

Innhold

Forord	13
Kapittel 1	
Dybdelæring i naturfag	17
<i>Liv Oddrun Voll og Anne Holt</i>	
Den lærende hjernen	18
Mentale modeller som hierarkiske strukturer	18
Hjernens organisering i nettverk	20
Viktige faktorer for dybdelæring	22
Læring i et sosialt fellesskap	23
Perspektiver på dybdelæring	24
Dybdelæring og overflatelæring	24
Kognitive perspektiver på dybdelæring	25
Dybdelæring som utvikling av kompetanser	30
Modell for dybdelæring i naturfag	32
Hierarkisk organisering av kunnskap	33
Automatisering av ferdigheter	34
Stimulere holdninger	35
Dybdelæring tar tid	36
Kapittel 2	
Kjennetegn på undervisning som gir dyp forståelse	38
<i>Anne Bergliot Øyehaug</i>	
Undervisning for dybdelæring	38
Læring skjer i et sosialt fellesskap	39
Undervisning som gir elever dyp forståelse	40
Rike temaer i undervisningen	42
Tydelige læringsmål	44
Klargjøre hva elevene skal lære	44
Læringsmål i naturfag basert på bærende ideer	45
Progresjon av bærende ideer	47
Fagovergripende læringsmål	51

Læringsmål i tverrfaglige temaer	52
Demonstrasjon av forståelse	53
Løpende vurdering	55
Implikasjoner for naturfagundervisningen	57

Kapittel 3

Bærende ideer i naturfag	59
------------------------------------	----

Liv Oddrun Voll, Maria Vetleseter Bøe, Sonja M. Mork, Berit Haug,

Kirsten Fiskum og Merethe Frøyland

Kompetanse i naturfag og beskrivelse av fagets innhold	59
De fire læringstrådene	60
Innhold i naturfag – presentasjon av fire rammeverk	62
Bærende ideer i naturfag	71
Del 1: Læringstråder i hvert rammeverk	71
Del 2: Bærende ideer i naturfag	73
Oppsummering og konklusjon	83

Kapittel 4

Dybdelæring av fysiske og kjemiske endringer	85
--	----

Anne Holt og Anne Bergliot Øyehaug

Innledning	85
Begrepsavklaring	86
Læring om fysiske og kjemiske endringer	86
Fysiske endringer	87
Kjemiske endringer	87
Bindinger	87
Læring tar tid	88
Dybdelæring som overføring av læring og endring av antagelser	89
Fragmentert kunnskap	90
Kartlegging av elevers ideer om fysiske og kjemiske endringer	91
Elevenes tilbudte undervisning om fysiske og kjemiske endringer	92
Analyse av intervjuene	96
Elevenes uttrykte ideer om fysiske og kjemiske endringer	98
Presentasjon av de fire elevenes ideer	100
Oppsummering	107
Elevenes uttrykte ideer i lys av perspektiver på læring	108
Elevenes ideer er kontekstsensitive	108
Elevene har fragmentert kunnskap	108
Overføring av læring om kjemiske reaksjoner er utfordrende	109

Overføring av læring om faseoverganger	109
Overføring av læring fra kjemiske reaksjoner til faseoverganger. .	110
Å kombinere ulike bærende ideer er nødvendig for dybdelæring.	110
Konklusjon og implikasjoner for undervisning	111

Kapittel 5

Kreative fortellinger i naturfag.	113
---	-----

Anne Bergliot Øyehaug og Anne Holt

Hvorfor og hvordan undersøke elevenes kreative fortellinger	113
Skape mening om abstrakte begreper ved hjelp av metaforer	116
Stedsorienterte og objektorienterte metaforer.	117
Metaforers mening bør avgrenses og gjøres mer presise.	118
Antropomorfismer	119
Å skape mening og dyp forståelse gjennom tekst	120
Å skrive kreative fortellinger som fører til dypere forståelse.	121
Undersøkelse av kreative fortellinger på ungdomstrinnet.	122
Undervisning om celleånding og fotosyntese	123
Analyse av metaforer i de kreative fortellingene	125
Bruk av metaforer i elevenes kreative fortellinger	126
Kreativ tekst 1: Respirasjon, sirkulasjon og celleånding.	127
Kreativ tekst 2: Fotosyntese og celleånding.	129
Kreativ tekst 3: Fordøyelse, sirkulasjon, hormon og celleånding	130
Presentasjon av elevenes tester	132
Kreative fortellinger og dybdelæring.	137
Å skape mening om abstrakte begreper ved hjelp av metaforer. . .	137
Dyp forståelse for abstrakte fenomener og prosesser.	139
Oppsummering og implikasjoner for undervisning	140

Kapittel 6

Modeller og modellering i naturfag.	142
---	-----

Katarina Pajchel, Aase Marit T. Sørum Ramton og Per Øyvind Dokken Sollid

Modeller og modellering i naturfag	142
Kategoriseringer av modeller og modellering i naturfag	145
Mentale og uttrykte modeller	146
Modellering	151
Fra modellbasert til modelleringsbasert undervisning	154
Musefellebilen som eksempel på modeller og modellering	157
Lære pensummodell.	158
Lære å bruke en modell	158

Lære å revidere en modell	159
Lære å rekonstruere en modell	159
Lære å konstruere en modell fra grunnen av	160
Undersøkelse av lærernes arbeid med modeller og modellering	160
Analyse og teoretisk rammeverk	161
Kvalitetsvurdering	162
Hvordan beskriver lærerne sitt arbeid med modeller og modellering?	162
Diskusjon	166
Lære en pensummodell	166
Lære å bruke en modell	167
Lære å revidere modeller	168
Lære å rekonstruere en modell	168
Lære å konstruere en modell fra grunnen av	169
Oppsummering og konklusjon	169

Kapittel 7

Matematikk i naturfag	172
---------------------------------	-----

Katarina Pajchel, Aase Marit T. Sørum Ramton og Per Øyvind Dokken Sollid

Matematikk er naturens språk	172
Regning som grunnleggende ferdighet	173
Representasjoner i naturfag	175
Matematiske modeller i naturfag	177
Matematisk modellering	178
Utfordringer knyttet til anvendelser av matematikk i naturfag	181
Tekniske og strukturelle ferdigheter	182
Bruk av symboler i matematikk og fysikk	185
Oppgaveløsningsstrategier	186
Arbeid med modeller og modellering	187
Undersøkelse av lærernes arbeid med regning i naturfag	188
Hva forteller lærerne?	190
Valg av naturfagstema	190
Hvordan arbeider lærerne med regning i naturfag?	191
Hvordan arbeider elevene med data?	192
Elevenes videre bearbeidelse av data	195
Hvilke muligheter og utfordringer beskriver lærerne?	197
Hvordan forstår lærerne regning som grunnleggende ferdighet i naturfag	199
Hvilke endringer av undervisningen foreslår lærerne?	200

Hvilke muligheter for utvikling av elevenes regneferdigheter ser lærerne?	200
Dybdelæring	201
Implikasjoner for naturfagundervisningen	202
Konklusjon	207
Kapittel 8	
Kompetanse i naturfag og teknologi	208
<i>Liv Oddrun Voll</i>	
Forholdet mellom teknologi og naturvitenskap	208
Fagenes egenart	209
Hva er teknologi?	210
Digital teknologi	211
Teknologisk kompetanse	212
Teknologi i utdanning	213
Bærende ideer i naturfag og teknologi	216
Beskrivelse av bærende ideer i teknologi	216
Analyse av undervisningopplegg om elektrisitet	218
Beskrivelse av undervisningopplegget	220
Beskrivelse av analysen	222
Naturfaglig og teknologisk innhold	223
Kategori 1: Kunnskap i naturfag og teknologi	223
Kategori 2: Naturvitenskapelige og teknologiske praksiser	223
Kategori 3: Kunnskap om naturfag og teknologi	226
Kategori 4: Samarbeid, motivasjon og egenvurdering	226
Forutsetning for dybdelæring	227
Organisering av kunnskap	227
Automatisere ferdigheter	230
Stimulere holdninger	231
Dybdelæring gjennom utforskende undervisning om elektrisitet ...	232
Innhold og bærende ideer	232
Grunnlag for dybdelæring	233
Mulige forbedringer	235
Kapittel 9	
Djupneforståing gjennom utforskande arbeidsmåtar	236
<i>Idar Mestad</i>	
Djupneforståing inneber arbeidsmåtar som trener ein i kjernekompetansane	236
Kva ligg i omgrepet utforskande arbeidsmåte?	238

Dewey sitt syn på kva arbeidsmåtar som fører til tenking og læring	239
Naturvitskaplege praksisar som modell for utforskande arbeidsmåte	241
Kva er utforskande arbeidsmåtar? Tre påstandar	243
Utforskande arbeidsmåtar og djupneforståing	251
Korleis utvikle djupneforståing gjennom å ta utgangspunkt i eit spørsmål?	251
Utvikle djupneforståing gjennom å bruke bevismiddel for å utvikle svar	255
Utvikle djupneforståing gjennom å sjå på tolkingar, påstandar som framlegg	257
Oppsummering av Utforskande arbeidsmåtar og djupnelæring . .	258
Innvendingar og implikasjonar.	259

Kapittel 10

Utvidet klasserom – hvordan inkludere andre læringsarenaer

i naturfagundervisning 261

Kari Beate Remmen og Merethe Frøyland

Andre læringsarenaer – hvorfor og hvordan.	261
«Utvidet klasserom» og hvordan det ble til	263
«Utvidet klasserom» trinn for trinn.	266
1. Velg tema	266
2. Finn et oppdrag som elevene kan løse	267
3. Formulere mål for forståelse som hjelper elevene til å løse oppdraget	269
4. Hva kan elevene gjøre på den andre læringsarenaen som de ikke kan gjøre i klasserommet?	271
5. Velg aktiviteter som lar elevene demonstrere og bygge forståelse	272
6. Undervisvurdering som hjelper elevene til å løse oppdraget	277
«Utvidet klasserom» – designverktøy for andre læringsarenaer	278

Kapittel 11

Undervisning for dybdelæring. 280

Anne Holt, Anne Bergliot Øyehaug og Liv Oddrun Voll

Tydelige læringsmål og progresjon	281
Læringsmål på tvers av naturfagets fagdisipliner.	281
Kompetanser på tvers av fag	282

Fagovergripende begreper	282
Progresjon av begreper og ideer	283
Undervisningsplaner over flere år	285
Stimulere motivasjon	286
Relevans	286
Mestring	288
Valgfrihet	288
Stimulere til et dynamisk tankesett	289
Stimulere til å utforske, stille spørsmål og bruke kontrollstrategier	290
Modellere elevens oppgaver – undervise med eksempler og øvingsoppgaver	291
Eksempel 1: Varmt gult gass (VGG-reaksjonen)	291
Eksempel 2: Kobling av kretser	292
Modelltekster	293
Bruke mange og varierte representasjoner	293
Bruk av språket	294
Matematisk representasjon	295
Bruk av digitale verktøy	296
Engasjere elever i utfordrende oppgaver med støtte og veiledning	296
Bruk av støttestrukturer	296
Bruke underveisvurdering	298
Gjøre elevens tankeprosesser synlige	299
Avslutning	301
Litteraturliste	303
Forfatterromtaler	323
Stikkordregister	326