



# PROTEINSYNTESSEN: TRANSLATIONEN

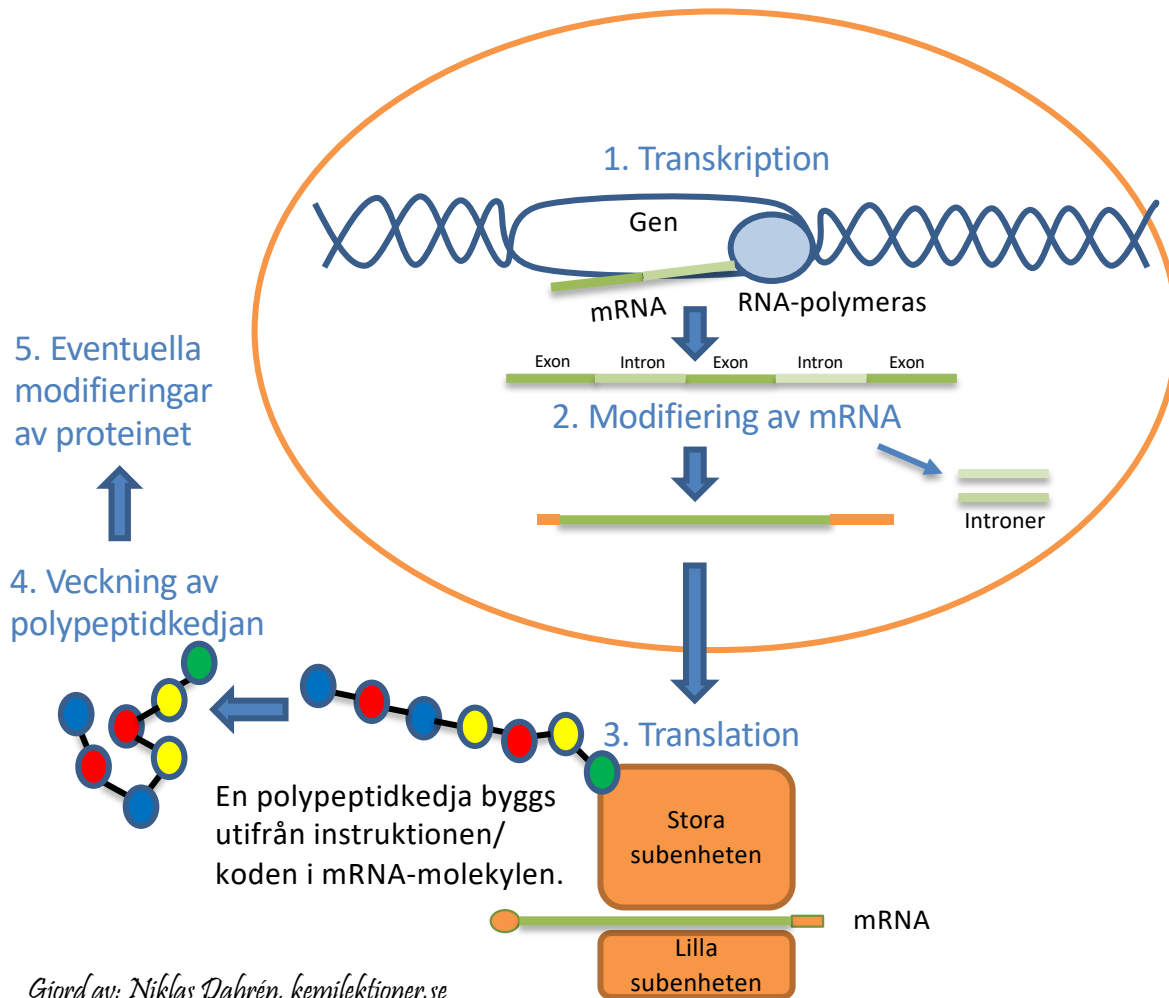
NIKLAS DAHRÉN



# Vad menas med proteinsyntesen och translationen?

- ✓ **Proteinsyntesen:** Cellernas tillverkning av proteiner kallas för proteinsyntesen (syntetisera = tillverka).
- ✓ **Generna är proteininstruktioner:** Våra gener fungerar som proteininstruktioner (eller ritningar/recept/koder) som visar vilka aminosyror som ska ingå i proteinerna och i vilken ordning dessa ska sitta. I regel innehåller varje gen instruktionen/koden för ett specifikt protein (vissa gener kodar dock för t.ex. tRNA och rRNA).
- ✓ **2 viktiga processer är centrala vid proteinsyntesen:**
  - Transkriptionen; Gen → mRNA
  - Translationen; mRNA → Polypeptidkedja (som sedan veckas ihop till ett protein).
- ✓ **Translationen:** Translationen är det steg i proteinsyntesen (proteintillverkningen) där olika aminosyror fogas samman till en polypeptidkedja (aminosyrakedja) som sedan kan veckas ihop (och ev. modifieras) till ett färdigt protein. Polypeptidkedjan tillverkas med en mRNA-molekyl som mall.

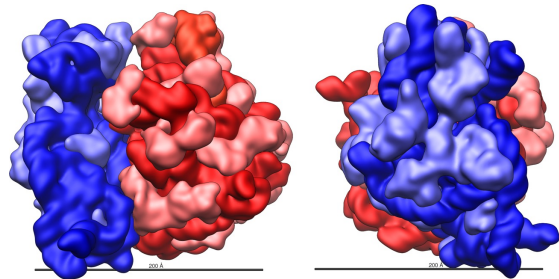
# Översikt över proteinsyntesen



- 1. Transkription:** Enzymet RNA-polymeras avläser genen för det protein som ska syntetiseras (tillverkas) och gör en genkopia (mRNA).
- 2. Modifiering av mRNA:** mRNA:t modifieras (bearbetas) genom att intronerna klipps bort, exonerna fogas samman, en "5`-huva" kopplas på i ena änden och en "poly(A)-svans" i den andra.
- 3. Translation:** I en ribosom kopplas aminosyror ihop med varandra till en polypeptidkedja utifrån instruktionen/koden i mRNA-molekylen.
- 4. Veckning av polypeptidkedjan:** Polypeptidkedjan (eller kedjorna) veckas ihop och får en specifik 3D-struktur. Många proteiner är färdiga efter detta steg.
- 5. Eventuella modifieringar av proteinet:** En del proteiner genomgår modifieringar i ER och/eller i golgiapparaten (t.ex. att andra molekyler kopplas på) innan proteinet är helt färdigt.

# Translationen sker i ribosomerna

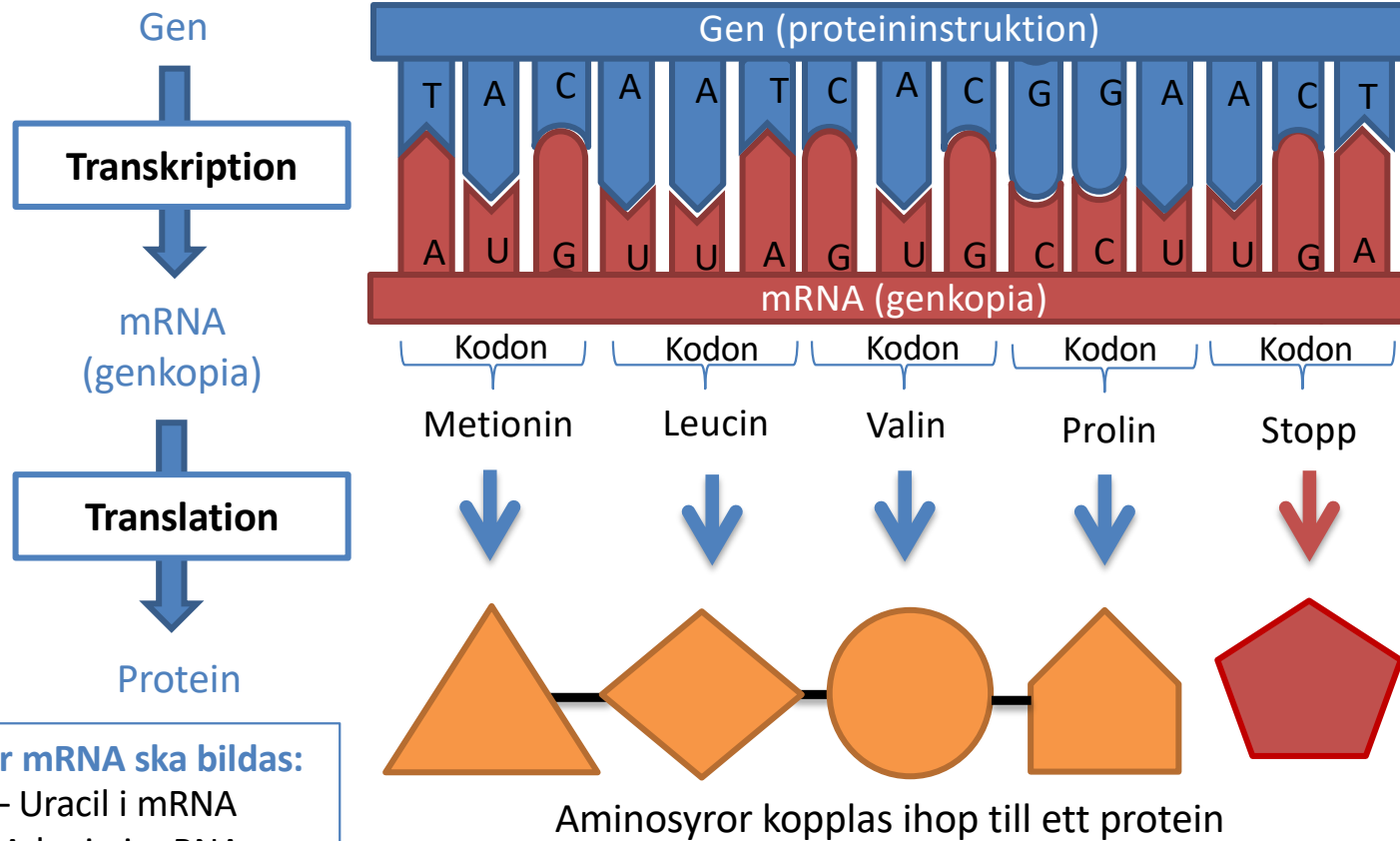
- ✓ **Ribosomerna är "proteinfabriker"**: I cellerna finns ett stort antal ribosomer och varje ribosom fungerar som en "proteinfabrik" där aminosyror fogas ihop till en polypeptidkedja som sedan veckas ihop till ett protein. Ribosomerna består av två huvuddelar, en liten subenhet och en stor subenhet. Dessa subenheter är gjorda av både ribosomalt RNA (rRNA) och proteiner.
- ✓ **Ribosomer finns både i cytoplasman och på det endoplasmatiska retiklet**: I eukaryota celler, inklusive växtceller och djurceller, finns ribosomer både i cytoplasman och bundna till membranet av det endoplasmatiska retiklet (ER). De ribosomer som är bundna till ER är vanligtvis involverade i syntesen av proteiner som ska frisättas från cellen eller som ska placeras i cellmembranet. De ribosomer som finns fritt i cytoplasman är däremot involverade i syntesen av proteiner som stannar kvar i cytoplasman eller i organeller såsom mitokondrier och kloroplaster.



*Ribosomerna består av två huvuddelar, en liten subenhet (blå) och en stor subenhet (röd).*



# Den genetiska koden



## Basparning när mRNA ska bildas:

Adenin i DNA – Uracil i mRNA  
Tymin i DNA – Adenin i mRNA  
Cytosin i DNA – Guanin i mRNA  
Guanin i DNA – Cytosin i mRNA

**Kodon:** En tripplett nukleotider (eller kvävebaser) som kodar för en specifik aminosyra kallas för ett "kodon".

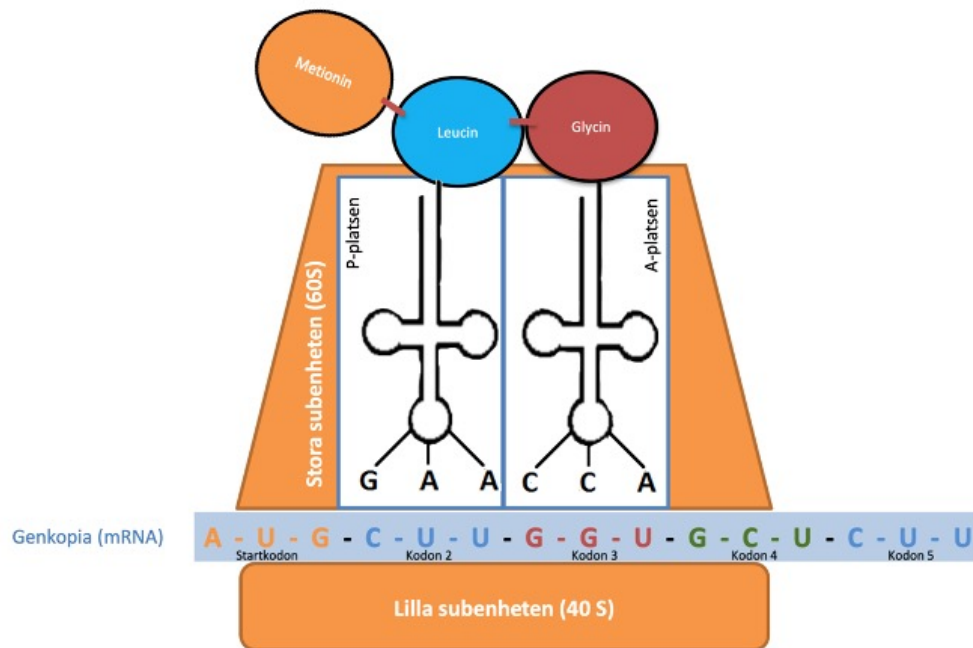
Aminosyror kopplas ihop till ett protein

# Den genetiska koden (mRNA → aminosyror)

BAS 1:	BAS 2:								BAS 3:
	U		C		A		G		
U	UUU	Fenylalanin	UCU	Serin	UAU	Tyrosin	UGU	Cystein	U
	UUC	Fenylalanin	UCC	Serin	UAC	Tyrosin	UGC	Cystein	C
	UUA	Leucin	UCA	Serin	UAA	Stopp	UGA	Stopp	A
	UUG	Leucin	UCG	Serin	UAG	Stopp	UGG	Tryptofan	G
C	CUU	Leucin	CCU	Prolin	CAU	Histidin	CGU	Arginin	U
	CUC	Leucin	CCC	Prolin	CAC	Histidin	CGC	Arginin	C
	CUA	Leucin	CCA	Prolin	CAA	Glutamin	CGA	Arginin	A
	CUG	Leucin	CCG	Prolin	CAG	Glutamin	CGG	Arginin	G
A	AUU	Isoleucin	UCU	Treonin	AAU	Asparagin	AGU	Serin	U
	AUC	Isoleucin	UCC	Treonin	AAC	Asparagin	AGC	Serin	C
	AUA	Isoleucin	UCA	Treonin	AAA	Lysin	AGA	Arginin	A
	AUG	Isoleucin	UCG	Treonin	AAG	Lysin	AGG	Arginin	G
G	GUU	Valin	UCU	Alanin	GAU	Asparaginsyra	GGU	Glycin	U
	GUC	Valin	UCC	Alanin	GAC	Asparaginsyra	GGC	Glycin	C
	GUA	Valin	UCA	Alanin	GAA	Glutaminsyra	GGA	Glycin	A
	GUG	Valin	UCG	Alanin	GAG	Glutaminsyra	GGG	Glycin	G

OBS: Den genetiska koden är *degenererad* vilket innebär att flera olika kodon kodar för samma aminosyra.

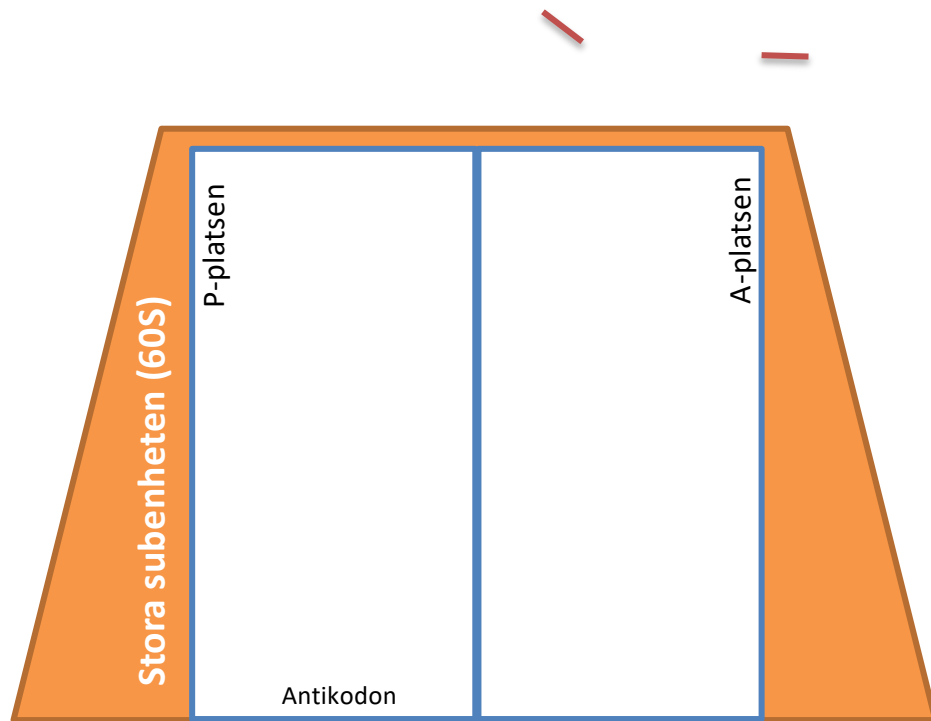
# Translationen består av tre steg



- 1. Initiering**  
(start av translationen)
- 2. Elongering**  
(polypeptidkedjan förlängs/byggs)
- 3. Terminering**  
(translationen avslutas)

# Animation: Translationens 2 första steg

Peptidbindning



Genkopia (mRNA)

Lilla subenheten (40 S)

**Kodon:** Tre kvävebaser (en triplett) på mRNA som kodar för en specifik aminosyra.

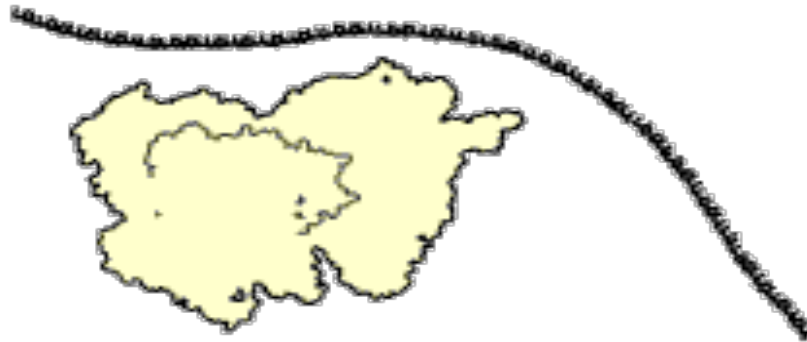
**Antikodon:** Tre kvävebaser (en triplett) på tRNA som kan baspara till ett komplementärt kodon på mRNA.

1. **Initiering**  
(start av translationen)
2. **Elongering**  
(polypeptidkedjan förlängs/byggs)

*Gjord av:  
Niklas Dahrén,  
kemilektioner.se*



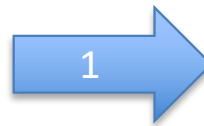
# Animation: Translationen



Bildkälla: By Bensaccount at en.wikipedia, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8287100>

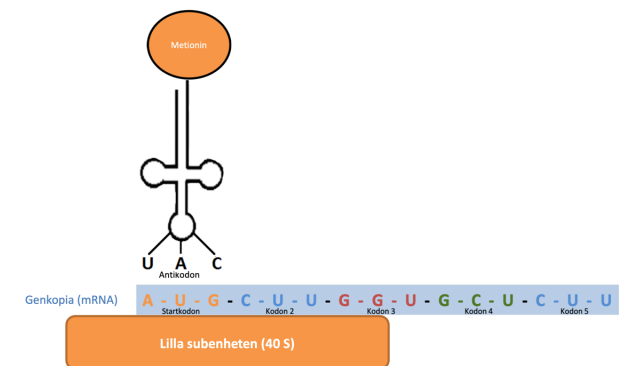
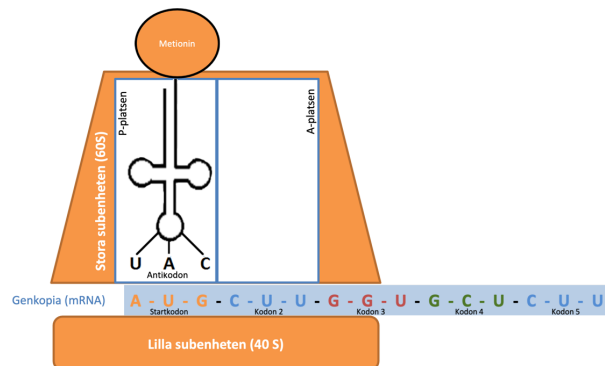
# Steg 1: Initiering

Lilla subenheten (40 S)



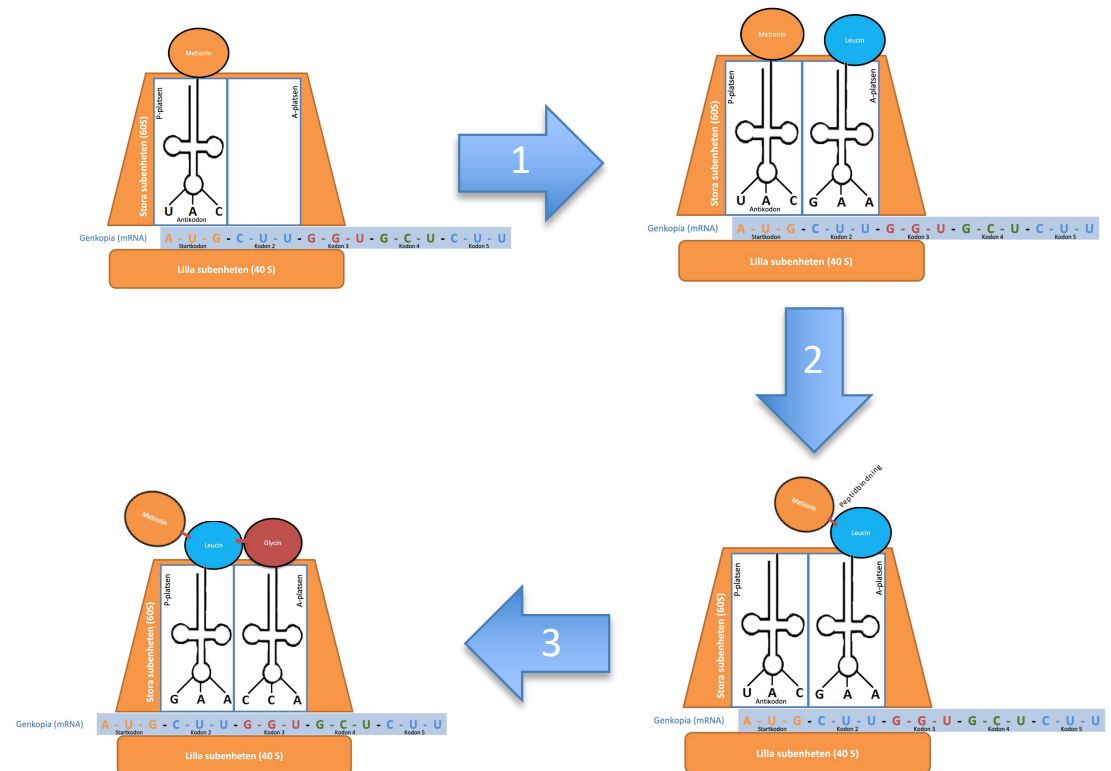
A - U - G - C - U - U - G - G - U - G - C - U - C - U - U  
Startkodon Kodon 2 Kodon 3 Kodon 4 Kodon 5  
Lilla subenheten (40 S)

1. Den lilla subenheten av en ribosom binder mRNA:t.
2. En tRNA-molekyl, som bär på aminosyran metionin, binder till startkodonet på mRNA:t.
3. Den stora subenheten av ribosomen anländer och binder till övriga delar av "initieringskomplexet". tRNA:t med aminosyran metionin hamnar på P-platsen i ribosomen.



# Steg 2: Elongering

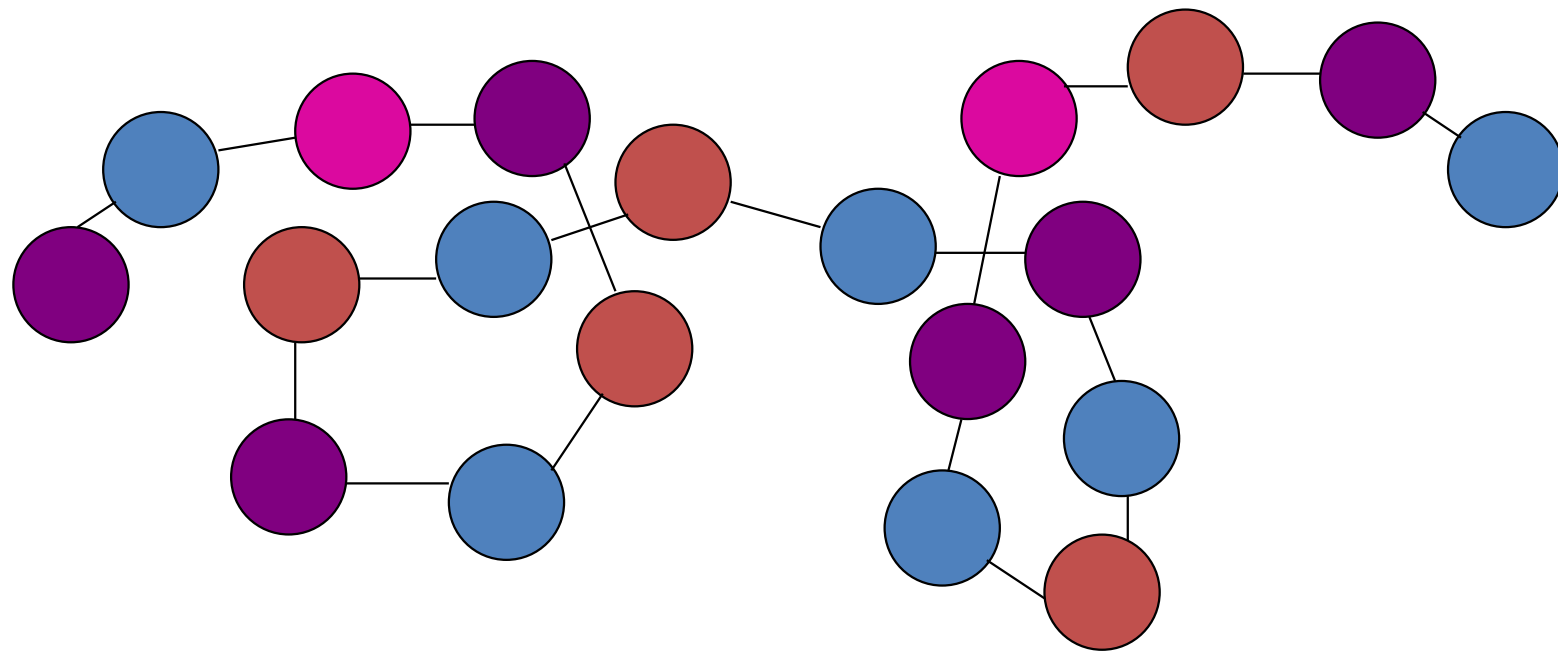
1. En tRNA-molekyl med aminosyran metionin sitter redan på P-platsen. En ny tRNA-molekyl med en aminosyra anländer nu till den tomma A-platsen. Om antikodonet på tRNA:t inte kan baspara till kodonet på mRNA:t så är det fel aminosyra och då kommer tRNA:t inte stanna kvar på A-platsen utan lämnar ribosomen. Om antikodonet på tRNA:t däremot kan baspara till kodonet på mRNA:t så kommer tRNA:t stanna kvar på A-platsen.
2. Aminosyran på P-platsen kopplas ihop med aminosyran på A-platsen med en peptidbindning. Ribosomen katalyserar denna reaktion. ATP krävs för denna reaktion.
3. Ribosomen förflyttar sig sedan en tripplett längs mRNA:t. tRNA:t på P-platsen "knuffas" då ut och A-platsen har nu möjlighet att ta emot en ny tRNA. Detta fortsätter tills hela polypeptidkedjan är färdig.



## Steg 3: Terminering

- ✓ **Stoppkodon:** I slutet av mRNA:t finns ett stoppkodon som signalerar att translationen ska avslutas. Det finns totalt tre stycken olika kodon i mRNA som betyder "stopp" men enbart ett stoppkodon förekommer i slutet av varje mRNA-molekyl. Ingen tRNA-molekyl kan binda till stoppkodonet så därför förlängs inte polypeptidkedjan något mer när stoppkodonet dyker upp på A-platsen i ribosomen.
- ✓ **Release-faktorn binder till stoppkodonet:** När stoppkodonet dyker upp på A-platsen i ribosomen kommer ett protein som kallas för release-faktorn (eller "släppfaktorn") att binda till stoppkodonet på mRNA:t vilket leder till att translationen upphör. De båda subenheterna kommer då släppa från varandra och mRNA:t och polypeptidkedjan kommer lossna.
- ✓ **Samma mRNA kan återanvändas:** När translationen har terminerats kan mRNA-molekylen återanvändas och translateras om och om igen. Den kan också brytas ner av enzymet RNas. Då kan istället nukleotiderna återanvändas för att bygga nya mRNA-molekyler.

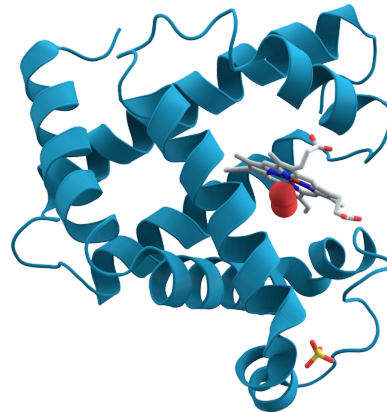
Efter translationen kommer polypeptidkedjan  
veckas ihop till ett protein



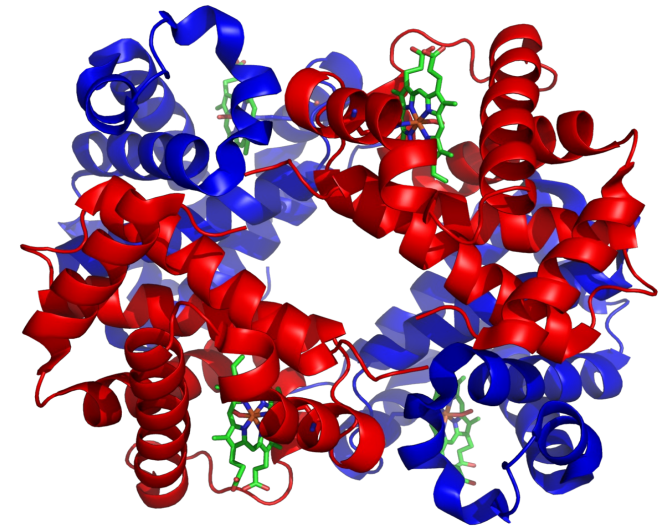
# Proteiner kan bestå av en eller flera polypeptidkedjor (aminosyrakedjor)

- ✓ **En eller flera polypeptidkedjor:** Varje aminosyrakedja i ett protein kallas även för en *polypeptidkedja*. En del proteiner innehåller enbart en polypeptidkedja medan andra proteiner kan innehålla flera olika polypeptidkedjor. Har proteinet flera polypeptidkedjor så kallas dessa ofta för *subenheter* (underenheter).
- ✓ **Exempel:** Myoglobin finns i våra muskelceller och hemoglobin finns i blodet. Myoglobin består av en enda polypeptidkedja medan hemoglobin består av fyra polypeptidkedjor (två alfa-kedjor och två beta-kedjor). Hemoglobin är alltså ett protein med fyra subenheter.

Myoglobin  
(1 polypeptidkedja)



Hemoglobin  
(4 polypeptidkedjor)



Bildkälla: By →AzaToth - self made based on PDB entry, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68596>

Bildkälla: "1GZX Haemoglobin" by Zephyris at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons.. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1GZX\\_Haemoglobin.png#/media/File:1GZX\\_Haemoglobin.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1GZX_Haemoglobin.png#/media/File:1GZX_Haemoglobin.png)



**Se gärna fler filmer på:**  
[kemilektioner.se](http://kemilektioner.se)  
[youtube.com/kemilektioner](https://youtube.com/kemilektioner)