

# Fuel Stratified Injection

**Fuel Stratified Injection** or **FSI** is a proprietary direct fuel injection system developed and used by [Volkswagen](#) AG, as well as its luxury subsidiary [Audi](#).

It was first introduced in 2000 when VW introduced the 1.4 litre *direct-injected* inline-four unit in the [Volkswagen Lupo](#) city car. The system was adapted from Audi's [Le Mans prototype race car R8](#) and has since proliferated throughout the Volkswagen Group's petrol engine range.

VW/Audi has since added [turbocharging](#) in conjunction with the FSI system, giving it the moniker **TFSI**.

## Overview

As is the case with all direct-injection systems, FSI increases the engine's power output while reducing fuel consumption simultaneously by as much as 15 percent. This is in large part to the stratified charge principle at part load. In this operating mode, the engine only requires a fuel-air mixture capable of immediate ignition in the area around the [spark plug](#). The remainder of the combustion chamber is filled with a leaner mixture, one with a considerable degree of excess air.

Fuel is injected on the engine's compression stroke and is picked up by the movement of the air that has been drawn into the combustion chamber. This movement is imparted to the air by a movable flap in the intake port



and by the special shape of the piston crown. This effect is known as "tumble". The injector, which is supplied by a single-piston pump and common rail fuel line, is in the side of the cylinder head, and controls the injection time to within thousandths of a second, at injection pressures of up to 110 bar.

As a result of this, the engine can be run without the incoming mixture flow being throttled. The direct-injection engine also benefits from reduced heat losses, because the layer of air around the 'cloud' of ignitable mixture isolates the latter from the cylinder and cylinder head.

Other key components of the system include:

- A high-pressure common rail fuel injection system with a demand-controlled single-piston injection pump specially developed for the purpose; this only supplies sufficient fuel to maintain the desired pressure in the system.
- A new cylinder head with four valves per cylinder and valve operation by roller cam followers.
- A further-developed version of the air-guided combustion process with continuous control of charge movement.
- An external exhaust gas recirculation system.
- A further development of the exhaust emission treatment system, with a NOx storage-type catalytic converter and NOx sensor.

## Photos

An illustration depicting the difference in operation of a homogenous fuel injection system and VW/Audi's stratified-charge system

The FSI's exhaust gas recirculation system

## Exhaust gas treatment system

Audi's 2.0 litre FSI [Inline-4](#) engine

**Add a photo to this gallery**

## See Also

- [TDI](#)

### [VOLKSWAGEN](#)

#### [Volkswagen Group](#)

[Volkswagen](#) | [Audi](#) | [SEAT](#) | [Škoda](#) | [Bentley](#) | [Bugatti](#) | [Lamborghini](#) | [Ducati](#) | [Porsche](#)

#### **Current**

**Cars:** [Golf](#) · [Golf R20](#) · [Golf GTI](#) · [Jetta](#) · [Passat](#) · [New Beetle](#) · [Eos](#) · [Touran](#) · [CrossTouran](#) · [Golf Plus](#) · [CrossGolf](#) · [Fox](#) · [Polo](#) · [CrossPolo](#) · [Polo GTI](#) · [Phaeton](#) · [Sagitar](#) · [Passat Lingyu](#) · [Santana 3000](#) · [Santana](#) · [Lupo](#) · [Passat CC](#) · [Scirocco](#) · [Lavida](#) · [Gol](#) · [Parati](#) · [Gol Country](#) · [Saveiro](#) · [New Mid-Size Sedan](#) · [Vento](#) · [Passat NMS](#) · [Up!](#)

**Vans/SUV/MPVs:** [Routan](#) · [Touareg](#) · [Sharan](#) · [Caravelle](#) · [Tiguan](#) · [SpaceFox](#) · [Suran](#) · [CrossFox](#) · [Multivan](#) · [California](#) · [Transporter](#) · [Crafter](#) · [Caddy](#) · [Caddy Maxi](#) ·

**Trucks:** [Amarok](#)

#### **Historic**



**Cars:** [Beetle](#) · [Corrado](#) · [Dasher](#) · [Thing](#) · [Karmann Ghia](#) · [Karmann Ghia 1500/1600](#) · [Karmann Ghia TC](#) · [SP2](#) · [Type 87 Kommandeurswagen](#) · [411](#) · [Pointer](#) · [1500](#) · [Brasilia](#) · [1600](#) · [K70](#) · [Derby](#) · [Type 3](#) · [Type 4](#) · [Apollo](#) · [Logus](#) · [Rabbit](#) · [Citi Golf](#)

**Vans/SUVs:** [Eurovan](#) · [Vanagon](#) · [Bus](#) · [Kübelwagen](#) · [Fridolin](#) · [Type 2](#) · . . . . .

**Trucks:** [Saveiro](#) · [Taro](#) · . . . . .

**Concept Vehicles**

[Golf GTI W12 650 Concept](#) · [Iroc Concept](#) · [Tiguan Concept](#) · [EcoRacer Concept](#) · [GX3](#) · [Beetle Ragster](#) · [Concept A](#) · [Concept C](#) · [Concept R](#) · [Concept T](#) · [W12 Nardo](#) · [Cheetah](#) · [Microbus](#) · [1 Litre](#) · [Up! Concept](#) · [Polo Cabrio Concept](#) · [Concept Slipstream](#) · [Space Up! Concept](#) · [Viseo Electric Concept](#) · [Space Up! Blue Concept](#) · [Golf Variant RaVe 270 Concept](#) · [EGO Concept](#) · [ONE Concept](#) · [ROOM Concept](#) · [Touareg North Sails Concept](#) · [Caddy Topos Sail Concept](#) · [Golf BlueMotion Diesel Concept](#) · [Concept Pickup](#) · [Caddy 4MOTION PanAmericana Concept](#) · [Bio Runner Concept](#) · [Scirocco Study R Concept](#) · [BlueSport Concept](#) · ['NMS'](#) · [Polo BlueMotion Concept](#) · [Wörthersee 09 Polo GTI Concept](#) · [Wörthersee 09 Golf GTI Concept](#) · [L1 Concept](#) · [E-Up! Concept](#) · [Up! Lite Concept](#) · [New Compact Coupe Concept](#) · [Milano Taxi EV Concept](#) · [E-Lavida Concept](#) · [Tapiro Concept](#) · [London Taxi EV Concept](#) · [E-Bugster Concept](#) · [Beetle R Concept](#)

**Racing**

[Touareg TDI Trophy Truck](#) · [Scirocco GT24-CNG](#) · [Race Touareg 3](#)

[Ferdinand Porsche](#) · Major Ivan Hirst · [Gläserne Manufaktur](#) · [Engines](#)

<a href="#">edit</a>	German Labour Front ( <i>Deutsche Arbeitsfront</i> ), a Nazi trade union	<a href="#">Corporate website</a>	<i>A subsidiary of the Volkswagen Group</i>
----------------------	--	-----------------------------------	---

<a href="#">AUDI</a>
<a href="#">Volkswagen Group</a>

[Volkswagen](#) | [Audi](#) | [SEAT](#) | [Škoda](#) | [Bentley](#) | [Bugatti](#) | [Lamborghini](#) | [Ducati](#) | [Porsche](#)

## Current

[A1](#) · [A1 Quattro](#) · [A3](#) · [S3](#) · [RS3](#) · [A4](#) · [S4](#) · [A4 Allroad Quattro](#) · [A5](#) · [S5](#) · [RS5](#) · [A5 Sportback](#) · [S5 Sportback](#) · [A6](#) · [S6](#) · [RS6](#) · [A6 Allroad Quattro](#) · [A7 Sportback](#) · [A8](#) · [S8](#) · [TT](#) · [Q3](#) · [Q5](#) · [Q7](#) · [R8](#) · [R8 V10](#) · [R8 Spyder](#) · [R4](#) (upcoming)

## Historic

[50](#) · [80](#) · [90](#) · [4000](#) · [100](#) · [200](#) · [5000](#) · [A2](#) · [Quattro](#) · [RS2 Avant](#) · [S2](#) · [UrS4/S6](#) · [V8](#) · [72](#) · [Cabriolet](#) · [Type M](#) · [RS4](#) · [Type E](#)

## Racing

[Quattro S1](#) · [R8 LMP](#) · [R10 LMP](#) · [Sport](#) · [90 IMSA GTO](#) · [R8 LMS](#) (privateer) · [R15 TDI](#) · [R15 TDI Plus](#) · [TT RS DTM](#) · [R18 TDI](#)



## Concept

[Allroad Quattro Concept](#) · [Avantissimo](#) · [Avus Quattro](#) · [Steppenwolf](#) · [Le Mans Quattro](#) · [Nuvolari Quattro](#) · [Pikes Peak Quattro](#) · [Roadjet](#) · [RSQ](#) (*from I, Robot*) · [Shooting Brake](#) · [Rosemeyer](#) · [R-Zero](#) · [Cross Coupe Quattro](#) · [TT Coupe Concept](#) · [TTS Roadster Concept](#) · [Le Mans Quattro](#) · [Q7 V12 TDI Concept](#) · [Asso di Picche](#) · [A4 e Concept](#) · [Virtuea Quattro Concept](#) · [A1 Metroproject Quattro Concept](#) · [Cross Cabriolet Quattro Concept](#) · [R8 V12 TDi Concept](#) · [Q7 V12 TDI Coastline Concept](#) · [A3 TDI Clubsport Quattro Concept](#) · [TT Clubsport Quattro Concept](#) · [A1 Sportback Concept](#) · [A4 TDI concept e](#) · [R25 Concept](#) · [Sportback Concept](#) · [Quattro Spyder Concept](#) · [Q5 Custom Concept](#) · [R8 e-Tron Concept](#) · [e-Tron Concept](#) · [A1 e-Tron Concept](#) · [e-tron Spyder Concept](#) · [Quattro Concept](#) · [TT GT4 Concept](#)

## Other

[TTS Pikes Peak](#)

[Auto Union](#) · [Audi Centre of Excellence](#) · [Audi Channel](#) · [Audi Driving Experience](#) · [ASF](#) · [S/RS Model List](#) · [Quattro All-Wheel Drive System](#) · [MMI](#) · [CVT](#) · [FSI](#) · [TDI](#)

<a href="#">edit</a>	<a href="#">August Horch</a>	<a href="#">Corporate website</a>	<i><a href="#">A subsidiary of the Volkswagen Group</a></i>
----------------------	------------------------------	-----------------------------------	---