Из теоремы Гаусса для вектора $\vec{E}$ и теоремы Остроградского-Гаусса следует:

$$(\vec{\nabla};\vec{E}) = \frac{q}{V\varepsilon_0} \tag{1}$$

Известно, что суммарная плотность зарядов состоит из плотности связанных и сторонних зарядов ($q/V = \rho+\rho'$), поэтому:

$$(\vec{\nabla};\vec{E}) = \frac{1}{\varepsilon_0}(\rho+\rho') \tag{2}$$

Известно также, что плотность связанных зарядов выражается через вектор поляризованности:

$$(\vec{\nabla};\vec{E}) = \frac{1}{\varepsilon_0}(\rho-(\vec{\nabla};\vec{P})) \tag{3}$$

Отсюда следует, что

$$(\vec{\nabla};\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}) = \rho \tag{4}$$

Величина $\varepsilon_0\vec{E}+\vec{P}$ называется вектором электрического смещения $\vec{D}$:

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E}+\vec{P} \tag{5}$$

Распишем векторе $\vec{P}$:

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E}+\kappa\varepsilon_0\vec{E} = \varepsilon_0(1+\kappa)\vec{E} \tag{6}$$

Безразмерная величина $1+\kappa$ называется диэлектрической проницаемостью среды, и обозначается через ε. Таким образом:

$$\vec{D} = \varepsilon_0\varepsilon\vec{E} \tag{7}$$

Смысл вектора $\vec{D}$ в том, что зная его можно сразу найти поле, не рассчитывая влияние поля поверхностно-связанных зарядов $\vec{E}'$ на $\vec{E}_0$. Найти $\vec{D}$ можно по соотношению:

$$(\vec{\nabla};\vec{D}) = \rho \tag{8}$$

Или по другому соотношению, вытекающему из предыдущего:

$$\oint_S \vec{D}d\vec{S} = q \tag{9}$$

Выходит, что $\vec{D}$ связан только со сторонними зарядами.