

[zurück](#)

# Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch

Der **Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch** (DHKE) ist ein kryptografisches Verfahren zum **sicheren Austausch eines gemeinsamen Schlüssels** über eine unsichere Verbindung. Es dient als Grundlage für viele verschlüsselte Kommunikationsprotokolle (z. B. HTTPS, SSH, VPNs).

## Ziel

Zwei Parteien (z. B. Alice und Bob) möchten einen **gemeinsamen geheimen Schlüssel** erzeugen – über eine öffentliche Verbindung –, ohne dass ein Angreifer (z. B. Eve) diesen Schlüssel berechnen kann.

## Grundidee

Beide Parteien wählen einen privaten Schlüssel und berechnen daraus einen öffentlichen Schlüssel, den sie austauschen. Mit dem jeweils empfangenen öffentlichen Schlüssel berechnen sie dann denselben geheimen Schlüssel.

## Mathematische Grundlage

- Es wird eine große Primzahl  $p$  und eine Basis  $g$  (mit  $1 < g < p$ ) öffentlich vereinbart.
- Die Berechnungen basieren auf **modularer Exponentiation**:  $(a^b \bmod p)$
- Sicherheit basiert auf dem **diskreten Logarithmusproblem** (schwer zu lösen).

## Beispielrechnung

### Öffentliche Parameter:

- Primzahl  $(p = 23)$
- Basis  $(g = 5)$

### Private Schlüssel:

- Alice wählt  $(a = 6)$  (geheim)
- Bob wählt  $(b = 15)$  (geheim)

### Öffentliche Schlüssel:

- Alice berechnet:  $(A = g^a \bmod p = 5^6 \bmod 23 = 8)$
- Bob berechnet:  $(B = g^b \bmod p = 5^{15} \bmod 23 = 19)$

## Austausch:

- Alice sendet  $( A = 8 )$  an Bob
- Bob sendet  $( B = 2 )$  an Alice

## Gemeinsamer geheimer Schlüssel:

- Alice berechnet:  $( s = B^a \bmod p = 19^6 \bmod 23 = 2 )$
- Bob berechnet:  $( s = A^b \bmod p = 8^{\{15\}} \bmod 23 = 2 )$

## Ergebnis:

- Beide Seiten besitzen nun denselben geheimen Schlüssel:  $( s = 2 )$

## Sicherheit

Ein Angreifer kennt:

- $( p, g, A, B )$

Aber nicht:

- $( a )$  oder  $( b )$

Das Berechnen von  $( a )$  aus  $( A = g^a \bmod p )$  ist **mathematisch extrem aufwendig** (diskreter Logarithmus). Deshalb kann der gemeinsame Schlüssel nicht einfach abgeleitet werden.

## Diffie-Hellman: Ablaufdiagramm

Alice Bob Eve (Angreifer) | | | — öffentl.  $p=23, g=5$  -

|

> | |

| | | |  $a = 6$  (geheim) | | |  $A = g^a \bmod p = 8$  | | | —  $A = 8$  ————

|

> | |

| |  $b = 15$  (geheim) | | |  $B = g^b \bmod p = 19$  | | | ←————  $B = 19$  — | | | | |  $s = B^a \bmod p = 2$  | | | |  $s = A^b \bmod p = 2$  | | | | —→ Gemeinsamer geheimer Schlüssel  $s = 2$  ←——— | | | | (Eve kennt nur  $p, g, A, B$  —→ kein Zugriff auf  $s$ ) |

# Anwendungsbeispiele

- TLS / HTTPS (z. B. in Browsern)
- SSH
- IPsec VPNs
- PGP/GnuPG
- Signal, WhatsApp, Matrix

# Schwächen & Schutzmaßnahmen

- **Nicht authentifiziert:** Anfällig für „Man-in-the-Middle“-Angriffe.
- Lösung: Kombinieren mit Zertifikaten oder digitalen Signaturen.

# Varianten

- **ECDH:** Elliptic Curve Diffie-Hellman – gleiche Idee, effizienter, moderner.
- **DHE-RSA:** Authentifizierte Variante mit RSA-Zertifikaten.

# Zusammenfassung

| Schritt | Beschreibung  |
|---------|---|
| 1       | Öffentliche Werte wählen $(p, g)$   |
| 2       | Jeder wählt geheimen Exponenten $a, b$  |
| 3       | Öffentliche Schlüssel berechnen: $A = g^a \text{ mod } p, B = g^b \text{ mod } p$ |
| 4       | Schlüssel austauschen   |
| 5       | Gemeinsamen Schlüssel berechnen: $s = B^a \text{ mod } p = A^b \text{ mod } p$    |
| □       | Beide Seiten besitzen denselben geheimen Schlüssel                                |

From: <http://wiki.nctl.de/dokuwiki/> - Veni. Vidi. sudo rm -rf / vici.

Permanent link: <http://wiki.nctl.de/dokuwiki/doku.php?id=it-themen:allgemein:diffie-hellman-schluesselaustausch&rev=1754556102>

Last update: 07.08.2025 10:41

