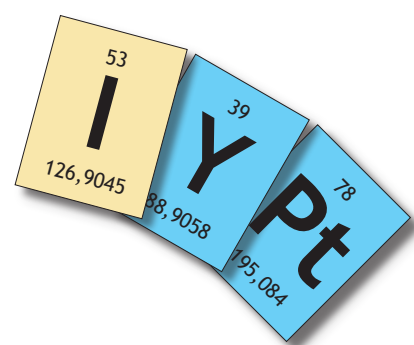


Vad har du i fickan, Jan?



Antalet grundämnen som varje människa bär med sig har, av naturliga skäl, varierat genom århundradena. Har du räknat efter hur många du bär med dig idag?

Förvaringsanordningen vi kallar *ficka* blev en del av själva klädesplagget redan på 1200-talet, även om det tog ett par hundra år innan den blev ett egentligt mode.¹ Det är nog ingen överdrift att säga att fickor fyllts av allehanda småplock sedan dess.² Tidigare förvarades nödvändigheter i en separat säck eller som på Ötzis tid,³ i en på ett bälte fastsydd påse för alla små ting man kan tänkas behöva för att överleva. Under medeltiden blev de typiska fickföremålen av mer personlig karaktär såsom brev, böcker, nycklar och näsdukar. Givetvis har det också funnits betalningsmedel i fickorna, dock ofta separerade i en egen liten förpackning, må det vara en penningpung, plånbok eller dagens korthållare.⁴ Och även om överlevnadsinstinkten idag är av ett helt annat slag än på Ötzis tid, har sannolikt ett eller ett par av de klädesplagg du som läsare just nu bär en eller ett par fickor - en del fullt fungerande, andra av rent estetiska skäl.

Ur den mest *elementära* av synvinklar är att värt att påpeka att det nuförtiden finns avsevärt fler grundämnen i fickorna hos folk i gemen, där en nutida "livsnödvändig" uppfinning sannerligen sticker ut: den smarta mobilen. Det visar sig nämligen att från Ötzis naturnära fickinnehåll, via antikens, medeltidens och den tidiga industrialiseringens tillverkade ting, är dagens digitala detaljer ofta helt beroende av vissa specifika egenskaper hos *våldigt många* grundämnen. Här följer en genomgång

av grundämnena i en, så att säga, typisk mobiltelefon.

I själva elektroniken hittar vi grundämnen som åtminstone tills nyligen ansågs vara de mest värdefulla: guld, silver och koppar. Dessa metaller lämpar sig väl till att leda ström, där silver är bäst följt av koppar och guld. Guld är dock minst reaktionsbenägen av de tre, vilket gör att en tunn guldplätering ger silver- och kopparledningarna det bästa av båda världar, där även högkonduktivt volfram gör ett gästspel ibland för att sammanbinda andra delar. Vidare, inuti mikrokondensatorerna, hittar man grundämnet tantal, en metall som möjliggör en hög kapacitans per volymenhet och således passar perfekt i små, bärbara enheter.

Mikrofonen, vibrationsenheten och andra detaljer som kräver något slags magnetiskt material innehåller ofta lite nickel och några lantanoider, däribland neodym (känd från de pyttesmå starka kylskåpsmagneterna och som ena halvan av Mosanders didymium⁵), gadolinium, terbium och dysprosium. Alla elektroniska detaljer sitter givetvis på en integrerad krets, ett kiselchip som kan innehålla kombinationer av antimon, arsenik, bor, fosfor, gallium och indium. Komponenter löds sedan fast med tenn/bly-legeringar⁶ eller eventuellt blyfria varianter där istället koppar eller silver används.

Skärmen hos en smartmobil har också en komplex sammansättning. Ytan är ofta en blandning av elektriskt ledande indium- och tenn-

oxider vilket ger en pekskärm dess fingertoppskänsliga egenskaper, medan själva glaset är uppbyggt av kemiskt härdade aluminiumsilikater. I härdningsprocessen byts en del av glasets natriumjoner ut mot lite större kaliumjoner vilket ger en glasstruktur bättre rustad mot omild behandling. Till sist dyker lantanoiderna upp igen, denna gång för att återge färgerna på skärmen och för att skydda vissa känsliga delar mot UV-strålning. Vanligt

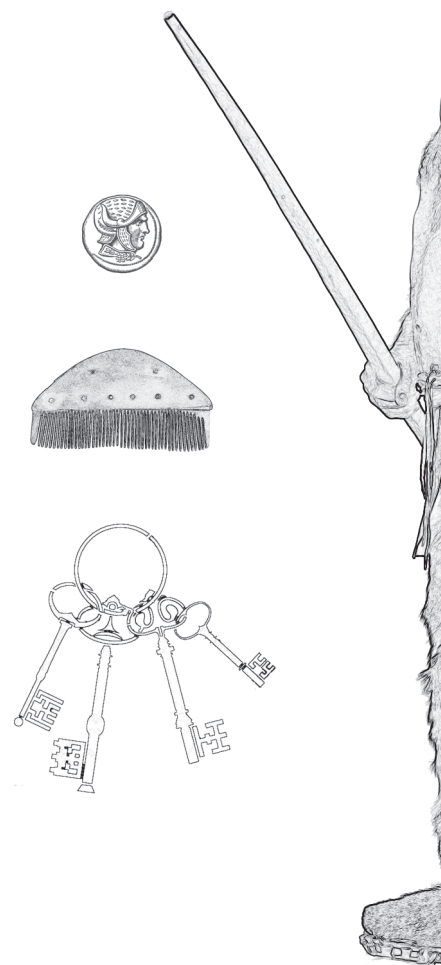


foto: mynt (usf.edu), kam (99xVSTGN), nycklar (123rf.com), Ötzi (© South Tyrol)

¹ Intresset för *sinumologi* (läran om fickor) är relativt outforskat, men artikelförfattaren utgår från den forskning som faktiskt finns plus egna erfarenheter i ämnet.

² Ett bevis på att saker medvetet tillverkas i en mindre version återfinns i förledet *fick-* vilket nämns redan 1733.

³ Kvarlevorna av ismannen Ötzi upptäcktes 1991, mer än 5000 år efter det att han avled. I hans kalvskinn-

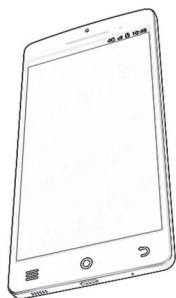
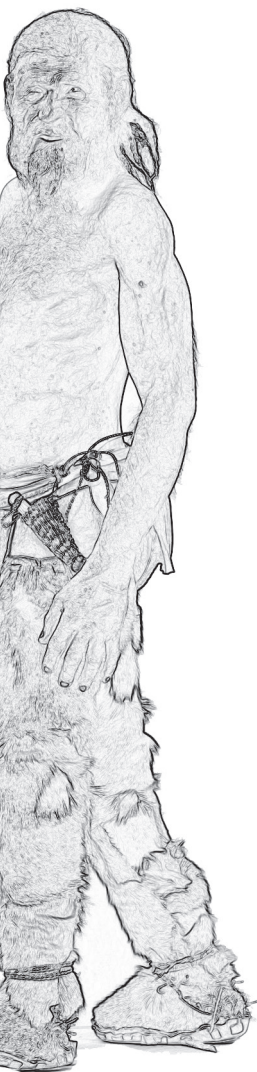
bältpåse fanns olika flintbitar (bl.a. en skrapa och en borr), fnöskticka (*Fomes fomentarius*), björkticka (*Fomitopsis betulina*) och en bensyl (alltså en *syl* av *ben*, inte en bensylgrupp, $-CH_2-C_6H_5$). Vad Ötzi egentligen hette lär vi aldrig få reda på, men sannolikt inte Ötzi ... eller Jan.

⁴ Människans syn på värde i form av betalningsmedel o.dyl. är temat för nästa artikel i denna serie.

⁵ Se artikeln i nr 1-2019 (tillgänglig på KRC:s hemsida).

⁶ Sedan 1 mars 2018 är det förbjudet att inom EU sälja blyinnehållande tennlegeringar till privatpersoner. Sådana produkter får dock säljas till yrkesmässiga användare, förutsatt att förpackningen är märkt *Endast för yrkesmässigt bruk*, samt att företaget har tillstånd från Länsstyrelsen att bedriva sådan försäljning.

Tre äldre och ett nytt. Även om de tre äldre fickföremålen (t.v.) har vitt skilda användningsområden är alla relativt enkla, åtminstone till sina kemiska sammansättningar. Man kan till och med tänka sig att Ötzi (mitten) skulle kunna ha förstått vad varje föremål är! Myntet, en 2300 år gammal seleukidisk tetradrakma, består huvudsakligen av ett enda grundämne: silver. Benkammen utsmyckad med bronsnitar följde för 1800 år sedan med en ung man i graven och var sannolikt tänkt att följa med honom resan efter döden. Den medeltida nyckelknippan av enkelt smitt järn symboliserar makten som kommer med möjligheten att komma åt värdesakerna bakom låset, kanske guld, silver eller ädla stenar. En smarttelefon (t.h.) är av en helt annan natur. I den kan man av specifika anledningar finna en stor del av alla naturliga grundämnen, även om mängden i varje telefon ibland är väldigt liten. Undra just vad Ötzi hade trott att det är?



Museum of Archaeology/Ochsenreiter), telefon (3dpix)

förekommande lantanoider här är lantan, praseodym (andra halvan av didymium!) och europium, samt yttrium, de sällsynta jordartsmetallernas äldsta härstamning.⁷ Yttrium är i många avseenden lik den rad av grundämnen som börjar med lantan och slutar med lutetium. Och om sanningen ska fram täcker olika mobiltelefonmodeller in alla lantanoiderna förutom en: prometium.⁸

Smarttelefonen har givetvis en kamera och innehåller ytterligare några specifika grundämnen för sådan teknik. Det finns pixelsensorer av kisel-dioxid som antingen är *n*-dopade (med arsenik, antimon eller fosfor) eller *p*-dopade (med bor), alternativt germanium-halvledare där iridium eller gallium ger motsvarande typ av dopning.

Batterier behövs givetvis också för att telefonen skall fungera, där dessa helst skall vara små, lätta och räcka i en smärre evighet. Dessa egenskaper hittar man för tillfället hos litiumjonbatterier, där den positiva elektroden är en litiumkoltioxid och den negativa uppbyggd av kol i form av grafit. Kobolt räknas av vissa redan till s.k. konfliktmetaller tillsammans med redan nämnda guld, tantal, tenn och volfram, vilket på vissa håll har lett till regleringar om hur deras respektive mineral får säljas globalt.⁹ Detta har i sin tur fått vissa tillverkare att istället välja andra mindre (politiskt) laddade elektroder där mangan ersätter kobolt.

Slutligen är telefonens ytterhölje antingen av plast som då sannolikt innehåller ett eller fler bromerade flamskyddsmedel eller någon slags aluminium- eller magnesium-baserad legering som inte tynger alltför mycket i fickan.

Lägger man där till ytterligare några "oundvikliga" grundämnen såsom väte, kväve, syre, svavel och

klor i diverse material av organiskt ursprung, samt järn och krom i rostfria ståldelar och summerar uppnår man således minst femtio olika grundämnen, ibland mer.¹⁰ Detta kan jämföras med Ötzi's flintstycken och benbit som nog bara täcker in ett dussintal. På i runda slängar 5000 år har mänskligheten alltså inte bara upptäckt, utan även bemästrat och sedermera gjort sig närmast beroende av alla material som hon stött på, här belyst genom minst en fyrdubbling av antalet grundämnen i ficknehållet. Hur många skulle kunna klara av att vrida tillbaka klockan till hälften av detta?¹¹ Kommer detta att ske frivilligt, tvingas vi dit eller blir det någon slags medelväg genom ytterligare framsteg? Oavsett hur vägen fram ser ut, har redan vissa grundämnen eller deras ursprungsmineral förutspått ta slut. Detta kommer sannolikt att återigen ändra människans uppfattning om vilken metall som anses vara den finaste man kan ha, vilket redan ändrats flera gånger under historiens gång. Mer om det och lite till i nästa artikel. Vi ses i nästa nummer! Lu Nd S Er Gd



Daniel Lundberg är doktor i kemi vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och fyller sina fickor med ludd, kvitton, plastkort med och utan magnetremsa eller chip, samt en lagom stor mobiltelefon.

Strikt forskningsmässigt har han författat en avhandling och ett dussintal vetenskapliga artiklar om lantanoiderna och deras radioaktiva kusiner aktinoiderna, men trots det har han ännu inte besökt stenbrottet vid Ytterby gruva.

foto: Viktor Wrangle, SLU

⁷ Det var 1794 som Johan Gadolin upptäckte yttrium (Y), eller snarare yttriumoxid (Y₂O₃), redovisat i artikeln *Undersökning af en svart tung Stenart ifrån Ytterby Stenbrott i Roslagen i Kamliga Vetenskapsakademiens handlingar*. Hans kemiska studier utfördes på den märkvärdiga sten som Carl Axel Arrhenius hittat sju år tidigare. Stenen hade undersökts 1788 av bergmästare Bengt Reinhold Geijer som trodde att den eventuellt innehöll kalcium-

wolfram (CaWO₄) eller wolfram enligt hans rapport i *Chemische Annalen* samma år: *Sollte hierinn vielleicht Schwerstein oder Wolfram vorhanden sehn?* Svaret var alltså nej.

⁸ Radioaktiva prometium upptäcktes inte förrän 1945.

⁹ Dessa konflikter är inte begränsade till metallmineral utan snarare värdet på slutprodukten. Konfliktdiamanter spelar avgörande roller i både James Bond-rullen *Die*

another day (2002) och krigsfilmen *Blood Diamond* (2006).

¹⁰ En del telefoner sägs ha fler än sjuttio!

¹¹ Även fenomenet *tidtagning* har gjort en grundämnes-behovsresa likt ficknehåll: från en pinne i marken, via timglas, mekaniska klockor och digitalur till dagens smarta klockor.