

Til: Naturstyrelsen, H. U. Jakobsen

Fra: GEUS, T. Laier

Kopi til: Fl. Larsen; L. Thorling og B. K. Jensen

Fortroligt: **Nej**

Dato: 16. januar 2015

GEUS-NOTAT nr.: [05-VA-14-04](#)

J.nr. GEUS: 210-00007

Emne: Aldersbestemmelse af ungt grundvand i overvågningsboringer ved T-He metoden

Aldersbestemmelse af ungt grundvand i overvågningsboringer ved T-He metoden

Resumé

Alderen af grundvand spænder fra 0,3 til 84 år eller mere i de 92 overvågningsboringer, som Naturstyrelsen udpegede og rekvirerede til ny aldersbestemmelse. Alderen blev bestemt ved hjælp af tritium-helium metoden (T-He) og suppleret med aldersbestemmelse ved CFC metoden. Grundvandets oprindelige tritiumindhold, der er lig summen af tritium og tritigent helium-3, blev sammenlignet med nedbørens tritiumindhold på tidspunktet for grundvandsdannelsen for at kontrollere om T-He alderen viste en simpel sammenhæng mellem grundvandets alder og infiltrationsårstal, eller om der kunne være tale om blanding af vandtyper. Det første viste sig at være tilfældet for de fleste af boringerne. Andre boringer viste mere eller mindre tydelige tegn på blanding af vand af forskellig alder, det gjaldt særligt for områder med vekslende lag af sand og ler. Udvælgelseskriterierne for de 92 boringer, der sigtede på at gøre undersøgelsen landsdækkende omfattende nye boringer, betød at kun knap halvdelen af dateringerne kan anvendes til etablering af trends for udviklingen af f.eks. grundvandets nitratindhold inden for de seneste tyve til tredive år. Undersøgelsen anses alligevel for at være vellykket fordi den dokumenterer, at T-He metoden kan anvendes til datering af grundvand over et langt tidsinterval (0-90 år), og for lerlagenes vedkommende informere bedre end andre daterings metoder om stofudvekslingen mellem vand i sprækker og i matrix.

Baggrund

Afprøvning af tritium-helium (T-He) metoden til aldersbestemmelse af grundvand blev gennemført som et pilotprojekt for Naturstyrelsen med tilfredsstillende resultat i 2012 til 2013. Naturstyrelsen (NST) besluttede derfor at gennemføre endnu en undersøgelse af grundvandets alder i 92 overvejende nye boringer som led i det nationale overvågningsprogram for grundvand 2011-15. Resultatet af T-He dateringerne for de 92 boringer præsenteres i dette notat.

Pilotprojektet omfattede 45 boringer i det tidligere Aarhus Amts overvågningsområde, hvor to forskellige teknikker for udtagning af prøver til heliumanalyse blev testet: 1) forsegling af vandprøver i

kobberrør, og 2) opsamling af de i grundvandet opløste gasser vha. diffusions-samplers. Begge teknikker og principperne bag T-He metoden er forklaret i GEUS Notat 05-VA-14-01, tillige med resultaterne af T-He dateringerne. Resultaterne i Pilotprojektet viste, at kobberrørsteknikken fungerede tilfredsstillende, mens diffusions-sampler metoden ikke gjorde. De mindre gode resultater for sidstnævnte metode, skyldes dels teknikken selv og dels de vanskelige forhold omkring lavt ydende borer, hvor diffusionssampler blev anvendt. Kobberrørsteknikken lader sig ikke anvende på denne type borer.

Udvælgelse af borer

Udvælgelse af de 92 borer blev foretaget af NST, der lagde vægt på datering af grundvand fra nye borer i overvågningen, og på at dateringen var landsdækkende. Hvor det var muligt udpegedes indtag med iltholdigt grundvand. En del borer havde tidligere været forsøgt dateret med CFC metoden, men uden held af forskellige årsager. Til sammenligning havde NST til pilotprojektet udvalgt borer, der var særligt egnede til monitoring af kvælstofbelastningen, dvs. borer hvor grundvandet indeholdt opløst ilt, så denitrifikation ikke påvirkede nitrattindholdet. Mange af borerne havde været dateret tidligere med CFC metoden, hvilket gjorde det lettere at vælge de borer, der ville være optimale for datering med T-He metoden.

Feltarbejde

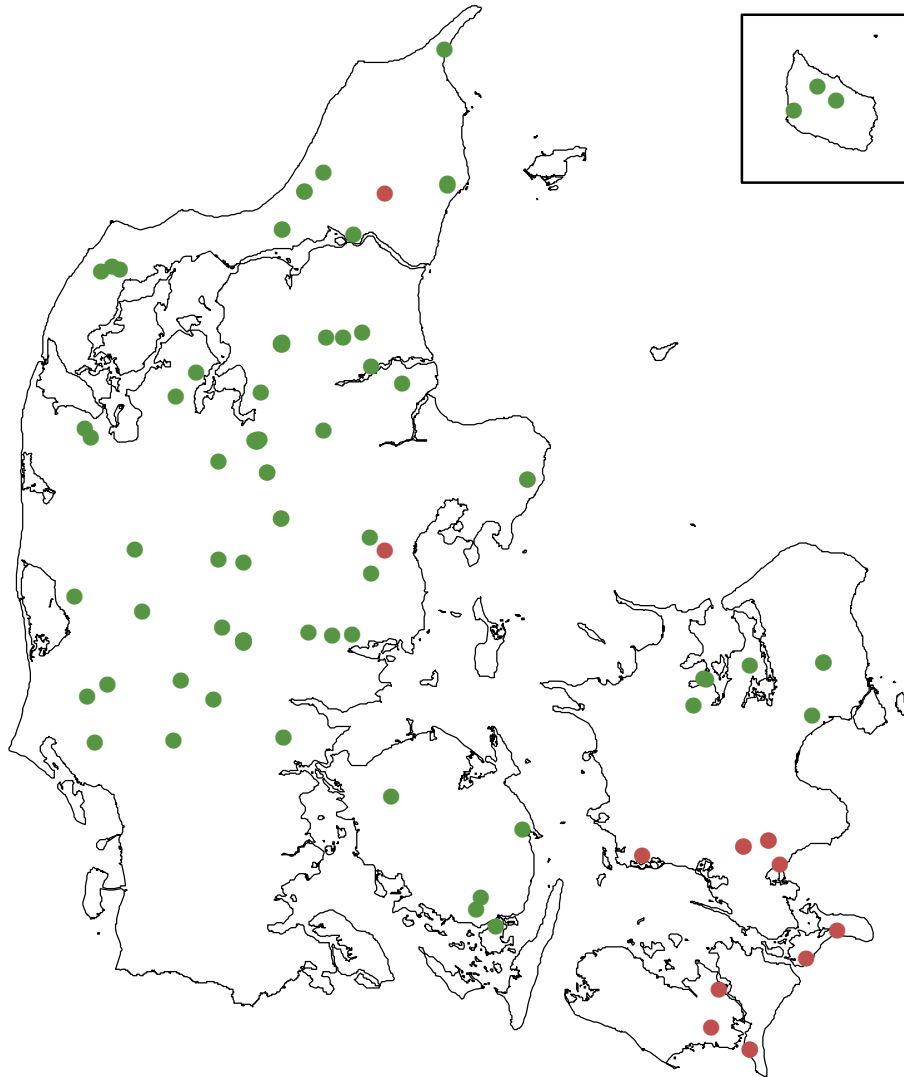
GEUS stod for indsamling af vandprøver i samarbejde med Naturstyrelsens lokale afdelinger. Indsamling af vandprøver for T-He datering begyndte i Nordjylland den 13. november 2013 og sluttede på Bornholm den 10. december 2013. Renspumpning blev foretaget med dykpumpe, enten permanent eller midlertidig installeret, undtagen for fire borer, hvor montejus princippet blev anvendt. Feltnålinger af vandets iltindhold, pH, ledningsevne og temperatur blev foretaget inden prøver til dateringer blev udtaget. Følgende prøver blev udtaget: 1 liter i plastflaske for tritium, ca. 50 mL forseglede i kobberrør for heliumanalyse samt 100 mL i glasflaske for CFC-analyse. Der blev taget dobbeltprøver til alle analyser. Boringernes placering er vist i Figur 1, og de tekniske oplysninger vedrørende borerne og pumpetyperne ses i Appendiks A, Tabel 2.

Analyser

Prøver forseglede i kobberrør blev sendt til universitet i Bremen for analyse af helium og neon, sammen med 61 stk. 1 liters prøver for tritium analyse ved helium-3 tilvækst metoden. De resterende 31 1 liters prøver blev til sendt AGH laboratoriet i Krakow for analyse af tritium ved scintillationsmetoden. CFC analyser blev foretaget i GEUS' CFC laboratorium.

Tritiumanalyserne blev som nævnt udført ved henholdsvis scintillation og helium-3 tilvækst metoderne, sidstnævnte metode blev foretrukket, hvor forholdene indikerede ældre grundvand. Helium-3 tilvækst metoden kræver væsentlig længere tid, minimum 6 måneder, end scintillationsmetoden, ca.

2 måneder, men har en bedre detektionsgrænse, ca. 0,03 TU sammenlignet med 1 TU for scintillation. Er tritiumindholdet nær eller under detektionsgrænsen (0,03 TU) anses grundvandet for at være 75 år gammelt eller mere.

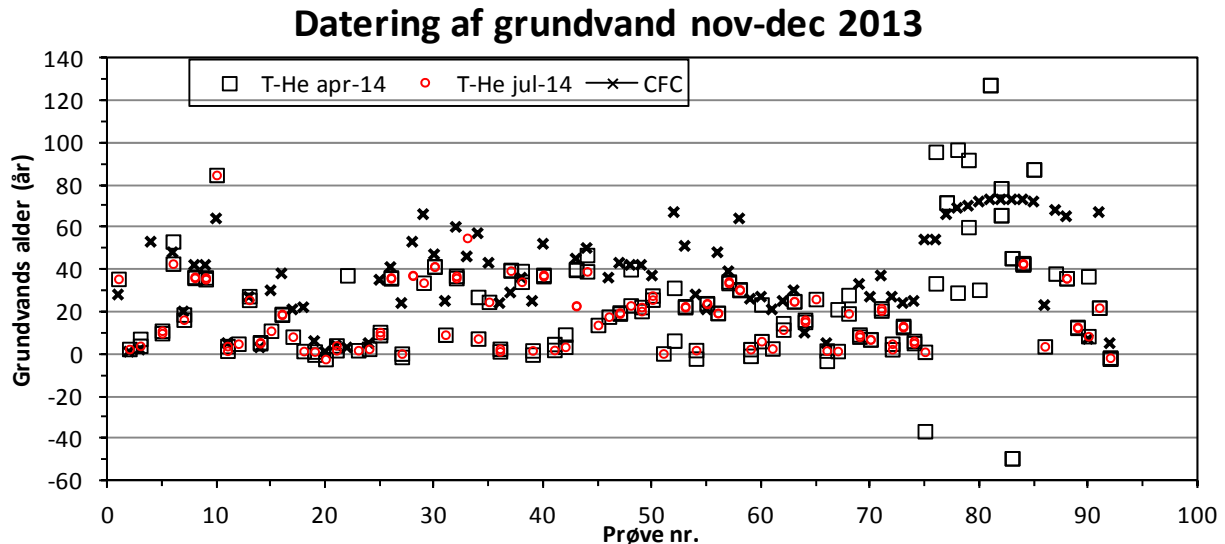


Figur 1 Lokaltetskort med borer, hvor tritium-helium datering af grundvand er foretaget. Grøn signatur viser grundvand med tritium, rød signatur lav (<0,1 TU) tritium, mindre sikker datering.

Resultater

En oversigt over alle T-He og CFC dateringer er vist Figur 2. De første T-He resultater blev modtaget i april 2014 med bemærkning om, at resultaterne var foreløbige. Årsagen var dels problemer med massespektrometeret, men også at en del prøver viste et meget ringe indhold af tritium. De endelige resultater modtaget i juli indeholdt korrektioner for nogle få prøver, og bekræftede at tri-

tumindholdet var så lavt, at der ikke kunne beregnes en sikker alder. Alderen er sat til >75 år i de tilfælde, hvor laboratoriet i Bremen ikke har angivet nogen T-He alder, Appendiks A Tabel 1. Grundvandets oprindelige indhold af naturligt tritium (5-8 TU) vil efter 75 år være reduceret til ca. 0,1 TU pga. radioaktivt henfald. For prøver med tritium indhold under 0,1 TU er alderen sandsynligvis endnu højere idet nogle af prøverne, også viser høje indhold af ⁴He, Figur 3.

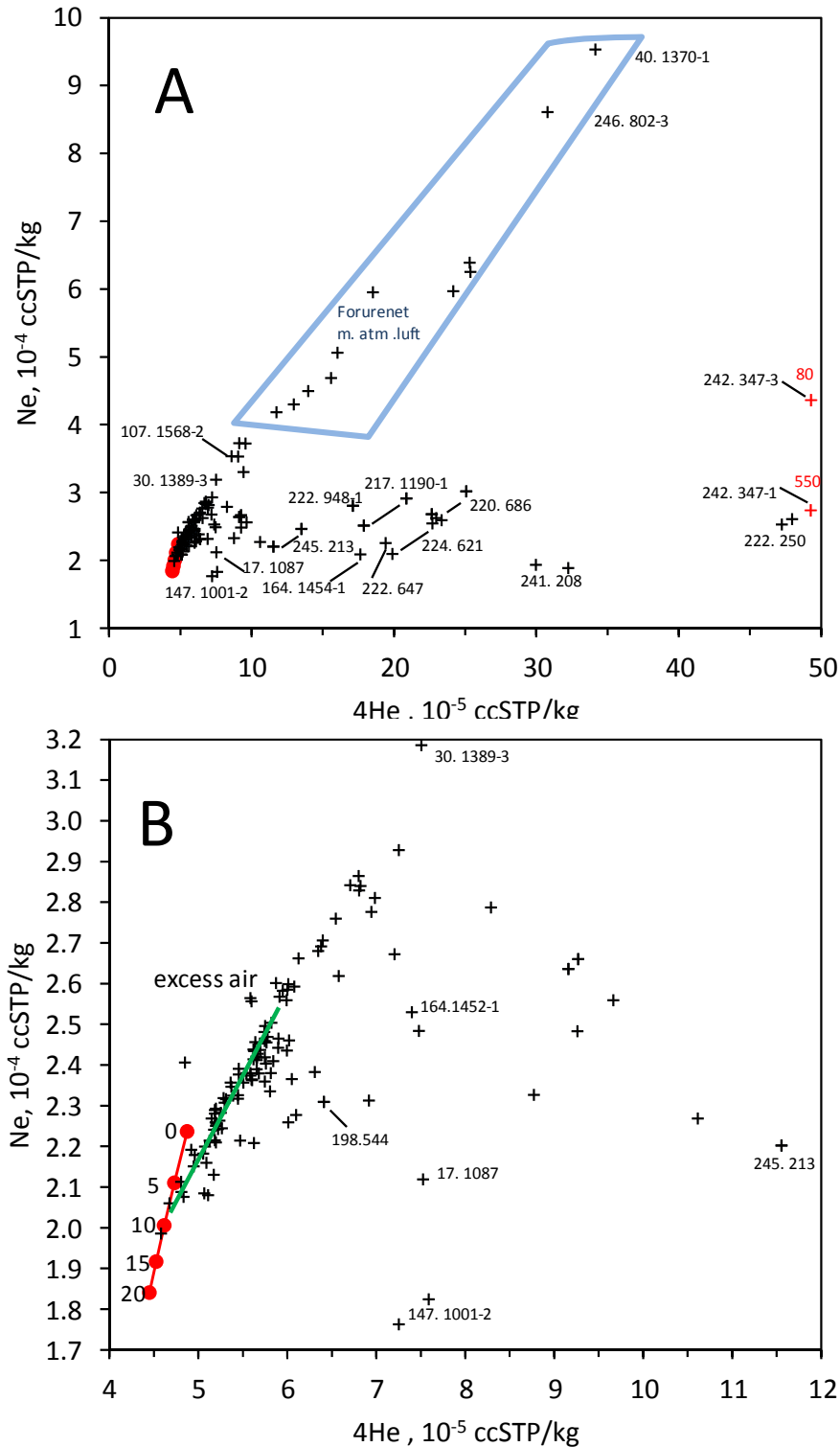


Figur 2 Resultater af T-He og CFC aldersbestemmelse af grundvand fra 92 overvågningsboringer efter prøvenummer.

Helium-4 (⁴He) frigives ved radioaktivt henfald af thorium og uran, og grundvand med høje ⁴He indhold kan betragtes som meget gammelt vand. Ud fra de pågældende lags indhold af thorium og uran er det teoretisk set muligt at skønne vandets alder ud fra ⁴He indholdet, men beregninger af den art ligger udenfor den aktuelle opgaves løsning.

Til sammenligning kan det anføres, at ⁴He indholdet i alle prøverne fra det tidligere Pilotprojekt lå under $7 \cdot 10^{-5}$ ccSTP/kg. Også neon (Ne) viste mindre spredning under Pilotprojektet, idet Ne indholdet lå under $2,6 \cdot 10^{-4}$ ccSTP/kg.

I rapporteringen af Pilotprojektets resultater var opmærksomheden rettet mod de to forskellige teknikker i feltarbejdet, mens detaljer vedrørende laboratoriarbejdet ikke blev omtalt. Analyseresultater for kobberrørsprøverne i Pilotprojektet var typiske for ungt grundvand og tolkning af måledata behøvede derfor ikke nærmere omtale. Anderledes forholder det sig med analyseresultater for de nye prøver, hvoraf flere ligger uden for det typiske område for ungt grundvand Figur 3. Derfor kan det være på sin plads at præsentere tolkning af måledata foruden tabellen med T-He aldre, Appendiks A.



Figur 3. Neon og helium-4 i vandprøver. (A) Prøver indenfor polygon er forurenet med atmosfærisk luft. Røde tal angiver ^4He koncentration udenfor skala. (B) Udsnit af A, ligevægtskoncentration med atmosfærisk luft ved forskellige temperaturer er angivet med rød signatur. Effekt af excess air vist ved grøn linje. Data forsynet med indtag nummer omtales i teksten.

Luftforurening i nogle prøver

Indholdet af neon i grundvand stammer udelukkende fra atmosfæren og koncentrationen bestemmes af vandets temperatur (ligevægt) og et ekstrabidrag "excess air" som er typisk for grundvand. Excess air skyldes optag af mikroskopiske luftbobler pga. grundvandspejlets dynamiske karakter, men de eksakte fysiske processer er endnu ikke forstået fuldtud. De meget høje Ne indhold ($> 3 \cdot 10^{-4}$ ccSTP/kg) for nogle prøvers vedkommende er ikke bare excess air, men skyldes forurening af prøven med atmosfærisk luft, Figur 3A. Prøven fra boring 40.1370-1 var forurennet så meget, at den beregnede T-He alder på 37 år blev anset for urealistisk høj og derfor udeladt i den endelige rapport fra laboratoriet i Bremen, Figur 3A (prøve nr. 22). Boringen omtales nærmere i afsnittet "mindre præcise resultater". I boringen 246.802-3 stod vandspejlet tæt ved top af filter i boring, så det kan måske være forklaringen på luftforurening af den ene af to prøver fra denne boring. Den anden prøve var ikke forurennet. I laboratorierapporten fra april var alderen for begge prøver beregnet, henholdsvis 36 og 8,5 år, men i juli rapporten var alderen for den forurenede prøve udeladt, Figur 2 (prøve nr. 90). For de øvrige luftkontaminerede prøver viste det sig, at det kun var den ene af dobbeltprøverne, der var forurennet. Også i de tilfælde var T-He alderen væsentlig højere for den kontaminerede prøve sammenlignet med den ikke-kontaminerede.

Beregning af T-He alder

Baggrund. Tritium, den radioaktive brintisotop, ^3H , dannes i den øvre atmosfære pga. den kosmiske stråling. Den radioaktive brint indgår i atmosfærens vanddamp og ender via nedbør i grundvandet. Under det hydrologiske kredsløb mindskes tritium i grundvandet med tiden pga. radioaktivt henfald. Måling af tritium og dets henfaldsprodukt *titrigen* helium-3, $^3\text{He}^*$, kan derfor fortælle hvor lang tid siden grundvandet blev dannet. Tritiums halveringstid er bestemt til 12,43 år, som dermed er grundvandets alder, hvis der er lige meget tritium og *titrigen* helium-3 i vandet. Generelt kan grundvandets alder (t) beregnes vha. nedenstående formel, hvor $^3\text{He}^*$ er det dannede helium-3 ved tritiums ^3H henfald.

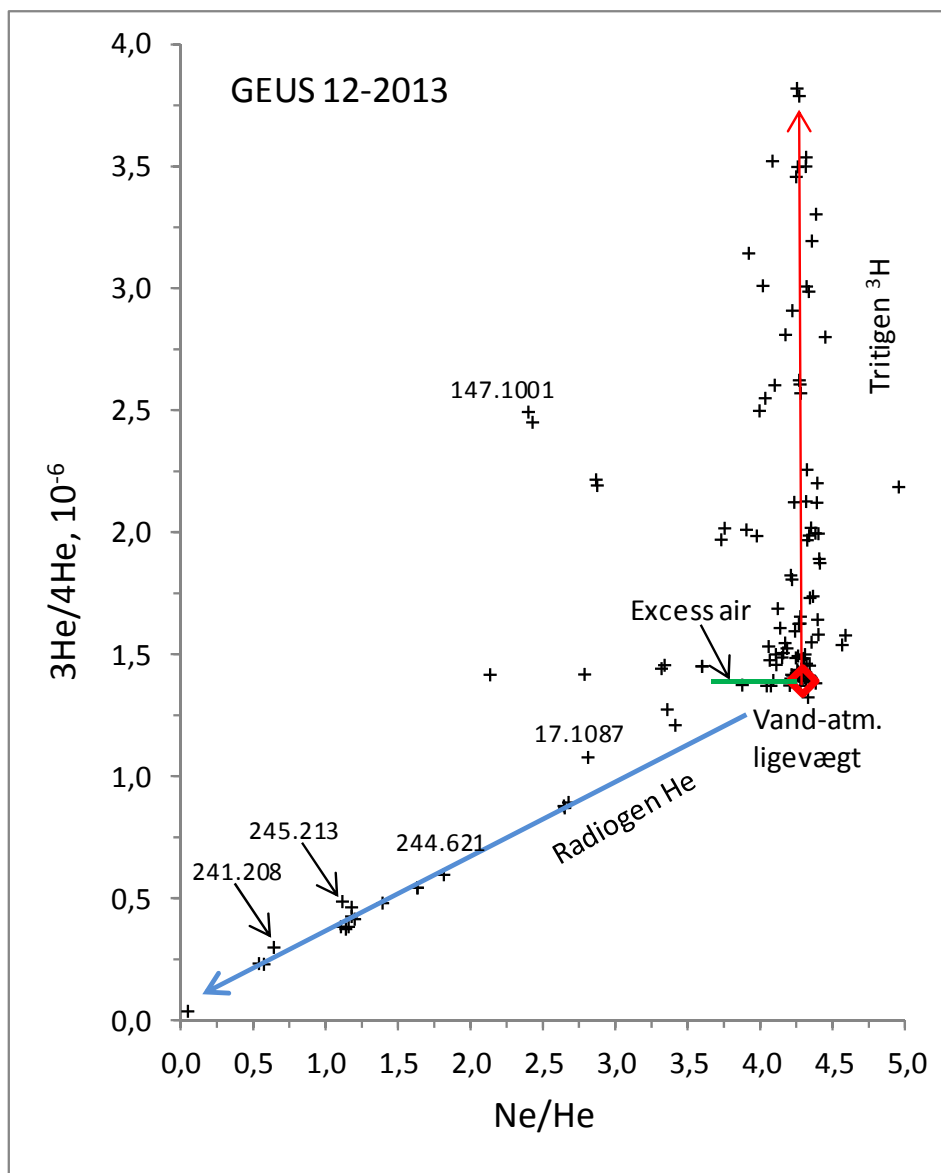
$$t = 12.43 / \ln 2 * \ln(1 + \frac{^3\text{He}^*}{^3\text{H}})$$

Analysen for tritium kan gennemføres ved scintillation eller helium-3 tilvækst, mens bestemmelse af *titrigen* $^3\text{He}^*$ kræver beregninger, som forudsætter analyser af Ne, ^4He og forholdet mellem helium isotoperne $^3\text{He}/^4\text{He}$ i vandprøven. *Titrigen* $^3\text{He}^*$ beregnes som forskellen mellem det totale helium-3 (^3He) i vandprøven og ^3He , stammende fra atmosfæren i ligevægt med grundvandet.

Koncentrationen af ^3He i vand er så lav, at den ikke kan måles direkte, men må bestemmes ud fra en kombination af målingerne af ^4He og $^3\text{He}/^4\text{He}$ forholdet i vandprøven. Ne målingerne er nødvendige for at kunne korrigere for excess air, og bestemme ligevægtskoncentration af ^4He , og dermed også ^3He koncentrationen ved hjælp af $^3\text{He}/^4\text{He}$ forholdet. Beregningerne er illustreret i Figur 4, hvor den

røde pil markerer ^3He indholdet over ligevægtsbidraget fra atmosfæren, og dermed indholdet af *titrigen* $^3\text{He}^*$. For prøver med høje ^4He indhold (lav Ne/He) er det desuden nødvendig at korrigere for radiogent bidrag, hvor $^3\text{He}/^4\text{He}$ forholdet antages at være $1 \cdot 10^{-8}$. For prøver med meget høje ^4He indhold, var det nødvendigt at fortynde prøven, med større usikkerhed til følge oplyste laboratoriet. Usikkerheden har været så stor for nogle prøver, at laboratoriet undlod at give en alder i den endelige rapportering, og nøjedes med at tilføje, kommentarer som f.eks. <1930, se appendiks A.

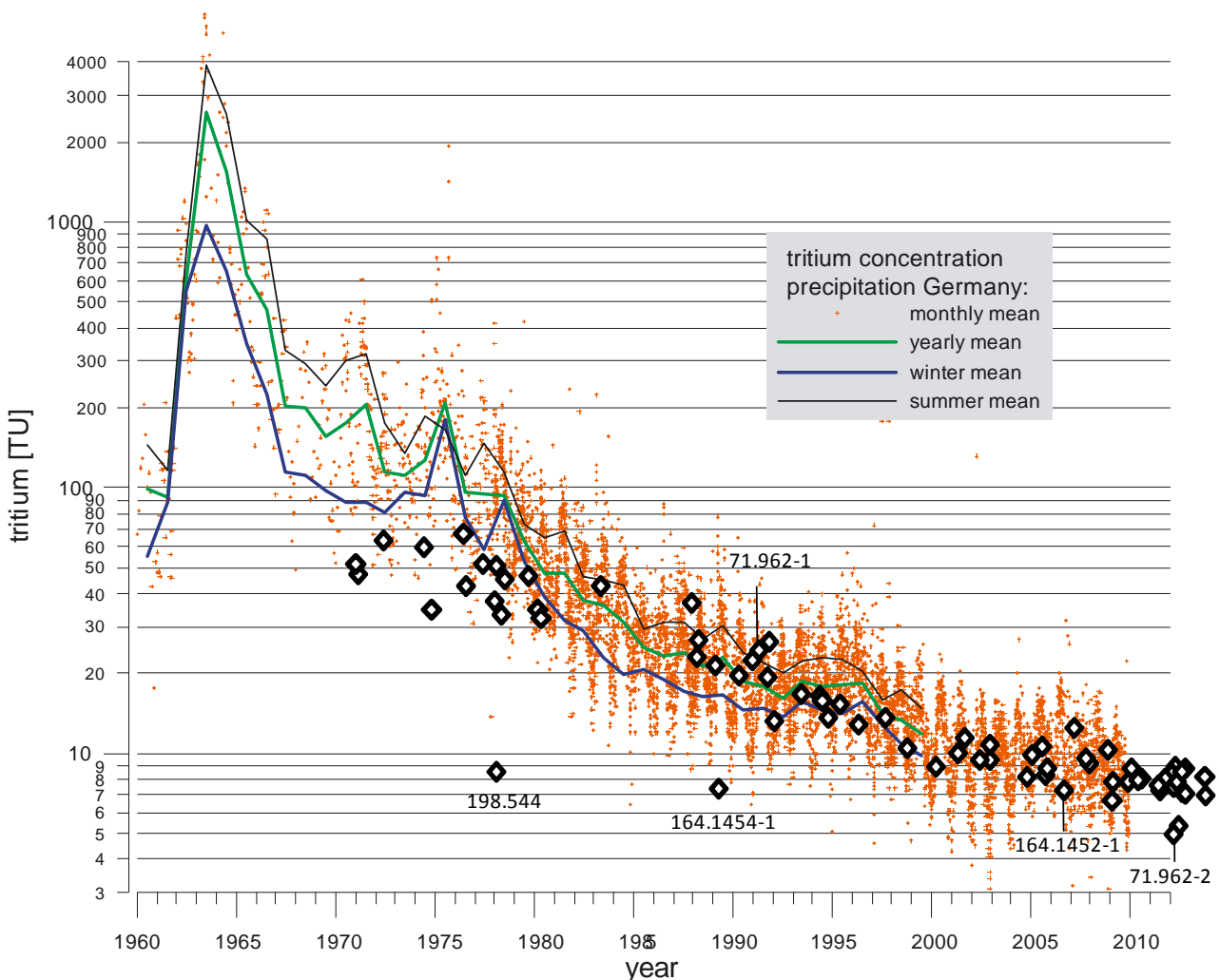
T-He alderen af grundvandet varierer fra 0,3 til 84 år, for de prøver hvor både tritium og titrigen helium-3 var til stede, Appendiks A. Som nævnt ovenfor viste det høje helium-4 i nogle prøver, at alderen sandsynligvis er langt højere for nogle prøver med meget lavt tritium (<0,1 TU).



Figur 4 Illustration af beregningsmåden for *titrigen* $^3\text{He}^*$ vha. målte Ne/He og $^3\text{He}/^4\text{He}$ forhold.

Blanding af vand af forskellig alder

Beregning af grundvandets oprindelige tritiumindhold $T(0)$, summen af ^3H og $^3\text{He}^*$, giver mulighed for at kontrollere om T-He alderen er udtryk for vandets "sande" alder eller om der er tale om blanding af grundvand af forskellig alder. Det oprindelige tritiumindhold plottes versus infiltrations år/måned sammen med tritium data for nedbør, og hvis punkterne ligger tæt på middel tritium for nedbør på tidspunktet for infiltration, er det rimeligt at antage at T-He alderen er tæt på vandets sande alder, hvilket ses at være tilfældet for de fleste af prøverne, Figur 5. Det oprindelige tritium, henholdsvis 7,3 og 8,5 TU, for borerne DGU nr. 164.1454 og 198.544 ligger markant under det forventede indhold i betragtning af vandets alder på 24,8 henholdsvis 35,9 år. For disse to borer er der oplagt tale om blanding af vand af forskellig alder, som anført under bemærkninger i tabellen i Appendiks A. Også for andre borer tyder sammenligninger af oprindelige tritium og alder af vand, at der er tale om opblanding af vandtyper, se bemærkningerne i Appendiks A.



Figur 5 Oprindeligt tritiumindhold ($T+^3\text{He}^*$) i grundvand på infiltrationstidspunktet, data med indtag nummer omtales i teksten.

For flere af de gamle overvågningsboringer blev der i første halvdel af 1990'erne foretaget bestemmelse af tritium i grundvandet for at afgøre om vandet var ungt eller gammelt, dvs. om det var påvirket af det markant forøgede tritiumindhold i atmosfæren, som følge af atomprøvesprængningerne. Lå tritiumindholdet under detektionsgrænsen (scintillationsmetoden) på 1 TU, var vandet gammelt, dvs. dannet før 1950. Med de nye T-He aldersbestemmelser er mulig at beregne det oprindelige tritiumindhold T(0) ud fra arkivmålingerne ved hjælp af formlen:

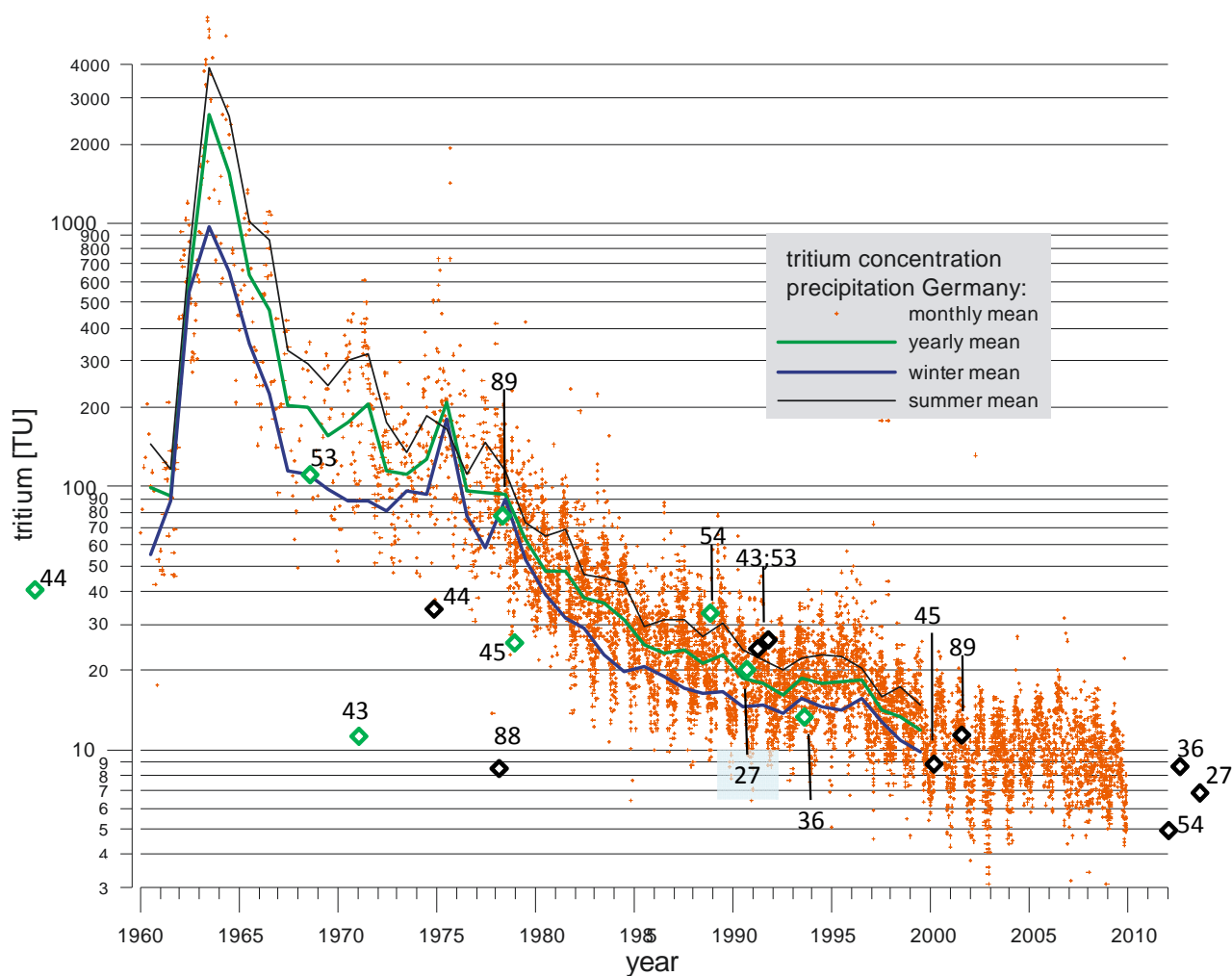
$$T(0) = T \cdot \exp(\ln 2 \cdot t / t_{1/2})$$

Hvor T er tritium målt til tiden t, og t_{1/2} er tritiums halveringstid på 12,43 år. Beregningerne er vist i Tabel 1 og resultaterne plottet i Figur 6.

Tabel 1. Oprindeligt tritiumindhold for nye (T+³He*) og tidligere tritium analyser T(0) (beregnet)

ID	Boring DGU nr.	Ind tag	infiltration måned-år	Tritium T+3He	Tritium, arkiv dato	T (TU)	infiltration måned-år	Tritium, T(0) beregnet
27	56. 896	1	juli 13	6,9	28-11-90	20,0	august 90	20,3
53	71. 962	1	september 91	26,4	06-09-90	32,4	juni 68	111,9
54	71. 962	2	december 11	5,0	06-09-90	29,9	oktober 88	33,3
36	114. 1437	1	juli 12	8,7	09-11-94	12,5	juli 93	13,5
88	198. 544	1	januar 78	8,6	29-11-93	<1	januar 58	<7,3
89	199. 1007	2	juni 01	11,5	06-09-90	39,0	marts 78	78,1
44	200. 3703	1	oktober 74	34,6	01-09-93	4,6	juli 54	40,9
43	200. 3703	2	marts 91	24,5	01-09-93	3,2	december 70	11,4
45	207. 3003	1	januar 00	8,9	26-08-92	11,9	november 78	25,7

For den relativt nye boring 71.962 er arkivdata for 71.483 benyttet. Afstanden mellem de to boringer er 50 m, og indtag sidder i samme dybder.

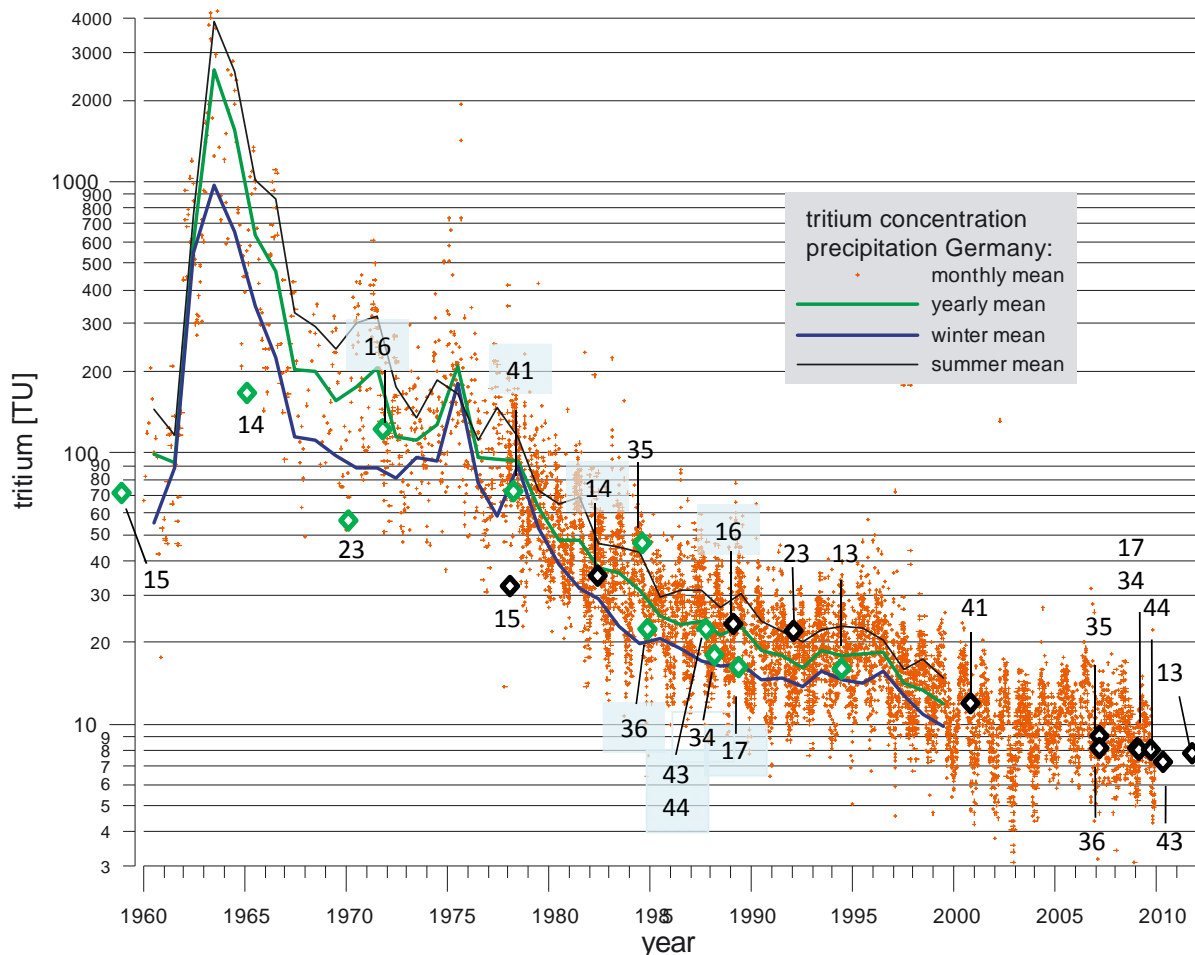


Figur 6 Oprindeligt tritiumindhold (Tabel 1) i grundvand på infiltrationstidspunkt. Sort = nye analyser (2013), grøn = tidligere analyser.

For fuldstændigheds skyld er beregninger af oprindeligt tritiumindhold for nye og tidligere målinger også foretaget for Pilotprojektets borer, se Tabel 2 og Figur 7.

Tabel 2. Pilotprojekt, oprindeligt tritiumindhold for nye og tidligere tritium analyser

ID	Boring DGU nr.	Ind tag	infiltration måned-år	Tritium T+3He	Tritium, arkiv dato	T (TU)	infiltration måned-år	Tritium, T(0) beregnet
13	71. 569	1	september 11	7,9	01-10-95	15,0	maj 94	16,2
14	71. 568	1	maj 82	35,3	01-10-95	30,0	januar 65	166,2
15	71. 522	1	januar 78	32,4	22-11-93	10,2	november 58	71,9
16	71. 567	1	januar 89	23,6	01-10-95	32,0	september 71	122,3
17	71. 532	1	januar 09	8,2	17-05-93	13,0	april 89	16,3
23	71. 478	1	januar 92	22,4	06-02-91	17,5	januar 70	56,6
34	86. 1629	1	januar 09	8,1	27-02-92	14,5	februar 88	18,1
35	86. 1628	2	februar 07	9,1	03-07-90	33,6	juli 84	46,8
36	86. 1632	1	februar 07	8,2	24-10-90	16,2	november 84	22,6
41	87. 1040	2	oktober 00	12,0	10-07-90	36,7	marts 78	73,0
43	86. 1634	1	april 10	7,3	09-07-90	19,3	september 87	22,6
44	86. 1631	1	september 09	8,1	23-10-90	16,7	maj 87	20,2



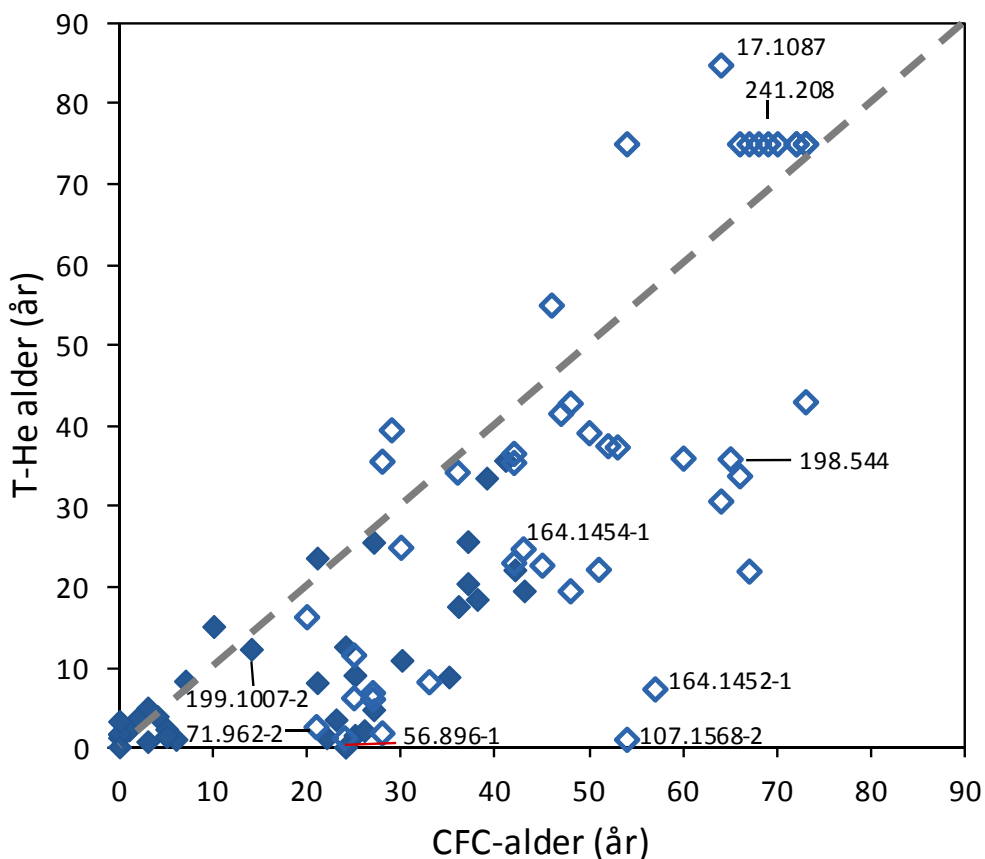
Figur 7. Oprindeligt tritiumindhold (Tabel 2) i grundvand på infiltrationstidspunktet. Sort = nye analyser (2013), grøn = tidligere analyser

Det oprindelige tritiumindhold beregnet ud fra arkivdata bekræfter tolkningen med hensyn til hvilke borer, der repræsenterer sand alder af grundvand og hvilke der repræsenterer blandingsvand. Forskellen på de to typer af borer ses tydeligere for arkivdata end ud fra de nye dateringer, sandsynligvis pga. de højere tritium indhold fra atomprøvesprængningerne i førstnævnte. Endnu en måde at afgøre om T-He alderen repræsenterer grundvandets sande alder får man ved at sammenligne med CFC alderen. Hvis de to metoder giver samme alder inden for de respektive metoders usikkerhed er der god sandsynlighed for at man har bestemt grundvandets sande alder.

CFC aldersbestemmelse af grundvand

Resultaterne af CFC aldersbestemmelse af grundvand fra samtlige borer, Appendiks C, blev fremsendt til Naturstyrelsen den 8. januar 2014. I Appendiks A er kun de beregnede aldre for CFC metoden vist. Aldersbestemmelse ved de to metoder er sammenlignet i Figur 8.

T-He alder vs CFC alder

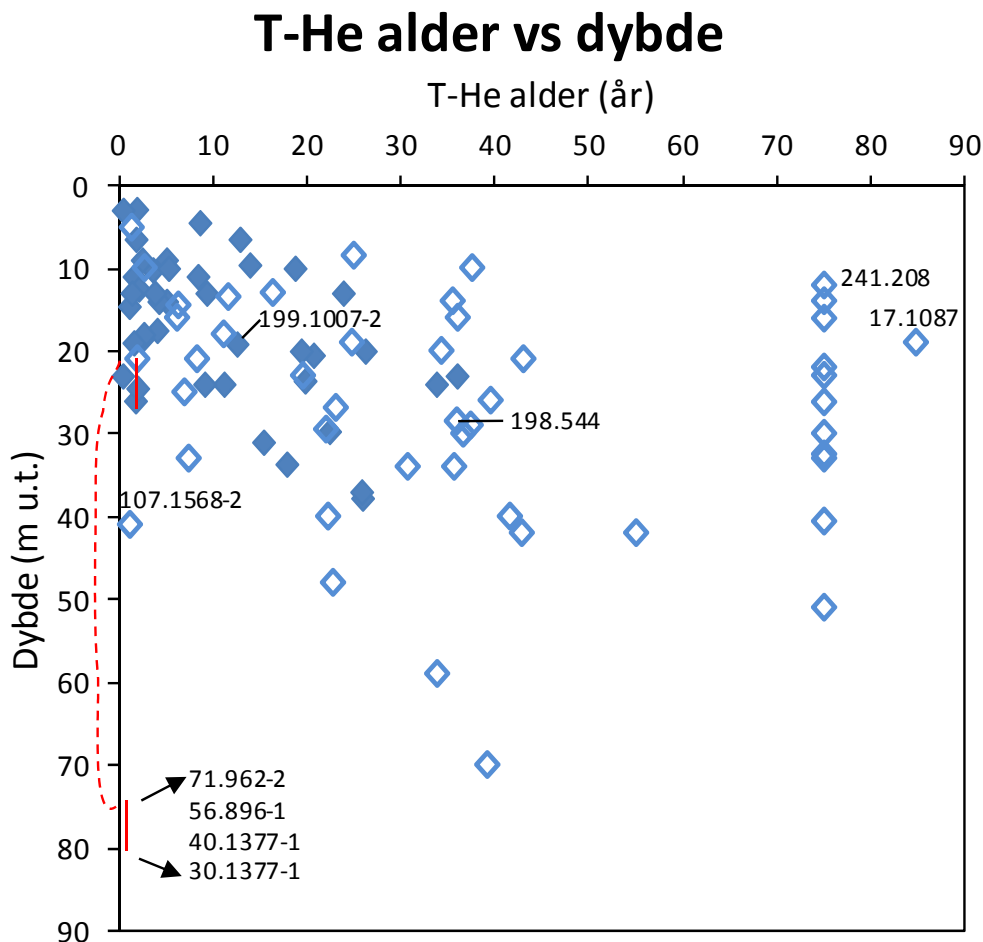


Figur 8. Krydsplot af T-He og CFC alder af grundvand fra 92 borer. Grundvand med iltindhold under 1 mg/L er angivet med åbent symbol. Data med indtag DGU nummer omtales i teksten.

CFC alderen er generelt højere sammenlignet end T-He alderen som det fremgår af Figur 8. Forklaringerne herpå kan være følgende: 1) delvis nedbrydning af CFC under anoxiske betingelser, 2) blanding af vand med forskellig alder. Anvendelse af resultaterne af begge dateringsmetoder tillige med tolkning på basis af det oprindelige tritiumindhold, Figur 6-7, samt dybde og geologiske forhold giver gode muligheder for at vurdere grundvandets strømningsforhold.

Grundvandets alder i relation til geologiske forhold

Som ventet stiger grundvandets alder med dybden, Figur 9, men der er ikke tale om en jævn stigning for alle områder set under et, dels fordi dybden til grundvandsspejlet varierer, fra 1,7 til 37 m u.t., og dels fordi de geologiske forhold varierer i betydelig grad. Både T-He og CFC dateringsmetoden ”måler” tiden fra grundvandsspejlet, hvor vandet sidst var i kontakt med atmosfæren.



Figur 9. Tritium-helium alder versus dybde. Grundvand med iltindhold under 1 mg/L er angivet med åbent symbol. Data med indtag DGU nummer er omtalt i teksten.

For at illustrere betydningen af de geologiske forhold for grundvandets alder har GEUS udvalgt en række boringer, Tabel 3, som vil blive kommenteret i det følgende. Boringernes DGU nr. er også markeret i de forskellige figurer for at skabe et bedre overblik

Tabel 3 T-He og CFC datering for udvalgte boringer

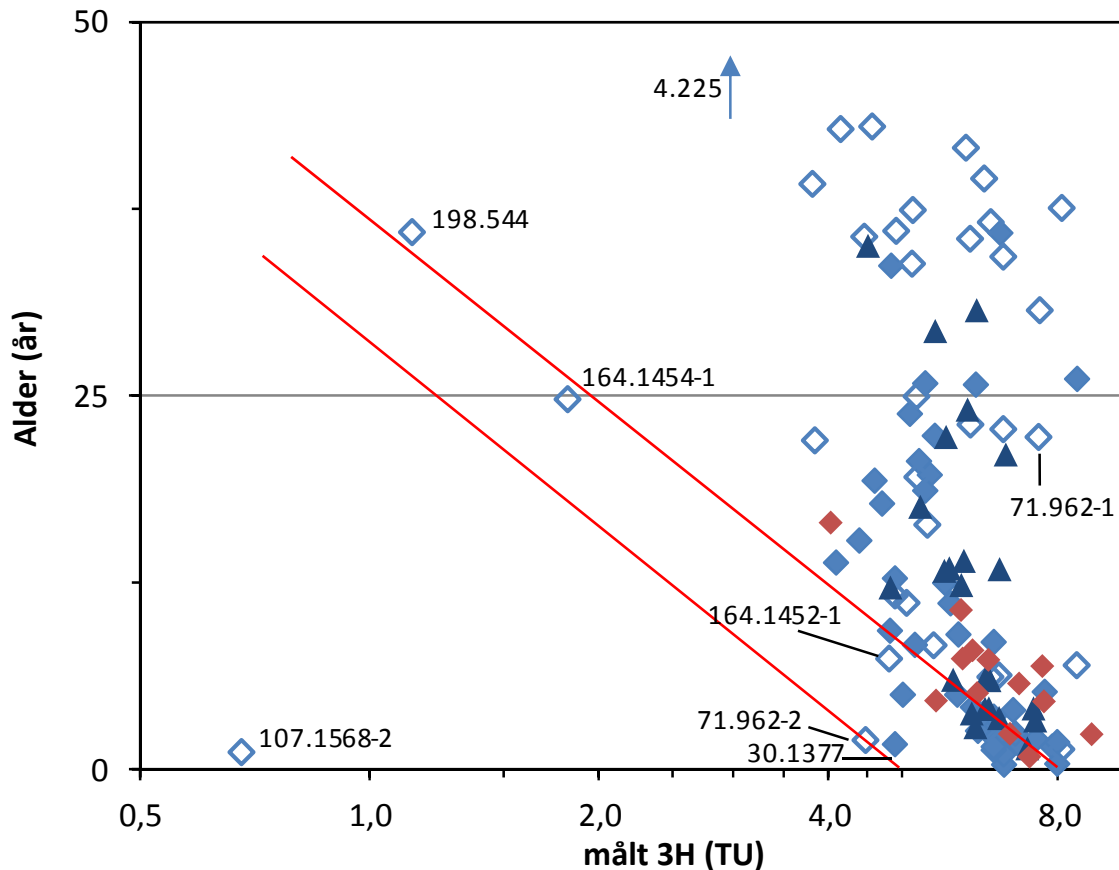
T-He ID	DGU nr.	Indtag tag	Δ Ne %	Tritium 3H, TU	Helium-3, 3He* TU (1)	TU (2)	T-He Alder år (1)	år (2)	Bemærkning	Indtag m u vs p	O2 mg/L	CFC alder år	min	max
4	4. 225	2		2,93			>45			12,9	0,2	53		
10	17. 1087	1	4,3	0,05	5,6		84,8		low tritium, <1955, little radiogenic 4He	9,5	<0,5	64		
11	30. 1377	1	40,9	4,90	0,5	1,2	1,7	3,8		4,6	10,1	→	7	14
22	40. 1370	1	369,0	6,80					extreme excess air, recent tritium	1,8	9,9	→	3	19
23	40. 1377	1	10,3	6,74	0,8		1,9			2,5	10,1	luft		
27	56. 896	1	16,0	6,81	0,1		0,3			0,2	10,1	24		
54	71. 962	2	83,0	4,48	0,5		1,9		large excess air	4,1	0,3	28		
75	107. 1568	2	83,3	0,68	0,0		1,1		high excess air, low tritium, mixed water	3,8	0,2	54		
34	164. 1452	1	24,4	4,82	2,5		7,4			15,3	0,3	57		
35	164. 1454	1	2,5	1,82	5,5		24,8		low tritium, but bomb component + radioge	5,7	0,3	43		
88	198. 544	1	13,6	1,14	7,4	7,4	35,9	35,9	low tritium, mixed water	20,6	0,2	65		
89	199. 1007	2	12,2	5,70	5,8	6,1	12,5	12,9		7,0	6,4	14		
78	241. 208	1	-5,0	0,04	10,1		>75		very low tritium, <1940	11,9	0,2	69		

CFC alder for boring 199.1007 er baseret på CFC-11 måling i 1998, se forklaring i teksten. Røde tal angiver GEUS skøn, hvor laboratoriet undlod at anføre et tal for alderen.

Gammelt vand med radiogent helium

Det ældste vand, 85 år, stammer fra boring 17.1087 i Vendsyssel, markeret med rødt på Figur 1. Boringens filter står 19 m under terræn i et sandmagasin med frit vandspejl. Et enkelt tyndt siltlag (0,5 m) findes i 12 m dybde. I bemærkningerne til analysen anfører laboratoriet i Bremen, at grundvandvandet indeholder lidt radiogent ⁴He, Tabel 3, bemærk det let forhøjede ⁴He indhold i prøven i forhold til ungt grundvand, Figur 3. ⁴He indholdet i 17.1087 er dog relativt beskedent i forhold til nogle af de andre boringer, som også producerer gammelt vand, f.eks. 241.208, sammenlign data i Figur 3 og 9. Det højere ⁴He indhold i 241.208 skyldes det højere indhold af thorium og uran i lerlaget, som boringen står i. Boringens filter (12 m u. t.) er placeret i et tyndt sandlag (ca. 0,5 m) omgivet af moræneler. Det høje ⁴He indhold i prøven giver større usikkerhed på beregningen af tritium ³He* pga. de ekstra korrektioner, der er nødvendige. De første beregninger af T-He alderen for 201.208 viste hhv. 29 og 97 år (Figur 2, nr. 78) pga. usikkerheden mht. ³He* indholdet (-0,3 hhv. 10,1 TU), derfor undlod laboratoriet at angive et tal for alderen i den endelige rapportering, Tabel 3. De øvrige boringer med gammelt grundvand er også placeret i områder med moræneler, hvor det har været umuligt at bestemme ³He* tilstrækkelig nøjagtigt for en præcis T-He datering, sammenlign Figur 2 og 9. Det er ikke kun det høje ⁴He indhold i prøverne, der giver usikkerhed ved bestemmelse af alderen af grundvandet i moræneler. Selvom man kunne bestemme ³He* nøjagtigt ville der alligevel være en usikkerhed, fordi der i moræneler findes to typer vand, nemlig det i ma-

trix og det i sprækkerne. Vandet i matrix, der normalt udgør hovedparten, strømmer ikke, men bevæger sig kun ved diffusion. Det betyder imidlertid ikke, at vandet i matrix er uden betydning, fordi der til stadighed udveksles molekyler med vandet i sprækkerne. Diffusionshastigheden for vandmolekyler er ikke nødvendigvis den samme som for helium opløst i vandet, hvilket betyder usikkerhed for aldersbestemmelsen. Det lave tritiumindhold i sig selv, 0,04 TU for 241.208, viser med sikkerhed, at vandet stammer fra perioden før atomprøvesprængningerne, Tabel 3. For ti andre borer med lav tritium ($T < 0,05$ TU) og høj ^4He har GEUS anført en alder på >75 år i Appendiks A.



Figur 10. Tritium i grundvand versus alder. De røde linjer markerer fald i tritium som følge af radioaktivt henfald. Samme signaturer som i figur 8 og 9. Data fra Pilotprojektet for kobberør (blå trekant) og diffusions sampler (rød firkant) er også vist. Pil indikerer alder for boring 4.225, hvor $^3\text{He}^*$ mangler. Data med indtag nummer er omtalt i teksten.

Let forhøjede ^4He indhold i knapt så gammelt grundvand indikerer blandingsvand som f.eks. i borerne 164.1654-1 (25 år) og 198.544 (36 år), Figur 3. Det oprindelige tritiumindhold ($T + ^3\text{He}^*$) i de to borer ligger markant under det forventede indhold ud fra tritium i nedbøren for de beregnede årstal, hvor infiltrationen fandt sted (Figur 5). Det viser tydeligt, at T-He alderen ikke kan tages som udtryk for vandets sande alder. Begge borer står i områder, der er præget af vekslende lag af

ler og sand. Forskellen i alder bestemt ved de to dateringsmetoder kan derfor skyldes, at der tale om blandingsvand, Figur 8.

En sidste bemærkning vedr. forhøjet ^4He indhold gælder boring 245.213 (Figur 3 og 4) på Bornholm, hvor tritium indholdet på 6,1 TU indikerer en alder på næppe mere end 40 år, Figur 10. $^3\text{He}^*$ er efter korrektion angivet til -0,5 TU, hvilket indikerer ungt vand, Appendiks A. Det samme gør CFC, når metodens usikkerhed tages i betragtning. En mulig naturlig forklaring på det forhøjede ^4He indhold kunne være udslip af helium fra granitten i grundfjeldet under boringen, men det må indtil videre betragtes som en hypotese.

Ungt grundvand

Grundvand under 10 år gammelt er fundet i 36 af de 92 boringer, og burde i princippet være ukompliceret at tolke. Derfor vil kun de boringer blive omtalt, hvor tolkningen ved nærmere undersøgelse alligevel ikke er hel enkel. Det drejer sig om fire boringer hvor CFC indikerer en væsentlig højere alder end T-He, se figur 8. Den mest markante forskel ses for 107.1568-2, hvor T-He og CFC indikerer hhv. 1 år og 54 år, Tabel 3. Der var problemer T-He dateringen for 107.1568-2 muligvis pga. af relativ høj excess air, Figur 3 ($\Delta\text{Ne}\%=83$, Tabel 3), som resulterede i negativ alder (-36 år) for den ene af dobbeltprøverne, Figur 2, nr. 75. Det lave tritiumindhold 0,68 TU passer nogenlunde med en alder på omkring 50 år, Figur 10. Grundvandspejlet står dybt i boring 107.1568-2, 37 m u.t., blot 4 m over top af indtag, hvilket godt kunne passe med en lav alder på stor dybde, Figur 9, under de rette geologiske forhold. Indtaget står i et sandlag, der er dækket af ca. 30 m ler og gytje, så det er mere sandsynligt, at grundvandet består af en blanding af gammelt vand plus lidt yngre vand. Grundvandet viser imidlertid ikke tegn på forhøjet indhold af ^4He , Figur 3, der kunne indikere længere tids kontakt med lerlagene.

Det gør derimod grundvandet fra boring 164.1452-1, der har et forhøjet ^4He indhold, Figur 3, selv om T-He alderen kun angives at være 7 år, Tabel 3. CFC viser en betydelig højere alder (57 år) end T-He, Figur 8, så der er sandsynligvis tale om en blanding af ungt og gammelt vand. Det oprindelige tritium indhold ($\text{T}+^3\text{He}^*=7,3$ TU) passer ellers fint med nedbørens tritium det år (2006), hvor infiltrationen fandt sted, Figur 5, og skulle således ifølge det tidligere udsagn være udtryk for grundvandets sande alder. Prøve nr. 2 fra 164.1652-1 viste en T-He alder på 27 år (Figur 2, nr. 34), men resultatet for denne prøve var udeladt fra den endelige rapport pga. høj excess air (forurening med atmosfærisk luft). Sidstnævnte prøve ville give et oprindeligt tritium indhold ($\text{T}+^3\text{He}^*=22$ TU) i 1986, hvilket også ville passe med tritium i nedbøren det pågældende år og dermed vandets sande alder. Boreprofilet for 164.1652 viser vekslende ler- og sandlag, med en sammenlagt tykkelse af lerlagene på ca. 20 m, hvilket sandsynliggør muligheden for blanding af vand af forskellig alder. Det målte tritium indhold på 4,8 TU i grundvandet kan desværre ikke i sig selv bruges til at indkredse grundvandets alder mere nøjagtigt, som det ses af figur 10, hvor alderen af grundvand med tritium omkring 5 TU spænder fra 3 til 40 år.

Der er markant forskel på grundvandets alder bestemt ved hhv. T-He (0,3 år) og CFC (24 år) i boring 56.896-1, Figur 8. Boringens indtag står i et sandmagasin 22 m u. t. blot 0,2 m under vandspejlet, hvilket passer fint med en meget ung alder. Tritiumindholdet på 20 TU målt i 1990, Tabel 1, passer også meget fint med helt ungt grundvand, nr. 27 i Figur 6. CFC datering kunne desværre ikke gennemføres tidligere, fordi grundvandspejlet stod for dybt til, at man kunne udtage prøver til formålet. Det svagt faldende CFC indhold i atmosfæren betyder, at det helt unge grundvand i dag har samme indhold af CFC som for 20 år siden, Appendiks B. En mindre usikkerhed i CFC analysen og infiltrationstemperaturen betyder en usikkerhed i aldersbestemmelsen, der godt kunne resultere i en alder på 24 år. Sættes f.eks. ligevægtstemperaturen mellem atmosfære og grundvand ved vandspejlet 1,5 °C højere ved beregningerne af vandets alder giver CFC også helt ungt vand.

Den nye boring 71.962 står knap 50 m fra den gamle overvågningsboring 71.483 og begge boringer har 2 indtag i omtrent samme dybder. Boreprofilerne for de to boringer viser vekslende lag af ler og sand. Der er tidligere foretaget mange dateringer særlig for det øverste indtag (nr. 2) i den gamle boring, der viste betydelige udsving i nitrat og CFC alder inden for relativ korte perioder. Udsvingene i de to parametre skyldes sandsynligvis variation i dybden til grundvandspejlet (Laier, 2004). CFC viste typisk ungt vand (5 år), når nitrat var høj, og noget ældre (35 år), når nitrat var lav. Nitratindholdet var lavt da prøverne til datering blev udtaget i den nye boring, 71.962-2, og CFC viste en alder på 29 år, mens T-He gav knap 2 år, Tabel 3 og Figur 8. Vandprøverne havde relativ høj excess air ($\Delta N_2 = 83$) og det lave tritium $^3\text{He}^*$ (0,5 TU, Tabel 3) kan måske skyldes usikkerhed pga. korrektion herfor. Det målte tritium indhold (4,5 TU) ligger i underkanten af, hvad man ville forvente for ungt vand, se figur 10. Tritium indholdet i 1990 (30 TU) i boring 71.483-2, under en periode med lavt nitrat, tyder også på en betydelig højere alder end 2 år, se nr. 54 i Figur 6. Konklusionen er derfor: Enten skyldes den lave T-He alder en usikkerhed på $^3\text{He}^*$ bestemmelsen eller også er der tale om en blanding af ungt og noget ældre grundvand.

Ungt vand (<4 år) i relativ stor dybde (26 m) ses i boring 30.1377, Figur 9, hvor den umættede zone er mere end 21 m. CFC dateringen giver også ungt vand, metodens nuværende usikkerhed taget i betragtning. Tritiumindholdet er dog overraskende lavt ($T=4,9$ TU) vandets unge alder taget i betragtning, Figur 10. Boringens indtag står i opsprækket kalk, så det lave tritium indhold kunne muligvis være udtryk for udveksling med kalkens matrixvand, og dermed indikere opblanding af ungt med noget ældre vand.

Mindre præcise resultater ved tidligere aldersbestemmelser

CFC dateringer i 2006 kunne ikke angive et tal for alderen af ungt grundvand, fordi stigningen i atmosfærens CFC, der var en forudsætning for metoden, var ophørt, Appendiks B. I stedet angav man blot <5 år, hvis CFC indholdet lå på år 2000 niveau eller lidt over. Det gjaldt også fem boringer i Gislum syd for Års. De fem boringer er blandt de 92 der blev dateret vha. T-He metoden ved nærværende undersøgelse. Resultaterne af nye og tidligere dateringer er vist i Tabel 4. Grundvandet i boring 40.1370 kunne ikke dateres med T-He, fordi prøven i kobberrør var forurenede med atmo-

sfærisk luft og derfor ikke kunne anvendes til bestemmelse af titrigen $^3\text{He}^*$. CFC analyserne fra samme boring viste dog ingen tegn på kontaminering med luft. Pumpen i boringen sidder ikke langt under vandspejl, så lidt luftindtag kan måske ikke udelukkes, selv om det ikke var synligt under feltarbejdet. T-He dateringerne for de andre boringer i nærområdet, og de geologiske forhold taget i betragtning indikerer, at grundvandet næppe er mere end 2-3 år gammelt.

CFC analyserne viste let forhøjede værdier, over det maksimale, for en anden boring i området, 40.1377, hvor prøven for helium og neon analyse ikke tydede på luftindtag. CFC analyserne fra samme boring i 2006 viste ingen forhøjede CFC pga. luftindtag, Tabel 4. Som det var tilfældet for boring 30.1377 nordvest for Thisted skyldes tilstedeværelse af ungt grundvand på relativ stor dybde i 40.1377 (Figur 9) en godt 21 m dyb umættet zone, Tabel 4.

Boring 40.1374 viser negativ alder, sandsynligvis pga. usikker $^3\text{He}^*$ bestemmelse. Tritiumindholdet i 40.1374 er det samme som i 30.1366, Appendiks A, der ligger blot 53 m derfra, derfor er alderen sandsynligvis den samme som i sidstnævnte, altså under 2 år.

Dobbeltbestemmelse af titrigen $^3\text{He}^*$ blev kun udført for to af de fem boringer i Gislum, nemlig 40.1366 og 40.1372, og kun dateringerne ved dobbeltbestemmelsen for den ene boring 40.1372, henholdsvis 1,9 år og 4,1 år, var medtaget i den endelige rapport fra laboratoriet i Bremen, Tabel 4. Den anden datering for boring 40.1366, $\pm 0,2$ år, var udeladt af den endelige rapport.

Tabel 4 Tidligere CFC dateringer i Nordjyllands Amt boringer

Boring DGU nr.	Indtag m ut	Vandspejl m u top rør	CFC 2006	CFC 2013	T-He år
18.385	18,5-19,5	15,80	16	1-19	2,4
18.387	17,5-18,5	14,29	17	2-19	4
40.1366	13-14	10,92	<5	7-15	1,3
40.1370	14,6-15,6	11,14	<5	3-19	luft
40.1372	14-15	11,68	<5	1-20	1,9-4,1
40.1374	13-14	10,86	<5	0-20	-2,3
40.1377	24,5-25,5	21,62	<5	luft	1,9

T-He dateringerne af de to boringer, 18.385 og 18.387, ved Albæk i Vendsyssel viste en alder af grundvandet, hhv. 2,4 og 4 år, der lå væsentlig under alderen, 16-17 år, bestemt ved CFC i 2006, Tabel 4. Prøverne til CFC datering blev udtaget kun 1 år efter udførelsen af de to boringer, og det kan muligvis være forklaringen på forskellen. Det relative hurtige fald i sulfat fra 40 mg/L til 15 mg/L i løbet af det første halvandet år for boring 18.387 kunne skyldes etableringseffekt, eller ændringer i grundvandets strømningsmønster. Grundvandspejlet i de to boringer lå i 2006 1-1,5 m under niveauet i 2013, da prøverne til T-He datering blev udtaget. Niveauet for grundvandspejlet skiftede relativt brat omkring 2007-2008, muligvis som følge af ændrede indvindingsforhold i området.

Forsøg på datering med CFC metoden i 2006 mislykkedes for borerne 199.690 og 199.693, fordi CFC indholdet i grundvandsprøverne lå over det maksimale niveau for ligevægt med atmosfæren. Vandspejlet står lige over top af filter (0,5-0,7 m) og da begge borer var/er udstyret med Grundfos SQE pumper, der er knap så velegnet til lave pumperater, blev det forhøjede CFC indhold tilskrevet indtag af luft under pumpning. Ved prøvetagning for T-He og CFC datering i december 2013 blev SQE pumperne midlertidigt erstattet med MP1, og pumperaten holdt relativt lav for at undgå luftindtag. CFC indholdet i de nye prøver viste imidlertid stadig forhøjet CFC indhold, og i det ene tilfælde så højt, at der kan være tale om forurening, Tabel 3. Helium og neon analyserne af vandprøverne forseglede i kobberør viste ikke tegn på luftforurening ($\Delta\text{Ne}\%$: 20 og 21, Tabel 3) og T-He alderen var som man kunne forvente lav, hhv. 2,0 og 3,5 år, den ringe dybde under grundvandspejlet taget i betragtning.

De forhøjede CFC indhold i prøverne fra montejus boringen 199.1007 blev også tilskrevet luftindtag på grund af mulig lækage. Det tidligere Frederiksborg Amt foretog renovering af boringen, men nye CFC viste stadig forhøjede CFC indhold. Boringen ligger på kanten af en ca. 10 m dyb gammel grusgrav, og det blev dengang anset for at være en mulig årsag til de forhøjede CFC indhold, selv om en mere præcis sammenhæng ikke kunne påpeges. T-He aldersbestemmelsen for 199.1007 viser ca. 13 år gammelt grundvand, samme alder (13-15 år) som beregnet for CFC-11 ved de tidligere CFC analyser i 1997-1997. Det var kun CFC-12, der viste forhøjede indhold, men da netop CFC-12 tillægges størst betydning ved CFC datering, blev dateringen dengang anset for tvivlsom. Med de næsten samstemmende dateringer for T-He og CFC-11 og de geologiske forhold taget i betragtning (sandmagasin med frit vandspejl) tyder de forhøjede CFC-12 indhold på en forurening fra den gamle grusgrav, f. eks. kompressor fra et gammelt køleskab.

Delvis mislykket T-He datering

Analyserne af begge prøver i kobberør fra boring 4.225 mislykkedes pga. forskellige forhold i laboratoriet. Ud af et prøveantal på ca. 100 regnes det som en normal fejlprocent af laboratoriet i Bremen. Boringen står i et sandmagasin med frit vandspejl og en alder på 53 år, som antydtes af CFC, Tabel 3, forekommer temmelig høj den ringe dybde (15 m) taget i betragtning. Der er ikke blevet analyseret for metan i grundvandet, men da metan i relativt ringe dybde findes udbredt i området, og da sulfatindholdet i boringen er meget lavt ca. 1 mg/L tyder meget på, at metan er til stede i 4.225. CFC nedbrydes delvis under anoxiske forhold og selv den mest robuste af CFC gasserne, CFC-12, nedbrydes under forhold, hvor metan dannes. Derfor er 53 år sandsynligvis i overkanten af grundvandets alder, på den anden side viser det relativt lave tritiumindhold i grundvandet ($T=2,9$ TU) på, at vandet sandsynligvis er mere end ca. 45 år gammelt, se Figur 10. Områdets flade topografi, boringen ligger syd for Skagen, Figur 1, kan måske være grunden til at ungt grundvand ikke når særlig stor dybde på den pågældende lokalitet.

Sammenfatning og konklusion

Påvirkning af grundvandets kvalitet som følge af arealanvendelsen og i særlig grad landbrugets praksis er kortlagt gennem de sidste 25 års regelmæssige undersøgelser i forbindelse med det nationale overvågningsprogram. Ønsket om begrænsning af det stigende nitratindhold har haft høj prioritet og dermed behovet for en så præcis kortlægning af udviklingen i nitratindholdet gennem tiden som mulig. Forudsætningen for opstilling af en tidslig udvikling af nitratindholdet i forhold til arealanvendelse/praksis er imidlertid et kendskab til vandets strømningsmønster i undergrunden, eller lidt forenklet sagt grundvandets alder. For at se om de forskellige tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen har haft den ønskede effekt på nitratindholdet i grundvandet kunne man ønske sig, at alderen af grundvandet fra de 92 indtag lå mellem nul og tyve år. Det gælder desværre kun for halvtreds af indtagene. Ydermere var der ingen ilt i grundvandet fra elleve af de halvtreds indtag, dvs. man kan ikke udelukke, at nitratindholdet er blevet reduceret pga. denitrifikation. Det betyder, at under halvdelen af dateringerne kan bruges til at konstruere nitratudviklingen i den mest interessante periode. Den tilsyneladende ringe "succes" skyldes prioritetsrækkefølgen ved udvælgelsen, der først og fremmest skulle omfatte nye borer, være landsdækkende, og så vidt muligt omfatte iltholdigt grundvand.

Aldersbestemmelsen af det noget ældre grundvand har dog ikke været spildt, da nærværende undersøgelse har dokumenteret T-He metoden kan anvendes i tidsintervallet fra nul til næsten halvfems år, når det drejer sig om sandmagasiner med frit vandspejl. For grundvand i områder med vekslende ler- og sandlag har dateringerne givet værdifulde oplysninger om blanding af vand af forskellig alder og for lerlagenes vedkommende oplysninger om udvekslingen mellem det strømmende vand i sprækker og det bundne vand i matrix. Det sidste er ikke mindst vigtigt da hydrologiske modeller til beregning af grundvandsressourcen sædvanligvis ikke opererer med udvekslingen mellem vand i matrix og sprækker, men kun vandets "gennemsnitlige" strømningshastighed. Sidstnævnte er imidlertid utilstrækkelig til modellering, når det gælder stoftransport, der også er påvirket af vandet i matrix.

Referencer

GEUS-NOTAT nr. 05-VA-14-01:Aldersbestemmelse af ungt grundvand i overvågningsboringer – pilotprojekt

Laier, T. (2004) Nitrate monitoring and CFC-age dating of shallow ground waters - an attempt to check the effect of restricted use of fertilisers. In (eds. Razowska-Jaworek, Lidia and Andrzej Sadowski) Nitrates in Groundwater, IAH Hydrogeology Selected Papers No.5, 90-102 Balkema.

Sültenfuß, J., Roether, W. and Rhein, M., 2009. The Bremen mass spectrometric facility for the measurement of helium isotopes, neon, and tritium in water, *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 45:2, 83-95

APPENDIKS A Aldersbestemmelsesresultater.

Tabellerne fra laboratoriet i Bremen angiver analyseresultater for tritium, neon, helium-4 og $^3\text{He}/^4\text{He}$ forholdet samt analyseusikkerhed for disse parametre. Følgende parametre er beregnet, mængden af excess air $\Delta\text{Ne}\%$, radiogen ^4He , titrigen $^3\text{He}^*$, og T-He alder. De første resultater modtaget i april måned indeholdt analyseresultater og beregninger for næsten alle dobbeltprøver, inklusive data som blev senere kasseret bl.a. fordi de gav negative aldre, Figur 2.

De endelige resultater modtaget i juli måned indeholdt korrigerede måleresultater for relativt få boringen og kun sikre data. Dvs. usikre data og beregninger var udeladt. Tabel 1 viser resultaterne af den endelige rapportering for excess air $\Delta\text{Ne}\%$, tritium, titrigen $^3\text{He}^*$, og T-He alder, samt laboratoriets bemærkninger angående høj radiogen ^4He , og mulig blanding af forskellige vandtyper.

CFC alderen er vist i de sidste kolonner. Hvor de målte CFC koncentrationer giver to forskellige aldre er minimum og maksimum alder anført. Appendiks B forklarer hvorfor bestemte CFC koncentrationer kan give to aldre.

Appendiks A. Tabel 1 T-He og CFC aldersbestemmelser af grundvand

T-He		ΔNe %	Tritium 3H, TU	Helium-3, 3He*		Alder		Bemærkning	Indtag m u vsp	O2 mg/L	CFC alder	
ID	DGU nr.			TU (1)	TU (2)	år (1)	år (2)				år	min
4	4. 225		2,93			>45			12,9	0,2	53	
6	15. 693	8,6	4,15	42,8		42,8			38,0	0,5	48	
7	15. 693	18,6	5,40	8,1		16,3			9,1	0,46	20	
5	16. 1286	18,3	5,07	4,4	3,8	11,1	9,9		12,9	0,29	luft	
10	17. 1087	4,3	0,05	5,6		84,8		low tritium, <1955, little radiogenic 4He	9,5	<0,5	64	
2	18. 385	5,8	6,50	1,0		2,4			1,3	11,3	→	1 19
3	18. 387	8,9	7,00	1,7		4,0			3,3	10,6	→	2 19
8	25. 633	9,0	6,55	44,8	43,4	36,6	36,1		28,9	0,4	42	
9	25. 633	14,0	6,15	39,1	41,2	35,5	36,3		12,2	0	42	
1	26. 4032	21,0	4,47	28,7		35,6			31,9	0,5	28	
12	30. 1373	23,2	5,02	1,6		5,0			1,4	10,5	luft	
11	30. 1377	40,9	4,90	0,5	1,2	1,7	3,8		4,6	10,1	→	7 14
13	30. 1389	39,8	6,26	20,4		25,7			15,5	2,32	27	
19	40. 1366	11,2	6,60	0,5		1,3			3,0	9,6	→	7 15
22	40. 1370	369,0	6,80					extreme excess air, recent tritium	1,8	9,9	→	3 19
21	40. 1372	17,1	6,20	1,6	0,7	4,1	1,9		1,7	10,1	→	1 20
20	40. 1374	8,2	6,70	-0,8		-2,3			2,0	9,8	→	0 20
23	40. 1377	10,3	6,74	0,8		1,9			2,5	10,1	luft	
29	40. 1592	16,1	5,16	29,4		33,8			38,8	0,3	66	
30	41. 1536	20,8	6,07	56,9	56,3	41,6	41,4		34,6	0,12	47	
28	41. 1537	19,8	5,17	37,2	36,6	37,4	37,2	corrected	20,7	0,29	53	
56	46. 814	22,2	5,24	10,5	10,4	19,6	19,4		15,3	0,3	48	
57	47. 1168	19,1	4,84	27,4	28,7	33,7	34,4		12,2	7,4	39	
31	49. 1031	4,8	4,83	3,3		9,2			1,4	7,18	25	
55	50. 702	22,8	5,12	14,4	14,8	23,8	24,1		6,6	10,2	21	
15	53. 618	19,8	5,79	5,0		11,1			5,4	3,5	30	
16	53. 653	16,3	5,37	10,0	10,3	18,6	19,1		5,0	2,57	38	
17	55. 1082	27,6	5,20	3,1		8,3			2,5	7,5	21	
27	56. 896	16,0	6,81	0,1		0,3			0,2	10,1	24	
25	56. 995	25,8	5,93	3,9	4,8	9,0	10,5		0,5	2,9	35	
18	56. 999	11,4	6,60	0,6		1,5			3,9	9,5	22	
58	57. 762	17,6	7,59	35,1	34,2	30,7	30,3		11,5	0,2	64	
24	66. 1743	2,8	6,30	1,0		2,5			1,9	10,1	→	7 15
26	66. 1747	8,7	6,74	44,0	45,2	35,9	36,3		7,4	4,4	41	
61	66. 1875	25,9	6,50	1,1		2,7			4,7	0,9	21	
60	66. 2071	16,8	6,53	2,7		6,2			9,6	0,2	27	
59	66. 2071	-2,3	7,05	1,0		2,4		little degassing	2,5	2,4	26	
53	71. 962	12,0	7,56	18,8	19,5	22,2	22,7		22,2	0	51	
54	71. 962	83,0	4,48	0,5		1,9		large excess air	4,1	0,3	28	
63	77. 1585	18,4	5,23	16,1	16,2	25,0	25,1		1,2	0,6	30	
62	77. 1585	11,6	4,90	4,5		11,6			6,1	0,3	25	
66	84. 2772	26,3	7,10	0,7		1,7			3,4	4,5	→	7 14
65	86. 1848	7,8	8,50	28,4		26,1			6,3	3,8	F	
64	86. 2071	19,9	4,40	6,0	6,6	15,3	16,3		13,4	8,9	→	8 14
52	88. 1268	25,9	0,07	0,0	0,3	>75		radiog. 4He, low tritium, <1950	39,0	0	67	
72	88. 1346	12,3	5,91	1,9	0,8	5,0	2,3		3,7	9,5	27	

Alder angivet med rødt er skønnet af GEUS, hvor laboratoriet ikke angav et tal for alderen.

Appendiks A. Tabel 1 fortsat..

T-He		Δ Ne	Tritium	Helium-3, 3He*		Alder		Bemærkning	Indtag	O2	CFC alder	
ID	DGU nr.	%	3H, TU	TU (1)	TU (2)	år (1)	år (2)		m u vsp	mg/L	år	min max
71	88. 1348	11,0	5,27	11,5	12,6	20,6	21,7		13,1	7,5	37	
14	93. 1253	17,1	7,70	2,6	2,9	5,2	5,6		7,9	6,5	→	2 19
67	94. 2947	18,8	7,88	0,7		1,5			0,2	10,5	luft	
48	105. 1701	16,0	6,15	16,3		23,0			17,2	0,8	42	
49	105. 1702	17,6	5,53	13,9	11,9	22,3	20,4		19,7	4,2	42	
50	105. 1703	22,1	5,37	17,6	20,2	25,8	27,7		28,1	11,1	37	
47	105. 1705	12,8	5,44	11,0	10,6	19,7	19,2		10,1	4,5	43	
46	105. 1706	15,5	4,71	8,1		17,8			20,1	10,5	36	
51	105. 1827	19,0	8,00	0,2		0,3			1,2	1,2	9	
74	106. 1535	27,2	6,70	2,8	2,3	6,3	5,2		9,9	0,2	25	
73	106. 1536	6,2	4,90	5,2	5,5	12,8	13,3		3,1	3,5	24	
75	107. 1568	83,3	0,68	0,0		1,1		high excess air, low tritium, mixed water	3,8	0,2	54	
69	112. 1250	39,2	5,51	3,3	3,8	8,3	9,3		15,3	0,3	33	
70	113. 1863	2,4	8,48	4,1	4,2	6,9	7,1		18,8	0,1	27	
36	114. 1437	32,4	8,10	0,6	1,3	1,3	2,6		2,9	0,01	24	
37	114. 1857	21,1	6,42	52,9		39,5			23,6	0,5	29	
68	121. 955	31,0	4,60	9,0		19,3			6,0	5	F	
38	123. 1218	14,9	6,79	40,0		34,3			13,8	0,4	36	
39	125. 2024	35,8	8,00	0,8		1,8			1,3	2,4	25	
32	135. 1443	36,6	4,91	32,4	34,6	36,0	37,0		7,2	0,3	60	
40	147. 1001	-10,2	8,11	59,0	56,5	37,6	36,9	little degassing, radiogenic 4He	8,4	0,3	52	
33	164. 1253		0,47			55		low tritium, <1960	22,9	0	46	
34	164. 1452	24,4	4,82	2,5		7,4			15,3	0,3	57	
35	164. 1454	2,5	1,82	5,5		24,8		low tritium, but bomb component + radioge	5,7	0,3	43	
88	198. 544	13,6	1,14	7,4	7,4	35,9	35,9	low tritium, mixed water	20,6	0,2	65	
41	198. 690	20,7	7,50	0,9		2,0			0,7	10,1	luft	
42	198. 693	18,7	6,60	1,4		3,5			0,5	8,7	F	
89	199. 1007	12,2	5,70	5,8	6,1	12,5	12,9		7,0	6,4	14	
44	200. 3703	11,6	3,82	30,7		39,2		radiog. 4He + tritium = mixed water	41,1	0,2	50	
43	200. 3703	28,8	6,79	17,7	18,1	22,7	23,0		19,3	0,2	45	
45	207. 3003	37,1	4,10	4,8		13,8		radiog. 4He	8,0	3	luft	
83	217. 1190	43,4	0,03	-0,4		>75		very low tritium, <1930	32,5	0,2	73	
84	217. 1190	30,9	4,57	46,8	45,3	43,0	42,5		16,3	0,2	50	
82	220. 686	48,4	0,02	-0,9	1,7	>75		very low tritium, <1930	26,8	0,3	73	
87	222. 647	10,8	-0,02	-0,2		>75		radiog. 4He, very low tritium, <1930	22,0	0,5	68	
85	222. 648	37,8	-0,01	-1,1	-1,1	>75		radiog. 4He, very low tritium, <1930	18,6	0,2	72	
86	222. 648	17,1	6,40	1,5		3,7			6,1	7,1	23	
81	227. 250	28,1	0,01	6,9		>75		very low tritium, <1930	24,5	0,2	73	
80	233. 331	14,5	0,08	0,4		>75		low tritium, <1940	13,8	0,3	72	
79	237. 616	29,0	-0,01	-1,7	0,3	>75		very low tritium, <1930	9,1	0,4	70	
78	241. 208	-5,0	0,04	10,1		>75		very low tritium, <1940	11,9	0,2	69	
76	242. 347	34,2	0,03			>75		very low tritium, <1940	31,0	0,4	54	
77	242. 347	127,6	0,03	1,6		>75		very low tritium, <1940	14,7	0,4	66	
91	244. 621	25,1	3,84	9,4		22,0		radiog. 4He, low tritium, mixed water	29,5	0	67	
92	245. 213	21,1	6,10	-0,5		-1,7		radiog. 4He, high tritium, no such possible	5,3	4,04	→	5 17
90	246. 802	16,9	6,60	4,1		8,5			-0,3	5,88	→	7 15

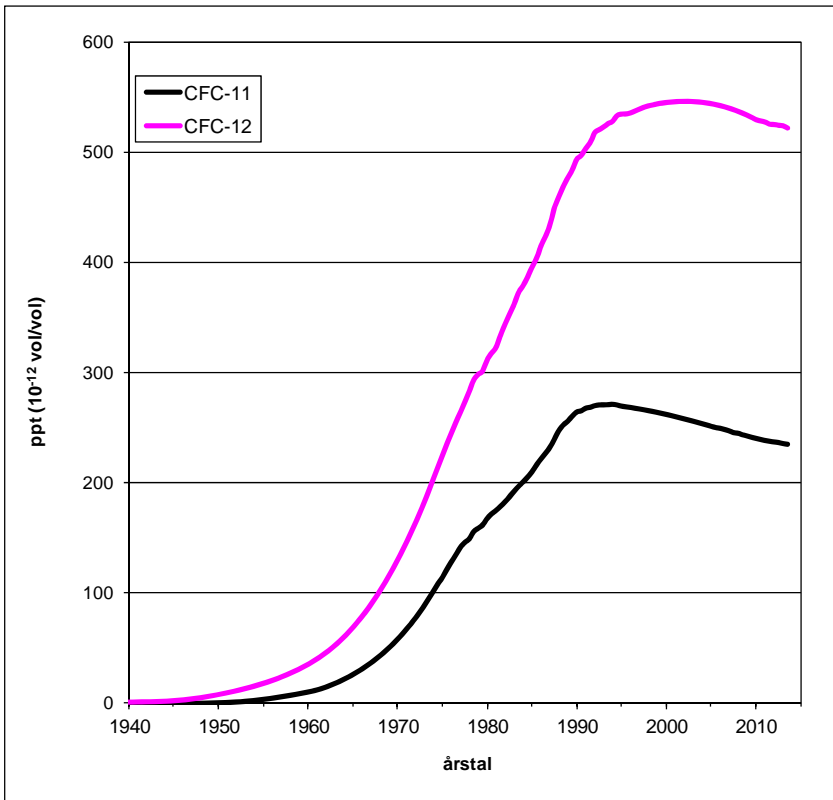
Appendiks A Tabel 2 Boretekniske oplysninger

T-He		Ind	GRUMO	Bore	Kote	Revbj	Indtag		Bor	Pumpe	Prøve		Vandsp	Indtag
ID	DGU nr.	tag	nr.	år	m o h	bjart	top	bund	diam	type	dato	kl	m u.t.	m u vsp
4	4. 225	2	07.97.16.02	2003	13,31	sand	15	16	63	7	13-11-13	17:00	2,07	12,93
6	15. 693	1	07.97.05.01	1995	10,04	kridt	42	48	125	3	14-11-13	11:10	4,02	37,98
7	15. 693	3	07.97.05.03	1995	10,04	sand	13	19	125	3	14-11-13	12:10	3,92	9,08
5	16. 1286	1	07.97.06.01	2010	11,2	sand	18	20	63	2	14-11-13	09:00	5,13	12,87
10	17. 1087	1	07.97.07.01	2011	20,1	sand	19	20	63	2	14-11-13	17:15	9,55	9,45
2	18. 385	1	80.13.21.01	2005	35,51	ds	18,5	19,5	50/63	2	13-11-13	13:40	17,16	1,34
3	18. 387	1	80.13.23.01	2005	34,46	ds	17,5	18,5	63	2	13-11-13	15:00	14,25	3,25
8	25. 633	2	07.97.10.02	1995	3,29	kalk	30	36	110	2	14-11-13	14:20	1,15	28,85
9	25. 633	3	07.97.10.03	1995	3,29	kalk	14	20	110	2	14-11-13	15:00	1,8	12,2
1	26. 4032	3	07.97.11.03	1992	4	ler	34	46	125	3	13-11-13	11:30	2,07	31,93
12	30. 1373	1	76.14.08.01	2005	22,99	sk	14	16	63	2	15-11-13	10:25	12,65	1,35
11	30. 1377	1	76.14.12.01	2005	28,3	sk	26	28	63	2	15-11-13	09:20	21,4	4,6
13	30. 1389	3	07.97.12.03	2005	38,94	kalk	37	40	63	3	15-11-13	12:00	21,47	15,53
19	40. 1366	1	80.14.13.01	2005	43,81	ds	13	14	50/63	2	17-11-13	09:10	10,05	2,95
22	40. 1370	1	80.14.17.01	2005	42,1	ds	14,6	15,6	50/63	2	17-11-13	12:05	12,85	1,75
21	40. 1372	1	80.14.19.01	2005	41,81	ds	14	15	50/63	2	17-11-13	11:05	12,35	1,65
20	40. 1374	1	80.14.21.01	2005	45,41	ds	13	14	50/63	2	17-11-13	10:10	11,04	1,96
23	40. 1377	1	80.14.24.01	2005	51,68	ds	24,5	25,5	50/63	2	17-11-13	13:10	22,02	2,48
29	40. 1592	2	07.97.42.02	2010	70,7	sand og	59	60	63	3	18-11-13	13:25	20,23	38,77
30	41. 1536	2	07.97.23.02	2012	38,51	kalk	40	43	90	3	18-11-13	15:00	5,36	34,64
28	41. 1537	3	07.97.22.03	2012	73,47	sand	29	35	63	3	18-11-13	11:45	8,31	20,69
56	46. 814	2	06.96.16.02	2000	35,25	ler	23	26	90	3	27-11-13	08:40	7,7	15,3
57	47. 1168	3	06.96.09.03	2010	33,6	kalk	24	26	125	3	27-11-13	10:50	11,8	12,2
31	49. 1031	1	07.97.02.01	2007	17,86	k	13	15	63	3	18-11-13	16:20	11,63	1,37
55	50. 702	1	07.97.15.01	2007	14,78	ds	13	14	63	7	26-11-13	15:45	6,43	6,57
15	53. 618	4	06.96.22.04	2005	39,89	sand	24	30	113	2	16-11-13	09:35	18,65	5,35
16	53. 653	2	06.96.10.02	2005	20,68	sand	10	16	113	2	16-11-13	11:40	4,97	5,03
17	55. 1082	1	06.96.23.01	2004	49,19	sand	11	15	63	2	16-11-13	13:15	8,47	2,53
27	56. 896	1	76.11.05.01	1990	44	ds	23	23,5	75	2	18-11-13	09:20	22,78	0,22
25	56. 995	1	76.11.11.01	1998	44,89	ds	24	26	63	2	17-11-13	15:55	23,54	0,46
18	56. 999	1	76.11.08.01	1998	37,79	ds	19	20	63	2	16-11-13	16:35	15,08	3,92
58	57. 762	3	06.96.12.03	2001	53,06	sand	34	38	125	3	27-11-13	12:30	22,52	11,48
24	66. 1743	1	76.11.16.01	1998	37,06	ds	18	19	63	2	17-11-13	14:45	16,13	1,87
26	66. 1747	1	76.11.13.01	1998	37,79	ds	23	24	63	2	17-11-13	17:05	15,65	7,35
61	66. 1875	3	06.96.13.03	2003	45,2	ikke opl	10	12	63	3	27-11-13	16:50	5,3	4,7
60	66. 2071	1	05.95.18.01	2012	26,94	sand	16	17	90	3	27-11-13	15:10	6,43	9,57
59	66. 2071	2	05.95.18.02	2012	26,94	sand	9	10	63	3	27-11-13	14:20	6,48	2,52
53	71. 962	1	70.14.26.01	2013	37,29	grus	40	41	90	3	26-11-13	12:20	17,85	22,15
54	71. 962	2	70.14.26.02	2013	37,29	sand	21	22	63	3	26-11-13	13:17	16,91	4,09
63	77. 1585	1	05.95.20.01	2012	44,03	sand	13,5	14,5	90	3	28-11-13	09:50	7,33	13,67
62	77. 1585	2	05.95.20.02	2012	44,03	sand	8,5	9,5	63	7	28-11-13	08:50	7,39	-0,89
66	84. 2772	1	06.96.19.01	2012	47,61	sand	6,5	7,5	63	7	28-11-13	14:20	3,1	3,4
65	86. 1848	2	06.96.14.02	1997	75,74	sand	20	23	63	3	28-11-13	12:50	13,68	6,32
64	86. 2071	3	06.96.15.03	2004	93,2	sand	31	34	113	3	28-11-13	11:30	17,62	13,38
52	88. 1268	2	05.95.14.02	2000	26,82	grus	51	57	125	3	26-11-13	10:05	11,97	39,03
72	88.1346	4	05.95.04.04	2004	56,5	sand	9	11	63	7	30-11-13	10:40	5,35	3,65

Pumpe type: 2= permanent dykpumpe, 3=mobil dykpumpe, 5= montejus, 7= batteri dykpumpe, 8=artesiske ingen pumpe

Appendiks A Tabel 2 fortsat..

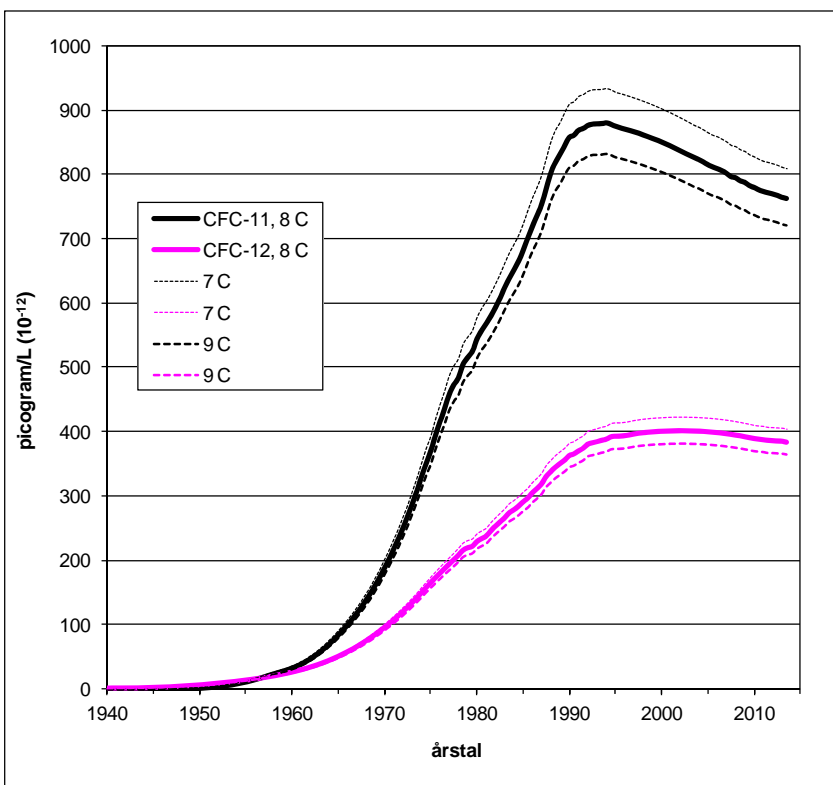
T-He	Ind	GRUMO	Bore	Kote	Revbj	Indtag		Bor	Pumpe	Prøve		Vandsp	Indtag	
ID	DGU nr.	tag	nr.	år	m o h	bjart	top	bund	diam	type	dato	kl	m u t.	m u vsp
71	88. 1348	3	05.95.15.03	2004	53,61	sand og	20,5	22,5	63	3	30-11-13	09:20	7,43	13,07
14	93. 1253	1	06.96.20.01	2012	18,8	sand	10	11	63	7	15-11-13	16:40	2,12	7,88
67	94. 2947	1	06.96.21.01	2012	32,86	sand	11	12	63	3	28-11-13	15:40	10,77	0,23
48	105. 1701	3	60.11.19.03	1998	85,86	ks	26,88	27,88	63	2	25-11-13	12:35	9,68	17,2
49	105. 1702	2	60.11.19.02	1998	85,86	ks	29,7	30,7	63	2	25-11-13	13:25	9,99	19,71
50	105. 1703	1	60.11.19.01	1998	85,86	ks	37,75	38,75	63	2	25-11-13	14:15	9,69	28,06
47	105. 1705	3	60.11.20.03	1998	89,88	ks	23,6	24,6	63	2	25-11-13	11:10	13,5	10,1
46	105. 1706	2	60.11.20.02	1998	89,88	ks	33,65	34,65	63	2	25-11-13	10:10	13,55	20,1
51	105. 1827	1	65.11.06.01	2004	56,52	ds	3	4	28/63	7	25-11-13	15:30	1,79	1,21
74	106. 1535	1	05.95.21.01	2012	53,65	sand	14,5	15,5	90	7	30-11-13	12:50	4,63	9,87
73	106. 1536	1	05.95.22.01	2012	7,89	sand	6,5	7,5	90	7	30-11-13	11:50	3,44	3,06
75	107. 1568	2	05.95.16.02	2010	61,3	sand	41	47	125	3	30-11-13	14:40	37,2	3,8
69	112. 1250	3	04.94.04.03	2011	39,3	sand	21	27	125	3	29-11-13	08:20	5,72	15,28
70	113. 1863	1	04.94.05.01	2010	36,36	ikke opl	25	27	125	3	29-11-13	09:55	6,22	18,78
36	114. 1437	1	55.01.09.01	1988	43,9	ds	5,12	5,62	63	5	20-11-13	09:00	2,24	2,88
37	114. 1857	4	04.94.06.04	2002	66,2	sand	26	34	125	2	20-11-13	11:20	2,36	23,64
68	121. 955	1	55.13.09.01	1988	28,39	ds	20	21	63	3	28-11-13	17:55	13,98	6,02
38	123. 1218	6	04.94.08.06	2002	60,71	sand	20	23	110	3	20-11-13	13:35	6,2	13,8
39	125. 2024	1	60.13.26.01	2004	68,21	ds	2,9	3,9	63	7	20-11-13	15:15	1,62	1,28
32	135. 1443	1	42.13.13.01	2005	60,51	ml	16	17	63	3	19-11-13	09:20	8,85	7,15
40	147. 1001	2	03.93.11.02	2001	6,35	sand	10	12	63	7	20-11-13	17:20	1,62	8,38
33	164. 1253	1		2000	34,45		42	56	125	3	19-11-13	12:45	19,12	22,88
34	164. 1452	1	03.93.10.01	2005	47,59	grus	33	39	125	3	19-11-13	14:00	17,71	15,29
35	164. 1454	1	03.93.09.01	2005	68,39	sand	19	42	125	3	19-11-13	15:15	13,28	5,72
88	198. 544	1	30.01.06.01	1988	32,2	ds	28,5	29	40	5	09-12-13	10:35	7,93	20,57
41	198. 690	1	30.16.07.01	2005	15,4	ds	12,5	13,5	110	3	22-11-13	09:50	11,8	0,7
42	198. 693	1	30.16.10.01	2005	15	sand	10,2	11,2	110	3	22-11-13	11:45	9,72	0,48
89	199. 1007	2	20.11.08.02	1988	26	ds	19,15	19,65	40	5	09-12-13	12:30	12,18	6,97
44	200. 3703	1	15.11.10.01	1991	11,9	kk	70	75	125	2	22-11-13	14:45	28,88	41,12
43	200. 3703	2	15.11.10.02	1991	42,66	ds	48	50	63	2	22-11-13	13:55	28,7	19,3
45	207. 3003	1	15.14.05.01	1991	42,66	sk	9,6	11,6	63	3	23-11-13	10:15	1,57	8,03
83	217. 1190	1	02.92.12.01	2012	51,69	ikke opl	40,6	41,6	63	3	04-12-13	11:50	8,15	32,45
84	217. 1190	2	02.92.12.02	2012	51,69	ikke opl	21	22	63	3	04-12-13	12:45	4,68	16,32
82	220. 686	1	02.92.08.01		10	kalk	30	40		3	04-12-13	09:40	3,2	26,8
87	222. 647	1	02.92.14.01		6,45	kalk	22	23	63	7	04-12-13	17:00	artesisisk	22
85	222. 648	1	02.92.15.01		81,9	ikke opl	26,2	27,2	63	3	04-12-13	14:35	7,65	18,55
86	222. 648	2	02.92.15.02		81,9	ikke opl	13	14	63	3	04-12-13	15:40	6,93	6,07
81	227. 250	1	02.92.16.01		4,4	ikke opl	33	35	63	3	03-12-13	16:50	8,48	24,52
80	233. 331	2	02.92.09.02		19,5	ikke opl	23	27	63	3	03-12-13	14:50	9,16	13,84
79	237. 616	1	02.92.17.01		5,04	ikke opl	14	15	63	3	03-12-13	13:15	4,95	9,05
78	241. 208	1	02.92.07.01		6,14	sand	12,1	13,7	63	7	03-12-13	12:05	0,23	11,87
76	242. 347	1	02.92.13.01	2012	0,89	ikke opl	32,5	33,5	63	3	03-12-13	10:50	1,48	31,02
77	242. 347	3	02.92.13.03	2012	0,89	ikke opl	16,1	17,1	63	3	03-12-13	11:35	1,38	14,72
91	244. 621	1	01.91.10.01	2007	81,61	ikke opl	29,5	33,5	125	8	10-12-13	10:50	artesisisk	29,5
92	245. 213	1	01.91.18.01		102,5	ikke opl	7,5	13,5	125	3	10-12-13	12:50	2,23	5,27
90	246. 802	3	01.91.06.03	2002	18,4	sand	4,5	8,5	63	7	10-12-13	09:35	4,76	-0,26



APPENDIKS B

CFC daterings-metoden

Stigningen i atmosfærens indhold af CFC-11 og CFC-12 afspejlede sig i et stigende CFC-indhold i grundvandet via nedbøren. Dette forhold benyttedes ved aldersbestemmelse af grundvandet frem til år ca. 2000. Siden er CFC metoden blevet mindre sikker til datering af ungt grundvand.



CFC-11 er lettere opløselig i vand end CFC-12, og derfor ses højere CFC-11 koncentration. Vandets temperatur bestemmer, hvor meget gas der kan opløses. Tolkning af grundvandets alder baserer sig på, at ligevægt mellem gasfase og vandfase hersker ved vandspejlet, hvor temperaturen er ca. 8 °C, årets middeltemperatur. Det er en god tilnærmelse, hvis vandspejlet ligger 5 m u. t. eller dybere. Ved terrænnært vandspejl kan ligevægtstemperaturen svinge, og dermed påvirke CFC indholdet.

For CFC nær maksimum koncentration ses to løsninger mht. alder.

Alder af grundvand i overvågningsboringer (GRUMO) bestemt ved CFC-metoden

07-01-14

Boring DGU nr.	Dybde meter	Flaske Nr.	Udtaget Dato	Tid	Koncentration i vand			Beregnet partialtryk i atmosfæren, pptv			Beregnet CFC-årstal for grundvandsdannelse			Bemærkninger	Skønnet årstal	alder	min	max
					pg/kg CFC-11	pg/kg CFC-12	pg/kg CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113					
4. 225 -2	15-16	1	13-11-13	17:00	10,4	26,5	3,7	3,3	37,3	2,8	1954,5	1960,5	1964,5	H2S, CH4?	1960	53		
		2		17:05	4,0	24,9	1,6	1,3	35,1	1,2	1951,5	1960,0	<1959,5					
15. 693-1	42-48	1	14-11-13	11:10	49,7	53,6	0,0	15,9	75,5	0,0	1962,0	1965,5	<1959,5		1965	48		
		2		11:15	6,4	48,1	0,0	2,0	67,8	0,0	1953,0	1964,5	<1959,5					
15. 693-3	13-19	1	14-11-13	12:10	623,9	370,9	40,1	198,9	522,2	30,4	1983,0	1992,5	1982,0		1993	20		
		2		12:15	627,1	369,2	42,1	199,9	519,8	32,0	1983,5	1992,0	1982,5					
16. 1286-1	18-20	1	14-11-13	09:00	1966,8	897,8	292,1	627,1	1264,1	221,8	*)	*)	*)	lækage?		usikker		
		2		09:05	1969,2	893,2	322,5	627,9	1257,6	244,9	*)	*)	*)					
17. 1087-1	19-20	1	14-11-13	17:15	1,4	4,9	2,4	2,2	6,9	1,8	1949,5	1949,5	1961,5	bred F113	1949	64		
		2		17:20	0,1	2,7	3,6	1,8	3,7	2,7	<1945	1947,5	1964,5					
18. 385-1	18,5-19,5	1	13-11-13	13:40	717,7	375,6	136,7	228,8	528,8	103,8	1986,0	94/11	*)	bred F113	2012	1	1	19
		2		13:45	742,0	372,1	135,7	236,6	523,9	103,1	87/12	93/13	*)					
18. 387-1	17,5-18,5	1	13-11-13	15:00	738,8	376,7	112,9	235,6	530,5	85,8	87/12	94/11	ungt		2011	2	2	19
		2		15:05	742,3	378,8	115,0	236,7	533,4	87,3	87/12	94/10	ungt					
25. 633-2	30-36	1	14-11-13	14:20	120,8	103,3	6,4	38,5	145,5	4,8	1967,0	1970,5	1968,5		1971	42		
		2		14:25	117,6	104,8	5,0	37,5	147,5	3,8	1967,0	1971,0	1966,5					
25. 633-3	14-20	1	14-11-13	15:00	49,8	101,4	18,9	15,9	142,7	14,3	1962,0	1970,5	1976,5	bred F113	1971	42		
		2		15:05	47,9	99,9	19,1	15,3	140,7	14,5	1962,0	1970,5	1976,5					
26. 4032-3	34-46	1	13-11-13	11:30	215,2	291,0	0,0	68,6	409,7	0,0	1971,0	1985,5	<1959,5		1985	28		
		2		11:35	213,4	286,2	1,5	68,0	403,0	1,1	1970,5	1985,0	<1959,5					
30. 1373-1	14-16	1	15-11-13	10:25	1666,9	1006,4	138,1	531,5	1417,1	104,9	*)	*)	*)	N2O		luft		
		2		10:30	1736,3	1047,2	150,5	553,6	1474,5	114,3	*)	*)	*)					
30. 1377-1	26-28	1	15-11-13	09:20	880,6	393,0	188,5	280,8	553,4	143,2	ungt	ungt	*)	3 min purge	2008	5	7	14
		2		09:25	900,4	394,3	211,4	287,1	555,1	160,5	ungt	ungt	*)					
30. 1389-3	37-40	1	15-11-13	12:00	430,5	299,3	51,2	137,3	421,4	38,9	1976,5	1986,0	1984,0		1986	27		
		2		12:05	405,4	289,6	48,1	129,3	407,8	36,5	1975,5	1985,5	1983,5					
40. 1366-1	13-14	1	17-11-13	09:10	747,0	386,0	345,0	238,2	543,4	262,0	87/12	98/06	*)	N2O	2007	6	7	15
		2		09:15	730,8	381,1	232,8	233,0	536,6	176,8	1986,5	96/08	*)					
40. 1370-1	14,6-15,6	1	17-11-13	12:05	2089,0	379,1	96,9	666,1	533,8	73,6	*)	94/10	1989,5	N2O, høj F11	2010	3	3	19
		2		12:10	2131,2	380,3	101,1	679,5	535,5	76,8	*)	95/09	90/11					
40. 1372-1	14-15	1	17-11-13	11:05	861,7	374,8	85,0	274,8	527,7	64,5	1994,0	93/12	1988,0	N2O	2009	4	1	20
		2		11:10	846,5	383,4	84,0	269,9	539,9	63,8	91,0/97,0	97/07	1988,0					
40. 1374-1	13-14	1	17-11-13	10:10	860,0	372,4	96,6	274,2	524,4	73,4	1994,0	93/13	1989,5	N2O	2013	0	0	20
		2		10:15	863,4	372,5	94,5	275,3	524,6	71,8	1994,0	93/13	1989,0					
40. 1377-1	24,5-25,5	1	17-11-13	13:10	947,5	551,4	112,7	302,1	776,5	85,6	*)	*)	ungt	N2O	2013	luft		
		2		13:15	891,0	526,3	126,0	284,1	741,0	95,7	ungt	*)	*)					
40. 1592-2	59-60	1	18-11-13	13:25	25,9	2,4	0,0	8,2	3,4	0,0	1958,5	1947,0	<1959,5		1947	66		
		2		13:30	2,4	2,4	0,0	0,8	3,3	0,0	1950,5	1947,0	<1959,5					
41. 1536-2	40-43	1	18-11-13	15:00	16,9	57,1	0,0	5,4	80,4	0,0	1956,0	1966,0	<1959,5		1966	47		
		2		15:05	16,5	57,2	0,0	5,2	80,5	0,0	1956,0	1966,0	<1959,5					
41. 1537-3	29-35	1	18-11-13	11:45	22,5	23,5	0,0	7,2	33,1	0,0	1957,5	1959,5	<1959,5		1960	53		
		2		11:50	13,0	23,4	0,0	4,1	32,9	0,0	1955,5	1959,5	<1959,5					
46. 814-2	23-26	1	27-11-13	08:40	9,8	45,3	4,6	3,1	63,8	3,5	1954,5	1964,5	1966,0		1965	48		
		2		08:45	5,3	48,8	3,4	1,7	68,8	2,5	1952,5	1965,0	1964,0					
47. 1168-3	24-26	1	27-11-13	10:50	323,8	152,3	13,4	103,2	214,5	10,2	1974,0	1974,0	1974,0	3 min purge	1974	39		
		2		10:55	317,2	146,9	13,6	101,1	206,8	10,3	1973,5	1974,0	1974,0					

Alder af grundvand i overvågningsboringer (GRUMO) bestemt ved CFC-metoden

Boring DGU nr.	Dybde meter	Flaske Nr.	Udtaget Dato	Tid	Koncentration i vand			Beregnet partialtryk i atmosfæren, pptv			Beregnet CFC-årstal for grundvandsdannelse			Bemærkninger	Skønnet		alder	
					pg/kg CFC-11	pg/kg CFC-12	pg/kg CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113		årstal	alder	min	max
49. 1031-1	13-15	1	18-11-13	16:20	534,5	310,3	22,3	170,4	436,9	16,9	1980,0	1987,0	1977,5	N2O	1988	25		
		2		16:25	553,8	319,1	26,2	176,6	449,3	19,9	1980,5	1987,5	1978,5					
50. 702-1	13-14	1	26-11-13	15:45	654,2	363,7	20,1	208,6	512,2	15,3	1984,5	1991,5	1977,0	N2O	1992	21		
		2		15:50	651,3	366,8	20,4	207,7	516,5	15,5	1984,5	1991,5	1977,0					
53. 618-4	24-30	1	16-11-13	09:35	457,0	262,4	35,3	145,7	369,4	26,8	1977,0	1983,0	1981,0	Høj N2O	1983	30		
		2		09:40	452,4	255,4	33,8	144,3	359,6	25,7	1977,0	1982,5	1980,5					
53. 653-2	10-16	1	16-11-13	11:40	179,1	160,5	6,3	57,1	226,0	4,8	1969,5	1975,0	1968,5	N2O	1975	38		
		2		11:45	171,9	162,9	6,1	54,8	229,4	4,6	1969,5	1975,0	1968,0					
55. 1082-1	11-15	1	16-11-13	13:15	608,0	365,7	30,3	193,9	514,9	23,0	1982,5	1991,5	1980,0	N2O	1992	21		
		2		13:20	647,0	363,5	41,8	206,3	511,8	31,8	1984,0	1991,5	1982,5					
56. 896-1	23-23,5	1	18-11-13	09:20	1249,6	339,9	77,3	398,5	478,6	58,7	*)	1989,0	1987,0		1989	24		
		2		09:25	1263,5	343,2	79,7	402,9	483,3	60,5	*)	1989,0	1987,5					
56. 995-1	24-26	1	17-11-13	15:55	414,6	208,0	31,1	132,2	292,9	23,6	1976,0	1978,0	1980,0	N2O	1978	35		
		2		16:00	415,6	204,6	31,3	132,5	288,0	23,8	1976,0	1978,0	1980,0					
56. 999-1	19-20	1	16-11-13	16:35	750,5	361,5	76,2	239,3	509,0	57,9	87/12	1991,5	1987,0	N2O	1991	22		
		2		16:40	702,8	345,5	77,7	224,1	486,5	59,0	1985,5	1989,5	1987,5					
57. 762-3	34-38	1	27-11-13	12:30	10,9	5,1	1,8	3,5	7,1	1,3	1954,5	1949,5	<1959,5	bred F113	1949	64		
		2		12:35	9,3	3,7	6,6	3,0	5,2	5,0	1954,0	1948,5	1968,5					
66. 1743-1	18-19	1	17-11-13	14:45	754,5	386,6	82,7	240,6	544,3	62,8	87,5/10	99/05	1988,0	N2O	2008	5	7	15
		2		14:50	746,9	379,7	80,4	238,2	534,6	61,0	87/12	94/10	1987,5					
66. 1747-1	23-24	1	17-11-13	17:05	137,3	113,4	4,2	43,8	159,6	3,2	1968,0	1971,5	1965,5	N2O	1972	41		
		2		17:10	86,8	121,4	4,2	27,7	170,9	3,2	1965,0	1972,0	1965,5					
66. 1875-3	10-12	1	27-11-13	16:50	367,6	368,3	55,5	117,2	518,6	42,1	1975,0	1992,0	1984,5	N2O	1992	21		
		2		16:55	374,1	369,6	57,5	119,3	520,4	43,7	1975,0	1992,0	1985,0					
66. 2071-1	16-17	1	27-11-13	15:10	7,8	291,5	2,7	2,5	410,5	2,1	1953,5	1985,5	1962,5		1986	27		
		2		15:15	5,0	288,2	0,0	1,6	405,9	0,0	1952,5	1985,5	<1959,5					
66. 2071-2	9-10	1	27-11-13	14:20	1160,7	318,0	64,5	370,1	447,7	49,0	*)	1987,0	1986,0	N2O	1987	26		
		2		14:25	1159,3	317,9	63,3	369,6	447,6	48,1	*)	1987,0	1985,5					
71. 962-1	40-41	1	26-11-13	12:20	7,5	29,9	1,2	2,4	42,2	0,9	1953,5	1961,0	<1959,5		1962	51		
		2		12:25	8,8	32,7	0,0	2,8	46,0	0,0	1954,0	1962,0	<1959,5					
72. 962-2	21-22	1	26-11-13	13:17	61,2	300,8	41,5	19,5	423,5	31,5	1963,0	1986,0	1982,5	bred F113	1985	28		
		2		13:22	56,4	270,2	55,9	18,0	380,4	42,4	1962,5	1984,0	1984,5					
77. 1585-1	8,5-9,5	1	28-11-13	09:50	311,8	257,8	41,1	99,4	363,0	31,2	1973,5	1983,0	1982,0	N2O	1983	30		
		2		09:55	331,7	267,4	46,8	105,8	376,5	35,5	1974,0	1983,5	1983,5					
77. 1585-2	13,5-14,5	1	28-11-13	08:50	284,1	326,1	57,0	90,6	459,2	43,3	1973,0	1987,5	1985,0	N2O	1988	25		
		2		08:55	266,6	329,6	58,2	85,0	464,1	44,2	1972,5	1988,0	1985,0					
84. 2772-1	6,5-7,5	1	28-11-13	14:20	1115,6	388,5	72,7	355,7	547,0	55,2	*)	2002,0	1986,5	N2O	2004	9	7	14
		2		14:25	1145,8	396,4	79,2	365,4	558,2	60,1	*)	ungt	1987,5					
86. 1848-2	20-23	1	28-11-13	12:50	1764,3	1673,0	5,0	562,6	2355,6	3,8	*)	*)	1966,5		F			
		2		12:55	1609,0	1298,9	1,6	513,0	1828,9	1,2	*)	*)	<1959,5					
86. 2071-3	31-34	1	28-11-13	11:30	948,5	386,8	64,1	302,4	544,6	48,7	*)	99/05	1985,5	N2O	2003	10	8	14
		2		11:35	918,9	389,7	64,2	293,0	548,8	48,8	ungt	2002,0	1985,5					
88. 1268-2	51-57	1	26-11-13	10:05	14,8	1,6	27,9	4,7	2,2	21,2	1955,5	1946,0	1979,0	bred F113	1946	67		
		2		10:10	12,5	1,6	8,3	4,0	2,2	6,3	1955,0	1946,0	1970,5					

Alder af grundvand i overvågningsboringer (GRUMO) bestemt ved CFC-metoden

07-01-14

Boring DGU nr.	Dybde meter	Flaske Nr.	Udtaget Dato Tid		Koncentration i vand			Beregnet partialtryk i atmosfæren, pptv			Beregnet CFC-årstal for grundvandsdannelse			Bemærkninger	Skønnet årstal	alder		
					pg/kg CFC-11	pg/kg CFC-12	pg/kg CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113			årstal	min	max
88.1346-4	9-11	1	30-11-13	10:40	580,2	286,4	23,1	185,0	403,3	17,5	1981,5	1985,0	1978,0	N2O	1986	27		
		2		10:45	587,0	286,6	25,0	187,2	403,5	19,0	1982,0	1985,5	1978,5			3 min purge		
88.1348-3	20,5-22,5	1	30-11-13	09:20	309,3	167,9	4,4	98,6	236,4	3,3	1973,5	1975,5	1965,5	N2O	1976	37		
		2		09:25	313,3	171,2	3,2	99,9	241,0	2,4	1973,5	1975,5	1963,5					
93.1253-1	10-11	1	15-11-13	16:40	711,0	374,1	85,6	226,7	526,7	65,0	1986,0	93/12	1988,0		2010	3	2	19
		2		16:45	715,1	378,9	87,5	228,0	533,6	66,5	1986,0	94/10	1988,5					
94.2947-1	11-12	1	28-11-13	15:40	739,2	492,6	84,9	235,7	693,6	64,5	87/12	*	1988,0	N2O		2013		
		2		15:45	722,1	493,5	93,4	230,3	694,9	70,9	1986,5	*	1989,0				3 min purge	
105.1701-3	26,88-27,8	1	25-11-13	12:35	148,2	103,5	353,9	47,3	145,7	268,7	1968,5	1970,5	*	N2O	1971	42		
		2		12:40	147,2	106,7	508,7	46,9	150,2	386,3	1968,5	1971,0	*			3 min purge		
105.1702-2	29,7-30,7	1	25-11-13	13:25	287,6	101,8	162,7	91,7	143,3	123,6	1973,0	1970,5	*	N2O	1971	42		
		2		13:30	295,0	102,0	183,1	94,1	143,7	139,0	1973,0	1970,5	*			3 min purge		
105.1703-1	37,75-38,7	1	25-11-13	14:15	575,4	171,2	365,7	183,5	241,1	277,7	1981,5	1975,5	*	N2O	1976	37		
		2		14:20	590,4	172,5	391,6	188,3	242,9	297,4	1982,0	1975,5	*			3 min purge		
105.1705-3	23,6-24,6	1	25-11-13	11:10	247,3	94,4	21,3	78,9	133,0	16,2	1972,0	1970,0	1977,0	N2O	1970	43		
		2		11:15	246,0	96,7	21,1	78,4	136,2	16,0	1972,0	1970,0	1977,0			3 min purge		
105.1706-2	33,65-34,6	1	25-11-13	10:10	577,3	183,8	81,2	184,1	258,8	61,7	1981,5	1976,5	1987,5	N2O	1977	36		
		2		10:15	580,8	181,3	83,7	185,2	255,3	63,6	1982,0	1976,5	1988,0			3 min purge		
105.1827-1	3-4	1	25-11-13	15:30	483,2	411,4	3048,2	154,1	579,3	2314,8	1978,0	*	*	N2O	2004	9		
		2		15:35	479,4	401,8	2915,2	152,9	565,8	2213,8	1978,0	03/04	*			3 min purge		
106.1535-1	14,5-15,5	1	30-11-13	12:50	618,1	413,0	73,1	197,1	581,5	55,5	1983,0	*	1987,0		1988	25		
		2		12:55	599,4	421,7	73,0	191,1	593,8	55,4	1982,5	*	1987,0					
106.1536-1	6,5-7,5	1	30-11-13	11:50	598,5	330,2	30,9	190,8	465,0	23,5	1982,5	1988,0	1980,0	N2O	1989	24		
		2		11:55	613,8	334,8	32,4	195,7	471,5	24,6	1983,0	1988,5	1980,0			3 min purge		
107.1568-2	41-47	1	30-11-13	14:40	27,8	24,3	12,6	8,9	34,2	9,6	1959,0	1959,5	1973,5	bred F113	1959	54		
		2		14:45	19,7	15,9	13,4	6,3	22,4	10,2	1957,0	1956,5	1974,0			bred F113		
112.1250-3	21-27	1	29-11-13	08:20	21,2	251,1	3,2	6,8	353,6	2,4	1957,0	1982,0	1963,5		1980	33		
		2		08:25	4,0	194,8	2,5	1,3	274,2	1,9	1951,5	1977,5	1962,0					
113.1863-1	25-27	1	29-11-13	09:55	101,0	284,5	50,1	32,2	400,6	38,1	1966,0	1985,0	1984,0		1986	27		
		2		10:00	102,9	290,5	53,4	32,8	409,0	40,5	1966,0	1985,5	1984,5					
114.1437-1	5,12-5,62	1	20-11-13	09:00	546,2	339,1	91,0	174,2	477,5	69,1	1980,5	1989,0	1988,5		1989	24		
		2		09:05	562,9	348,4	78,6	179,5	490,5	59,7	1981,0	1989,5	1987,5					
114.1857-4	26-34	1	20-11-13	11:20	18,9	273,0	2,2	6,0	384,4	1,6	1956,5	1984,0	1961,0		1984	29		
		2		11:25	14,8	265,8	2,3	4,7	374,3	1,7	1955,5	1983,5	1961,0					
121.955-1	20-21	1	28-11-13	17:55	1334,8	950,3	230,3	425,6	1338,0	174,9	*	*	*	N2O		F		
		2		18:00	1311,5	934,7	206,3	418,2	1316,2	156,7	*	*	*			N2O		
123.1218-6	20-23	1	20-11-13	13:35	325,4	193,7	42,5	103,7	272,7	32,3	1974,0	1977,0	1982,5	N2O	1977	36		
		2		13:40	339,0	195,3	42,5	108,1	275,0	32,3	1974,0	1977,5	1982,5			3 min purge		
125.2024-1	2,9-3,9	1	20-11-13	15:15	494,6	327,6	67,0	157,7	461,3	50,9	1978,5	1988,0	1986,0	N2O	1988	25		
		2		15:20	494,0	334,7	70,5	157,5	471,3	53,5	1978,0	1988,5	1986,5			3 min purge		
135.1443-1	16-17	1	19-11-13	09:20	6,4	1,3	0,0	2,0	1,8	0,0	1953,0	1945,5	<1959,5	H2S, CH4?	1953	60		
		2		09:25	3,2	11,0	0,0	1,0	15,5	0,0	1951,0	1954,0	<1959,5					
147.1001-2	10-12	1	20-11-13	17:20	8,4	30,3	2,5	2,7	42,6	1,9	1954,0	1961,5	1961,5	H2S, CH4?	1961	52		
		2		17:25	3,8	26,7	2,1	1,2	37,6	1,6	1951,5	1960,5	1960,5					
164.1253-1	42-56	1	19-11-13	12:45	4,1	63,1	330,4	1,3	88,8	250,9	1952,0	1966,5	*		1967	46		
		2		12:50	3,4	60,5	371,2	1,1	85,2	281,9	1951,5	1966,5	*					
164.1452-1	33-39	1	19-11-13	14:00	3,3	12,9	469,0	1,1	18,1	356,2	1951,5	1955,0	*		1956	57		
		2		14:05	3,6	16,7	591,7	1,1	23,5	449,3	1951,5	1957,0	*					

Alder af grundvand i overvågningsboringer (GRUMO) bestemt ved CFC-metoden

Boring DGU nr.	Dybde meter	Flaske Nr.	Udtaget Dato	Tid	Koncentration i vand			Beregnet partialtryk i atmosfæren, pptv			Beregnet CFC-årstal for grundvandsdannelse			Bemærkninger	Skønnet årstal	alder	min	max
					pg/kg CFC-11	pg/kg CFC-12	pg/kg CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113					
164. 1454-1	19-42	1	19-11-13	15:15	33,6	106,1	95,4	10,7	149,5	72,4	1960,0	1971,0	1989,0		1970	43		
				15:20	4,0	84,9	111,7	1,3	119,5	84,8	1951,5	1969,0	93.5/94.5					
198. 544-1	28,5-29	1	09-12-13	10:35	0,0	3,5	0,0	0,0	4,9	0,0	<1945	1948,0	<1959,5		1948	65		
				10:40	0,0	2,7	0,0	0,0	3,8	0,0	<1945	1947,5	<1959,5					
198. 690-1	12,5-13,5	1	22-11-13	09:50	876,9	457,8	91,9	279,6	644,7	69,8	1994,0	*	1989,0	N2O		luft		
				09:55	884,5	455,4	92,3	282,0	641,2	70,1	ungt	*	1989,0					
198. 693-1	10,2-11,2	1	22-11-13	11:45	2131,8	1289,2	77,2	679,7	1815,2	58,6	*	*	1987,0	N2O		F		
				11:50	2128,6	1281,1	77,5	678,7	1803,9	58,8	*	*	1987,5					
199. 1007-2	19,15-19,6	1	09-12-13	12:30	769,7	525,4	81,0	245,4	739,7	61,5	87.5/10	*	1987,5	N2O	2010		3	35
				12:35	765,7	515,8	82,3	244,2	726,2	62,5	87.5/10	*	1988,0					
200. 3703-1	70-75	1	22-11-13	14:45	11,2	37,7	551,8	3,6	53,1	419,0	1954,5	1963,0	*		1963	50		
				14:50	9,8	37,5	552,7	3,1	52,8	419,7	1954,5	1963,0	*					
200. 3703-2	48-50	1	22-11-13	13:55	11,1	78,2	204,1	3,5	110,1	155,0	1954,5	1968,5	*		1968	45		
				14:00	10,9	74,7	214,4	3,5	105,2	162,8	1954,5	1968,0	*					
207. 3003-1	9,6-11,6	1	23-11-13	10:15	1978,9	438,6	65,6	631,0	617,6	49,8	*	*	1986,0	N2O		luft		
				10:20	1982,1	438,2	70,2	632,0	617,0	53,3	*	*	1986,5					
217. 1190-1	40,6-41,6	1	04-12-13	11:50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<1945	<1940	<1959,5		1940	73		
				11:55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<1945	<1940	<1959,5					
217. 1190-2	21-22	1	04-12-13	12:45	0,0	0,0	106,1	0,0	0,0	80,5	<1945	<1940	91.0/05		1940	73		
				12:50	0,5	0,0	109,9	0,2	0,0	83,5	1947,5	<1940	92.0/02					
220. 686-1	30-40	1	04-12-13	09:40	3,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1951,0	<1940	<1959,5		1940	73		
				09:45	3,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1951,5	<1940	<1959,5					
222. 647-1	9-10	1	04-12-13	17:00	6,0	1,5	0,0	1,9	2,1	0,0	1953,0	1945,5	<1959,5		1945	68		
				17:05	2,6	0,7	0,0	0,8	1,0	0,0	1950,5	1943,5	<1959,5					
222. 648-1	26,2-27,2	1	04-12-13	14:35	0,3	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	1946,5	<1940	<1959,5		1941	72		
				14:40	0,4	0,4	0,0	0,1	0,6	0,0	1947,0	1941,0	<1959,5					
222. 648-2	13-14	1	04-12-13	15:40	544,4	344,5	28,4	173,6	485,1	21,5	1980,0	1989,5	1979,5	N2O	1990	23		
				15:45	563,5	357,5	34,0	179,7	503,4	25,9	1981,0	1991,0	1980,5					
227. 250-1	33-35	1	03-12-13	16:50	2,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	1950,5	<1940	<1959,5		1940	73		
				16:55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<1945	<1940	<1959,5					
233. 331-2	23-27	1	03-12-13	14:50	0,9	0,4	0,0	0,3	0,5	0,0	1948,5	1941,0	<1959,5		1941	72		
				14:55	1,4	0,4	0,0	0,4	0,5	0,0	1949,5	1941,0	<1959,5					
237. 616-1	14-15	1	03-12-13	13:15	0,1	1,2	1,5	0,0	1,6	1,2	<1945	1945,0	<1959,5	bred F113	1943	70		
				13:20	0,6	0,4	1,8	0,2	0,5	1,3	1947,5	1941,0	<1959,5					
241. 208-1	12,1-13,7	1	03-12-13	12:05	2,4	0,0	1,0	0,8	0,0	0,7	1950,5	<1940	<1959,5		1944	69		
				12:10	2,2	1,2	0,6	0,7	1,7	0,5	1950,5	1945,0	<1959,5					
242. 347-1	32,5-33,5	1	03-12-13	10:50	12,0	24,2	0,0	3,8	34,0	0,0	1955,0	1959,5	<1959,5	bred F113	1959	54		
				10:55	10,0	19,5	0,0	3,2	27,5	0,0	1954,5	1958,0	<1959,5					
242. 347-3	16,1-17,1	1	03-12-13	11:35	2,7	2,6	0,0	0,9	3,6	0,0	1950,5	1947,0	<1959,5	bred F113	1947	66		
				11:40	1,9	2,6	9,3	0,6	3,6	7,0	1950,0	1947,0	1971,0					
244. 621-1	29,5-33,5	1	10-12-13	10:50	6,9	2,6	0,0	2,2	3,6	0,0	1953,0	1947,0	<1959,5		1946	67		
				10:55	2,1	1,5	0,0	0,7	2,1	0,0	1950,0	1945,5	<1959,5					
245. 213-1	7,5-13,5	1	10-12-13	12:50	581,9	383,4	53,2	185,5	539,9	40,4	1982,0	97/07	1984,0	N2O	2008	5	5	17
				12:55	602,9	381,2	54,3	192,2	536,7	41,2	1982,5	96/08	1984,5					
246. 802-3	4,5-8,5	1	10-12-13	09:35	732,3	386,9	90,8	233,5	544,8	69,0	1986,5	99/05	1988,5	3 min purge	2006	7	7	15
				09:40	741,9	385,1	90,2	236,5	542,3	68,5	87/12	98/06	1988,5					