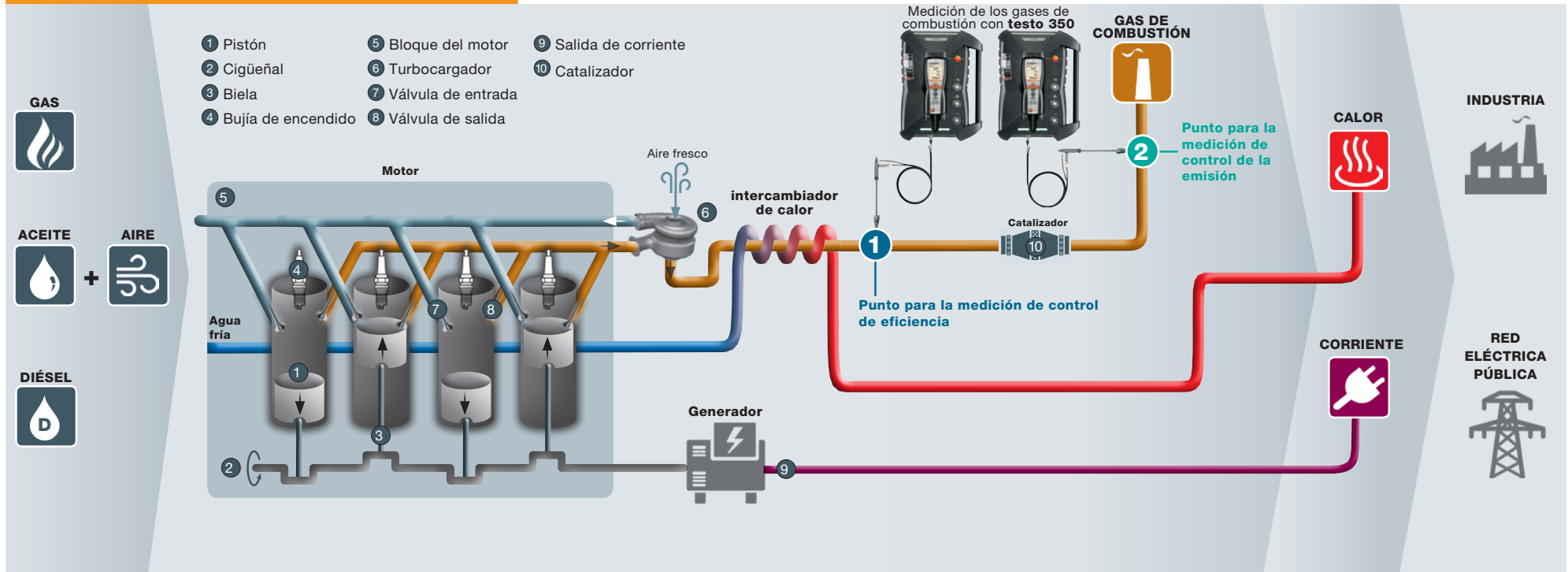


Descripción de aplicación **Planta de cogeneración***

Esquema y función de la planta de cogeneración



Proceso de combustión típico de un motor de planta de cogeneración

- I. **Aspiración** de la mezcla de aire y combustible a través de la válvula de entrada.
- II. **Compresión** y calentamiento de la mezcla.
- III. **Ignición de la** mezcla de aire y combustible (en motores de gasolina mediante bujías de encendido, en motores diésel mediante autoignición).
- IV. El movimiento del cigüeñal se transformará en un **movimiento giratorio**. El movimiento giratorio se convertirá en electricidad gracias al generador.
- V. **Expulsión** de los gases de combustión a través de la válvula de salida abierta.
- VI. El **turbocargador**, accionado por los gases de combustión, comprimen el aire de combustión que se alimenta al motor. Así resulta una mayor capacidad del motor con un consumo simultáneo más bajo y mejores valores de emisión.
- VII. El **intercambiador de calor** utiliza el calor resultante presente en los gases de combustión para poner en marcha el sistema de calefacción o utilizarlo como **calor de proceso**.

* válido para todas las aplicaciones en el área de motores

Descripción de aplicación **Planta de cogeneración***

Medición

Punto de medición ① Medición de control de eficiencia

Punto de medición antes del catalizador (después del turbocargador)

¿Para qué se mide?

- Prueba y control de la eficacia energética del motor
- Búsqueda de errores/análisis de las condiciones de servicio del motor incl. el control del motor
- Excelente ajuste del motor para ahorrar costes de carburantes → Mayor eficiencia
- Ajuste correcto de las relaciones del ajuste de encendido, exceso de aire, etc. del motor

Propiedades comunes de los gases de combustión:

- **Temperatura:** aprox. +650 °C
- **Sobrepresión:** hasta aprox. 100 mbar (dependiendo del turbocargador y catalizador)

Valores medidos comunes con testo 350**:

Parámetro de medición	Gas natural	Gases de vertedero	Aceite
O ₂	8 %	5 ... 6 %	8 ... 10 %
NO	100 ... 300 ppm	100 ... 500 ppm	800 ... 1.000 ppm
NO ₂	30 ... 60 ppm	90 ... 110 ppm	10 ... 20 ppm
CO	20 ... 40 ppm	350 ... 450 ppm	450 ... 550 ppm
CO ₂	10 %	13 %	7 ... 8 %
SO ₂		30 ppm	30 ... 50 ppm

** Motor de mezcla pobre

Información práctica:

El exceso de aire, la presión del combustible, el ajuste del motor o la temperatura o humedad ambiente pueden tener consecuencias decisivas con respecto a las emisiones. Todo esto debe tenerse en cuenta para la optimización o el ajuste del motor.



Punto de medición ② Medición de control de la emisión

Punto de medición después del catalizador (al final del canal de gases de escape)

¿Para qué se mide?

- Control de la eficiencia del catalizador
- Control de los valores límite de emisión (dependiendo de las prescripciones de emisión nacionales, p. ej., TA Luft - Instrucciones Técnicas para el Control de Calidad del Aire)

Propiedades comunes de los gases de combustión:

- **Temperatura:** aprox. +250 °C
- **Sobrepresión:** sin sobrepresión alta en los gases de combustión
- **Valor NO_x:** aprox. 480 mg/m³ (valor de referencia debido a que está por debajo del valor límite 500 mg/m³)

Valores medidos comunes con testo 350:

Parámetro de medición	Tipo de motor	Valores límites
CO	Gas natural	650 mg/m ³
NO + NO ₂	Autoignición (diésel) < 3 MW	4.000 mg/m ³
NO + NO ₂	Autoignición (diésel) > 3 MW	2.000 mg/m ³
NO + NO ₂	Otros motores de 4 tiempos (motores a gas)	500 mg/m ³
NO + NO ₂	Otros motores de 2 tiempos (motores a gas)	800 mg/m ³
O ₂	Valor de referencia	5 vol. %
SO ₂	Según DIN 51603	

Apertura de medición

- Boquillas cortas y soldadas con rosca externa
- Orificio incorporado directamente en el canal de gases de escape con rosca interna
- Distintas soluciones de bridas



Nota:

Con frecuencia solo se puede acceder a los lugares de medición mediante una escalera, un estrado o similares.

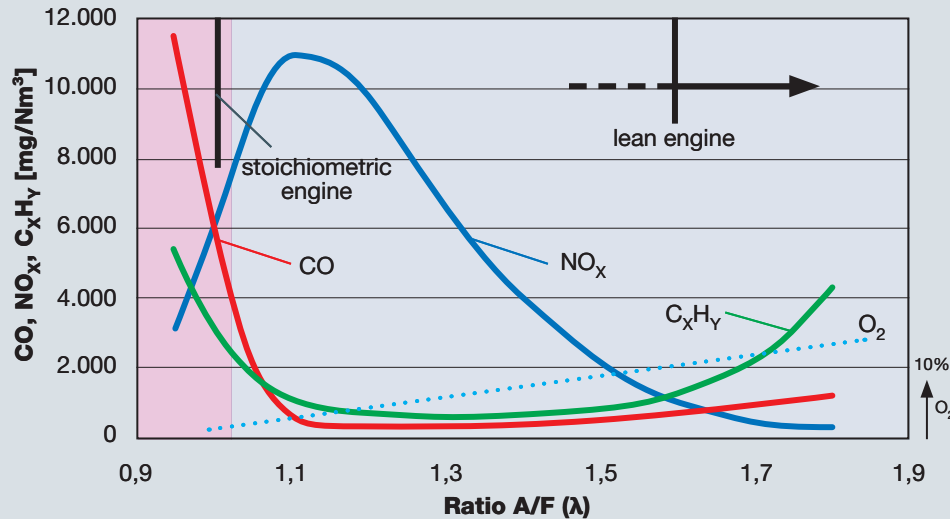


* válido para todas las aplicaciones en el área de motores

Descripción de aplicación **Planta de cogeneración***

Conocimiento teórico 1

Desarrollo de las emisiones mediante valores λ



Por regla general:

Dependiendo de la relación entre el aire y las proporciones de combustible, la curva se desplaza sobre el diagrama de combustión.

NO_x:

$NO_x = NO + NO_2$
 → medir NO_x por separado
 - Las proporciones de NO₂ pueden variar considerablemente
 - Compuestas de combustible NO_x y NO_x térmico
 - Máximo valor NO_x = mayor eficacia mecánica

C_xH_y:

$C_xH_y + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
 (ecuación de combustión)

Motores de mezcla rica ($\lambda \leq 1$)

Características:

- Motores con falta de aire (lambda = 1 regulación): por ello el combustible no se utilizará de forma eficiente
- Aplicaciones comunes: Estaciones de compresores, p. ej., transporte de gases (comparables con motores a gas en el sector automovilístico)
- Área de trabajo típica: $\lambda \sim 0,85 \dots 0,95$

Ventajas y desventajas de un motor de mezcla rica:

- + Alta densidad de potencia
- + Costes de puesta en servicio más bajos en comparación con motores de mezcla pobre
- + Funcionamiento más seguro
- Mayor consumo de combustible
- Emisiones altas (si no se supervisan)
- Sin empleo adecuado para el uso con biogás

NO_x (óxidos nítricos):

NO_x ≤ NO_x máx.:

Proporción de NO_x más baja debido a un combustible incompleto o no quemado (HC)

→ Sin desarrollo de temperatura máx. (NO_x menos térmico)

C_xH_y o HC (hidrocarburo, p. ej. metano):

Debido a la falta de oxígeno no se queman todos los combustibles (HC)
 → valor C_xH_y más elevado

CO (monóxido de carbono):

La falta de oxígeno provoca en el proceso de combustión que no todas las moléculas de CO se transformen en CO₂. De este modo, el combustible abandona el motor de forma incompleta o no quemada.

→ provoca un consumo alto de combustible (deslizamiento HC)

Motores de mezcla pobre ($\lambda > 1$)

Características:

- Motores con exceso de aire (motores de mezcla pobre)
 → El combustible se utiliza de forma eficiente
- Aplicaciones comunes: Suministro de corriente para hospitales, edificios del gobierno, instalaciones de servidores, plantas de aguas residuales, minería
- Área de trabajo típica: $\lambda \sim 1,05 \dots 1,3$

Ventajas y desventajas de un motor de mezcla pobre:

- + Empleo adecuado para el uso con biogás
- + Alta eficiencia del combustible
- + Bajo en emisiones
- Eficacia energética menor

NO_x (óxidos nítricos):

NO_x > NO_x máx.: Un valor O₂ elevado provoca la disminución de la temperatura de la cámara de combustión, y de este modo también se reduce la proporción de NO_x (menos NO_x térmico)

C_xH_y o HC (hidrocarburo, p. ej. metano):

En caso de un exceso elevado de oxígeno, la temperatura de combustión se reduce hasta que la temperatura de la llama no alcance para quemar todo el combustible (HC)
 → Incremento del valor C_xH_y

CO (monóxido de carbono):

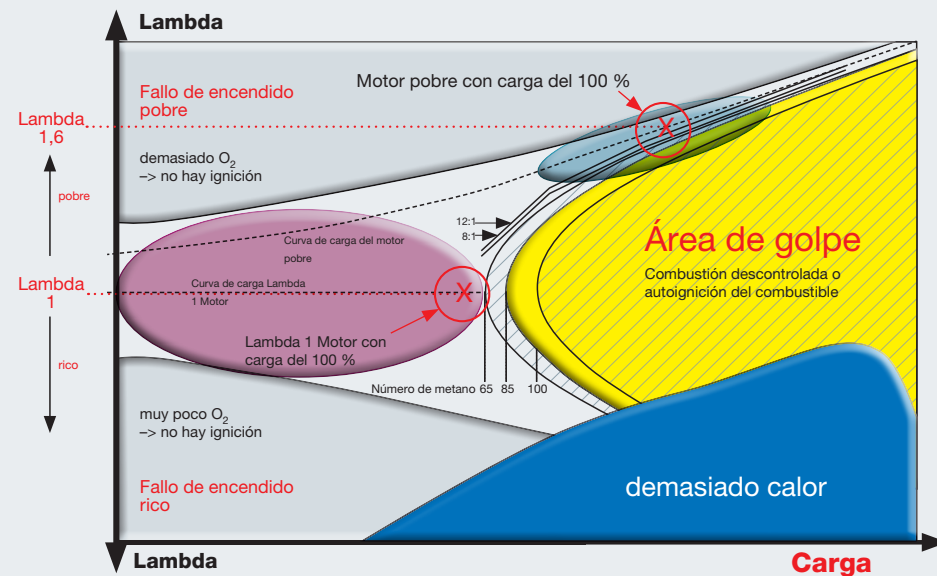
El exceso de oxígeno provoca en el proceso de combustión que las moléculas de CO puedan reaccionar con O₂ a CO₂
 → Queda restante el oxígeno

* válido para todas las aplicaciones en el área de motores

Descripción de aplicación **Planta de cogeneración***

Conocimiento teórico 2

Ajuste correcto del motor para evitar "golpes" y "fallos de encendido"



Posibilidades de ajuste de los motores de mezcla rica

Ajuste erróneo de la mezcla de aire y combustible:

En función del punto de carga y las prescripciones de los fabricantes del motor o las normas nacionales de emisiones

Altos valores HC o NO_x según TWC (catalizador de 3 vías):

-> Medición antes/después de TWC o véase valores NO_x altos antes de TWC

Valores NO_x altos antes de TWC:

-> Temperaturas altas en la cámara de combustión: Ajustar el encendido en sentido «temprano» y comprobar la sonda Lambda

Valores NO_x o HC altos antes de TWC:

-> Error del cilindro por encendido defectuoso: Composición de los gases combustibles, temperatura ambiente y humedad relativa, temperatura y presión del gas de combustión, temperatura del aire de entrada después del turbocargador, etc.

Posibilidades de ajuste de los motores de mezcla pobre

Valores NO_x altos según Selective Catalytic Reduction (SCR):

-> Medición antes/después de SCR o véase valores NO_x altos antes de SCR

Valores NO_x altos antes de SCR:

-> Momento de encendido muy temprano
-> Desplazamiento del momento de encendido en sentido «tarde»

Número de metano muy bajo (desviación frecuente en biogás):

-> Temperatura de encendido más baja
-> Encendido muy temprano

Posibilidades de ajuste en caso de golpes del motor:

-> Quema ardiente (residuos de combustión y aceite) en las paredes de la cámara de combustión

-> Encendido muy temprano

-> Motores nuevos tienen sensores contra golpes

-> Impactos de piedra, ruidos de cadenas, etc. pueden causar señales erróneas en el sensor contra golpes (= acústicamente)

ATENCIÓN:

Un «momento de encendido muy temprano» provoca golpes en el motor, un «momento de encendido muy tarde» causa fallos de encendido -> el ajuste preciso solo es posible mediante el uso de instrumentos de medición. Los "valores de referencia" también pueden influir sobre otros parámetros (p. ej. aceite lubricante, temperaturas, etc.), produciendo un mayor desgaste.

Motor de mezcla rica

Funcionamiento seguro del motor

- Gran corredor de ajuste del motor
- "Encendido defectuoso pobre" o "Encendido defectuoso rico"
- esto es común en motores de combustión de mezcla rica

Motor de mezcla pobre

Funcionamiento eficiente

- Se requiere un ajuste exacto del motor mediante un instrumento de medición (testo 350)
- Corredor de ajuste más pequeño del motor
- En caso de un ajuste erróneo del motor:
 - "Encendido defectuoso pobre" o "peligro de golpes del motor"

¿Por qué usar un catalizador?

Información general

Principio:

Los catalizadores aumentan la velocidad de una reacción química mediante la disminución de la energía de activación. Los catalizadores no se consumen por sí mismo.



Motor de mezcla rica

Catalizador de 3 vías (TWC = Three-way-catalysator):

- Catalizador regulado: controlado mediante una sonda λ (sensor que determina la relación entre el aire y el combustible en los gases en un proceso de combustión)
- Reduce sustancias contaminantes hasta un 90%: CO y NO_x y HC
- Área de trabajo óptima: $\lambda \sim 0,98 \dots 0,998$

Motor de mezcla pobre

Catalizador de oxidación:

Reduce emisiones de CO y HC; sin embargo, las emisiones de NO_x no se reducen.

SCR (Selective Catalytic Reduction) = DeNO_x:

Reducción de NO_x en gases de combustión

* válido para todas las aplicaciones en el área de motores