

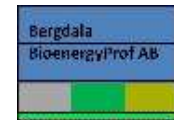
Effektiv eldningsteknik 3:

Introduktion till förbränning

Ett översiktligt diagram för att visa det viktigaste

Björn Zethræus

Professor i Bioenergiteknik/Förbränningsteknik



Luftfaktorn lambda (λ), i äldre litteratur n

$$\lambda = \frac{\text{Tillförd luft (m}^3\text{) per kilo bränsle}}{\text{Teoretiskt luftbehov(m}^3\text{) per kilo bränsle}}$$

Luftfaktorn är den viktigaste av alla reglerparametrar:

- För hög luftfaktor leder till dålig verkningsgrad genom flera olika samverkande mekanismer (kort uppehållstid, sänkt temperatur)
- För låg luftfaktor leder till utsläpp av oförbrända gaser.
- Mäts oftast via syrehalt och eventuellt koldioxidhalt.

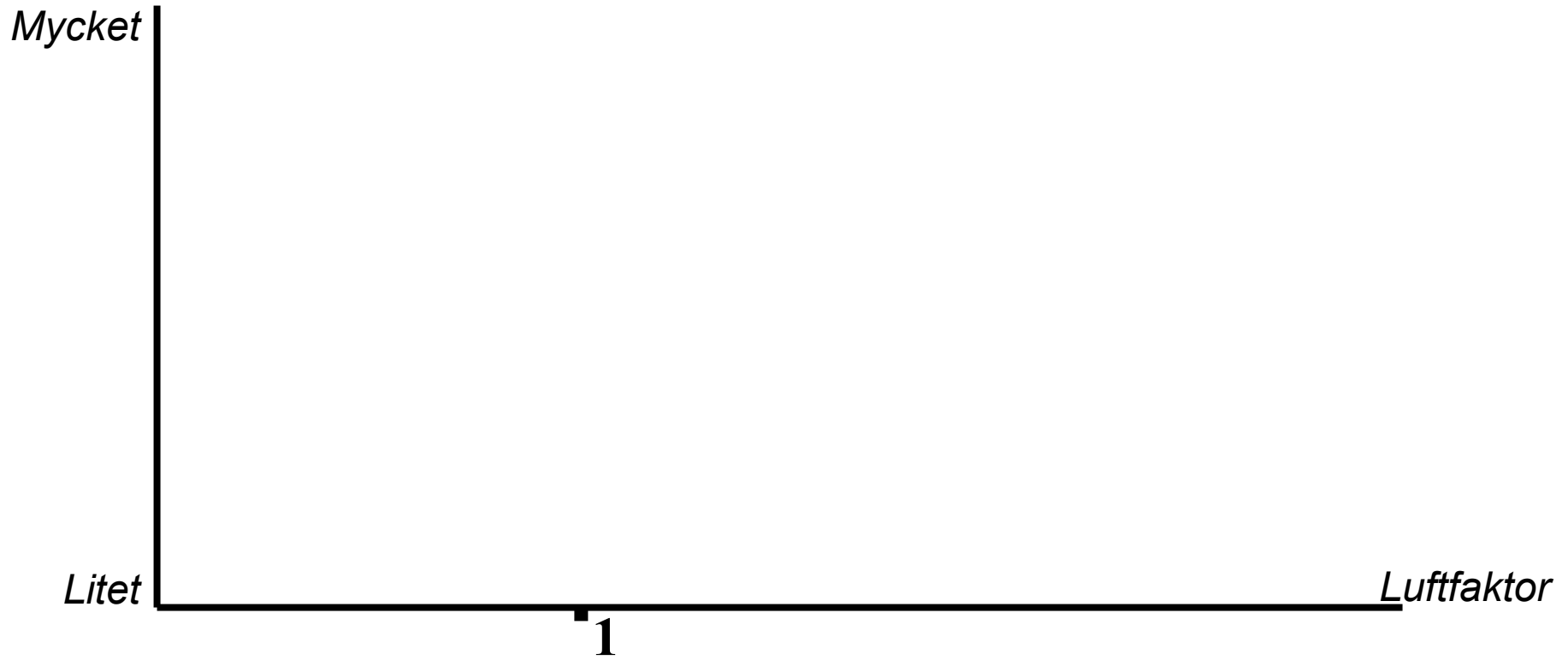
Möjlig luftfaktor bestäms (bland annat) av vilket bränsle man har men även av vilken typ av anläggning man har.

Teoretiska luftflöden kan vara allt mellan 5 och 20 gånger större än bränsleflödena.

Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

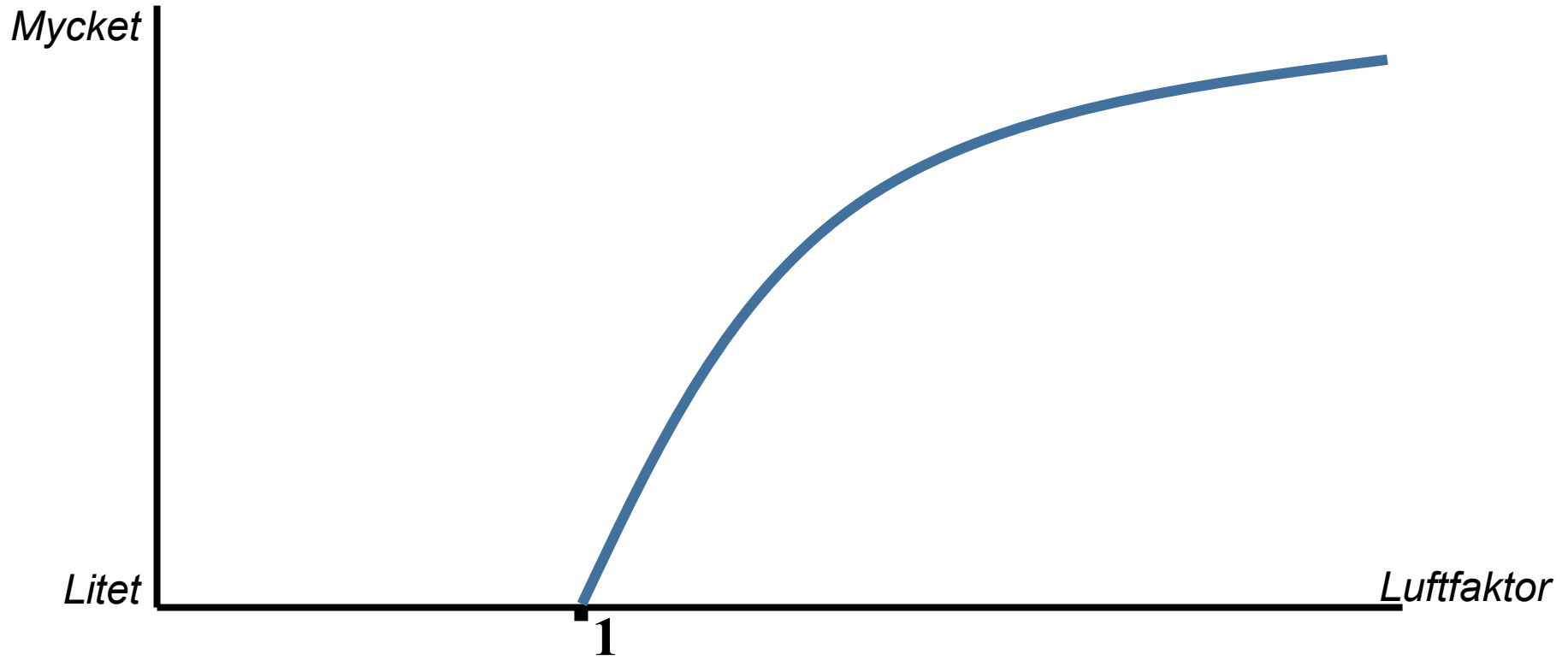
Börja med att rita in hur syrehalten ändras med luftfaktorn



Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

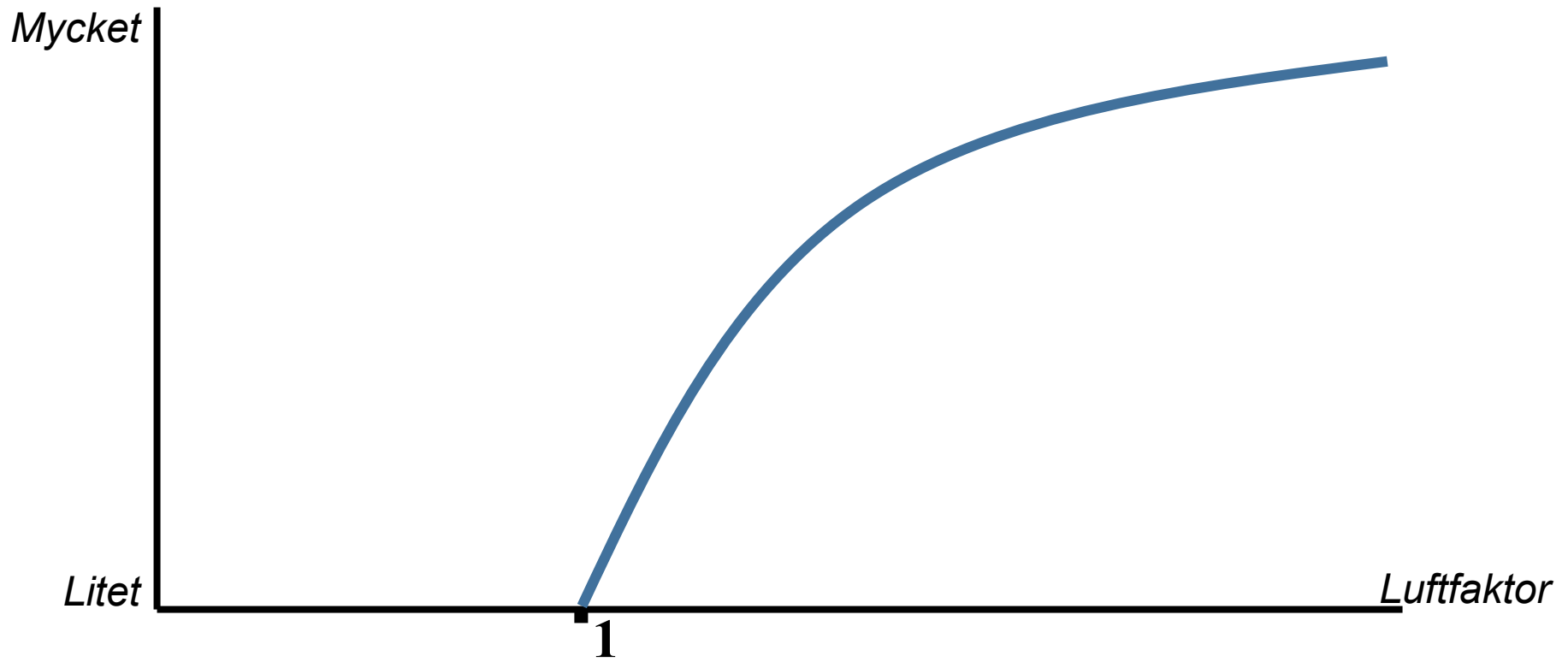
Syrehalten växer mot 20.8 % vid höga luftfaktorer



Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

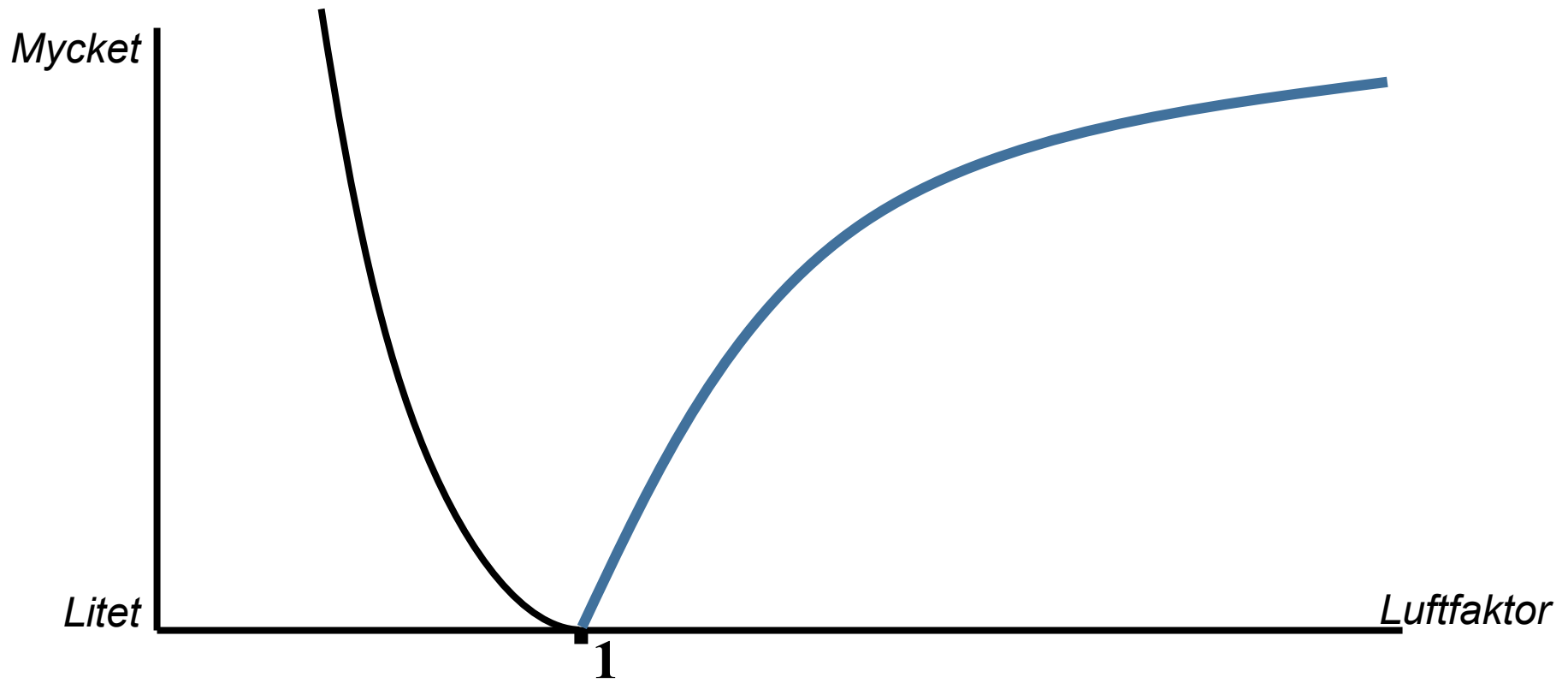
Rita så upp hur oförbrända gaser borde ändras med luftfaktorn



Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

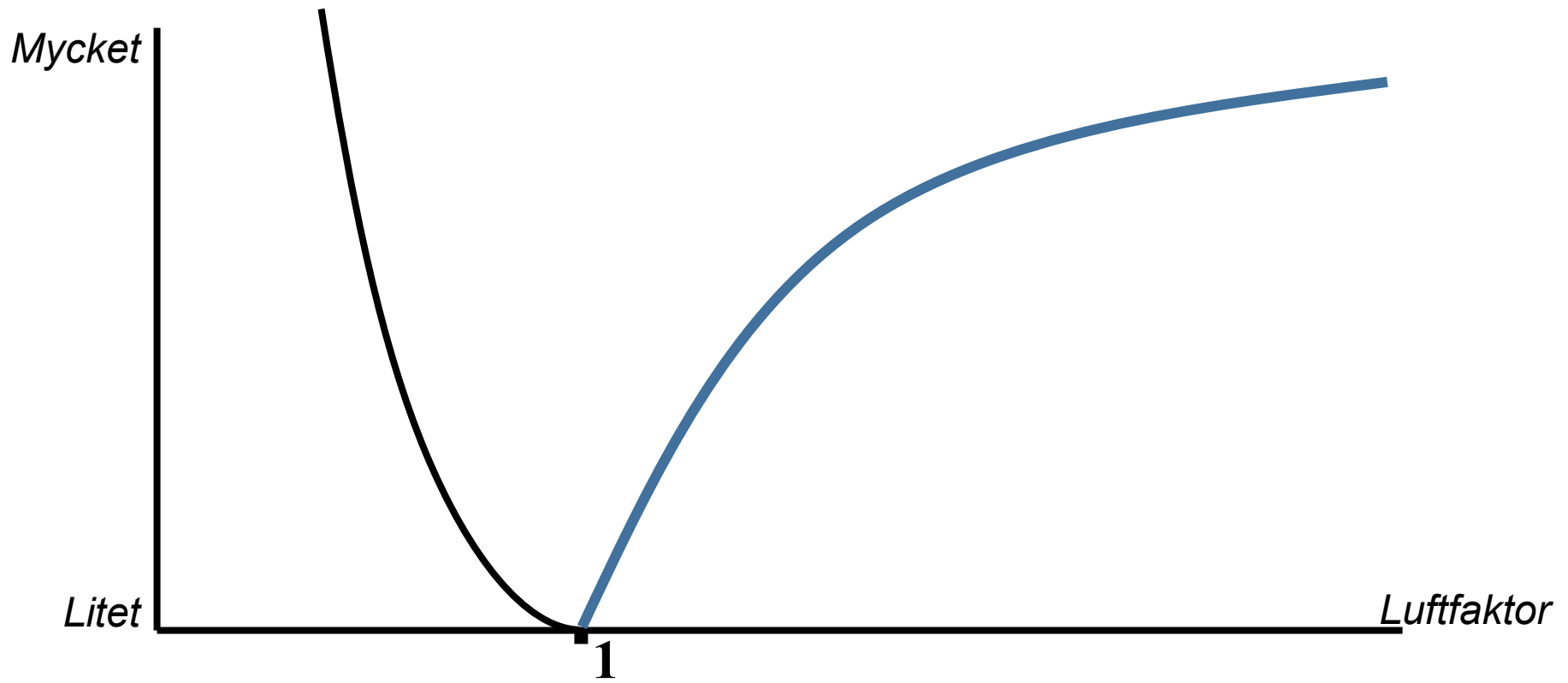
Oförbrända gaser borde inte förekomma vid luftfaktorer över 1



Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

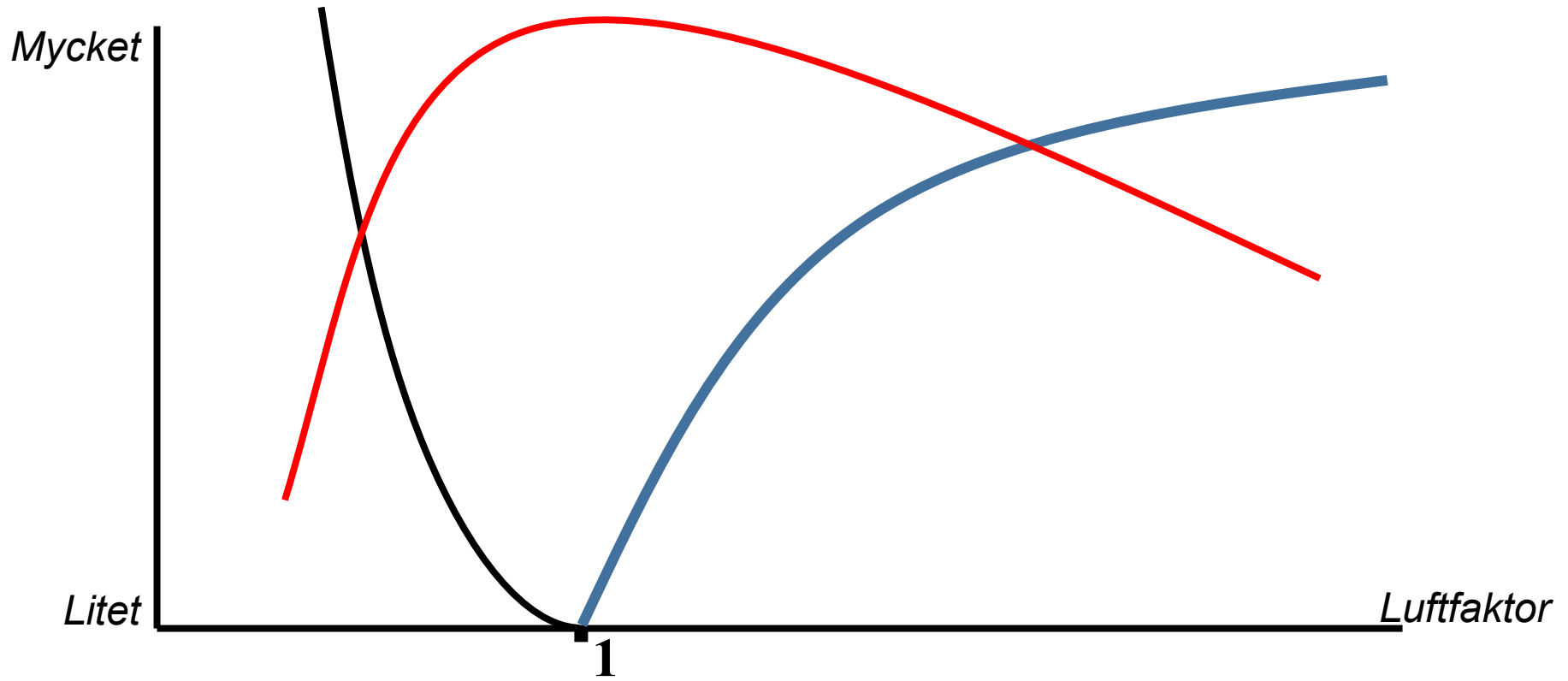
Rita så in hur temperaturen borde ändras med luftfaktorn



Förel 3: Förbränningens huvuddrag i diagramform

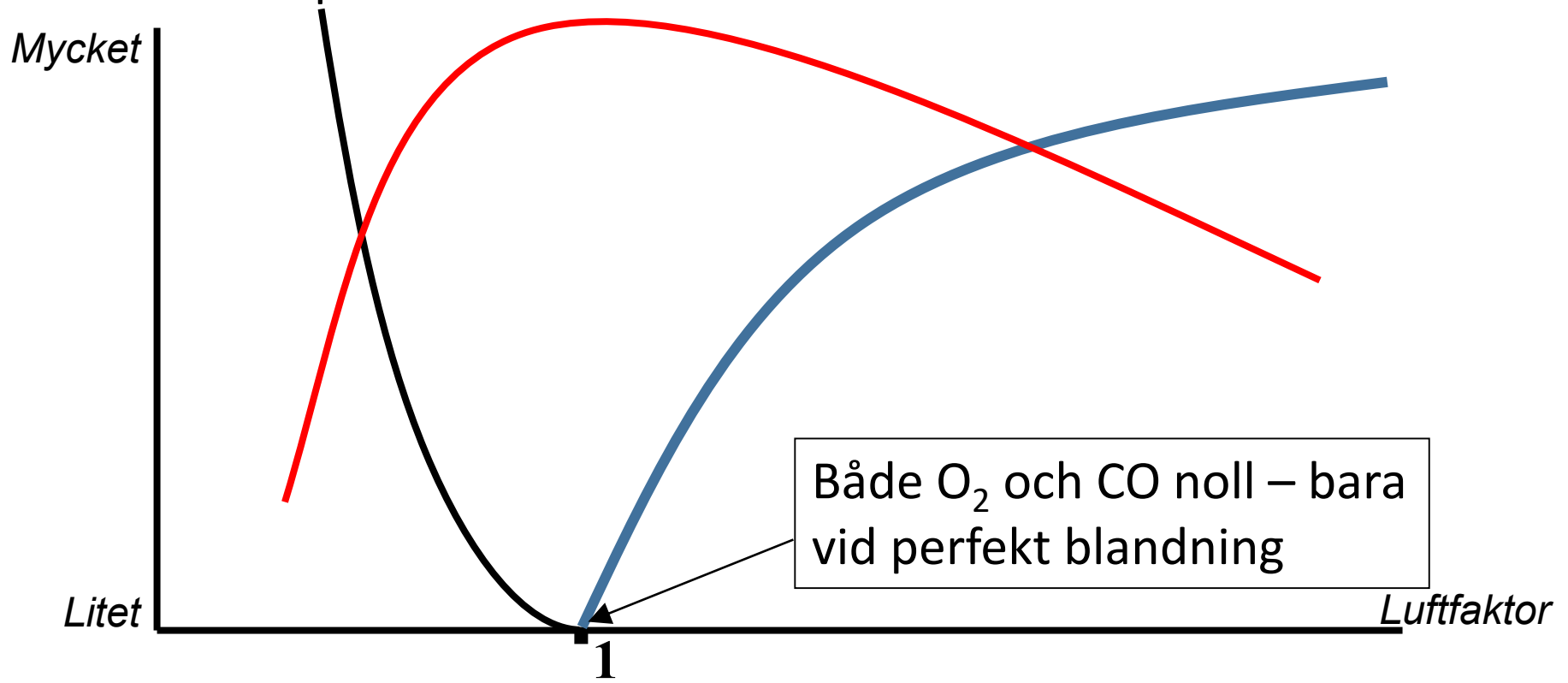
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Temperaturen borde visa ett maximum vid luftfaktor 1



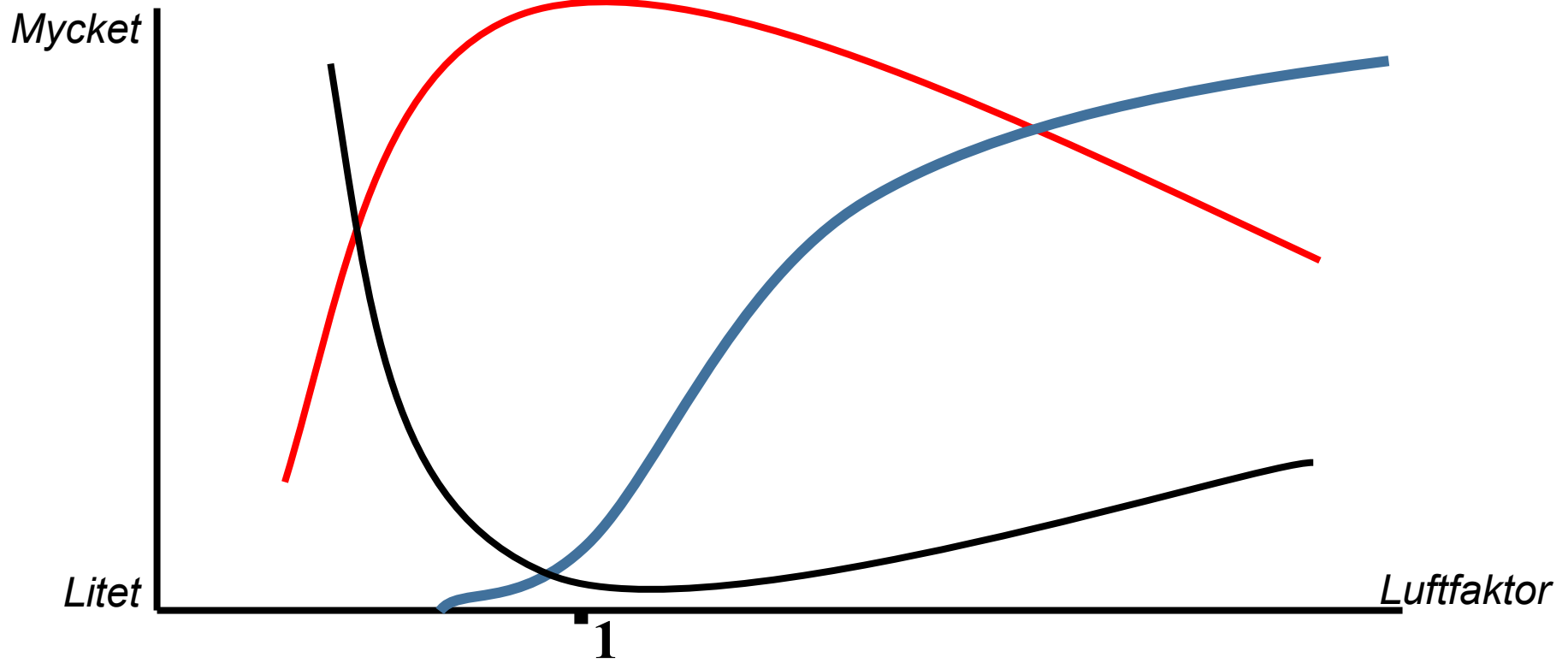
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Detta är vad som borde hända – om blandningen mellan luft och bränsle vore perfekt.



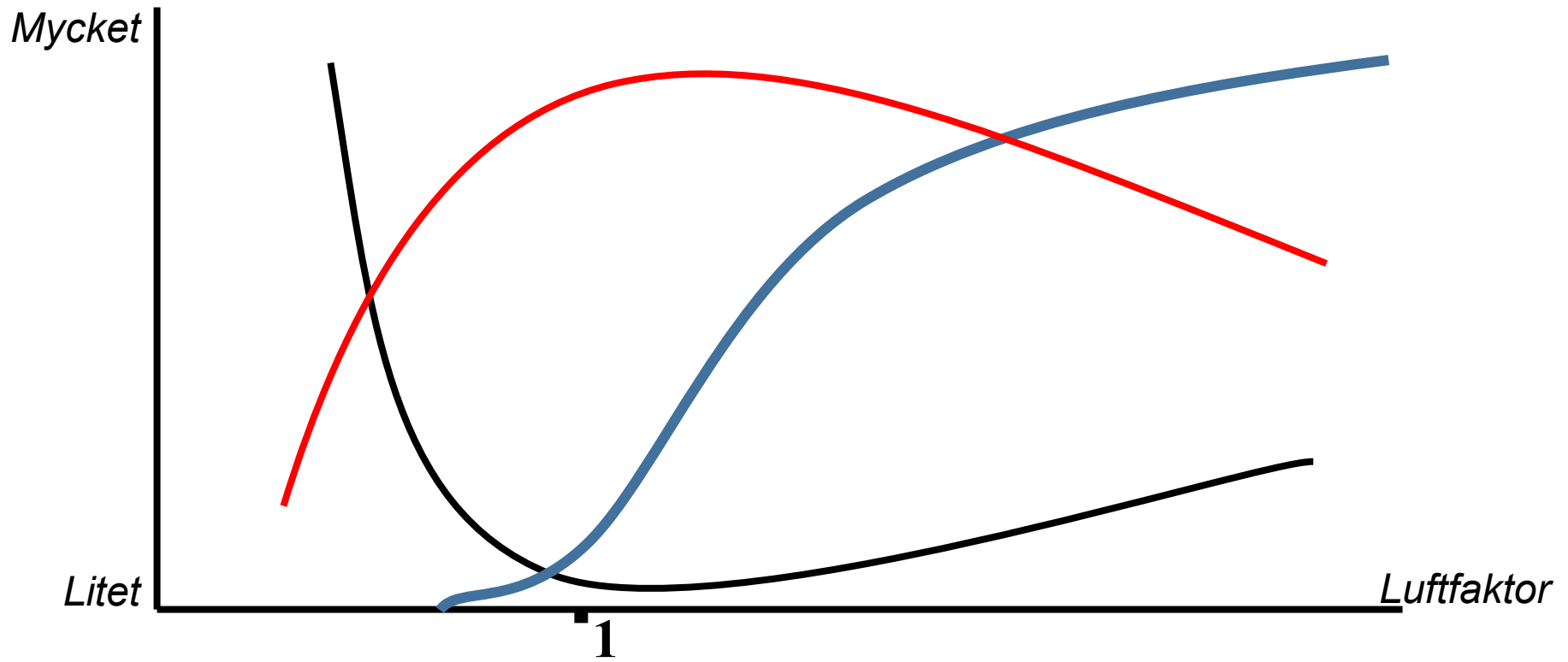
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Men i verkligheten är inte blandningen perfekt och man får både syre och oförbrända gaser samtidigt vid flera olika betingelser.



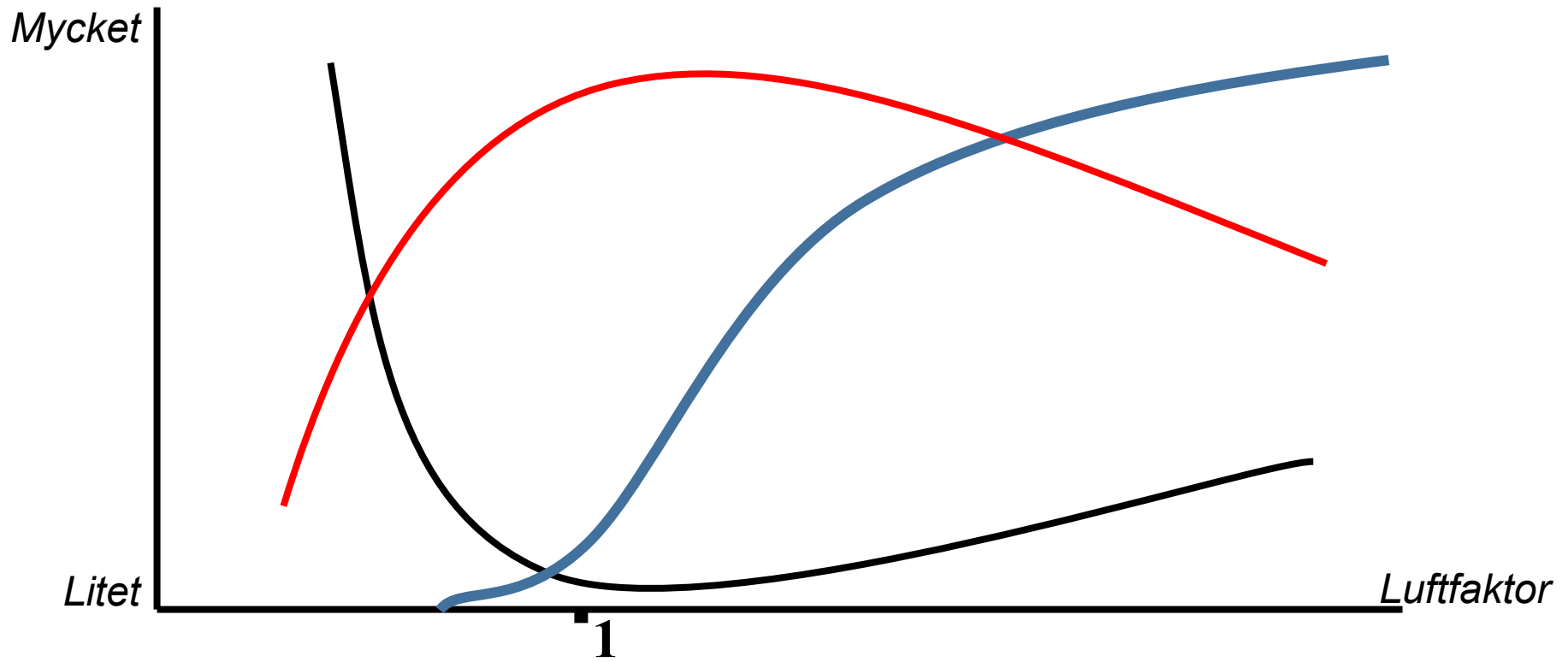
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Detta innebär också att den maximala temperaturen sjunker och att maximal temperatur nås först vid ett visst luftöverskott.



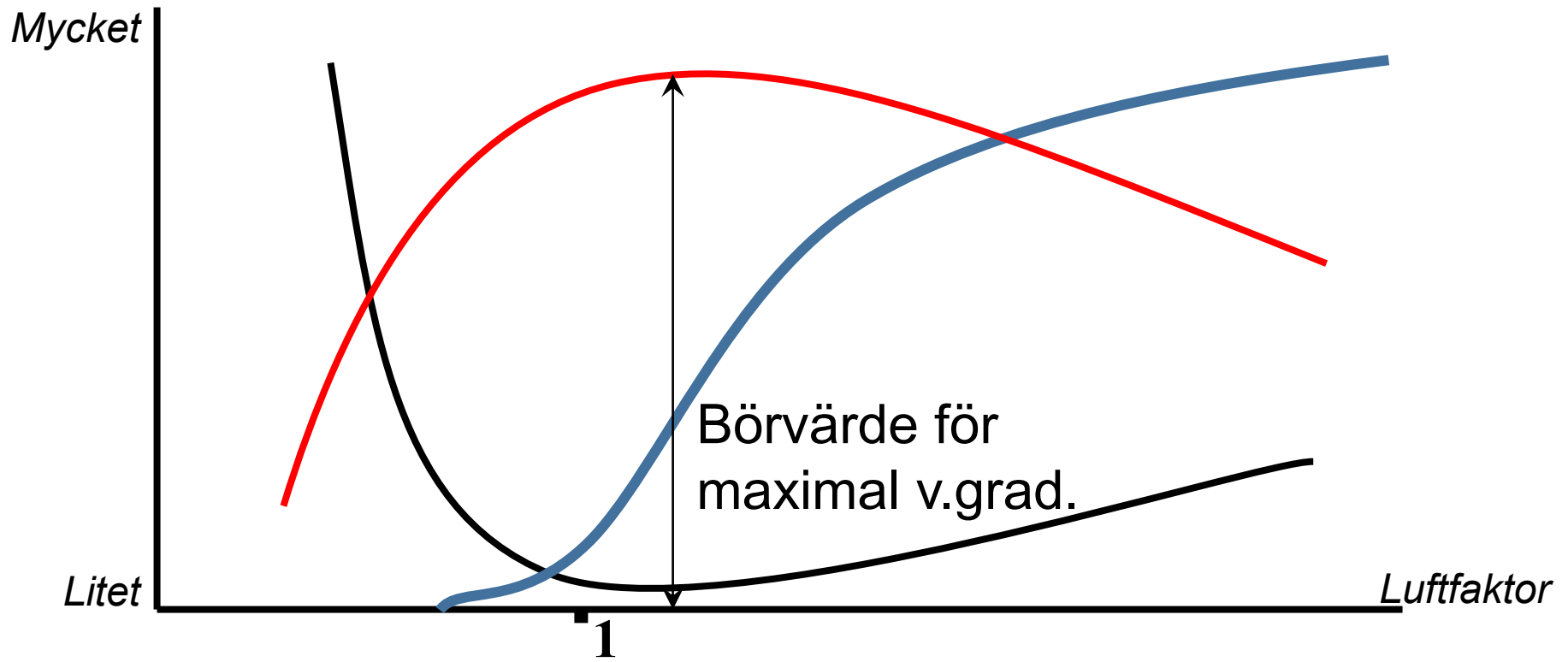
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Eftersom eldstaden är till för att producera het gas kan man använda temperaturkurvan som ett mått på verkningsgraden.



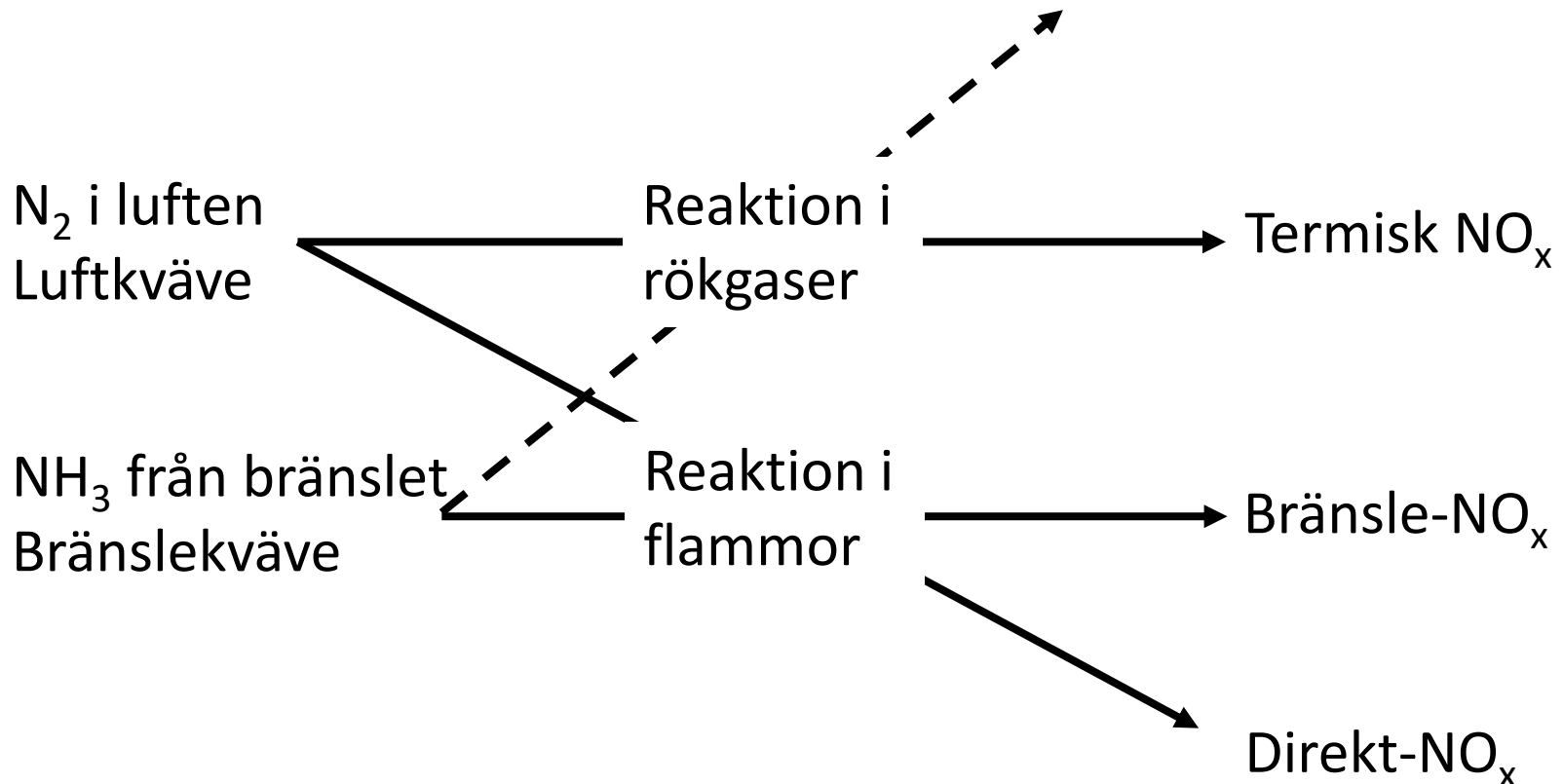
Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Det finns alltså ett bästa värde för luftfaktorn, ett som ger maximal verkningsgrad.



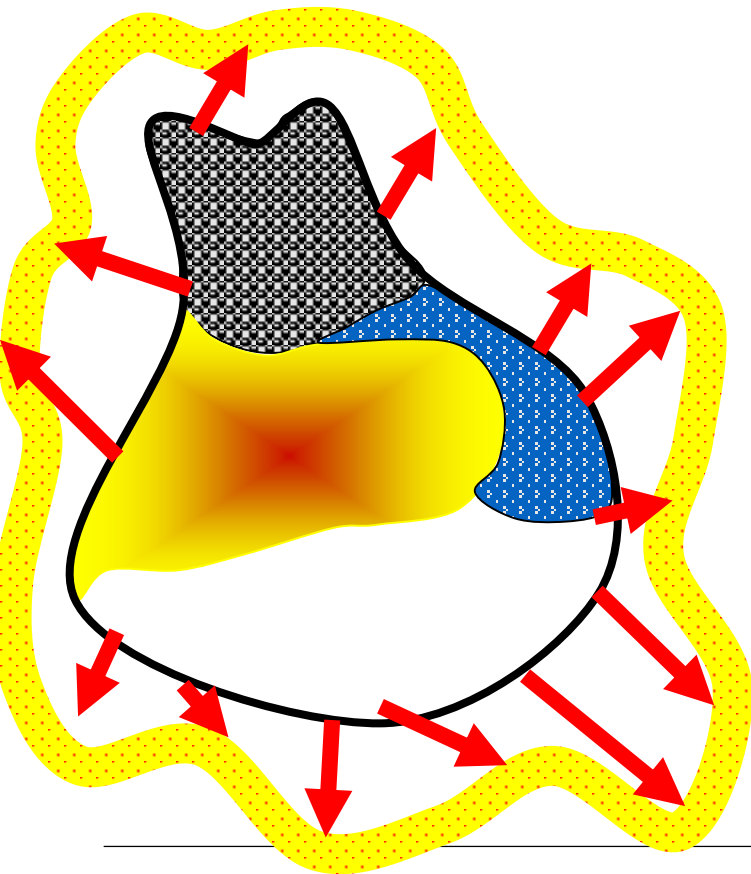
Kväveoxidbildning

Kväve finns både i luften och i bränslet och kan teoretiskt bildas längs fyra vägar.



Kväveoxidbildning – Vad händer under pyrolysfasen?

Under pyrolysfasen kommer partikel till ganska stor del att avge även sitt kväve.

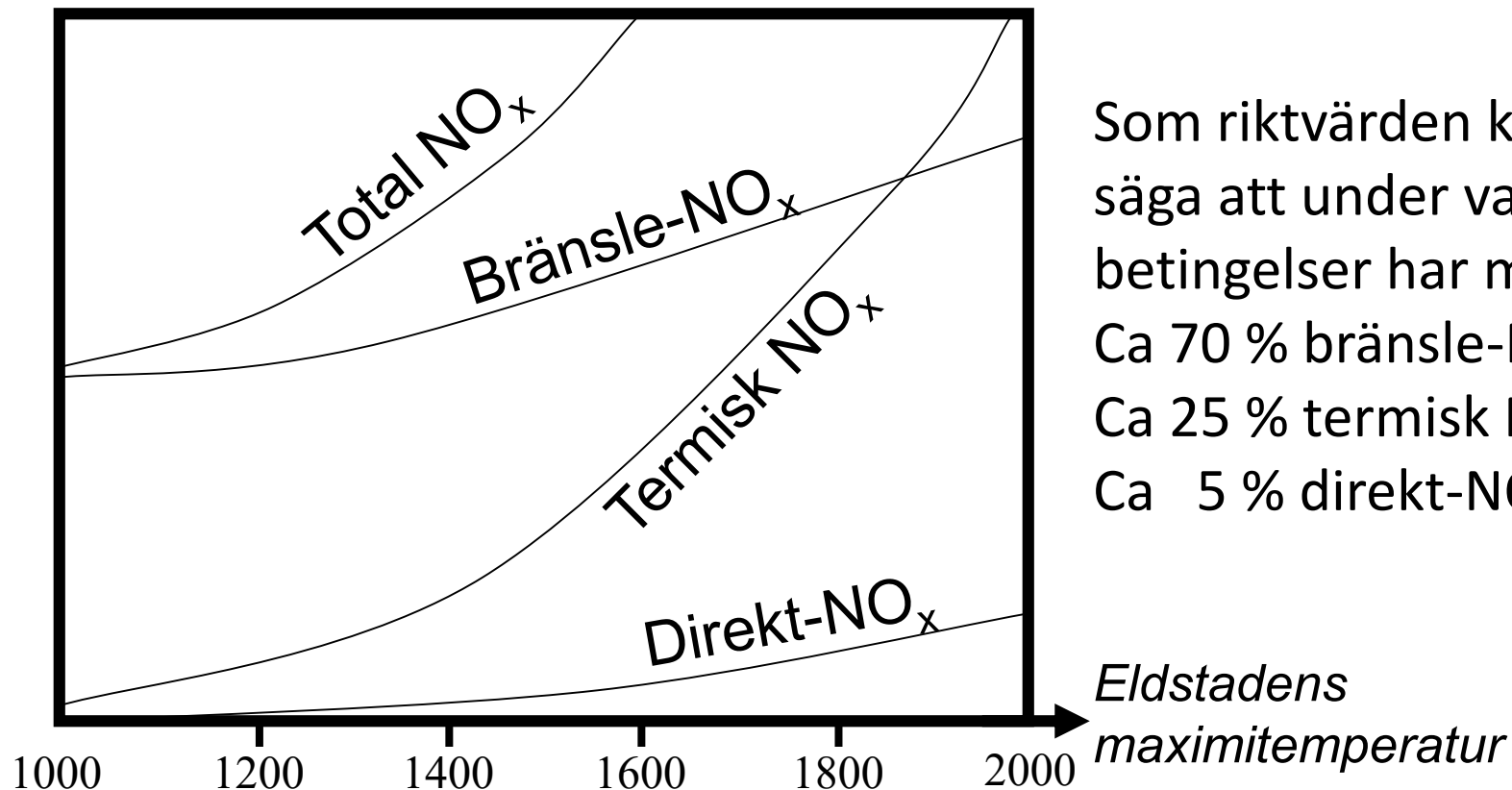


Då flykten möter het, syrerik gas i eldstaden antänds den och bildar en gasflamma.

Flamman hindrar syret i gasen att nå partikelytan men den kommer samtidigt att hindra den ammoniak som avgivits innanför flamman at nå ut i den omgivande gasen.

Kväveoxidbildning

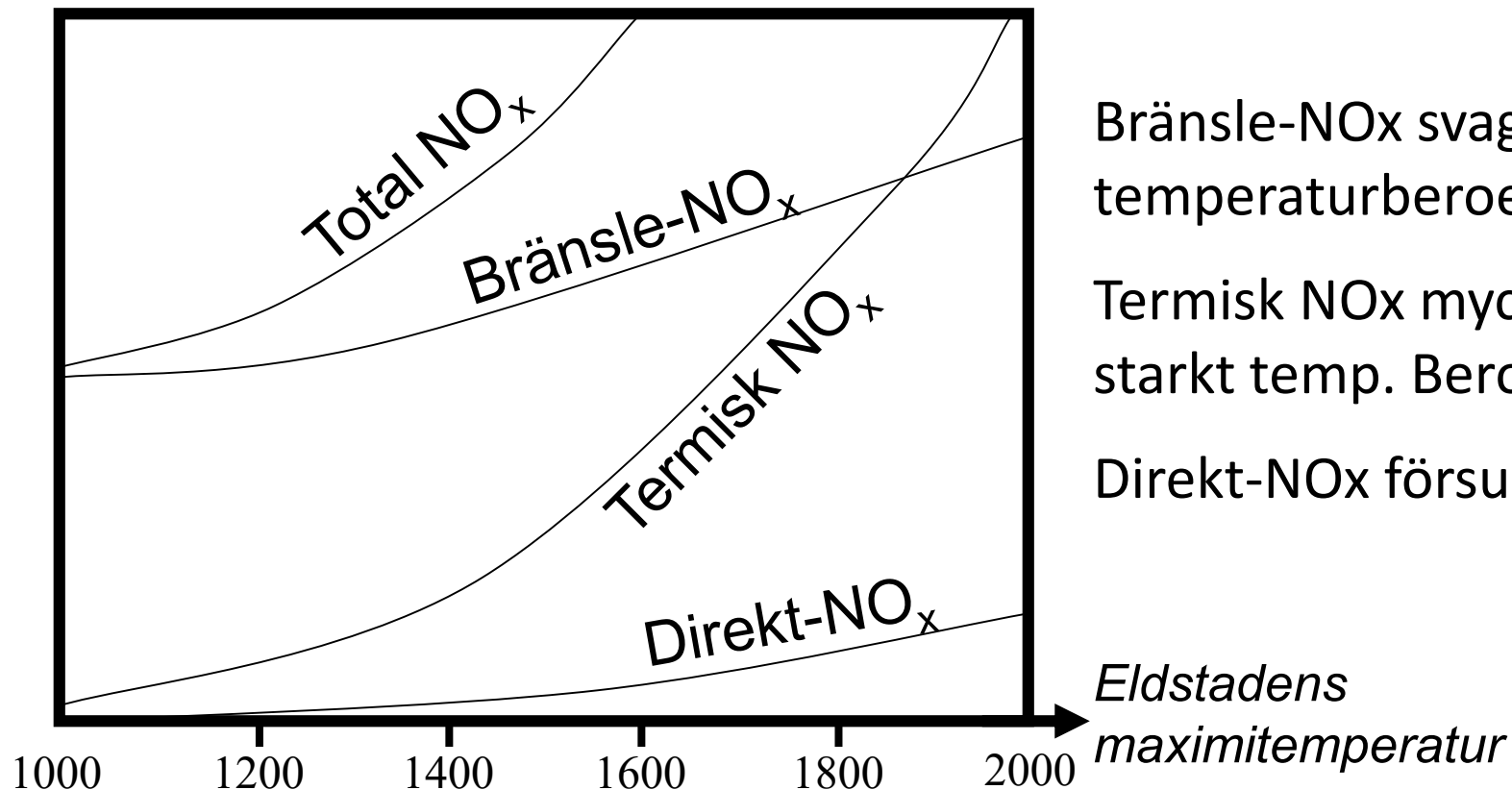
Kväveoxider kan därför bara bildas längs tre olika vägar och dessa vägar har radikalt olika egenskaper.



Som riktvärden kan man säga att under vanliga betingelser har man:
Ca 70 % bränsle-NO_x
Ca 25 % termisk NO_x
Ca 5 % direkt-NO_x

Kväveoxidbildning

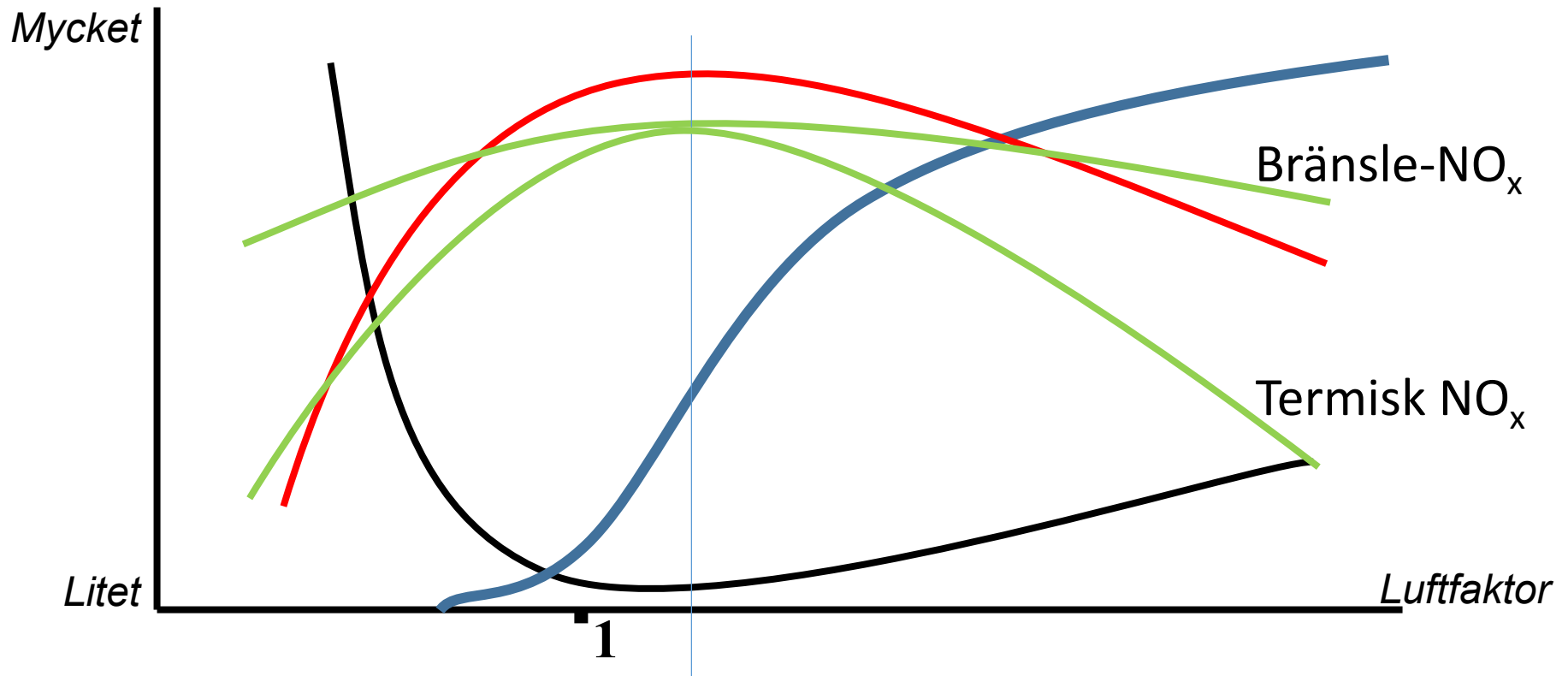
Kväveoxider kan därför bara bildas längs tre olika vägar och dessa vägar har radikalt olika egenskaper.



Bränsle-NO_x svagt temperaturberoende
Termisk NO_x mycket starkt temp. Beroende
Direkt-NO_x försumbar

Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Skissa in NO_x 'ens uppträdande mellan de två extremerna och låt dem sammanfalla i en punkt.



Rita upp ett diagram med luftfaktorn på x-axeln

Eftersom det exakta förhållandet mellan bränsle- NO_x och termisk NO_x är okänt kan man inte exakt förutsäga NO_x -uppträdandet.

