

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Die neurobiologische Wirkung eines Opioids*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



# Die neurobiologische Wirkung eines Opioids – Painkiller oder Killer?

Annika Jansen und Dr. Monika Pohlmann



© DNW59/iStock/Getty Images Plus

Durch missbräuchliche Anwendung führen Opiode zu einem heroischen Kick und machen schnell abhängig. Alle fünf Minuten stirbt in den USA ein Mensch an einer tödlichen Überdosis. Befeuert wird diese Epidemie durch legale Opiode. Wie entsteht eine Medikamentenabhängigkeit auf neurobiologischer Ebene? Dieser Frage gehen die Lernenden im Rahmen einer Fallstudie nach und erarbeiten die neurobiologische Wirkung von Opioiden. Mithilfe von selbst erstellten *Explainity-Clips* modellieren sie die Entwicklung einer Medikamentenabhängigkeit und erweitern auch ihre Medienkompetenz.

# Die neurobiologische Wirkung eines Opioids – Painkiller oder Killer?

## Oberstufe (Niveau)

Annika Jansen und Dr. Monika Pohlmann

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Fachwissenschaftliche Hinweise                            | 1  |
| M1: Fallstudienmappe: Oxycontin – Painkiller oder Killer? | 5  |
| M2: Paul needs help!                                      | 6  |
| M3: Körperliche Reaktion auf Schmerzen                    | 8  |
| M4: Medikamentenabhängigkeit— Gruppenpuzzle               | 13 |
| M5: Explainity-Clips: Oxycontin – Painkiller oder Killer? | 19 |
| Lösungen                                                  | 21 |
| Literatur                                                 | 26 |

**Kompetenzprofil:**

| Kompetenz                                                 | Anforderungsbereiche | Basiskonzept                               | Material |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|----------|
| Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation            | I–II                 | Struktur und Funktion, Entwicklung         | M1       |
| Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation            | II                   | Struktur und Funktion, Entwicklung         | M2       |
| Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation            | I–II–III             | System, Struktur und Funktion              | M3       |
| Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation            | II–III               | System, Struktur und Funktion, Entwicklung | M4       |
| Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung | II–III               | System, Struktur und Funktion, Entwicklung | M5       |

**Überblick:**

| Inhaltliche Stichpunkte                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Material | Methode/Material             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|
| Problemstellung entdecken und Vorstellungen entwickeln: Legaler Verkauf von Heroinderivaten in den USA verursacht in großer Zahl Drogenabhängigkeit und Todesfälle, Geschichte des Heroins als Schmerzmittel und gefährliche Droge mit Abhängigkeitspotenzial, Sorge vor Opioid-Epidemie in Deutschland | M1       | Fallstudienmappe, Reportagen |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------|
| <p>Einführung des Protagonisten „Paul“ in einer lebensweltlichen Fallstudie, Paul sucht nach einer qualifizierten Antwort auf die Frage: <i>Oxycontin – Painkiller oder Killer?</i> Die unkontrollierte Einnahme des weit verbreiteten Schmerzmittels Oxycontin, mit dem Heroinwirkstoff Oxycodon, nach einem Beinbruch seines Vaters, besorgt ihn.</p>                                                                                                              | M2 | Naturwissenschaftliche Fragen               |
| <p>Erwerb von Sachwissen zur körperlichen Reaktion auf Schmerzen, Signaltransduktion an Nozizeptoren, Schmerzimpuls und Signalweiterleitung an der chemischen Synapse, Wiederholung der grundlegenden Abläufe der Signaltransduktion in einem Dominospiel, Textproduktion zur Festigung der Fachsprache.</p>                                                                                                                                                         | M3 | Domino                                      |
| <p>Entwicklung einer Medikamentenabhängigkeit durch Oxycontin, Phänomen der kompetitiven Hemmung, Beeinflussung der Ionenkanäle, Rolle des sekundären Botenstoffs cAMP und Toleranzentwicklung, neurobiologische Analyse folgender Szenarien: im synaptischen Spalt sind ... nur nozizeptive Neurotransmitter, ... gleich viele Neurotransmitter und Opioide, ... viel mehr Opioide als Neurotransmitter. Concept-Mapping zu Oxycontin mit Beurteilungsschlüssel</p> | M4 | Gruppenpuzzle<br>Concept-Map                |
| <p>Planung und Gestaltung von Explainity-Clips mit Ablaufplan, Storyboard und Sprechertext sowie mit benötigten Legetrickelementen, Feedback durch eine Spinnennetz-Evaluation.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | M5 | Explainity-Clips,<br>Spinnennetz-evaluation |

## Fachwissenschaftliche Hinweise

### Endogene und exogene Opioide

In den 1970er Jahren gelang es Forschern erstmals, natürliche Substanzen mit Opiatcharakter im menschlichen Körper nachzuweisen. Sie nannten diese Stoffe „Endorphine“, eine Wortneuschöpfung aus „endogen“ und „Morphin“. Endogene Morphine werden im Körper zur Schmerzlinderung produziert. Im Zusammenspiel mit den Neurotransmittern Serotonin und Noradrenalin können Endorphine bei der Schmerzsignaltransduktion in den postsynaptischen Spalt einer Nervenzelle abgegeben werden und zur Minderung des Schmerzsignals beitragen. Sie sind eine körpereigene Droge, die bei Bedarf ausgeschüttet wird und einen Glückszustand hervorruft. Endorphine sind kurze Peptide aus bis zu fünf Aminosäuren und werden im Gehirnstoffwechsel in der Hypophyse und im Hypothalamus hergestellt. Dies geschieht einerseits in Notfallsituationen, damit der Betroffene bei einer Verletzung erst einmal keine Schmerzen spürt. Andererseits werden Endorphine auch als Glückshormone bezeichnet, da sie als Botenstoffe bei positiven Erlebnissen freigesetzt werden. Endorphine unterstützen damit sowohl die physische als auch die psychische Gesundheit. Da sie an den gleichen Rezeptoren andocken wie exogene Opiate, können sie wie diese eine rauschartige Euphorie auslösen, man erlebt sich dann als „high“. Oxycontin ist ein opioidhaltiges Schmerzmittel mit dem Wirkstoff Oxycodon. Exogene Opioide, wie Oxycodon, bilden die Aktivität von natürlichen Neurotransmittern nach und werden daher als Rezeptoragonisten bezeichnet. Durch einen überzogen langen oder missbräuchlichen Einsatz des Schmerzmittels Oxycontin wurden bisher zahlreiche Menschen opioidabhängig. Die gefährlichste Nebenwirkung von Opioiden ist die Atemdepression, eine gefährliche Beeinträchtigung der Atemsteuerung durch das ZNS, die neben der Überdosierung die häufigste Todesursache darstellt.

© RAABE 2023

### Entwicklung einer Opioidabhängigkeit

Die Wahrnehmung von Schmerzen wird als Nozizeption bezeichnet. Nozizeptoren, multimodale freie Nervenendigungen der sensiblen Neuronen des Rückenmarks, kommen in allen schmerzempfindlichen Geweben des Körpers vor. Die Hauptfunktion dieser Sinneszellen ist es, potenziell gefährliche Reize wahrzunehmen, in neurobiologische Signale umzuwandeln und weiterzuleiten. Die Schmerzsignaltransduktion findet über Axone der Nozizeptoren in das Rückenmark und das Gehirn statt. Ein solches Schmerzsignal kommt in Form einer hohen Frequenz von Aktionspotenzialen an einer Synapse im Gehirn an. Das elektrische Potenzial wird an der Synapse in ein chemisches Signal umgewandelt. Es werden spannungsabhängige Calciumkanäle geöffnet, sodass Calciumionen in die Zelle einströmen. Diese bewirken, dass synaptische Vesikel mit der präsynaptischen Membran verschmelzen und Neurotransmitter in den synaptischen Spalt

entlassen werden. Die Neurotransmitter binden an postsynaptische Opioidrezeptoren. Durch die Besetzung der Rezeptoren werden Adenylatcyclasen aktiviert, woraufhin der sekundäre Botenstoff cAMP (zyklisches Adenosinmonophosphat) aus ATP hergestellt wird. Die cAMP-Moleküle interagieren mit Natriumkanälen, sodass sich diese öffnen. Durch die Diffusion von Natriumionen in die postsynaptische Zelle wird diese depolarisiert. Die Depolarisation führt zu einem Aktionspotenzial in der postsynaptischen Zelle, wodurch das Schmerzsignal weitergeleitet wird.

### **Kompetitive Hemmung**

Endorphine und exogene Opiode konkurrieren im postsynaptischen Spalt mit Neurotransmittern der Schmerzsignalübertragung um die Besetzung der Rezeptoren. Man spricht daher von einer postsynaptischen kompetitiven Hemmung. Je mehr Rezeptoren beispielsweise durch Endorphine besetzt werden, desto weniger Neurotransmitter können an die Rezeptoren andocken und das Enzym Adenylatcyclase aktivieren. Als Folge wird weniger cAMP gebildet, wodurch wiederum weniger Natriumkanäle aktiviert werden. So werden die Vorgänge zur Depolarisation der Membran gestört und das Schmerzsignal wird nicht mehr weitergeleitet. Zusätzlich werden durch die Anlagerung von Endorphinen an den Rezeptoren die Kaliumkanäle geöffnet. Die darauffolgende Hyperpolarisation der postsynaptischen Zelle wirkt der Depolarisation entgegen und verhindert damit ebenso die Schmerzsignalweiterleitung.

### **Entstehung einer Drogenabhängigkeit und des Suchtgedächtnisses**

Durch die Einnahme von Opioiden werden dopaminerge Neurone stimuliert, die das Belohnungssystem aktivieren und zu Euphorie und Wohlbefinden führen. Bei wiederholtem Konsum der exogenen Droge entwickelt sich eine erlernte Reaktion, die durch das Drogengedächtnis gesteuert wird. Durch die Veränderung innerhalb des Neurotransmitterstoffwechsels findet ein Umbau der Gehirnstrukturen statt. Gewöhnliche Reize reichen nicht mehr aus, um Glück zu empfinden. Die Anlage des Suchtgedächtnisses ist dauerhaft und lässt sich nicht mehr löschen.

Auf neurobiologischer Ebene werden durch einen lang andauernden Konsum von Opioiden die Anzahl an Rezeptoren in der postsynaptischen Membran und die Enzymaktivität in der postsynaptischen Zelle stetig gesteigert. Problematisch wird es, wenn endogene Opiate nicht mehr genügend Rezeptoren besetzen können, um die Schmerzsignalweiterleitung zu unterbinden. Die Dosis an Schmerzmittel muss dann ständig gesteigert werden, um den Schmerz zu unterdrücken. Dieser Prozess wird als Toleranzentwicklung bezeichnet. Bei einem Absetzen des Medikaments wird ein sehr viel stärkerer Schmerzimpuls weitergeleitet, weil die zahlreichen Rezeptoren in der postsynaptischen Membran kaum noch kompetitiv gehemmt werden.

## Didaktisch-methodische Hinweise

Im Rahmen dieser Lernaufgabe wird die Hemmung der Schmerzsignalweiterleitung durch Opioide an der chemischen Synapse untersucht. Dabei wird die Wirkung von Oxycodon und die Entstehung einer Opioidabhängigkeit modelliert.

Methodisch steht die kooperative Arbeit im Rahmen einer Fallstudienmappe im Vordergrund. Die Problematiken um Medikamentenmissbrauch, Abhängigkeit und Drogentoleranz werden am Alltagsbeispiel auf neurobiologischer Ebene aufgerollt. Das arbeitsteilige Studium informativer Internetartikel führt auf der Sachebene in die Problematik ein. Im Anschluss reaktivieren die Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen zur Signaltransduktion an einer chemischen Synapse in größtmöglicher Selbstständigkeit. Durch Peer-Kontrolle selbst verfasster Sachtexte innerhalb der Arbeitsgruppen werden Reflexivität und Metakognition besonders gefördert. In einer sich anschließenden Gruppenpuzzlephase wird die Entwicklung einer Drogenabhängigkeit arbeitsteilig auf molekularem Niveau erschlossen. Zur Sicherung des Sachwissens wird das *Concept-Mapping* angewendet. Die *Concept-Maps* können auch zur Messung des Leistungsstandes herangezogen oder für ein Feedback seitens der Lehrkraft genutzt werden. *Explainity-Clips* eignen sich in dieser Unterrichtsarchitektur hervorragend für eine auf Vertiefung angelegte Sicherung der komplexen fachlichen Inhalte. Im Rahmen der Fallstudie liefern die Clips die vom Protagonisten gewünschte Erklärung zum Gefährdungspotenzial eines Schmerzmittels auf Heroinbasis. Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich als Peers angesprochen und können auf vielfältige Weise, unter Einbeziehung verschiedener Eingangskanäle, ihre Kompetenzen praktisch zeigen. Der Prozess einer Drogenabhängigkeit kann durch diese Methode sehr lern- und behaltenswirksam modelliert werden.

© RAABE 2023

## Ablauf

Zu Beginn der Unterrichtssequenz wird mit der Fallstudienmappe den Schülerinnen und Schülern im Idealfall das gesamte Material (**M1–M5**) übereignet und die weitere Vorgehensweise von der Lehrkraft erklärt. In selbst gewählten Neigungsgruppen lösen die Lernenden die Aufgaben in möglichst großer Selbstständigkeit. Eine solche Vorgehensweise bedarf eines großen Vertrauens seitens der Lehrkraft in die Kompetenzen der Lernenden, bei gleichzeitiger Unterstützungsbereitschaft im Bedarfsfall. In **M1** entdecken die Schülerinnen und Schüler die Problemstellung und entwickeln erste Vorstellungen zur Gefahr eines Missbrauchs heroinhaltiger Medikamente. In dieser Phase fließen Vorwissen und Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler ein. Es erfolgt ein reger Austausch innerhalb der Gruppen. Material (**M2**) gibt mit der E-Mail des Protagonisten den didaktischen Rahmen der Fallstudie vor. Die Lernenden werden dazu aufgefordert den Protagonisten bei der Recherche nach einer realistischen Einschätzung einer Gefährdung durch unbeabsichtigten Medikamentenmissbrauch



zu unterstützen. Der „Fall“ stellt das Motivationspotenzial dar und gibt gleichzeitig das Ziel der gemeinsamen Lernanstrengungen vor. Es wird eine qualifizierte Antwort auf die Frage gesucht: Oxycontin – Painkiller oder Killer? Material (M3) dient der Wiederholung der grundlegenden Abläufe der Signaltransduktion. Dabei werden die molekularen Mechanismen der Signalweiterleitung an der chemischen Synapse eingeübt und in einem Dominospiel vertieft. Eine abschließende Textproduktion dient der Festigung der Fachsprache. Arbeitsteilig werden durch Material (M4) die an der Entwicklung einer Medikamentenabhängigkeit durch Oxycontin beteiligten neurobiologischen Komponenten beleuchtet. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten zuerst einzeln die kompetitive Hemmung durch ein Opioid, die Beeinflussung der Ionen-Kanäle, die Rolle des sekundären Botenstoffs cAMP und die Toleranzentwicklung bei fortgeschrittenem Drogenkonsum. Sie führen ihre Expertenkenntnisse zusammen und generieren ein vollständiges Bild der Entwicklung einer Sucht. Ein Concept-Mapping zu Oxycontin macht eine Zwischenbilanz durch die Lehrkraft möglich. Mit M5 wird der Spannungsbogen des Unterrichtskonzepts geschlossen. Die Planung und Gestaltung von Explainity-Clips mit Ablaufplan, Storyboard und Sprechertext sowie den benötigten Legetrick-Elementen geben viel Raum für Kreativität und eine individuelle Auseinandersetzung mit der komplexen, neurobiologischen Thematik. Die Dynamik der Suchtentwicklung kann mit dem gewählten Medium besonders gut zum Ausdruck gebracht werden. In einer fairen Feedback-Runde evaluieren die Schülerinnen und Schüler ihre Videos nach der Spinnennetzmethode. Auf diese Weise werden Achtsamkeit für das Thema sowie Kompetenz für die mediale Darbietung erworben.

### Vorausgesetztes Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler bringen als Voraussetzung für diese spannende Unterrichtssequenz, die sich an einem höchst relevanten, gesellschaftlichen Thema orientiert, lediglich ihre Grundkenntnisse zur Neurobiologie ein. Der grundlegende Bau des Nervensystems des Menschen, ein typischer Reflexbogen, unterschiedlich differenzierte Neuronen sowie die Signaltransduktion an Synapsen sollten beherrscht werden. Die Fallstudie kann auf dieser Basis der Vertiefung und Ausweitung der bereits erworbenen neurobiologischen Kompetenzen dienen. Außerdem wirkt sich der lebensnahe Kontext sinnstiftend auf den Lernprozess und damit auch auf das Interesse und die Motivation der Lernenden aus.

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Die neurobiologische Wirkung eines Opioids*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)

