

Isotopskvotsanalys löser komplexa problem



right solutions.
right partner.



ALS specialistlaboratorium Luleå är ett av mycket få laboratorier i världen som erbjuder kommersiella analystjänster för isotopkvoter inte bara för radiogena system (Sr, Nd, Pu, U) och lätta stabila isotoper (Li, B, Si), utan även för tunga stabila grundämnen som Ag, Ca, Cd, Cu, Fe, Mg, Mo, Si och Zn. Alla dessa isotopkvotsanalyser kan användas som ett fingeravtryck för att ge information om ursprung eller geologisk ålder och har potential att användas för att spåra förorenings- och exponeringskällor.

Introduktion till isotopanalys

Den isotopiska sammansättningen av ett grundämne kan påverkas av faktorer som ursprung, väder, biologiska och biokemiska processer eller ett materials geologiska ålder, och kan ge värdefull karaktäristisk och diagnostisk information.

Isotopkvotsanalys används för att noggrant mäta mycket små skillnader i förhållandet mellan olika isotoper av ett grundämne, och är ett kraftfullt verktyg för många discipliner, såsom geologi, geokronologi, geokemi, föroreningsspårning, ursprungsbestämning, rättsmedicin, human nutrition, hälsostudier och arkeologi. De flesta känner till radiometrisk datering, kanske den mest kända användningen av isotopkvotsanalys, där förhållandet mellan radioaktiva kol-14- och kol-12-isotoper exakt kan bestämma åldern på organiskt material upp till cirka 60 000 år. Isotop Ratio Mass Spectrometry (IRMS) används ofta för att mäta stabila isotopkvoter för de vanligaste lätta elementen, inklusive kol (C), kväve (N), svavel (S), syre (O) och väte (H).

Mätning av stabila isotopkvoter för tyngre grundämnen tenderar att vara mer utmanande, kräver specialiserad instrumentering och kräver vanligtvis uppkoncentrering, eftersom tunga grundämnens koncentrationer är mycket låga i de flesta provtyper. Några av de vanligaste isotopkvotsanalyserna och tillämpningarna för tunga grundämnen visas i tabell 1. En mer omfattande översikt av tunga grundämnen och andra icke-traditionella stabila isotoptillämpningar för grundvatten finns i den vetenskapliga artikeln Elemental stable isotope assessment of groundwater contamination: Recent Developments (se referenser).



Tabell 1. Vanliga icke-traditionella isotopkvotsapplikationer

Isotopsystem	Isotoper som analyseras	Vanliga applikationer
Bor, B	^{10,11} B	Anrikningskontroll i kärnkraftsindustrin, spårning av förorenings- och exponeringskällor
Bly, Pb	^{204, 206, 207, 208} Pb	Spårning av förorenings- och exponeringskällor, geologi, geokronologi, ursprungsbestämning, rättsmedicin, arkeologi
Neodym, Nd	^{143, 144} Nd	Geologi, geokronologi, ursprungsbestämning
Selen, Se	^{77, 78, 82} Se	Detektering och övervakning av dämpning av selen efter gruvdrift vid gruvplatser
Strontium, Sr	^{86, 87} Sr	Geologi, geokronologi, ursprungsbestämning, rättsmedicin
Uran, U	^{234, 235, 238} U	Anrikningskontroll i kärnkraftsindustrin, spårning av förorenings- och exponeringskällor
Andra tunga stabila grundämnen	Stabila isotoper av silver (Ag), kalcium (Ca), kadmium (Cd), koppar (Cu), järn (Fe), magnesium (Mg), molybden (Mo), kisel (Si), zink (Zn)	Geologi, spårning av förorenings- och exponeringskällor

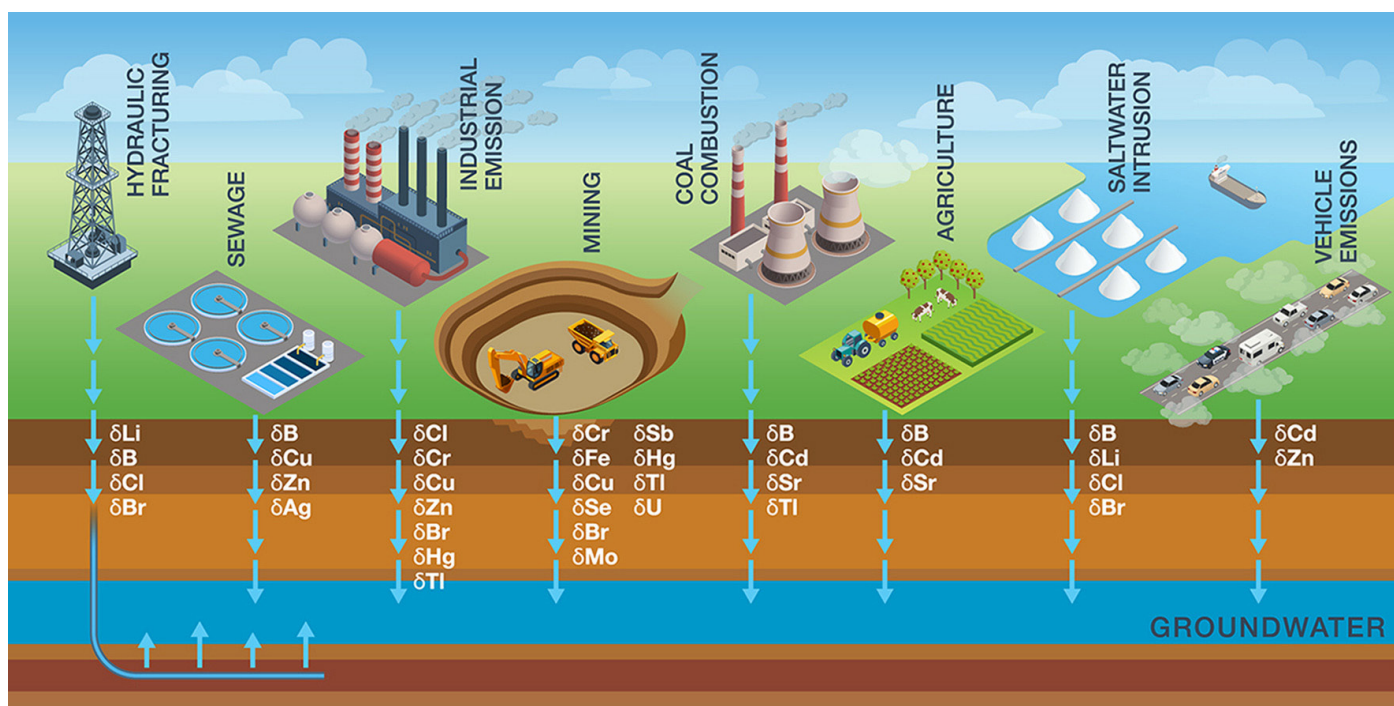


Bild 1. Icke-traditionella isotopkvotsapplikationer för grundvatten (Current Opinion in Environmental Science & Health 2022, 26:100330)

ALS möjligheter för analys av isotopkvoter

ALS i Luleå har mer än 30 års erfarenhet av forskning och kommersiell analys av stabila isotopkvoter genom användning av både High Resolution Sector Field ICP-MS (ICP-SFMS) och Multi-Collector ICP-MS (MC-ICP-MS) instrumentering. Vårt expertteam har gjort betydande bidrag till området isotopkvotsanalys med 170 referentgranskade publikationer. ALS i Luleå erbjuder isotopkvotsanalyser

för mer än 20 stabila och radiogena isotopsystem, i en mängd olika provmatriser och med hög precision, även där provkoncentrationerna är mycket låga.

De flesta isotopkvotsanalyserna kräver hög precision, eftersom skillnaderna i isotopkvoter för de flesta grundämnen är små. MC-ICP-MS används för de mest krävande isotopkvotsmätningarna, där bästa möjliga



right solutions.
right partner.

precision krävs. Till exempel kräver åldersdatering av stenar och meteoriter med användning av isotopkvoter av samarium (Sm) och neodym (Nd) en precision på minst 0,002 %, vilket endast kan uppnås med MC-ICP-MS. Mätosäkerheterna med ICP-SFMS är högre och sträcker sig från cirka 0,05-1 % (beroende på analys), men är tillräckliga för vissa applikationer. Analysresultat för isotopkvoter rapporteras vanligtvis som delta-värden i enheter av promille (ppm), som relaterar till internationellt accepterade referensstandarder för varje isotopsystem.

Isotopkvotsanalyser och applikationskrav är komplexa

Isotopkvotsanalyser är tillgängliga för en mängd olika matriser, inklusive (men inte begränsat till) naturliga vatten och processvatten, avloppsvatten, jord, sediment, aerosoler, vegetabilier, biota, livsmedelsprodukter, kliniska prover, arkeologiska föremål, metaller och legeringar.

Isotopkvotsanalyser och applikationskrav är komplexa. Experter på ALS i Luleå diskuterar krav med er kunder för att bestämma de mest lämpliga alternativen, vilket kan kräva skraddarsydd provberedningstekniker som matrisseparation, uppkoncentrering och rening utöver IRMS-analys. Våra kemister kan ge råd om provtagningsmängder och beredningstekniker som behövs för olika matriser för att uppfylla de minsta mängder som krävs för våra analysmetoder (som visas i tabell 2).

ALS erbjuder den snabbaste analysen som finns tillgänglig globalt för analys av isotopkvoter av tunga grundämnen, med rutinmässiga svarstider på 6-10 arbetsdagar (efter mottagande av prover hos ALS Scandinavia), och med snabbare svarstid möjlig för vissa analyser – mycket snabbare än de flesta universitetslaboratorier som utför isotopkvotsanalyser.

Referenser

Elemental stable isotope assessment of groundwater contamination: Recent developments, Iliia Rodushkin, Emma Engström, Simon Pontér, and Maddalena Pennisi, *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2022, 26:100330

ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, SE-977 75 Luleå
Telefon: +46 920 28 99 00, e-post: info.lu@alsglobal.com

version 13-02-2025

Tabell 2. Isotopkvotsanalyser och provmängder.

Isotopsystem		Isotoper som analyseras	ICP-SFMS	MC-ICP-MS
			Min. abs. mängd (ng total)*	Min. abs. mängd (ng total)*
Bor	B	10, 11	0,01	500
Kalcium	Ca	42, 43, 44		25 000
Kadmium	Cd	110, 112, 113, 114		100
Krom	Cr	52, 53		100
Koppar	Cu	63, 65		1000
Järn	Fe	54, 56, 57		10 000
Bly	Pb	204, 206, 207, 208	1	250
Litium	Li	6, 7	200	1000
Magnesium	Mg	24, 25, 26		25 000
Kvicksilver	Hg	199, 200, 201, 202		100
Molybden	Mo	95, 96, 97, 98		10 000
Neodym	Nd	143, 144		500
Osmium	Os	187, 188	0,01	5
Plutonium	Pu	239, 240	0,00005	
Radium	Ra	226	0,00002	
Kisel	Si	28, 29, 30		100 000
Silver	Ag	107, 109		100
Strontium	Sr	86, 87	50	500
Tallium	Tl	203, 205		100
Torium	Th	230, 232	50	200
Uran	U	234, 235, 236, 238	5	200
Zink	Zn	64, 66, 68		2000

Min. abs. mängd = minimum absolut mängd

*minimum provmängd kan variera beroende på matris, kontakta ALS i Luleå för mer information.