

Um sich bei Schwangerschaftszeichen zu vergewissern, dass auch tatsächlich eine Schwangerschaft vorliegt, wird oft das Vorhandensein des schwangerschaftserhaltenden Hormons hCG (humanes Choriongonadotropin) im Körper geprüft. Dieses Hormon wird vom Trophoblastengewebe des sich entwickelnden Keimes gebildet. In den ersten Tagen der Schwangerschaft verdoppelt sich die hCG-Konzentration alle 48-72 Stunden. Das hCG besteht aus zwei Untereinheiten, der α -Untereinheit (α -hCG) mit 92 Aminosäuren und der β -Untereinheit (β -hCG) mit 145 Aminosäuren. Nur die β -Untereinheit (= „beta-hCG“) ist spezifisch für das hCG, während α -Untereinheit auch in weiteren Hormonen vorkommt (z.B. follikelstimulierendes Hormon FSH).

Funktionsweise gängiger Schwangerschaftstests

Beim Stäbchentest handelt es sich um einen **lateral flow Assay**, das heißt die Probelösung wird durch Kapillarkräfte durch den Streifen transportiert und passiert dabei die erforderlichen Nachweisregionen.

Knapp überhalb der Eintauchzone/Auftragezone liegen eingetrocknete, markierte, typischerweise monoklonale, hCG-Antikörper ($AK1^*$, z.B. murine anti- β -hCG- $AK1^*$) vor. Die Markierung kann je nach Test, in Form eines Enzyms, eines Farbstoffs oder mit Goldpartikeln erfolgen. Beim Passieren des Urins werden die $AK1^*$ mit den hCG-Antigenen innerhalb der Membran gebunden und weitertransportiert. So gelangt der Antigen- $AK1^*$ -Komplex bzw. evtl. noch freie vorliegende Antigene und $AK1^*$ mit dem Urin zur **Testzone**. Dort ist nun ein polyklonaler Antikörper (Fänger-Antikörper, $AK2$) auf dem Untergrund fixiert, der sich gegen andere Epitope des hCG richtet (z.B. anti- α -hCG, vgl. Abbildung). Der immobilisierte $AK2$ bindet den wandernden Antigen- $AK1^*$ -Komplex bzw. Ag und $AK1^*$, so dass ein Nachweiskomplex $AK2$ -Ag- $AK1^*$ vorliegt. Zur Fixierung von markierten Antikörpern ($AK1^*$) kann es nur kommen, wenn diese an hCG gebunden sind. Freie Antikörper ($AK1^*$) werden nicht gebunden und weiter transportiert.

Wurde der Antikörper mit einem geeigneten Farbstoff oder Gold markiert, so kann die Fixierung des Komplexes direkt als Verfärbung auf der Testzone zu erkennen sein, beispielsweise in Form einer rötlichen Verfärbung durch angehäufte kleinste Goldnanopartikel.

Wurde mit einem Enzym markiert, so kommt es durch die indirekte Fixierung des Enzyms in dieser Zone zu einer Reaktion, bei der das Substrat zu einem Farbstoff reagiert.

Überschüssiges, noch ungebundenes ($AK1^*$) gelangt weiter zur **Kontrollzone**, in der ein weiterer Antikörper fixiert ist ($AK3$, z.B. vom Typ *goat anti-mouse*).

Dieser Sekundärantikörper bindet den markierten $AK1^*$, so dass es durch die Fixierung zu Farbänderungen kommt, wozu je nach verwendetem Test evtl. Enzymsubstrat vorhanden sein muss. Die Farbänderung geschieht hier auch bei Abwesenheit von hCG, d.h. auch bei negativem Testergebnis.

Die Funktionsweise eines Schwangerschafts- oder Ag-Test, insbesondere die Markierungsart und der Nachweiskomplex im Kontrollfeld kann sich deutlich unterscheiden (vgl. z.B. Lernvideos ganz unten auf diesem Blatt).

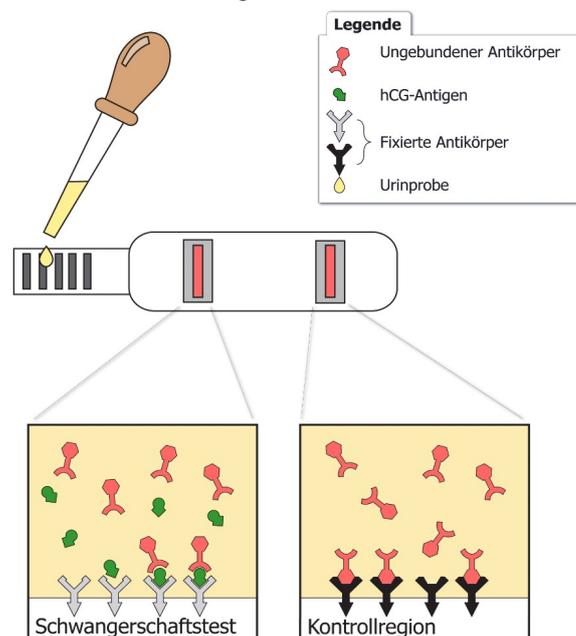
Kommentiertes Flash-Video zur Funktionsweise des Schwangerschaftstests.

<https://moodle.carl-engler-schule.de/moodle/mod/resource/view.php?id=36892&redirect=1>



Kontrollfragen

1. Informieren Sie sich über die physiologische Funktion von hCG während der Schwangerschaft.
2. Worin liegt der Vorteil in der Verwendung monoklonaler Antikörper?
3. Warum muss im Test ein Überschuss an $AK1^*$ gegenüber $AK2$ vorliegen?
4. Auch in Abwesenheit von hCG passiert markierter Antikörper die Testzone. Weshalb kommt es innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls (z.B. 15 min) in solchen Fällen nicht zu einer Verfärbung der Testregion?
5. Beschreiben Sie genau den Sinn der Kontrollzone!
6. Mit welchem ELISA-Verfahren ist der Schwangerschaftstest am ehesten vergleichbar?



Funktionsweise eines Schwangerschaftstests



Kurzes Video (4 min) zu einem lateral flow Corona-Antigen-Test. Die Kontrollregion funktioniert hier anders als beim oben vorgestellten Schwangerschaftstest.
<https://youtu.be/5xZC8GJs-i4>

Kurzes Video (5 min) zu einem lateral flow antibody assay, also einen Test auf Antikörper im Blut. Dieser Test ist mittlerweile eine Rarität und kein normaler Corona-Antigen-Test. https://youtu.be/ouDY_pxGjly

