Copyright © 2011 Vi laver jern.dk. Alle rettigheder reserveret.  
Joomla! er fri software udgivet under GNU/GPL licens.  
Webdesign: Thomas Robenhagen - Original template design by Joomla! design.com

Dokumentaren rummer elevs egen formidling af eksperimenter med jernudvinding. Foreløbig rummer den 8.Y og 9.Z's produktioner i form af film, PowerPoints og billedserier, men det er vores mål, at den med tiden vokser og kommer til også at bestå af andre klassers bidrag.

I vidensbasen *Fra malm til jern* fortæller museet om jernets teknologihistorie, myter om jern samt den fysik, kemi og matematik, som er involveret i en jernudvindingsproces, hvor man bruger samme metode som i vikingetiden. Vidensbanken består af "artikler", som kan læses på skærmen eller printes ud som pdf'er. Artiklerne rettes inden for nær fremtid til, så de kan læses af elever fra 8. klasse, men kan også bruges af læreren som forberedelsesmateriale (se nedenfor).

### Materialekasse

Som et supplement til hjemmesiden er der udarbejdet en materialekasse med et indhold, som kan bruges, hvis man vil udføre de fysik- og kemiforsøg, som er beskrevet på hjemmesiden. Der er lavet to ens kasser, som distribueres gennem CFU, som netop er flyttet til Aarhus fra Skanderborg og gør kasserne tilgængelige for alle skoler i Region Midtjylland.



## Erfaringer

Projektet har været en rejse, hvor vi undervejs har gjort en række erfaringer, som er frugtbare i forhold til at videreudvikle dette projekt (se afsnittet *Forankring og perspektiver*) og gennemføre andre projekter, hvor der arbejdes med 1.) at inddrage museets brugere i udvikling af indhold til undervisningsmaterialer o.l., 2.) at tilrettelægge formidlingsforløb, hvor børn, unge og voksne er aktive medskabere af forløbet på museet og 3.) at formidle den naturvidenskab, som anvendes i relation til arkæologien og arkæologiske fund.

I dette afsnit samler vi op på de væsentligste erfaringer og inddrager i denne sammenhæng feedback fra elever, lærere og kolleger.

### Opsamling af feedback - metoder

Eleverne har vi haft både formelle og uformelle samtaler med samlet og enkeltvis undervejs i hele forløbet, ligesom vi har foretaget en spørgeskemaundersøgelse blandt dem før og efter forløbet. Det første spørgeskema blev udleveret samtidig med, at lærerne fortalte eleverne, at vi skulle i gang med projektet, og havde til hensigt at give os en idé om, hvad de tænkte om museer og hvad de vidste om metallet jern på forhånd. Begge klasser besvarede dette spørgeskema. Det sidste spørgeskema blev udleveret, da eleverne havde færdiggjort deres produktioner til hjemmesiden og her var hensigten at finde ud af, om projektets mål i forhold til eleverne var nået, og hvordan deres oplevelse af forløbet havde været. Desværre fik vi kun besvarelser fra halvdelen af eleverne tilbage.

Lærerne Nick Hougaard og Ivan Storgaard fra Forældreskolen har vi haft et meget tæt samarbejde med gennem hele forløbet og fået deres feedback løbende. Vi lavede en kortfattet evaluering sammen med dem på et møde i maj og en mere formel evaluering på et møde i november, hvor forløbet var kommet på afstand, og lærerne havde haft mulighed for at observere langtids-effekten af forløbet.

I forbindelse med lærerkurset bad vi efterfølgende deltagerne om at besvare et spørgeskema, der skulle hjælpe til med at afklare, om kurset havde været brugbart, og om materialet, vi havde produceret, var brugbart i deres undervisning. Kun 5 ud af de 14 lærere svarede, men gav til gengæld grundige svar. Det lave antal besvarelser hænger sandsynligvis sammen med, at skemaet blev udsendt via mail.

Kolleger, der har været involveret i projektet i større eller mindre grad, har vi talt med undervejs, og desuden har vi – Mads Rohde Jylov og Lene Birgitte Mirland – skrevet notater undervejs for at fastholde refleksioner og observationer til brug i forbindelse med denne evaluering.

### Elevernes interesse og nysgerrighed over for naturvidenskab

Med projektet ønskede vi at udvikle elevernes interesse og nysgerrighed over for naturvidenskab gennem oplevelse af og deltagelse i arkæologiske eksperimenter. Spørgeskemaundersøgelsen blandt eleverne efter projektet viser, at stort set alle elever selv mener, at de har opnået ny viden, men kun 5 ud af 21 mener, at de blev mere interesseret i fysik, kemi og matematik, end de var i forvejen. Godt og vel halvdelen af eleverne fortæller, at projektet har gjort dem mere interesseret i historie og fortiden i det hele taget.

Lærerne har bemærket, at eleverne gennem projektet har opnået en stor viden om emnet, de har arbejdet med. Samtidig har det øget interessen for især fysik og kemi blandt de elever, som er mest praktisk orienteret og kan have vanskeligt ved at forstå den teori, som er fagenes grundlag. Projektet har desuden betydet, at eleverne har fået øjnene op for, at lavteknologi også kan have stor betydning for samfundsudviklingen. Endvidere har projektet betydet en helt specifik øget interesse i forhold til emnet metaller.

Begge lærere understreger, at eleverne efter deres mening har fået meget mere ud af projektet, end lærerne på forhånd havde forventet, og at elevernes engagement i og interesse for projektet hele vejen igennem har været usædvanligt stort. Ingen elever meldte sig ud eller gav udtryk for, at det var meningsløst. Eleverne gav til gengæld udtryk for stort ejerskab og omtalte konsekvent projektet som "vores", hvilket vi fra museets side også bed mærke i. Især elevernes blogindlæg understøtter dette. Begge lærere blev overrasket over, at selv de forfængelige piger uden forbehold kastede sig ud i det noget beskidte praktiske arbejde.

I forhold til 8.Y har Nick Hougaard bemærket, at eleverne efter deltagelsen i projektet har ændret holdning til, hvordan undervisning skal være. Tidligere mente de, at god undervisning var karakteriseret af lærerens styring, men nu er de til gengæld meget positive over for, at læreren "sætter noget i gang", som de selv har ansvar for at gå videre med.

### Elevernes evne til at koble teori og praksis og at formidle deres viden

Et andet mål for projektet var at styrke elevernes evne til at koble teori og praksis samt at formidle deres proces og resultater til andre. I forhold til at vurdere dette har vi især støttet os til lærernes observationer og analyseret elevernes slutprodukter, som ligger på [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk).

Lærerne fortæller, at eleverne gennem projektet er blevet gode til at koble teori og praksis. Dette kom ikke mindst til udtryk i forbindelse med 9.Z's eksamen inden sommerferien, hvor Ivan Storgaard i øvrigt kunne konstatere, at projektet ofte blev brugt som reference, når eleverne skulle forklare, hvordan teori og praksis hænger sammen.

Projektets opbygning, hvor eleverne hele tiden skulle arbejde sammen i grupper, har efter lærernes vurdering været med til at styrke deres evne til at formidle viden. Eleverne har i grupperne diskuteret det, de hver især fik ud af den fælles oplevelse på Moesgård Museum, og fyldt hinandens "videnshuller" ud i denne proces, fordi de sammen har skullet fremstille et produkt, der skulle bruges og forstås af andre.

Kigger man på elevernes produkter, som ligger på [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk), er kvaliteten svingende, hvilket vi også havde forventet. De bedste produktioner er imidlertid bedre, end vi havde forventet. Det skyldes formentlig, at elevernes forudsætninger for at gå i gang med opgaven har været meget forskellige, især når det handler om at benytte teknologi, hvilket lærerne bekræfter. Flere elever har givet udtryk for, at de gerne ville have haft mere tid til at arbejde med slutproduktet, hvilket kunne have været med til at højne kvaliteten blandt de film og PowerPoints, som virker indforståede og ustrukturerede.

I forbindelse med elevernes produktioner skal det bemærkes, at vi fra museets side har valgt at lægge alle produktioner ud på hjemmesiden. Der har været tale om et fælles projekt, og hvis vi pludselig påtog os rollen at censu-

rere elevernes produkter, ville ligeværdigheden mellem parterne – som vi har arbejdet hårdt for at skabe – forsvinde. Skulle vi lave en tilsvarende produktion en anden gang, vil vi gøre os mere umage med fra museets side at coache eleverne i forhold til planlægningen af deres produktioner og diskutere deres overvejelser med dem, og/eller vi kunne inddrage danskfaget i projektet.

### Refleksioner over brugerinddragelse

Projektet *Fra myremalm til jern* har givet positive erfaringer med at inddrage brugerne i en udviklingsproces. Udfordringen har klart været at skabe en reel ligeværdighed parterne imellem og at skabe en ramme, der kunne sikre, at alle parter fik mest muligt ud af samarbejdet, og at vi fik produceret en hjemmeside og en materialekasse, som var brugbare.

Som tidligere anført lykkedes det at etablere ejerskab til projektet blandt alle projektets deltagere: elever, lærere og museumsfolk. Det gav projektet en særlig dynamik og en fremdrift, der satte sit præg på arbejdet før sommerferien. Den konstante udveksling mellem brugere og museum betød, at vi på museet fik et indgående kendskab til brugerne, ligesom brugerne fik en stadig dybere forståelse for projektets emne og forholdt sig åbent og nysgerrigt til det. Det gav en sikkerhed i forhold til de beslutninger, som blev truffet omkring slutprodukterne undervejs hen over foråret.

Det havde været en fordel, hvis hele projektet havde kunnet afvikles i løbet af et skoleår med start ved skoleårets begyndelse, således at eleverne også kunne have været inddraget i fasen, hvor der skulle skrives tekster til hjemmesiden (sådan var projektet oprindeligt planlagt, men bevillingstidspunktet betød, at vi måtte starte i skoleårets anden halvdel). Vi har indtil nu fået Ole Haubo Christensens feedback, men vi venter med at implementere den, til vi i december har brugertestet hjemmesiden blandt en gruppe elever fra 8.Y, der nu er blevet til 9.Y, og en anden 9. klasse fra Forældreskolen, som ikke har haft med vores projekt at gøre tidligere.

Foreløbig ved vi, at vi skal gennemarbejde teksterne til hjemmesidens vidensbase endnu engang. Ole Haubo Christensen har blandt andet påpeget, at lix-tallet er for højt, og at billeder skal bruges mere aktivt. Desuden skal der grafisk arbejdes med linjelængderne i forhold til at gøre indholdet læsevenligt, og nogle artikler skal deles op i flere, fordi de er for lange i forhold til det, eleverne er vant til fra andre undervisningsmaterialer.

### Lærerkursus

På Moesgård Museum har vi hidtil holdt lærerkurser i forbindelse med åbninger af nye permanente udstillingsafsnit og relevante særudstillinger, hvor vi har præsenteret emnet og vist rundt i udstillingen, relateret udstillingens emne til trin- og læringsmål samt fortalt om de tilbud, vi har udarbejdet til undervisningsinstitutionerne. I forbindelse med projekt *Fra myremalm til jern* tilrettelagde vi et lærerkursus af en hel dags varighed, som i langt højere grad end tidligere baserede sig på lærernes aktive deltagelse, idet de var med til at gennemføre et jernudvindingsforsøg.

Netop muligheden for aktiv deltagelse er det, som de 5 lærere, der besvarede vores spørgeskema, fremhæver i deres evaluering. De påpeger, at det var her, koblingen mellem teori og praksis for alvor skete. Et par lærere efterlyste endnu mere teori omkring den kemiske proces, ligesom et par stykker også gerne ville have prøvet at bygge en ovn selv og foreslog, at det kunne ske, mens

selve forsøget pågik (en enkelt beskriver den langsommelige proces over flere timer som ”spildtid”). En enkelt foreslår også, at man en anden gang kunne lave forsøg i flere ovne på én gang, for det ville give mulighed for, at alle kunne deltage aktivt hele tiden. I den forbindelse skal det bemærkes, at vi var positivt overraskede over den store tilslutning til kurset, som dog kom så sent, at vi ikke kunne nå at bygge endnu en ovn til dagen.

Kun en enkelt af lærerne har tilkendegivet, at han følte sig klædt godt nok på til selv at kaste sig ud i et forsøg med jernudvinding sammen med sine elever. Flere af de andre gav på kurset og i deres evaluering udtryk for, at de – i hvert fald første gang, der skulle laves forsøg – ønskede assistance fra en professionel jernmager, ligesom de gerne ville bruge museet som ramme om forsøget.

### Elevernes forsøg i en videnskabelig sammenhæng

Generelt sonderer man i eksperimentalarkæologien mellem to forsøgstyper: det kontekstuelle og det kontrollerede forsøg. *Det kontekstuelle forsøg* beskæftiger sig med oplevelser og erfaringer i rammen af det enkelte forsøg. *Det kontrollerede forsøg* stræber efter at udskille en række parametre i det enkelte forsøg og derefter lave et forsøgsdesign, der klarlægger disses indvirkning på den proces, man søger at genskabe.

I de seneste år har det kontrollerede forsøg fået en stadig større vigtighed i eksperimentalarkæologien for at skabe større lødighed i de videnskabelige data. I forbindelse med dette er de naturvidenskabelige hjælpevidenskaber blevet stadig mere centrale i databearbejdningen – eller sagt på en anden måde: eksperimentalarkæologien beskæftiger sig i stigende grad med parametre, der kan måles, vejes og analyseres ad naturvidenskabelig vej.

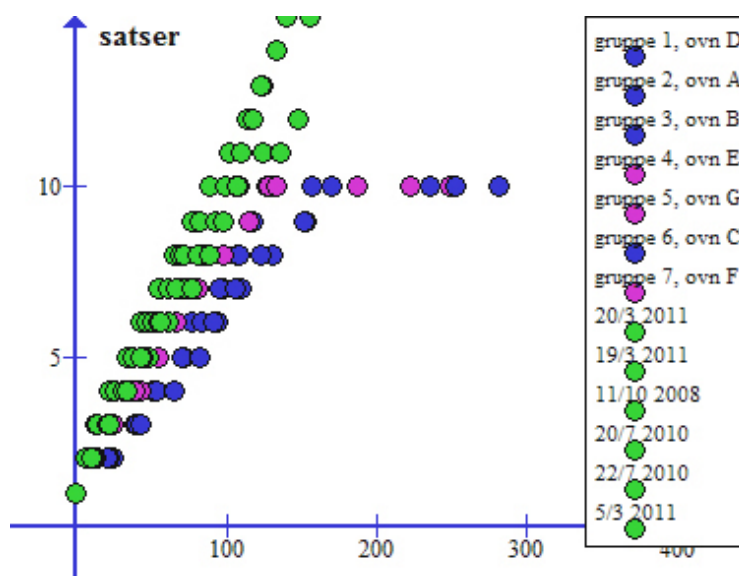
I det tidligere nævnte NatPLUS projekt har vi gennem de seneste to år arbejdet med det eksperimentalarkæologiske forsøg som læringsplatform. I startfasen af projekt *Fra myremalm til jern* var vi overbeviste om, at 8.Y og 9.Z kunne gennemføre forsøgene med jernudvinding, men vi var skeptiske i forhold til, om det kunne lykkes dem at lave kontrollerede forsøg så præcist, at de indsamlede data kunne bruges i den arkæologiske forskning. Alligevel satte vi det som mål, at vi ville prøve, om det kunne lade sig gøre, fordi det kunne være en væsentlig motivationsfaktor for eleverne, hvis deres forsøg ikke var modelforsøg, men reelle forsøg, og dette viste sig at holde stik. Forsøget blev derfor designet, så der blev fokus på få målbare parametre, ligesom vi gav eleverne en grundig introduktion til, hvordan jernovnene skulle køre.

Det viste sig, at alle 7 grupper kunne foretage disse forsøg og registrere deres resultater på fornemste vis. Dette betød, at vi i forhold til hjemmesiden lavede menupunktet *Forsøgsdatabase*, hvor vi fremover både vil registrere elevforsøg og arkæologers forsøg med jernudvinding. Dette er en måde at vise på, at elevers forsøg kan have samme værdi som arkæologernes, hvis de gennemføres rigtigt, og at stille arkæologernes data til rådighed for lærere, der kan bruge dem som reference i forsøg, som de laver med deres elever.

De 7 gruppers ovne blev bygget efter samme tegning og fik samme mål. 8.Y blæste deres 4 ovne med blæsebølge, mens 9.Y benyttede sig af motorblæsere til deres tre ovne. Alle 7 grupper brugte derudover samme fremgangsmåde. I forsøget skulle eleverne have fokus på tre variabler: kul-, malm- og tidsforbrug. Elevernes store engagement og koncentrerede indsats betød, at hver gruppe fik dokumenteret forsøget så godt, at vi bagefter både kunne sammenligne de 7 gruppers resultater med hinanden og sammenligne resulta-

terne med tilsvarende eksperimentalarkæologiske forsøg gennemført af Mads Rohde Jylov tidligere.

Grafen nedenfor viser, at elevernes ovne stort set havde samme driftsforløb som Mads Rohde Jylovs egne kontrollerede forsøg, der var designet på samme måde.



Grafen er en funktion af antallet af sats (en sats = 1 kg myremalm + 1 kg trækul) og den hastighed, hvormed ovnen forbrændte dem. Det er tydeligt, at eleverne brugte en luftmængde svarende til referenceforsøgene (den grønne punktsværn) og med en tilsvarende systematik.

Den mængde jern, som eleverne producerede, svarede også glimrende til referenceforsøgene, nemlig ca. 1 kg jern pr. 10 kg myremalm.

## Forankring og perspektiver

Projektet *Fra myremalm til jern* har vist, at det arkæologiske eksperiment med fordel kan bruges som omdrejningspunkt i et formidlingsforløb rettet mod undervisningen i de naturvidenskabelige fag i udskolingen – og at det tilmed kan tilrettelægges, så der giver et resultat, der kan bruges forskningsmæssigt. Det vil sige, at brugerne kan involveres i og bidrage til museets arbejde på en ny måde til gavn for begge parter; borgerne kan komme meget tættere på museets forskningsproces på dette felt, end det hidtil har været muligt.

På Moesgård Museum vil vi søge at forankre projektet ved at udbyde forløb på museet, hvor klasser fra udskolingen og ungdomsuddannelser (htx, stx) kan gennemføre forsøg med jernudvinding efter at have forberedt sig ved hjælp af [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk). Udfordringen består i at begrænse skolernes udgifter, fordi deres økonomi er presset, og dermed få tilrettelagt forløbene således, at klasserne som udgangspunkt kun skal være på museet én dag og gennemføre forsøg i ovne, som er bygget i forvejen. Alternativet kunne være, at klasserne bygger ovne hjemme på skolen med udgangspunkt i den vejledning, der ligger på hjemmesiden, og en professionel jernmager derefter kommer ud på skolen og bistår ved forsøget. I forløb, hvor museet er involveret, vil vi sørge for, at eleverne dokumenterer deres forsøg, og at deres dokumentarer lægges op på



www.vilaverjern.dk efterfølgende, således at hjemmesiden hele tiden får føjet nyt materiale til. Desuden vil vi sørge for, at vidensbanken med jævne mellemrum får tilføjet flere artikler, og at de nuværende artikler bliver formuleret, så de lettere kan bruges af eleverne.

Vi er bevidste om, at udbredelsen af kendskabet af hjemmesiden er vigtig, og at lærerne skal klædes på til at bruge både den og materialekassen. Desuden vil vi gerne fortsat give lærerne redskaber til selv at kunne gennemføre forsøg med jernudvinding, hvis de har mod på det. Derfor vil vi sørge for at udbrede kendskabet til materialet gennem årlige lærerkurser, som tilrettelægges og annonceres i samarbejde med CFU i Region Midtjylland. Kurset næste år er allerede planlagt til 9. maj 2012.

I NatPLUS projektet, som er omtalt tidligere, har vi også brugt forsøg med jernudvinding som udgangspunkt for et undervisningsforløb for 1. htx. Forløbet har været struktureret meget som det, vi har gennemført med Forældre-skolen i projekt *Fra myremalm til jern*, men det har vist, at vi her kan inddrage eleverne på en helt anden måde. De er for en stor del fagligt så dygtige, at de selv kan stille forsøg op i relation til ”grundforsøget” og dermed blive involveret i processen på en helt anden måde, ligesom de f.eks. selv kan bygge blæsere og opfinde målemetoder. Vi ønsker derfor nu at arbejde videre med at udvikle både forløbene på museet, men også indholdet på [www.vilaverjern.dk](http://www.vilaverjern.dk), så de to ting kan bruges i fysik, kemi og matematik på højt niveau på ungdomsuddannelserne.

Vi har med *Fra myremalm til jern* og NatPLUS projektet taget de første skridt i retning mod at finde en model for, hvordan vi kan aktivere arbejdet på Moesgårds Rekonstruktionsværksted og Moesgårds Konservering og Naturvidenskabelige Afdeling i forhold til formidling til både udskoling og ungdomsuddannelser – en model, som også vil kunne bruges af andre museer. Den største udfordring består i at sikre drifts- eller projektmidler, så vi kan fortsætte ad den vej, der har åbnet sig, og dermed realisere det potentiale, vi har fået øje på.

## Formidling af projektet

Vi har allerede på nuværende tidspunkt delt vores erfaringer fra projektet undervejs i forskellige sammenhænge og vil fortsætte med at gøre det, da vi mener, at andre i både museums- og undervisningsverdenen kan få glæde af det og blive inspireret. Herunder en oversigt over de sammenhænge, hvor vi hidtil har fortalt om projektet:

Mads Rohde Jylov

- Forskerseminaret *Smedens Rum* på Moesgård Museum 18. marts 2011
- Eksperimentalarkæologisk seminar i forbindelse med projektet *Vikinger på tværs* på Moesgård Museum 24. marts 2011
- Jernudvindingsseminaret *Oplandsjern* i Kitlbu i Norge 29.-31. august 2011
- Forskerseminaret *Smedens Rum* på Lindholm Høje 13. oktober 2011

Lene Birgitte Mirland

- Oplæg om brugerinddragelse med projektet som case på sommerskole for europæiske ph.d'ere på Afdeling for Forhistorisk Arkæologi, Aarhus Universitet, 4. august 2011
- Oplæg for Statens Naturhistoriske Museums formidlerteam i forbindelse med besøg på Moesgård Museum 17. august 2011

Projektet har opnået følgende medieomtaler

- Morgenavisen Jyllands-Posten, JP Aarhus-tillægget, 7. april 2011. Artikel "Jern på vikingemanér".
- Aarhus Stiftstidende 7. april 2011. Artikel "Kunsten at forvandle rød jord til sort jern".

Hjemmesiden er registreret på [www.e-museum.dk](http://www.e-museum.dk). I forbindelse med Uddannelsesforum i november 2011 har UNI-C sammen med materialet om e-museum uddelt flyers med reklame for [www.vilaverjen.dk](http://www.vilaverjen.dk) som eksempel på et af de senest registrerede materialer.