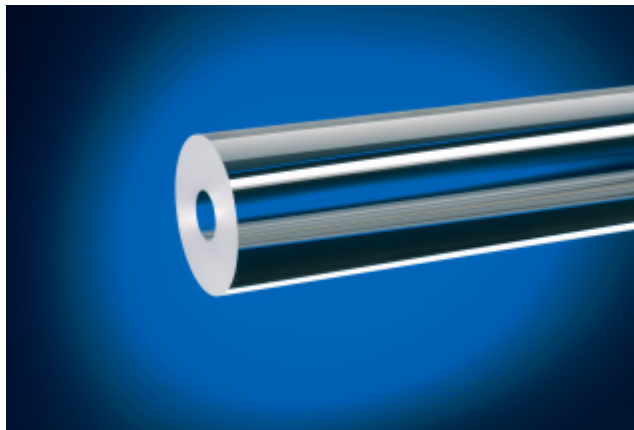


SÅ TILLVERKAS OPTISK FIBER

Tänk dig att du ligger på en sandstrand med fin vit sand och steker dig, en solig sommardag. Inser du att du ligger och vräker dig på råmaterialet till optiska fibrer?

Man kan emellertid inte ta strandsand och göra optiska fibrer av direkt eftersom den inte är ren nog. Men det går bra att göra fönsterglas och ölfaskor av den, för där är kraven på renhet inte lika höga. För optiska fibrer får man istället skapa glas på kemisk väg.

Oavsett metod börjar det hela med att man skapar högre glas, givetvis med kisel från sand som en av råvarorna. Huvudbeståndsdelen i glas är kiseloxid (SiO_2), eller som vanligt folk brukar säga: kvarts (silica).

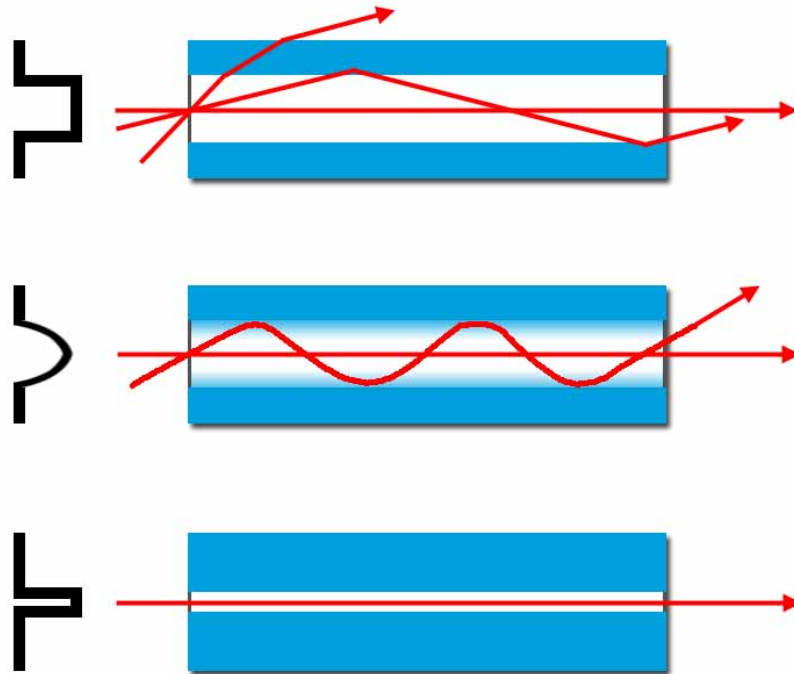


Ursprunget till optisk fiber, ett glaströr kallat "preform". Det är ett par centimeter i diameter. Bild: Heraeus Quarzglas

Det finns därefter flera sätt att dra ut en tunn glasfiber ur en större glasbit. Det hela kompliceras av att fibern ska ha en kärna (core) och ett primärskydd (cladding), med olika optiska egenskaper.

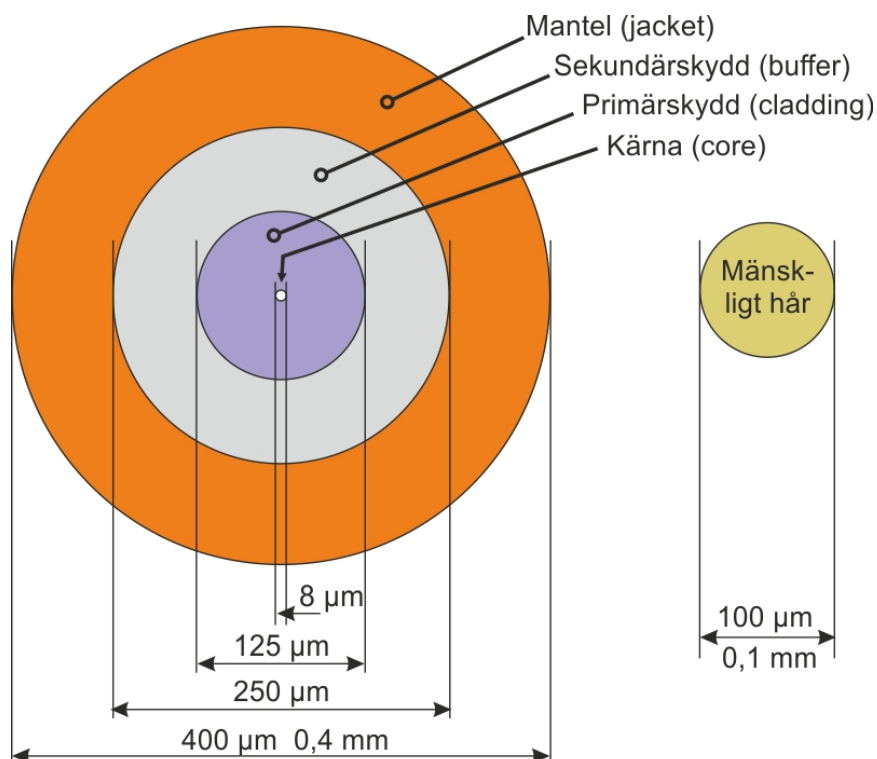
SINGLE MODE ELLER MULTIMODE

I det här skedet får man bestämma sig för vilken sorts fiber man vill tillverka, **single mode** (SMF) eller **multi mode** (MMF). Namnen kommer från hur ljuset far fram i kabelns ljusledande kärna. I en multi mode-fiber med en kärndiameter på mellan 50 och 100 mikrometer (0,05 – 0,1 mm) kan ljuset studsas hit och dit på sin väg framåt eftersom fiberns kärndiameter är mycket större än en ljusvåglängd. Det litet slumpmässiga studsandet smetar ut ljuspulsernas början och slut, vilket i sin tur begränsar multi mode-fibers kapacitet till ett par gigabit per sekund över 600 meter.



Reflektionsmoder i fibrer av olika typer. Multi mode-fiber överst och single mode nederst. Den svarta kurvan symboliserar ändringen i brytningsindex tvärs fibern. Bild: Kebes, CC BY-SA 3.0

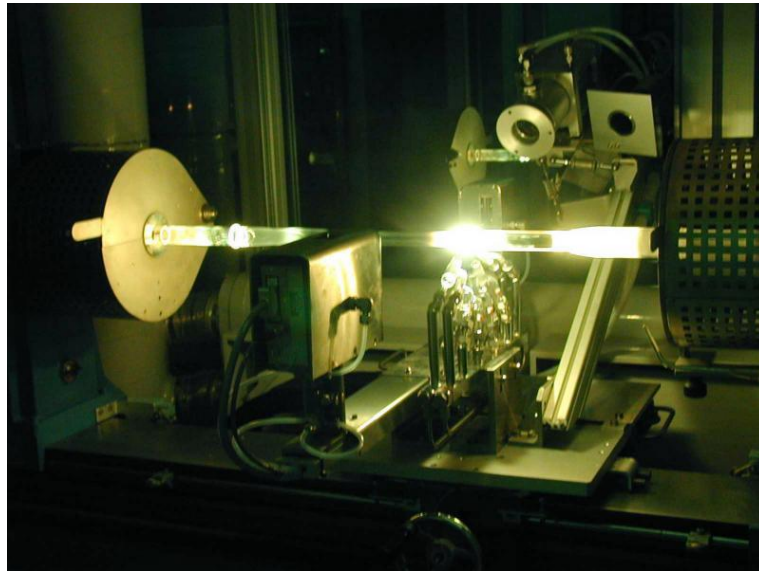
En single mode-fiber har en kärndiameter mellan cirka 8 och 10 mikrometer (0,008 – 0,01 mm). Diametern är så liten att ljuset bara kan röra sig på ett sätt, kallat transverse mode. Det betyder att ljuset inte kan studsas hit och dit utan tvingas att färdas längs fiberns axel. Ljuspulserna kommer inte att smetas ut (lika mycket) som i multi mode-fiber vilket möjliggör en mycket högre bandbredd, i SUNETS fall mer än 100 gigabit per sekund över upp till 80 kilometer. Genom att använda ljus av flera våglängder i samma fiber kan man få samlade kapaciteter på flera terabit per sekund. Joodå. Det behövs.



Bilden visar typiska mått på en single mode-fiber, som är den typ som är aktuell för transmission i SUNET. Denna typ av fiber är mycket vanlig och brukar benämnas "8/125". Notera jämförelsen med ett mänskligt hår.

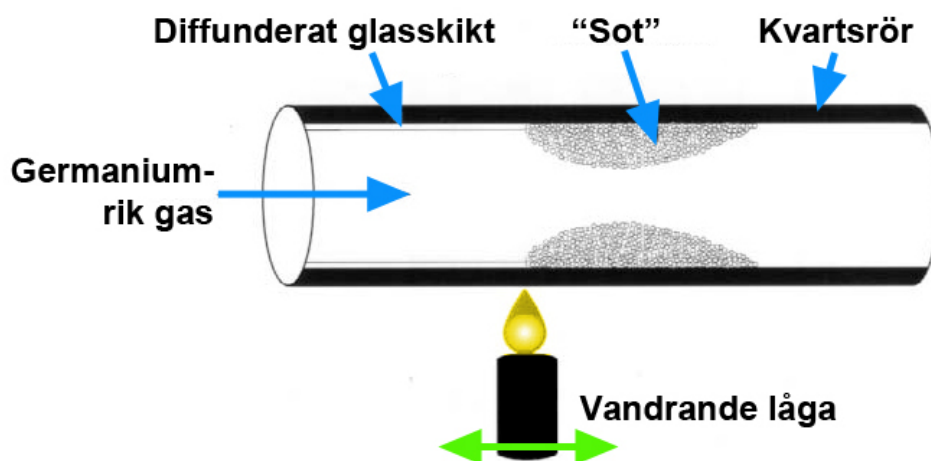
KÄRNAN FORMAS

Ljuset blir kvar inne i fiberns kärna för att det inte kan bryta sig ut till det omgivande primärskyddet (cladding) eftersom kärnan har annat brytningsindex än primärskyddet och gränsskiktet mellan dem fungerar som spegel (se bilden Reflektionsmoder ovan).



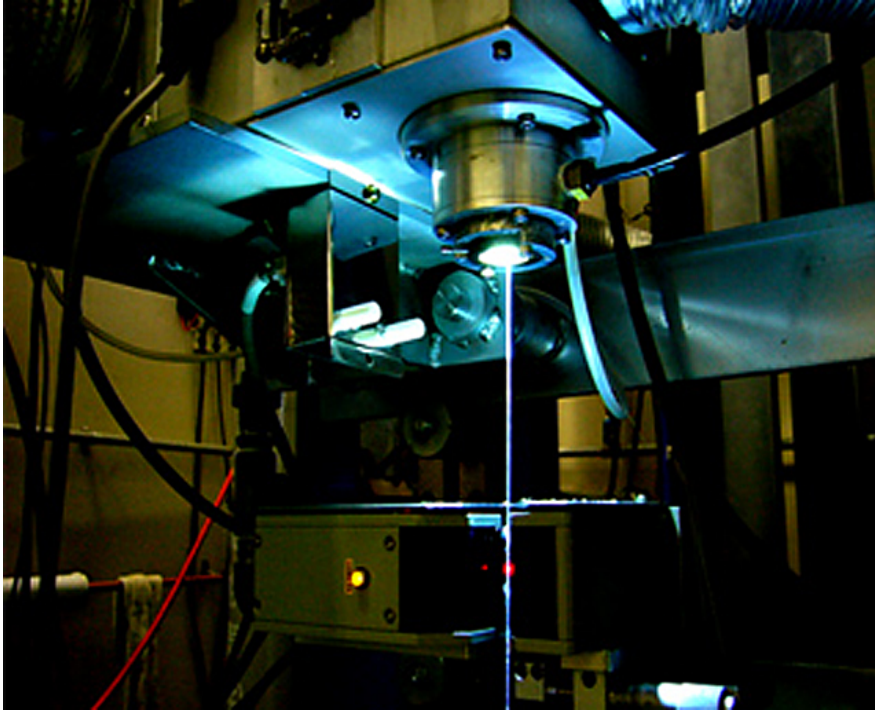
Preform insatt i "svarv". Temperaturen är strax över 1000 grader. Bild: Land Instruments.

Man måste alltså skapa en kärna inuti preform-röret som är av ett material vars optiska egenskaper avviker lite grann från kvartsen i det omgivande röret. Det går till så att man sätter upp preform-röret i en "svarv" och blåser en gas som är rik på germanium igenom det, samtidigt som röret roterar. Glas som förorenats med germanium får ett något annat brytningsindex än rent kvartsglas.



Hela tiden vandrar en låga fram och tillbaka längs röret och håller det 1000 grader varmt. Den germaniumrika gasen bildar först ett vitt "sot" på rörets insida, men efter ett tag har värmen från lågan fått germaniumet att vandra (diffundera) in i glasets yta och dopa (förorena) detta i ett mycket tunt skikt. Metoden brukar kallas för kemisk ångdeposition. Det germaniumrika glasskiktet får därmed ett annat brytningsindex än det opåverkade glaset.

När tillräckligt med kärnmateriale har deponerats, minskar man lågans fart under röret så att detta blir varmare, börjar glöda och smälter ihop till en stav. Den germaniumrika kärnan blir kvar där den deponerades, ihopsmält i mitten av staven.



Utdragning av fiber. Bild: Kitanihon Electric.

Staven hängs ned i en vertikal dragugn med 1900 graders temperatur varvid en droppe smälter av från änden och drar med sig en smal glödande tråd nedåt och ut genom ett hål i botten. Det är alltså gravitationen som drar ut fibern till en början. Genom att dra med en mycket noggrant kontrollerad kraft i tråden, blir den precis lagom tunn, nämligen de avsedda 125 mikrometrarna. Kärnan av germaniumdopat glas tunnas ut i samma mån och får sin slutliga diameter på 8 mikrometer.

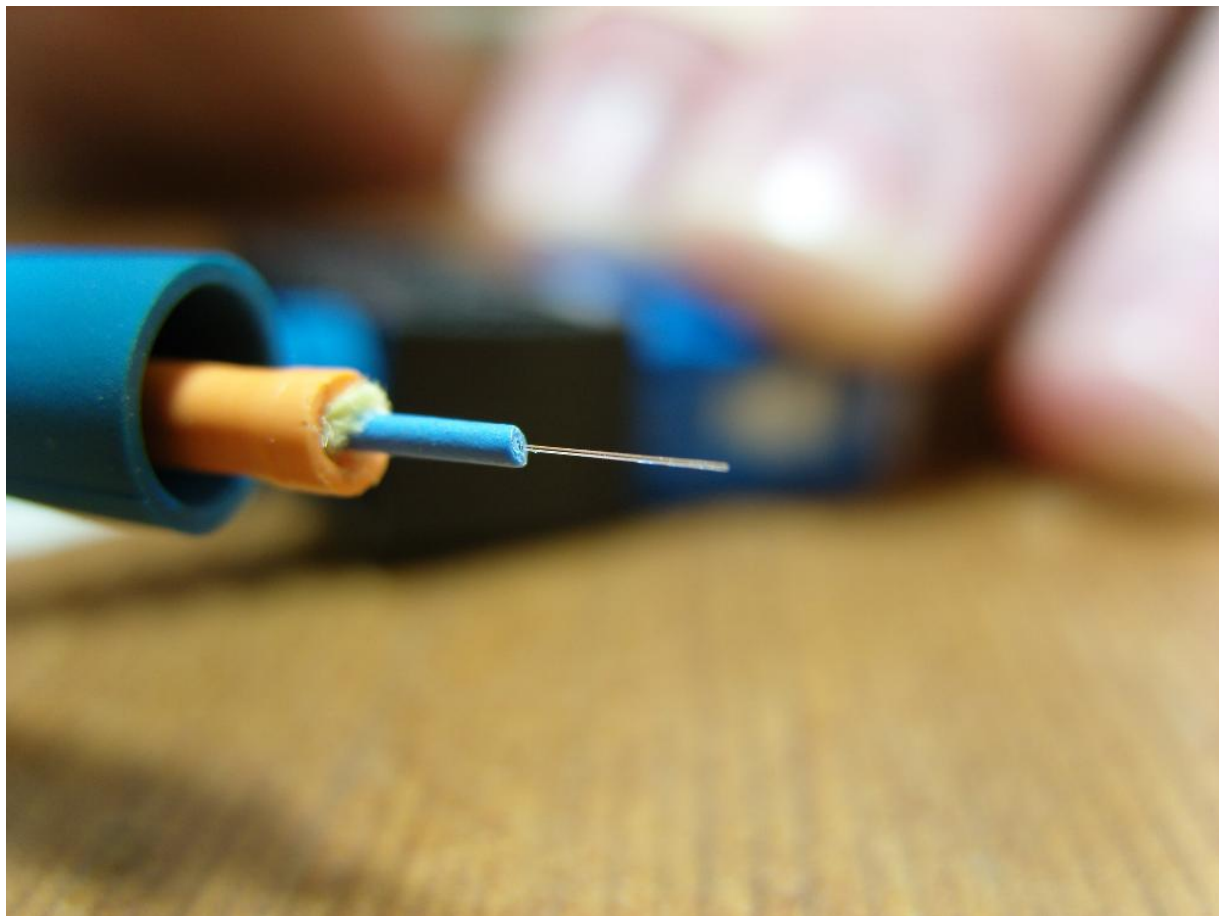
MANTLING



Den nakna fibern är för tunn och skör för att kunna hanteras direkt av en människa. Därför mantlas den med flera lager av epoxi och/eller termoplast, tills den når sin slutliga diameter på 400 mikrometer. Maskinen i bilden ovan är en av många som mantlar optiska fibrer i en fabrik. Bild: China Electronic Products Wholesale Center.

ENSKILDA ELLER I GRUPP

En slutanvändare kan antingen vilja använda fibrerna en och en eller i större knippen. För kabeldragning i hyreshus och datorhallar, som skarvkablar (fiberpatchar) eller i mindre installationer använder man för det mesta bara enskilda fibrer i mantel, men för längre transmissionssträckor med flera operatörer behövs många fibrer. Upp till 192 fibrer är vanligt i en kabel.



Enskild fiber i skyddande hölje. Bild: Hedeshian, CC BY 3.0

Behöver man många fibrer tillsammans färgmärks de för att man ska kunna skilja dem åt. Det går till så att man drar dem igenom ett bad med färgad epoxi, ut genom ett smalt munstycke och sedan härdar epoxin. Därefter lägger man de färgade fibrerna bredvid varandra och drar dem genom ännu ett bad med ofärgad epoxi och härdar detta till ett brett band, sk ribbon fibre. Bredder på upp till 12 fibrer är vanliga.

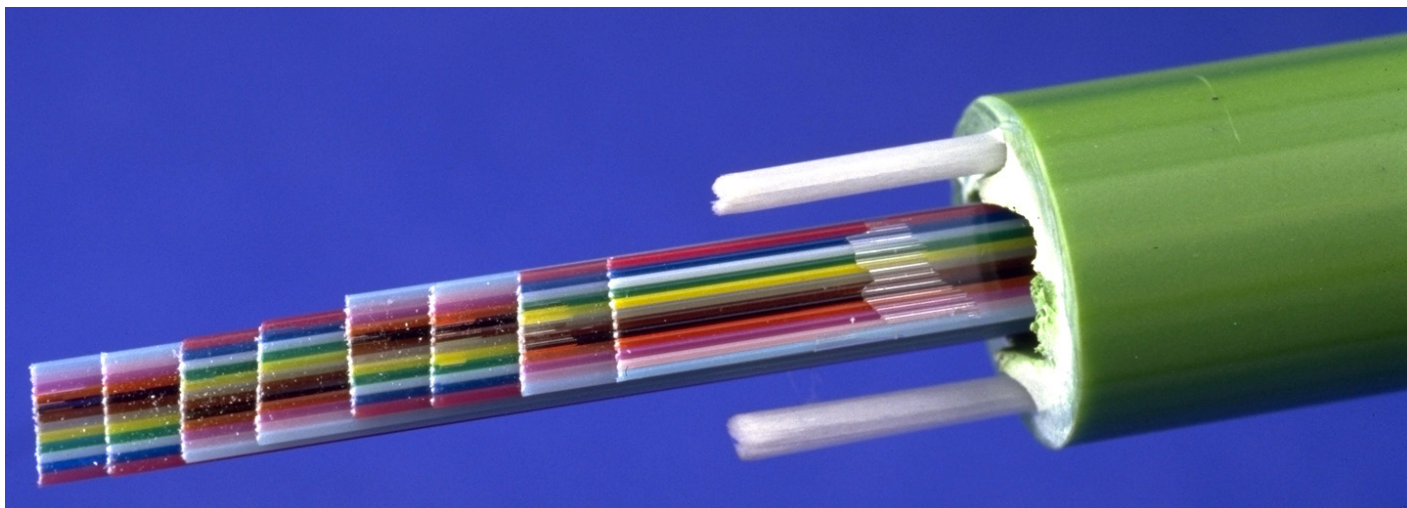
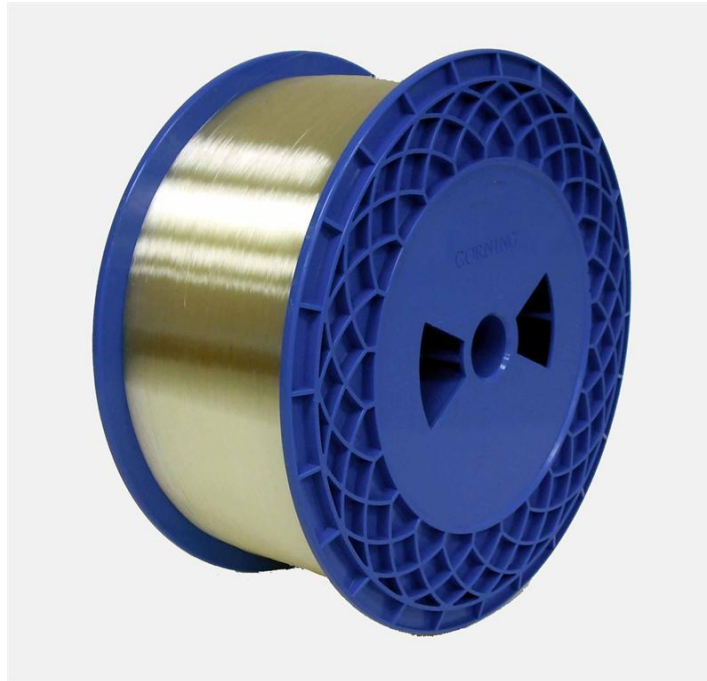


Bild: CERN

Färgmärkningen är till för att man ska kunna hitta rätt fiber i bandet. Det finns en märkstandard, nämligen röd-blå-vit-grön-gul etc som i bilden ovan.

I ungefär detta skick, i form av en enskild fiber med en diameter på cirka 0,4 millimeter eller som ett halvcentimeter brett band, upprullat på rulle, lämnar fibern fabriken. Det går åtskilliga kilometer fiber på en liten rulle.



Uppåt 20 kilometer enkel, mantlad fiber på en 30 centimeters rulle. Bild: Corning.

I nästa artikel ska vi titta på hur man klär de optiska fibrerna med yttre mantel och förser dem med bärlina, vattentätt skydd och så vidare, så att de kan hängas i stolpar, tål att grävas ned i marken eller förläggas på havsbotten.

SE MER

Så tillverkas optisk fiber: <https://www.youtube.com/watch?v=6CqT4DuAVxs>

Skriven av



JÖRGEN STÄDJE

Jag heter Jörgen Städje och har skrivit om teknik
och vetenskap sedan 1984. Friskt kopplat, hälften
brunnet!